



**Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Fernandes Figueira  
Pós-Graduação em Saúde da Criança e da Mulher**

**TREINAMENTO DE FORÇA E CORRIDA EM ESTEIRA  
ERGOMÉTRICA: TERAPIA COADJUVANTE PARA  
ADOLESCENTES COM FIBROSE CÍSTICA**

**Cristiano Queiroz de Oliveira**

**Rio de Janeiro  
Março de 2008**



**Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Fernandes Figueira  
Pós-Graduação em Saúde da Criança e da Mulher**

**TREINAMENTO DE FORÇA E CORRIDA EM ESTEIRA  
ERGOMÉTRICA: TERAPIA COADJUVANTE PARA  
ADOLESCENTES COM FIBROSE CÍSTICA**

**Cristiano Queiroz de Oliveira**

Dissertação apresentada à Pós-Graduação em Saúde da Criança e da Mulher, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde

Orientadora: Vania de Matos Fonseca  
Co-orientadora: Celia Regina Moutinho de Miranda Chaves

**Rio de Janeiro  
Março de 2008**

**FICHA CATALOGRÁFICA NA FONTE  
CENTRO DE INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO FERNANDES FIGUEIRA**

O48t Oliveira, Cristiano Queiroz  
Treinamento de força e corrida em esteira ergométrica: terapia  
coadjuvante para adolescentes com fibrose cística / Cristiano Queiroz  
de Oliveira. – 2008.  
x, 74 f. : tab; fig..

Dissertação (Mestrado em Saúde da Criança e da Mulher) - Instituto  
Fernandes Figueira, Rio de Janeiro, 2008.

Orientador: Vania de Matos Fonseca  
Bibliografia: f. 55-59.

1. Fibrose Cística. 2. Exercício. 3. Serviços de Saúde para  
Adolescentes

CDD – 22<sup>a</sup> ed. 616.372

## **DEDICATÓRIA**

**À minha esposa, Ana e aos meus filhos, Gabriel e Eduardo.**

A compreensão de vocês nos momentos de ausência e todo amor e alegria nos momentos juntos têm sido meu alicerce para seguir em frente. Obrigado por tornarem minha vida completa.

**Aos meus pais, Jorge e Martha,**

Porque mesmo diante das dificuldades me ensinaram a lutar por meus objetivos com honestidade e respeito.

**Às crianças e adolescentes com fibrose cística.**

Que a presente colaboração possa ajudá-los na busca pela melhor qualidade de vida.

## AGRADECIMENTOS

- À minha orientadora **Dra. Vania Matos de Fonseca**, por ter acreditado no meu trabalho e ajudado a realizá-lo.
- À minha co-orientadora **Dra. Celia Chaves**, pioneira no trabalho sobre exercícios físicos para pacientes com fibrose cística. Trabalhar ao seu lado é um convite à pesquisa pela melhor maneira de tratarmos nossos pacientes.
- Ao **Dr. José Augusto de Britto** e à **Conceição Lopes**, por todo apoio que a Direção do IFF deposita nos trabalhos de melhora da qualidade de vida dos seus pacientes.
- Aos amigos do Ambulatório de Nutrição: **Carlos Maurício, Eduardo, Roseli, Tereza, Maria Luiza, Célio, Miriam Outerelo, Ana Lúcia e Mirian Gomes** pelo apoio e incentivo.
- Aos professores de Educação Física **Bruna, Livia e Luiz Carlos** pelo incentivo, sugestões e colaborações.
- Às professoras da Universidade Gama Filho **Elen Salas e Lilian Silva** pela imensa colaboração.
- Aos médicos do Ambulatório de Pneumologia **Dra. Laurinda, Dr. Renato, Dra. Tania, Dr. Gilberto e Dra. Isabela** pelos ensinamentos sobre a fibrose cística.
- Às amigas da turma do Mestrado 2006, da qual tive a honra de ser o único integrante do sexo masculino.

- Aos amigos **Marcia Castro e Fernando Ponce** por toda colaboração e trabalhos juntos.
- Aos colegas do Ambulatório de Fisioterapia Respiratória: **Luciana, Andréa, Carlos, Paulo, Gilson e Regina**, que me receberam como um parceiro que só tinha a acrescentar em seus trabalhos.
- À equipe multidisciplinar que atende os pacientes com fibrose cística no IFF.
- Às fisioterapeutas do Ambulatório de Provas de Função Respiratória **Sandra Lisboa, Luanda Dias e Raquel Regina**.
- À **ACAM**, por todo apoio necessário à melhora da qualidade de vida dos pacientes com fibrose cística.
- À **ASFOC**, que disponibilizou seu Espaço de Exercícios para a concretização deste Projeto.
- Ao **Instituto Mario Vello Silves** que financiou a compra de nossos equipamentos de ginástica.
- Aos meus sogros **Valéria e Valdir**, por terem cuidado dos meus filhos durante os períodos de ausência para realização deste trabalho.
- Às minhas irmãs e familiares, que perto ou longe, sempre torceram pela concretização dos meus sonhos.
- Ao **CNPq**, por ter me concedido bolsa durante o período da pesquisa.

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ASFOC – Associação dos Servidores da Fundação Oswaldo Cruz

ATP – Adenosina-trifosfato

ATS – American Thoracic Society

BC – *Burkholderia cepacia*

CB – circunferência de braço relaxado

CBC – circunferência de braço contraído

CDC – *Center for Disease Control*

CEPFC/IFF – Centro de Exercícios para Pacientes com Fibrose Cística do Instituto Fernandes Figueira

CFTR – *Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator* (Proteína reguladora da condutância transmembrana)

CMB – circunferência muscular de braço

DCT – dobra cutânea de tríceps

DPE – desnutrição protéico energética

DPOC – doença pulmonar obstrutiva crônica

FC – fibrose cística

fc – frequência cardíaca

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz

IFF – Instituto Fernandes Figueira

IGF – fator de crescimento insulina *like*

IMC – índice de massa corporal

IP – insuficiência pancreática

MG – massa de gordura

MLG – massa livre de gordura

MRSA – *Staphylococcus aureus* metilina resistente

MS – Ministério da Saúde

NCHS – *National Center for Health Statistics*

OMS – Organização Mundial da Saúde

PA – *Pseudomonas aeruginosa*

PCr – fosfocreatina

Pi – fosfato inorgânico

SA – *Staphylococcus aureus*

UGF – Universidade Gama Filho

VCO<sub>2</sub> – produção de gás carbônico

VE – ventilação por minuto

VEF<sub>1</sub> – volume expiratório forçado no primeiro segundo

VO<sub>2</sub> – consumo de oxigênio

VO<sub>2 máx</sub> – consumo máximo de oxigênio

VR – volume residual

## RESUMO

**Objetivo** – avaliar os efeitos do exercício físico assistido na composição corporal e na aptidão física de adolescentes com fibrose cística (FC) matriculados em um Centro de Referência do Estado do Rio de Janeiro.

**Métodos** – trata-se de um estudo *quasi* experimental cuja intervenção consistiu de um programa de exercícios com amostra pareada (antes-depois da intervenção). A frequência semanal foi de duas vezes e a duração de 12 semanas. Os critérios de seleção foram: ter entre 10 e 18 anos de idade, não apresentar comprometimento do estado nutricional, apresentar distúrbio ventilatório obstrutivo leve ( $VEF_1 \geq 60\%$  do previsto) e morar na cidade do Rio de Janeiro. Realizou-se avaliação antropométrica, avaliação da composição corporal e testes de aptidão física antes e após a intervenção.

**Resultados** – participaram desta intervenção oito pacientes com média de idade 12,4 [10 – 16] anos. Foram observados aumentos significantes nas medidas de peso, estatura, circunferências de braço e de coxa, massa livre de gordura, circunferência muscular de braço, consumo máximo de oxigênio e na força e resistência da musculatura abdominal.

**Conclusão** - um programa de treinamento físico assistido contendo exercícios de força muscular e corrida em esteira ergométrica é capaz de melhorar significativamente a composição corporal e a aptidão física de adolescentes com FC sem comprometimento do estado nutricional e com acometimento pulmonar leve.

## ABSTRACT

**Objective** – to evaluate the effects of exercise in body composition and in physical fitness of adolescents with cystic fibrosis (CF) enrolled in a Reference Center from Rio de Janeiro State.

**Methods** - it is an intervention study that consisted of an exercise program with paired sample (before-after intervention). The frequency was twice weekly and duration of 12 weeks. The patients that living in Rio de Janeiro city between 10 and 18 years old, with body mass index > percentil 10 and mild obstructive respiratory disease ( $FEV_1 \geq 60\%$  of predicted) were invited to participate in this study.

**Results** - eight patients with an average age of 12.4 [range 10 to 16] years participated in this intervention. Significant increases occurred in measures of weight, height, circumference arm and thigh, fat free mass, muscle circumference arm, maximum oxygen consumption and the strength of abdominal muscle.

**Conclusion** – a supervised exercise program with strength training and running in treadmill improve significantly body composition and physical fitness of CF adolescents with mild lung disease and without malnutrition.

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Página

### Artigo

Figura 1: Fluxograma dos pacientes adolescentes com fibrose cística acompanhados no IFF/FIOCRUZ selecionados para intervenção com exercícios no período de Janeiro de 2007 a Janeiro de 2008 .....	52
Tabela 1: Características demográficas e clínicas dos oito adolescentes com FC submetidos à intervenção no CEPFC/IFF/FIOCRUZ, RJ, 2007 – 2008 .....	53
Tabela 2: Características antropométricas, de composição corporal e de aptidão física (médias e desvio padrão), nos períodos pré-intervenção e pós-intervenção, dos oito adolescentes submetidos à intervenção no CEPFC/IFF/FIOCRUZ, RJ, 2007-2008 .....	54

### Apêndice 1

Escala de Borg .....	63
Escore de <i>Shwachman</i> .....	64
Escore de agudização da doença .....	65

### Apêndice 2

Tabela com a relação das constantes para meninos e meninas utilizadas para o cálculo do percentual de gordura (Slaughter et al, 1988) .....	70
Tabela da classificação do distúrbio ventilatório obstrutivo segundo os valores percentuais de VEF <sub>1</sub> (Pereira et al., 1996) .....	71
Tabela 3. Características antropométricas e de aptidão física (médias e desvio padrão), nos períodos pré-intervenção e pós-intervenção, dos oito adolescentes submetidos à intervenção no CEPFC/IFF/FIOCRUZ, RJ, 2007-2008 .....	72

## SUMÁRIO

	Página
Resumo .....	viii
Abstract .....	viii
Apresentação .....	1
1. Introdução .....	2
1.1 Justificativa .....	2
1.2 Revisão da literatura .....	5
1.2.1 Fibrose cística .....	5
1.2.2 Incidência e aspectos genéticos da FC no Brasil .....	7
1.2.3 Sobrevida dos pacientes no Brasil .....	10
1.2.4 Treinamento físico para pacientes com FC .....	11
1.2.5 Treinamento aeróbico para pacientes com FC .....	17
1.2.6 Treinamento de força muscular para pacientes com FC .....	21
2. Objetivos e Hipótese .....	26
2.1 Objetivo geral .....	26
2.2 Objetivos específicos .....	26
2.3 Hipótese .....	26
3. Artigo .....	27
4. Considerações finais .....	55
Referências bibliográficas .....	56
Anexo – Folha de rosto de aprovação do Comitê de Ética .....	61
Apêndice 1- Figuras não contempladas pelo artigo .....	62
Apêndice 2 – Complementos metodológicos e de resultados.....	66
Apêndice 3 – Outras publicações .....	74

## **Apresentação**

Esta dissertação versa sobre os efeitos de um programa de exercícios físicos regulares na composição corporal e na aptidão física de adolescentes com fibrose cística. A apresentação será feita sob a forma de um artigo escrito em língua portuguesa, precedido pela justificativa do trabalho e pela descrição da doença e da utilização de exercícios físicos como terapia coadjuvante (Revisão da literatura). São apresentados também os objetivos e a hipótese do estudo e no último capítulo as considerações finais. O presente trabalho contém como apêndices a escala de Borg, o escore de *Shwachman*, o escore de agudização da doença (Apêndice 1) e complementos metodológicos (Apêndice 2). Foi colocado como Apêndice 3, um artigo e o material educativo sobre exercício físico e fibrose cística, publicados durante o curso de Mestrado, os quais não estão sob avaliação na presente Dissertação.

## Capítulo 1 – Introdução

### 1.1 - Justificativa

A fibrose cística (FC) é uma doença letal e sua morbidade e mortalidade são causadas principalmente por infecções respiratórias recorrentes que resultam em insuficiência respiratória. Devido ao melhor, mais precoce e agressivo tratamento tanto das infecções respiratórias como da perda de peso, a média da sobrevida destes pacientes aumentou consideravelmente nas últimas décadas. Em vista da possibilidade do transplante de fígado e dos pulmões e de que a maioria dos pacientes atinge a idade adulta, a necessidade de se manter o sistema muscular em boa forma através de exercícios físicos se tornou mais importante (Jong et al., 1994).

Os benefícios dos exercícios para pacientes com FC são multifatoriais (Frangolias et al., 2003), sendo importante ressaltar o atraso do declínio da função pulmonar (Prasad e Cerny, 2002), o desenvolvimento do condicionamento cardiorespiratório e o aumento da resistência da musculatura respiratória (Orenstein et al., 2004). Tais benefícios tornam o exercício físico regular uma importante modalidade de terapia coadjuvante, e a avaliação da aptidão aeróbica por ergoespirometria, um dos principais fatores preditores da sobrevida em FC (Prasad e Cerny, 2002).

Os exercícios aeróbicos e de força muscular são os mais indicados para pacientes com FC (Orenstein et al., 2004; Selvadurai et al., 2002; Prasad e Cerny, 2002), sendo as propostas de exercícios assistidos as que apresentam os melhores resultados (Jong et al., 1994).

Porém, os diferentes tipos de exercícios estudados (Orenstein et al., 2004; Turchetta et al., 2004; Stanghelle et al., 1988; Edlund et al., 1986) e as diversas formas de manifestação da doença levam a diferentes resultados em tais estudos, o que mostra a importância de estudos adicionais, com diferentes modalidades de exercício e faixas etárias.

Uma prova disso é que o treinamento de força para adolescentes com FC tem sido pouco explorado, embora apresente resultados promissores (Orenstein et al., 2004; Selvadurai et al., 2002; Strauss et al., 1987). O primeiro trabalho publicado (Strauss et al., 1987) sugere uma série de benefícios como aumento na força muscular, no tamanho do músculo e no peso corporal. Adicionalmente, uma redução do volume residual foi atribuída ao aumento da elasticidade e mobilidade da parede torácica (Strauss et al., 1987). Apesar disso, os estudos seguintes (Orenstein et al., 2004; Selvadurai et al., 2002) só foram realizados 15 anos após o primeiro, reiterando a importância de novas investigações utilizando o treinamento de força, em contraste e em conjunto com o treinamento aeróbico, para se ampliar a noção de seus benefícios.

Apesar dos reconhecidos benefícios do exercício para pacientes com FC, um estudo com 38,5% dos Centros de Referência em FC listados no diretório da Fundação Americana de Fibrose Cística mostrou que apenas 21% deles ofereciam um programa de treinamento físico para seus pacientes (Kaplan et al., 1991). Desta forma, os dados ainda são insuficientes para se afirmar qual atividade é mais apropriada para as diferentes características da doença e para se especificar a modalidade e a intensidade de exercícios para estes pacientes (Prasad e Cerny, 2002).

Além disso, existe pouca referência de trabalhos com esta modalidade terapêutica analisando a população de pacientes dos países em desenvolvimento (Cunha, 2002). Assim, os dados disponíveis são de estudos feitos em outros países, com realidades sócio-econômicas diferentes e com populações de pacientes com características distintas das nossas.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) chamou a atenção para este fato em 1997, recomendando as seguintes ações, dentre outras, nos serviços de atendimento aos fibrocísticos dos países em desenvolvimento: triagem neonatal para determinar a incidência e identificar os recém-nascidos afetados; implementação dos laboratórios para identificar as mutações da FC; desenvolvimento de centros de diagnóstico e tratamento com equipe multidisciplinar; estabelecimento de uma organização nacional envolvendo familiares, amigos dos fibrocísticos e outros voluntários; e aumento da colaboração entre os grupos e outras organizações, incluindo a indústria farmacêutica (Alvarez et al., 2004).

A presente intervenção é parte do trabalho que o Instituto Fernandes Figueira (IFF) desenvolve na avaliação do exercício como terapia coadjuvante para o tratamento da FC. Cabe ressaltar que o IFF é Referência para o Ministério da Saúde (MS) no tratamento da doença e, em parceria com a Associação dos Servidores da Fundação Oswaldo Cruz (ASFOC), criou em 2006 o Centro de Exercícios para Pacientes com Fibrose Cística (CEPFC/IFF). Este trabalho já produziu como resultado um Artigo de Revisão da Literatura sobre exercícios físicos para adolescentes com FC e três mil e trezentas (3.300) unidades de Material Educativo sobre o mesmo tema para distribuição nacional.

## 1.2 – Revisão da literatura

### 1.2.1 - Fibrose cística

Fibrose cística é a doença genética autossômica recessiva mais comum entre os caucasianos. Sua incidência é de um em cada 2.500 nascidos vivos nas populações de ascendência européia. A frequência de heterozigotos está estimada em um a cada 25 pessoas da raça caucasiana (Pereira et al., 1999). Na população negra africana a FC é praticamente desconhecida, em afro-americanos tem incidência de um em cada 19.000 nascidos vivos e em populações orientais esta incidência é ainda menor (um em cada 90.000 nascidos vivos) (Tombazzi e Riely, 2001). Com a miscigenação racial, a fibrose cística tornou-se também conhecida entre outras populações não caucasóides.

O defeito básico da FC é a mutação do gene que codifica uma proteína chamada CFTR (*cystic fibrosis transmembrane conductance regulator*), que resulta num fluxo defeituoso dos íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$ , acarretando altas concentrações destes íons no suor (Araújo et al., 2005) e doença exócrina generalizada. A FC é caracterizada por grande variedade de manifestações clínicas, sendo as principais: doença pulmonar obstrutiva supurativa crônica progressiva; insuficiência pancreática com má digestão e má absorção; desnutrição secundária; e infertilidade masculina na idade adulta (Rozov et al., 2006).

O acometimento do sistema respiratório é progressivo e de intensidade variável (Ribeiro et al., 2002), levando à obstrução das vias aéreas por muco denso e viscoso e à subsequente infecção, especialmente por espécies de *Pseudomonas* (Okay et al., 2005).

Os pulmões são praticamente normais nos primeiros meses de vida com as alterações se iniciando nas pequenas vias aéreas. A colonização bacteriana secundária desorganiza a estrutura ciliar e passam a se formar rolhas mucopurulentas nos brônquios e bronquíolos. Com a evolução formam-se bronquiectasias geralmente após o segundo ano de vida, preferencialmente nos lobos superiores, decorrentes da incapacidade do paciente esterilizar o trato respiratório e suprimir o processo inflamatório endobrônquico (Ribeiro et al., 2002).

Desta forma, na maioria dos pacientes, o aumento da idade leva ao declínio da função pulmonar e a intensidade do acometimento dos pulmões determina o prognóstico final da doença (Dornelas et al, 2000).

As manifestações digestivas são, na sua maioria, secundárias à insuficiência pancreática (IP), que está presente em 90% dos fibrocísticos adultos. A obstrução dos canalículos pancreáticos por tampões mucosos impede a liberação das enzimas para o duodeno, determinando má digestão e má absorção de gorduras, proteínas e hidratos de carbono. Assim, são comuns manifestações nutricionais como desnutrição protéico energética (DPE), baixa estatura e baixo ganho pômdero-estatural. Por outro lado, pacientes que não desenvolvem IP têm melhores prognósticos, pois conseguem manter um melhor estado nutricional (Ribeiro et al., 2002).

A DPE está associada à sintomatologia respiratória e à colonização da árvore brônquica de longa duração. A interleucina produzida com a inflamação pulmonar diminui a concentração do fator de crescimento insulina *like* (IGF-1), que é um marcador seletivo da depleção de massa magra, resultando em piora do estado nutricional do paciente com FC (Serment-Gaudelus et al., 2003).

Quando o peso não é recuperado as exacerbações pulmonares se tornam mais frequentes e levam à perda ponderal progressiva. Assim, forma-se um ciclo vicioso responsável pelo agravamento da desnutrição e da função pulmonar (Pencharz e Durie, 2000). Por isso, devido à interdependência da função pulmonar e do estado nutricional fica difícil esclarecer se o estado nutricional piora a função pulmonar ou se esta piora o estado nutricional (Dornelas et al., 2000; Zemel et al., 2000).

Por todos estes motivos, as estratégias de tratamento para FC enfatizam o controle da infecção pulmonar através de antibioticoterapia e da desobstrução das vias aéreas através de fisioterapia respiratória e nebulização e o controle do estado nutricional através de dietas hipercalóricas e de reposição de enzimas digestivas (Kaplan et al., 1991).

### **1.2.2 – Incidência e aspectos genéticos da FC no Brasil**

A incidência da FC na população brasileira ainda é desconhecida, sendo esperadas diferenças regionais devido aos vários modelos de mistura racial e tipos de imigração encontrados (Pereira et al., 1999).

Em cinco estados do Sul e do Sudeste do Brasil a prevalência média estimada para a fibrose cística é de um para cada 9.600 nascidos vivos. No Rio Grande do Sul foram encontradas as maiores frequências da doença, que variaram entre um para cada 1.600 nascidos vivos e um para cada 6.700 nascidos vivos. Este resultado é similar ao da maioria das populações européias e implica que um em cada 20 habitantes deste Estado é heterozigoto para um gene FC alterado (Araújo et al., 2005).

A mutação mais freqüente do gene FC é a  $\Delta F508$ , mas, segundo Cabello e colaboradores mais de 1.300 mutações e variações seqüenciais foram relatadas pelo Consórcio de Análise Genética em Fibrose Cística de 2004. A incidência da mutação  $\Delta F508$  varia de 17,9% (Messaoud et al., 1996) a 87% (Schwartz et al., 1990) nas populações com FC e depende da etnia e da região geográfica (Cabello et al., 2005).

Nos países onde prevalecem populações caucasianas as mutações do gene FC freqüentemente são bem definidas. Já em outras regiões, uma grande miscigenação leva a uma complexa formação étnica e traz a necessidade de se desenvolver um *screening* molecular mais preciso e menos custoso para as mutações do gene FC prevalentes nestas regiões (Cabello et al., 2005).

Um estudo sobre a freqüência das mutações do gene FC na América Latina, utilizando 4.354 cromossomos, encontrou 89 tipos de mutação, o que representou 62,79% do total de cromossomos FC estudados. Das 89 mutações encontradas, 41 estão presentes em mais de um paciente, 19 têm freqüência total de 0,1% a 1% na América Latina e poderiam ser consideradas raras se algumas delas não tivessem freqüência regional elevada. As outras 48 mutações foram observadas uma única vez e 16 delas não tinham sido descritas em outras populações (Pérez et al., 2007).

No Brasil, a população é principalmente originária de três ascendências (europeus, africanos e ameríndios) e suas possíveis miscigenações, com a proporção das raças e o tipo de miscigenação variando nas diferentes regiões do país. Embora prevaleça a contribuição dos portugueses para a formação da nossa população, outras ondas de imigração européias, principalmente alemã, italiana e espanhola foram responsáveis pelas diferenças étnicas das regiões do sul do país (Cabello et al., 2005). Este quadro é responsável pela distribuição variada da frequência da mutação  $\Delta F508$  nas diferentes regiões do país: 53% em Minas Gerais, 52% em São Paulo, 49% no Rio Grande do Sul, 44% no Paraná e 27% em Santa Catarina (Pereira et al., 1999).

A frequência média desta mutação no Brasil (47%) é semelhante a encontrada na região Sul do país e bem menor que a encontrada na Europa e nos Estados Unidos (cerca de 70%).

No Rio de Janeiro, a FC apresenta uma incidência de um para cada 6.902 nascidos vivos e a mutação  $\Delta F508$  apresenta uma baixa frequência (28,42%) quando comparada com as de outros Estados das regiões Sudeste e Sul do Brasil (Cabello et al., 1999). Isto pode ser explicado pela variada contribuição de diferentes grupos étnicos e pelas diferentes proporções de miscigenação entre as regiões do país.

### 1.2.3 – Sobrevida dos pacientes no Brasil

Os dados encontrados na literatura sobre pacientes brasileiros com FC apontam uma média de idade de sobrevida de 12,6 anos (Reis et al., 1998), e uma mediana de 18,4 anos (Alvarez et al., 2004). Entre 1970 e 1980 a mediana da idade de sobrevida estava entre 5,6 e 9,5 anos (Reis e Cerqueira, 1991). Embora os dados apontem aumento na sobrevida de pacientes com FC brasileiros, estes valores são menores que os alcançados em países desenvolvidos no mesmo período (Reis et al., 1998). Para se ter idéia, nos Estados Unidos a mediana da idade de sobrevida em 2005 foi de 36,8 anos (CFF Annual Data Report, 2005).

A sobrevida de pacientes com FC no Brasil é semelhante à encontrada 20 anos atrás nos países desenvolvidos e pode ser atribuída a alguns fatores: demora no diagnóstico e início do tratamento em uma fase onde já houve deterioração pulmonar; desnutrição causada pelo tratamento tardio e que pode contribuir para a aceleração da deterioração pulmonar; e a pouca quantidade de centros especializados no tratamento da doença (Alvarez et al., 2004). Além disso, como o subdiagnóstico é uma realidade do país, é provável que existam pacientes com sintomas leves e moderados da doença sem diagnóstico, e teoricamente com melhor prognóstico (Reis et al., 1998).

### 1.2.4 - Treinamento físico para pacientes com FC

A prática de exercícios regulares preserva a capacidade física de pacientes com FC e por isso tem sido amplamente adotada no tratamento desta doença (Gulmans et al., 1999). Vejamos os principais mecanismos responsáveis por estes efeitos:

- 1.) o exercício regular melhora a resistência aeróbica, que tem relação direta com a sobrevida destes pacientes;
- 2.) uma quantidade adequada de exercício pode melhorar a eliminação do catarro devido às vibrações e ao aumento da ventilação, e assim ajudar na desobstrução das vias aéreas e no retardamento da destruição inflamatória;
- 3.) o exercício regular pode fortalecer a musculatura ventilatória e;
- 4.) uma quarta possibilidade é que o exercício pode afetar diretamente a atividade dos canais de íons no epitélio respiratório (Hebestreit et al., 2001).

Hebestreit e colaboradores realizaram um estudo para determinar os efeitos de uma sessão de exercício em bicicleta ergométrica de baixa intensidade na condução de  $\text{Na}^+$  e de  $\text{Cl}^-$  no epitélio respiratório de nove pacientes com FC (idade compreendida entre 10 e 33 anos). Ao final do estudo concluíram que o exercício de baixa intensidade bloqueia parcialmente os canais de sódio sensíveis a amilorida no epitélio respiratório, o que pode levar a diminuição da viscosidade do catarro e explicar, em parte, os efeitos benéficos do exercício na FC (Hebestreit et al., 2001).

Porém, assim como existem diversos mecanismos que podem explicar os benefícios dos exercícios para pacientes com FC, a fisiopatologia responsável pela redução da resistência ao exercício nestes pacientes não é completamente entendida. Embora tenham sido identificadas anormalidades nas células dos músculos esqueléticos dos fibrocísticos, o impacto clínico destas anormalidades ainda não foi esclarecido. Tais defeitos têm sido demonstrados nas mitocôndrias dos fibroblastos e dos leucócitos e incluem aumentos na concentração de cálcio e menor atividade da nicotinamida adenosina desidrogenase (cadeia de enzimas respiratórias) (Selvadurai et al., 2003).

Outra questão importante levantada por Selvadurai e colaboradores é que, mesmo diante de exercício de alta intensidade, atletas do sexo feminino com FC (idades de 14 anos ou mais), não desenvolveram acidose intracelular importante, sugerindo que a fração de glicólise anaeróbica nas atletas com FC pode ter sido insuficiente para satisfazer as demandas energéticas do músculo em exercício. Além disso, no exercício máximo a fração fosfato inorgânico/fosfocreatina (Pi/PCr), que reflete o metabolismo oxidativo mitocondrial, foi significativamente mais baixo nas atletas com FC do que nas atletas do grupo controle deste estudo e sem FC, o que corroborou com a hipótese de um defeito mitocondrial intrínseco nos músculos de pacientes com FC (Selvadurai et al., 2003).

A hipótese sobre a ineficiência do metabolismo oxidativo mitocondrial nos pacientes com FC baseia-se no fato de que eles utilizam maiores quantidades de fosfocreatina para realizar uma mesma quantidade de esforço que sujeitos sem FC (Selvadurai et al., 2003).

Outra hipótese é que a CFTR também se expressa na musculatura esquelética e pode estar afetando tanto o metabolismo aeróbico como o anaeróbico. A atividade da CFTR resulta em depleção de energia armazenada, inclusive da fosfocreatina e causa hidrólise de adenosina-trifosfato (ATP), sendo este um possível mecanismo para explicar a ineficiência no metabolismo aeróbico e anaeróbico encontrada em pacientes com FC (Selvadurai et al., 2003).

Assim, pode-se explicar porque alguns atletas fibrocísticas com função pulmonar normal e bom estado nutricional apresentam deficiências significantes em algumas medidas de aptidão física e no metabolismo muscular, além de um maior gasto energético de repouso quando comparados com atletas sem FC (Selvadurai et al., 2003).

Somado à doença pulmonar e ao comprometimento do estado nutricional o paciente com fibrose cística apresenta um defeito no metabolismo muscular que afeta sua aptidão física. Porém, na maioria das vezes, são os sintomas respiratórios como dispnéia e tosse persistente que afastam estes pacientes da prática de atividade física regular. A inatividade física leva à perda de condicionamento físico, fadiga precoce e surgimento de sintomas que limitarão cada vez mais a realização de exercícios físicos (Jong et al., 1994). Mas, em muitos casos, existem componentes reversíveis da obstrução das vias aéreas e da capacidade de exercício em pacientes com FC (Stanghelle et al., 1988).

A maioria dos fibrocísticos realiza maior mobilização do muco pulmonar durante e após sessões de exercícios e por isso, pacientes fisicamente ativos apresentam menor incidência de infecções respiratórias. A drenagem eficiente do muco pode ser um dos mais importantes fatores para combater a infecção, e assim o exercício pode ser responsável por um tratamento profilático para doenças infecciosas (Stanghelle et al., 1988).

Os exercícios físicos estimulam a musculatura respiratória, ajudando na expectoração das secreções pulmonares e trazendo benefícios para a função pulmonar. Scheineiderman-Walker e colaboradores comprovaram que um programa de exercícios aeróbicos, de longa duração (escolhidos pelos próprios 29 pacientes do estudo / e com idades entre 7 e 19 anos) e sem supervisão, retarda o declínio da função pulmonar de pacientes com comprometimento pulmonar leve e moderado (Schneiderman-Walker et al., 2000).

Stauss e colaboradores encontraram mudanças no volume residual (VR) de nove pacientes com FC (16 a 39 anos de idade) treinados com exercícios de força muscular e afirmaram que isto poderia representar um novo achado para o uso de exercícios como tratamento adjunto da FC. Este foi o primeiro estudo com exercícios para FC que mostrou mudanças significantes na prova de função pulmonar destes pacientes (Strauss et al., 1987).

Outro benefício encontrado em crianças com FC que realizam exercícios regulares é o ganho de peso. Isto é evidenciado pela dosagem do fator de crescimento insulina *like* (IGF), um dos hormônios ativos que estimulam o metabolismo protéico em crianças púberes. Níveis aumentados de IGF-1 estão associados com a diminuição da degradação protéica, e conseqüentemente com o ganho de peso. Gulmans e colaboradores detectaram aumentos dos hormônios IGF-1 e IGF-2 circulantes em 10 adolescentes com FC (média de idade de 14 anos) que realizaram três meses de exercício diário em bicicleta ergométrica. Os autores justificaram este fato a duas hipóteses: 1. ocorreu um aumento na secreção de IGF-1 pelo fígado em resposta ao aumento da secreção de hormônio de crescimento durante o exercício ou; 2. o exercício aumentou a contribuição do IGF-1, produzido no tecido muscular, para o *pool* do IGF-1 total (Gulmans et al., 2001).

Isto é importante porque a diminuição do peso com comprometimento da massa corporal magra, causados pela desnutrição protéico energética e pelo processo inflamatório pulmonar, é um dos principais responsáveis pela baixa tolerância ao exercício do paciente com FC (Moser et al., 2000).

Além de todos os benefícios, programas de exercícios físicos são geralmente associados a um estilo de vida saudável, podem ser divertidos e realizados coletivamente, por isso têm melhor aceitação que a fisioterapia regular (Prasad e Cerny, 2002; Schneiderman-Walker et al., 2000).

Pacientes que fazem exercício físico durante a internação apresentam maiores benefícios para o ganho de peso e para a função pulmonar do que os que não realizam nenhum exercício físico durante este período. Além disso, na internação há perda de força muscular e por isso o treinamento físico é importante neste período (Selvadurai et al., 2002).

Embora exercícios intensos sejam benéficos para pacientes com FC (Frangolias et al., 2003), eles atuam na cartilagem das articulações, nos tendões e ligamentos de maneira a aumentar o consumo de energia destes tecidos. Experiências clínicas indicam que muitos pacientes com FC estão predispostos a desenvolver dor e lesões no sistema locomotor e o complemento com treinamento de força ajudará a evitar lesões durante as atividades esportivas (Stanghelle et al., 1988).

Assim, os programas de exercício físico para pacientes com FC devem visar a melhora da função cardiovascular e da força muscular através de exercícios aeróbicos e de força e resistência muscular (Selvadurai et al., 2002) e sua prática deve ser encorajada em todas as consultas, assim como através de materiais educativos e em eventos sobre o tratamento da doença (Schneiderman-Walker et al., 2000).

No entanto, há muita coisa para se aprender sobre os efeitos da atividade física regular na FC e um grande número de pacientes ainda não desfruta dos benefícios de um programa de exercício físico. Por outro lado, muitos centros recomendam a prática de atividade física para seus pacientes e outros poucos oferecem programas de exercício para eles, indicando que algo tem sido feito neste sentido (Kaplan et al., 1991).

### 1.2.5 - Treinamento aeróbico para pacientes com FC

A principal limitação ao exercício aeróbico em pacientes com FC é causada pela complicação do quadro respiratório e sua conseqüente infecção gerada pela impactação do muco (Jong et al., 1994) que levam à diminuição do condicionamento e ao surgimento precoce de fadiga durante o esforço.

Pacientes que fazem pouca ou nenhuma atividade aeróbica têm o transporte de muco reduzido e o risco de infecção respiratória aumentado (Jong et al.,1994). Além disso, a capacidade aeróbica tem relação direta com o prognóstico da doença (Schneiderman-Walker et al., 2000) e por isso, exercícios como natação, corrida, caminhada, bicicleta e ginástica aeróbica são recomendados freqüentemente para pacientes com FC (Kaplan et al., 1991).

Exercícios aeróbicos regulares diminuem a resistência à insulina (Cooper, 1998) e a freqüência cardíaca de repouso (Orenstein et al., 1981), melhoram a composição corporal, aumentam a densidade mineral óssea (Selvadurai et al., 2002; Frangolias et al., 2003), hidratam o muco pulmonar (Hebstreet et al., 2001), retardam o declínio da função pulmonar (Schneiderman-Walker et al., 2000) e muitos destes benefícios podem se manter por até oito semanas após o término do programa de treinamento (Selvadurai et al., 2002).

Jong e colaboradores estudaram em 10 pacientes com FC (7 homens e 3 mulheres com idade média de 20 anos) um programa de 15 minutos diários de exercício em bicicleta ergométrica feito em casa durante 12 semanas. Concluíram que houve aumento da aptidão física e diminuição das limitações para as atividades diárias. Os autores do trabalho ressaltaram ainda que o exercício atuou como uma forma de tratamento simples e eficiente e que deveria fazer parte do cotidiano destes pacientes. (Jong et al., 1994)

Outro estudo, utilizando o exercício diário em bicicleta ergométrica, com 14 pacientes e duração de seis meses concluiu que o programa de exercício foi responsável por transformar a progressiva queda no consumo de oxigênio em um ligeiro aumento deste importante parâmetro. Porém, o estudo apresentou baixa aceitabilidade, sugerindo que um programa de longa duração teria baixa aderência e que outros tipos de treinamento físico (Turchetta et al., 2004; Stanghelle et al., 1988; Edlund et al., 1986) devem ser identificados para estes pacientes (Gulmans et al., 1999).

Edlund e colaboradores avaliaram os benefícios de um programa de natação (60 minutos, três vezes na semana) em 10 pacientes (7 – 14 anos de idade) durante 12 semanas e observaram aumento significativo na tolerância ao exercício e no estado clínico da doença (escore de Shwachman). Uma curiosidade observada neste estudo é que ele não foi capaz de gerar um aumento significativo no consumo máximo de oxigênio ( $VO_2 \text{ máx}$ ). Os autores atribuíram a este fato três possíveis explicações: 1. o grupo tinha uma média de  $VO_2 \text{ máx}$  alto ( $56 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) no início do estudo; 2. o  $VO_2 \text{ máx}$  não foi medido durante um exercício de natação; e 3. a intensidade e a duração do programa não foram suficientes para gerar modificações significativas no  $VO_2 \text{ máx}$  deste grupo (Edlund et al., 1986).

Já Stanghelle e colaboradores optaram por estudar os efeitos de 8 semanas de exercícios diários em trampolim (duração da sessão diária: 8 minutos na 1ª semana, 12 minutos na 2ª e 17 minutos nas demais) em seis meninas e dois meninos com FC (idades entre 10 e 14 anos) e doença pulmonar moderada. Eles encontraram aumento significativo no  $VO_2 \text{ max}$ , sugerindo que o exercício em trampolim deve ser utilizado junto a programas de corrida, caminhada e bicicletas estacionárias para evitar a monotonia do treinamento físico (Stanghelle et al., 1988).

Outro tipo comum de exercício aeróbico é o realizado em esteira ergométrica. Turchetta e colaboradores avaliaram 10 pacientes com idades entre 12 e 24 anos que realizaram duas sessões de caminhada ou corrida em esteira ergométrica durante 12 semanas, duas vezes por semana. Estes pacientes aumentaram o tempo de exercício no teste de esforço máximo, o consumo de oxigênio durante o pico de exercício e a ventilação pulmonar (VE). O aumento da VE provavelmente se deveu ao aumento da eficiência do trabalho da musculatura respiratória, porque pela espirometria a obstrução das vias aéreas permaneceu inalterada (Turchetta et al., 2004).

Acredita-se que o aumento da resistência da musculatura respiratória, gerado pelos programas de treinamento com corridas, pode prevenir a fadiga destes músculos e atrasar o desenvolvimento de dispnéia durante os exercícios. A resistência da musculatura respiratória deve melhorar para aumentar a resistência ao exercício e, para isso ocorrer, a habilidade dos músculos ventilatórios em sustentar o exercício deverá aumentar (Orenstein et al., 1981).

Desta forma, programas de longa duração contendo exercício aeróbico preservam a função pulmonar e devem ser empregados no tratamento de adultos e crianças com FC (Moorcroft et al., 2004). Além disso, estes exercícios aumentam a sensação de competência e a auto-estima (Gulmans et al., 1999), ao mesmo tempo que diminuem as limitações para as atividades diárias (Jong et al., 1994) e melhoram a qualidade de vida (Selvadurai et al., 2002).

Exemplos de que o treinamento aeróbico pode ser realizado com sucesso por pacientes com FC são os casos de um adolescente de 16 anos de idade com  $VO_2$  máx de 63,0 ml/Kg/min que completou a Maratona de Oslo (42.195 metros) em 3 horas e 51 minutos, um sinal de ótimo condicionamento físico (Stanghelle et al., 1983), e o de Ketil Moe, um norueguês que completou 14 provas de Maratona, sendo que as duas últimas após ter sofrido transplante bilateral de pulmões (Stanghelle et al., 2000).

### **1.2.6 - Treinamento de força muscular para pacientes com FC**

O exercício aeróbico é sabidamente responsável pelo aumento da tolerância ao esforço de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Porém, este tipo de exercício tem pouca atuação na atrofia e fraqueza musculares, dois problemas comuns nestes pacientes e que podem contribuir para a baixa tolerância ao exercício e baixa qualidade de vida (Bernard et al., 1999).

Por isso, o treinamento de força muscular é atualmente utilizado para pacientes com DPOC. Esta modalidade de exercício é responsável por aumentos no volume e na força muscular de indivíduos normais, e que por essa razão devem complementar o treinamento físico destes pacientes. Os exercícios com pesos podem aumentar a tolerância ao esforço pelo aumento da força dos membros inferiores e assim, reduzir a fadiga muscular, um sintoma limitante do exercício e que é comum em indivíduos com DPOC. Segundo Bernard e colaboradores, oito semanas de treinamento de força são suficientes para acarretar aumentos na força muscular e na tolerância ao exercício submáximo de pacientes com DPOC (Bernard et al., 1999).

Porém, ainda são poucos os estudos com esta modalidade de exercício aplicada a crianças e adolescentes com FC (Orenstein et al., 2004; Selvadurai et al., 2002; Strauss et al., 1987). Em um estudo recente sobre o tema, os autores avaliaram um programa de exercícios com pesos para 18 crianças e adolescentes com FC (8 a 16 anos de idade internadas por agudização da infecção pulmonar) e concluíram que o treinamento de força foi o melhor exercício para melhorar a função pulmonar (melhora avaliada pelo aumento do volume expirado forçado no primeiro segundo - VEF<sub>1</sub>), a massa corporal, a massa livre de gordura e a força muscular de membros inferiores quando comparado com exercício em bicicleta ergométrica (Selvadurai et al., 2002).

O aumento da força é importante para pacientes com FC porque o enfraquecimento da musculatura periférica é um dos principais responsáveis pela diminuição da capacidade física deles (Selvadurai et al., 2002; Moser et al., 2000; Bernard et al., 1999; Maltais et al., 1996; Strauss et al., 1987).

Além disso, o treinamento de força para a musculatura do tórax facilita a eliminação do muco (porque aumenta a pressão nesta região) (Sexauer et al., 2003), melhora o trabalho da musculatura inspiratória e expiratória - que pode acarretar aumento do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) (Selvadurai et al., 2002) - e melhora a elasticidade e a mobilidade da parede torácica (Strauss et al., 1987).

O treinamento com pesos aumenta a força, a potência e a resistência muscular, proporcionando uma maior estabilidade articular e um constante estímulo ao desenvolvimento do tecido ósseo (Frangolias et al., 2003; Bernard et al., 1999). Especificamente na FC, exercícios que estimulam o desenvolvimento ósseo são importantes porque ajudam a prevenir os efeitos esqueléticos em longo prazo, como osteopenia e osteoporose, doenças com alta prevalência em populações de adultos e adolescentes fibrocísticos (Frangolias et al., 2003; Bernard et al., 1999). Por estes motivos, Conway ressalta que o exercício de força muscular é o primeiro caminho para obtenção e manutenção de massa óssea normal para estes pacientes (Conway, 2003).

Adultos com DPOC têm sido amplamente assistidos por este tipo de exercício e aumentos na capacidade oxidativa da musculatura esquelética associados à redução da fadiga durante o esforço têm sido relatados. Bernard e colaboradores confirmaram em 36 pacientes com DPOC (idade média de 65 anos) que cada um possuía a capacidade de melhorar a função muscular periférica através de um programa de treinamento de força bem orientado (Bernard et al., 1999).

Crianças e adolescentes com FC parecem preferir o treinamento de força a exercícios em bicicletas ou esteiras ergométricas (Strauss et al., 1987). Recentemente, Selvadurai e colaboradores verificaram que crianças que realizam treinamento de força durante o período de internação perdem menos força muscular do que as que só fazem exercício aeróbico ou não realizam nenhum tipo de exercício físico sistematizado durante a internação (Selvadurai et al., 2002). Cabe ressaltar que o treinamento de força não é necessariamente associado a uma alta aptidão física e por isso tem melhor aceitação entre os pacientes com maior comprometimento da doença (Frangolias et al., 2003).

Porém, os efeitos desta modalidade de exercício para pacientes com FC ainda não foram amplamente avaliados. O primeiro trabalho publicado sugere uma série de benefícios como aumento na força muscular, no tamanho do músculo e do peso corporal. Adicionalmente, uma redução do volume residual foi atribuída ao aumento da elasticidade e mobilidade da parede torácica (Strauss et al., 1987), mas, segundo Orenstein e colaboradores, novas investigações utilizando o treinamento de força em contraste e em conjunto com o treinamento aeróbico são necessárias para se ampliar a noção de seus benefícios (Orenstein et al., 2004).

No último estudo com treinamento de força para crianças e adolescentes com FC foi realizado um ensaio clínico controlado e com amostras randomizadas. Vinte e cinco pacientes foram alocados em um grupo de treinamento de força (grupo 1) e 28 em um grupo de treinamento aeróbico (grupo 2). A média de idade dos pacientes foi de 11,5 anos e cada um recebeu em sua casa o equipamento necessário para realização do exercício e instruções de uso semanal durante oito semanas e posteriormente mensalmente ao longo de um ano (período do acompanhamento). Todas as medidas de força aumentaram no grupo 1, mas apenas a força de bíceps, avaliada pela flexão de cotovelos, sofreu aumento significativamente maior no grupo 1 quando comparada com o grupo 2 (Orenstein et al., 2004).

Orenstein e colaboradores observaram também que o treinamento aeróbico não produziu maior aptidão física ou melhor função pulmonar que o treinamento de força e o uso de uma máquina de *step* para o grupo 2 culminou com um resultado surpreendente: o treinamento aeróbico não resultou em aumento da capacidade aeróbica. Porém, como esperado ele foi capaz de gerar aumento da força de membros inferiores (Orenstein et al., 2004).

Outro achado curioso foi que o grupo 1 também apresentou aumento de força nos membros inferiores mesmo sem o equipamento deste grupo apresentar exercícios de pernas. Possivelmente o aumento da força localizada levou a um efeito generalizado aumentando a utilização de outros grupos musculares, mesmo que não fossem treinados (Orenstein et al., 2004).

O aumento na força muscular foi associado com ambos os tipos de treinamento (Orenstein et al., 2004) e diferentemente de Gulmans e colaboradores (Gulmans et al., 1999), o trabalho do grupo de Orenstein associou o treinamento físico ao aumento do peso corporal. Desde que o peso é um dos preditores mais importantes da morbimortalidade da FC, este foi um resultado promissor que pode ter relação tanto com o treinamento aeróbico como com o de força. Orenstein e colaboradores associaram também as duas modalidades de exercício com o aumento da estatura, porém parece que este fato se deveu mais a idade, pois o acompanhamento foi de um ano. Eles concluem que é possível que ambos os tipos de exercício contribuam para o crescimento total dos pacientes (Orenstein et al., 2004), resultado que se contrapõe ao estudo de Gulmans e colaboradores (Gulmans et al., 1999).

## Capítulo 2 – Objetivos e Hipótese

### 2.1 – Objetivo geral

Investigar os efeitos de um programa de treinamento físico na composição corporal e na aptidão física de adolescentes com FC matriculados em um Centro de Referência do Estado do Rio de Janeiro.

### 2.2 - Objetivos específicos

- Avaliar medidas antropométricas antes e após a intervenção;
- Avaliar a força e a resistência de membros superiores antes e após a intervenção;
- Avaliar a força e a resistência da musculatura abdominal antes e após a intervenção;
- Mensurar o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) em esteira ergométrica antes e após a intervenção;

### 2.3 - Hipótese

O treinamento físico composto de exercícios aeróbicos e de exercícios de força muscular traz benefícios para a composição corporal e para a aptidão física de adolescentes com fibrose cística.

**Capítulo 3 – Artigo**

**Título: Avaliação dos efeitos do treinamento de força e da corrida em esteira ergométrica na composição corporal e na aptidão física de adolescentes com fibrose cística**

Artigo a ser enviado para o Jornal de Pediatria

## Resumo

**Objetivo** – avaliar os efeitos do exercício físico assistido na composição corporal e na aptidão física de adolescentes com fibrose cística (FC) matriculados em um Centro de Referência do Estado do Rio de Janeiro.

**Métodos** – trata-se de um estudo *quasi* experimental cuja intervenção consistiu de um programa de exercícios com amostra pareada (antes-depois da intervenção). A frequência semanal foi de duas vezes e a duração de 12 semanas. Os critérios de seleção foram: ter entre 10 e 18 anos de idade, não apresentar comprometimento do estado nutricional, apresentar distúrbio ventilatório obstrutivo leve ( $VEF_1 \geq 60\%$  do previsto) e morar na cidade do Rio de Janeiro. Realizou-se avaliação antropométrica, avaliação da composição corporal e testes de aptidão física antes e após a intervenção.

**Resultados** – participaram desta intervenção oito pacientes com média de idade 12,4 [10 – 16] anos. Foram observados aumentos significantes nas medidas de peso, estatura, circunferências de braço e de coxa, massa livre de gordura, circunferência muscular de braço, consumo máximo de oxigênio e na força e resistência da musculatura abdominal.

**Conclusão** - um programa de treinamento físico assistido contendo exercícios de força muscular e corrida em esteira ergométrica é capaz de melhorar significativamente a composição corporal e a aptidão física de adolescentes com FC sem comprometimento do estado nutricional e com acometimento pulmonar leve.

## Abstract

**Objective** – to evaluate the effects of exercise in body composition and in physical fitness of adolescents with cystic fibrosis (CF) enrolled in a Reference Center from Rio de Janeiro State.

**Methods** - it is an intervention study that consisted of an exercise program with paired sample (before-after intervention). The frequency was twice weekly and duration of 12 weeks. The patients that living in Rio de Janeiro city between 10 and 18 years old, with body mass index > percentil 10 and mild obstructive respiratory disease ( $FEV_1 \geq 60\%$  of predicted) were invited to participate in this study.

**Results** - eight patients with an average age of 12.4 [range 10 to 16] years participated in this intervention. Significant increases occurred in measures of weight, height, circumference arm and thigh, fat free mass, muscle circumference arm, maximum oxygen consumption and the strength of abdominal muscle.

**Conclusion** – a supervised exercise program with strength training and running in treadmill improve significantly body composition and physical fitness of CF adolescents with mild lung disease and without malnutrition.

## Introdução

Fibrose cística (FC) é uma doença genética autossômica recessiva que apresenta maior incidência entre caucasianos. Porém, a miscigenação racial tornou-a prevalente também em outras populações (Pereira et al., 1999). O defeito básico da FC é a mutação do gene que codifica a proteína CFTR (*cystic fibrosis transmembrane conductance regulator*). Esta mutação acarreta um fluxo defeituoso dos íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  (Araújo et al., 2005) e doença exócrina generalizada (Rozov et al., 2006).

A FC é caracterizada pela grande variedade de manifestações clínicas, sendo as principais: doença pulmonar obstrutiva supurativa crônica progressiva, insuficiência pancreática, desnutrição secundária, aumento das concentrações de cloro e sódio no suor e infertilidade masculina na idade adulta (Rozov et al., 2006).

Estudos com crianças e adolescentes com FC demonstram que a prática de exercícios regulares preserva a capacidade física (Gulmans et al., 1999), estimula a musculatura respiratória e ajuda na expectoração das secreções pulmonares (Schneiderman-Walker et al., 2000).

A atividade física regular também melhora a composição corporal, o desenvolvimento ósseo e aumenta a auto-estima de pacientes com FC (Frangolias et al., 2003; Selvadurai et al., 2002). Por isso, o exercício físico é considerado uma terapia coadjuvante no tratamento desta doença (Orenstein et al., 2004).

Embora diversas modalidades de exercícios apresentem benefícios para pacientes com FC, poucos estudos avaliam seus efeitos em crianças e adolescentes (Orenstein et al., 2004; Turchetta et al., 2004; Stanghelle et al., 1988; Edlund et al., 1986). No Brasil, apenas um trabalho avaliou a adaptação de crianças e adolescentes com FC em um programa de reabilitação pulmonar desenvolvido para adultos (Cunha, 2002).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do exercício físico assistido na composição corporal e na aptidão física de adolescentes com FC matriculados em um Centro de Referência para o tratamento da doença no Estado do Rio de Janeiro.

## **Materiais e métodos**

### *O estudo*

Trata-se de um estudo *quasi* experimental cuja intervenção consistiu de um programa de exercícios com amostra pareada (antes-depois da intervenção). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Médica do Instituto Fernandes Figueira (IFF) e o termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido através de assinatura dos responsáveis pelos pacientes.

### *Seleção de pacientes*

Os ambulatórios de pneumologia e nutrição do IFF apresentavam registros de 116 pacientes com FC segundo critérios diagnósticos do Consenso da *Cystic Fibrosis Foundation* – CFF (Rosenstein e Cutting, 1998). Destes, vinte e um pacientes foram elegíveis por preencherem os seguintes critérios de seleção para o estudo: ter idade entre 10 e 18 anos; ter realizado prova de função pulmonar nos últimos seis meses, apresentando distúrbio ventilatório obstrutivo leve [volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ )  $\geq$  60%], segundo o Consenso Brasileiro sobre Espirometria (Pereira et al., 1996); apresentar estado nutricional adequado, segundo o consenso de Nutrição para FC (Borowitz et al., 2002), implicando índice de massa corporal (IMC)  $>$  Percentil 10; e morar na cidade do Rio de Janeiro (Fig.1).

Os pacientes que compareceram às consultas regulares do ambulatório de nutrição do Instituto Fernandes Figueira (IFF) durante o período compreendido entre Abril de 2006 e Fevereiro de 2007 foram convidados a participar do estudo.

As características demográficas e clínicas dos pacientes que aceitaram participar do estudo foram avaliadas por consultas com os médicos dos ambulatórios de pneumologia e de nutrição antes dos pacientes iniciarem o período de intervenção (Tabela 1).

### *Características clínicas dos pacientes*

*Avaliação da doença respiratória* - o pneumologista da equipe de pesquisa avaliou o grau de acometimento pulmonar através de critérios clínicos e laboratoriais. Para tal foram realizadas: avaliação radiológica, microbiologia de secreção de vias aéreas, avaliação cardiológica (ecocardiograma) e prova de função pulmonar. No momento da avaliação clínica foi aplicado o escore de Shwachman para estadiamento da doença (Shwachman e Kulczycki, 1958). O responsável pelo paciente informou sobre a frequência semanal de sessões de fisioterapia respiratória assistidas por profissional (interno ou externo ao IFF).

*Prova de função pulmonar* - foi realizada utilizando equipamento Collins Survey II, com o programa Spiromatic 4.0 BP, desenvolvido pela Engelógica<sup>®</sup>. O exame foi padronizado de acordo com as normas da American Thoracic Society (ATS, 1991) e os resultados expressos em percentagens dos valores previstos para altura e sexo. A classificação do distúrbio ventilatório obstrutivo foi considerada a partir dos valores percentuais de VEF<sub>1</sub>, determinados pelo Consenso Brasileiro sobre Espirometria (Pereira et al., 1996).

*Avaliação da doença digestiva e do estágio de maturação sexual* – o nutrólogo da equipe de pesquisa avaliou a presença de insuficiência pancreática (IP), de doença hepática e de diabetes. Para tal foram realizadas: dosagem da gordura fecal, exame de ultra-som do fígado, dosagem bioquímica de enzimas hepáticas e teste de tolerância oral a glicose. O estágio de maturação sexual foi avaliado segundo os critérios de *Tanner* (Tanner, 1962).

*Avaliação do estado nutricional*- foi realizada pelos médicos do ambulatório de nutrição. Todos os pacientes foram pesados descalços com roupas leves, em balança antropométrica de marca Filizola<sup>®</sup>, com capacidade de 150 kg e variação de 0,1 kg. A estatura foi aferida em estadiômetro acoplado à balança, com a cabeça ajustada ao plano de Frankfurt e sem adornos no cabelo. O indicador para avaliação do estado nutricional foi o índice de massa corporal (IMC), calculado pelo peso em quilos dividido pela altura em metros elevada ao quadrado. O IMC foi estratificado por percentis, segundo o sexo e a idade, de acordo com as curvas de referência do gráfico do *National Center for Health Statistics* (NCHS) – (CDC, 2000). De acordo com estes critérios, pacientes que apresentassem valores de percentil menores que p10 para IMC foram considerados com comprometimento do estado nutricional (Borowitz et al., 2002).

*Medidas de avaliação realizadas antes e após a intervenção*

*Avaliação antropométrica*

*Peso (kg)* - foi aferido sem sapatos e com o mínimo de roupas em balança antropométrica do tipo plataforma de marca Filizola®.

*Estatura (cm)* - foi aferida em estadiômetro de parede com o sujeito sem sapatos e com a cabeça no plano de *Frankfurt*.

*Índice de massa corporal (IMC- [kg/m<sup>2</sup>])* - calculado pelo peso em quilos dividido pela altura (em metros) elevada ao quadrado.

*Medidas de circunferência (cm)* – de tórax (medida na altura da quarta articulação costosternal, acima dos mamilos, no meio da inspiração corrente), abdômen (medida ao nível do umbigo), braço direito contraído (CBC -medida na altura da circunferência máxima da porção mediana do braço, flexionado até seu maior ângulo e com a musculatura subjacente totalmente contraída), braço direito relaxado (CB- medida no ponto médio do braço entre o ponto acromial da escápula e o olecrano da ulna) e coxa direita (medida imediatamente abaixo da prega glútea e com a coxa semi-flexionada) (Pollock & Wilmore, 1993).

*Dobras cutâneas de tríceps e subescapular (mm)* - aferidas com adipômetro de marca Lange®, de acordo com a técnica padrão, por três vezes e o valor considerado foi a média (Pollock & Wilmore, 1993).

*Composição corporal* – o percentual de gordura corporal foi obtido por equações antropométricas utilizando o somatório das dobras cutâneas tricipital e subescapular. Para tal, levou-se em consideração o sexo, a faixa etária, a maturação sexual e a etnia (Slaughter *et al.*, 1988). A massa de gordura (MG), em quilograma, foi obtida pela multiplicação do percentual de gordura pelo peso. A massa livre de gordura (MLG), também em quilograma, foi obtida pela subtração do peso pela massa de gordura.

*Circunferência muscular do braço (CMB [cm])* - obtida pela subtração do valor da circunferência do braço direito relaxado (CB), em centímetros, pelo produto entre a dobra cutânea de tríceps (DCT), convertida para centímetros, e o valor de  $\pi$  (pi), ou seja:

$$CMB_{(cm)} = CB_{(cm)} - (DCT_{(cm)} \times \pi)$$

*Testes de aptidão física*

*Ergoespirometria* - foi realizada no Laboratório de Avaliação Funcional e Fisiologia do Exercício da Universidade Gama Filho (UGF). O protocolo de teste foi realizado em esteira rolante (Mortara Trackmaster<sup>®</sup> – Modelo TM 400/S) com dois por cento (2%) de inclinação e velocidade progressiva. O período de aquecimento foi de quatro minutos com uma velocidade de três milhas por hora. Em seguida ocorreu o teste propriamente dito, composto de estágios de dois minutos, inclinação constante (2%) e velocidade de quatro milhas por hora, tendo um acréscimo de uma milha a cada estágio. Durante o teste foram aferidas, por análise de gases, as seguintes medidas de repouso e de esforço através do ergoespirômetro *TEEN 100*<sup>®</sup>: consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), produção de gás carbônico ( $VCO_2$ ) e ventilação por minuto (VE). A saturação de oxigênio foi aferida por oxímetro de pulso portátil (JG MORYIA<sup>®</sup> - modelo 1003) e a frequência cardíaca por freqüencímetro (POLAR<sup>®</sup> - modelo F1) durante todo teste. O critério de interrupção utilizado foi o esforço máximo voluntário. Foi considerado como  $VO_2$  máximo o maior valor alcançado durante o teste. Este resultado foi expresso em valores absolutos ( $L \cdot min^{-1}$ ) e relativos ao peso corporal ( $L \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) e à massa livre de gordura ( $L \cdot MLG^{-1} \cdot min^{-1}$ ).

*Teste de 1 minuto de abdominal*- teste de número máximo de movimentos completos que são possíveis de realizar em um minuto segundo os seguintes critérios: o sujeito colocado na posição de decúbito dorsal com quadril e joelhos flexionados de tal forma que os calcanhares ficassem a 30-45 cm dos glúteos. Os braços deveriam estar estendidos na direção dos joelhos tendo que se completar uma flexão do tronco até que se atingissem os dedos sobre os joelhos e se retornasse a posição inicial encostando as escápulas, mas não os ombros no chão. Os movimentos que não seguiram estas recomendações não foram considerados (adaptado de: Pompeu, 2004; Farinatti e Monteiro, 1992).

*Teste máximo de flexão de braços* - o sujeito deveria assumir a posição de apoio sobre as mãos e pontas dos pés. Quando fosse detectada a incapacidade do adolescente de realizar o teste nesta condição era pedido que se apoiasse sobre as mãos e sobre os joelhos. As mãos deveriam ser posicionadas sob os ombros. A partir desta posição foi pedido o movimento de flexão de cotovelos e de ombros até os braços atingissem uma posição paralela ao tronco, devendo então, voltar à posição inicial, estando os cotovelos completamente estendidos. O objetivo deste teste foi realizar o maior número possível de movimentos completos até a fadiga dos músculos. As execuções inadequadas não foram computadas (Farinatti e Monteiro, 1992).

### *A intervenção*

#### *Programa de exercícios*

Foi realizado no Centro de Exercícios para Pacientes com Fibrose Cística do Instituto Fernandes Figueira (CEPFC/IFF) entre Janeiro de 2007 e Fevereiro de 2008. Cada paciente foi atendido individualmente por quatro professores de educação física previamente treinados.

O programa de exercícios foi composto de exercício em esteira ergométrica e de exercícios de força muscular para membros superiores e inferiores. O período de intervenção foi de 12 semanas com frequência de duas sessões de treinamento por semana. Cada sessão durou em média 60 minutos. Durante a realização dos exercícios foi mostrada a escala de Borg adaptada (dez valores) para avaliação subjetiva da sensação de esforço do paciente (Borg, 1982). O escore de agudização (Smith et al., 1988) foi aplicado semanalmente por pneumologistas treinados e utilizado como critério de interrupção ou continuidade do programa de exercícios.

*Treinamento em esteira ergométrica* – consistiu de 15 minutos de exercício em 70 - 85% da frequência cardíaca (fc) máxima obtida no exame de ergoespirometria. Para se alcançar estes valores foi adotado o sistema de treinamento intervalado, intercalando períodos de corrida com períodos de caminhada, até que os pacientes adquirissem condição de correr durante os 15 minutos. Antes e após cada sessão eram realizados quatro minutos de caminhada leve (50 - 60% fc máxima alcançada no teste de esforço) na própria esteira ergométrica com a finalidade de aquecimento e resfriamento, respectivamente. No total, cada sessão de treinamento aeróbico durou 23 minutos. As distâncias percorridas foram registradas sempre no final do exercício. Nas duas primeiras semanas de treinamento os exercícios foram mais curtos (cerca de 10 minutos) e mais leves até que os pacientes demonstrassem conforto e segurança para realizá-lo.

*Treinamento de força muscular* – consistiu de duas séries de 10 repetições, em contração concêntrica, contra resistência de pesos (halter) e em aparelhos com roldanas (marca Buick<sup>®</sup>) adaptados para adolescentes. Foram trabalhados os músculos dorsais, peitorais, deltóides, abdominais e quadríceps. A duração média desta etapa foi de 35 minutos e nas duas primeiras semanas os pacientes foram orientados a manter o esforço em nível dois (sensação subjetiva de esforço leve) da escala de Borg. Em seguida, o volume e a intensidade dos exercícios foram aumentados gradativamente até que os níveis três (sensação subjetiva de esforço moderado) e quatro (sensação subjetiva de esforço tendendo a forte) da referida escala fossem alcançados. As cargas foram aumentadas somente quando os pacientes demonstrassem razoável domínio das técnicas.

#### *Análise estatística*

Os dados foram analisados no *SPSS*<sup>®</sup> versão 13.0. O teste de Wilcoxon foi utilizado para análise das diferenças de médias das medidas utilizadas nas avaliações antes e após a intervenção. Este teste foi empregado porque os pressupostos dos testes paramétricos equivalentes não foram atendidos. Foram consideradas diferenças estatísticas significativas para p-valores inferiores a 0,05.

## Resultados

Dos 21 pacientes elegíveis, dois não compareceram à consulta regular e um veio a óbito no período de captação do estudo. Assim, 18 pacientes foram convidados para participar do estudo. Metade dos pacientes aceitou e a outra metade alegou dificuldade de transporte para frequentar o CEPFC. Um paciente não foi acompanhado até o final das 12 semanas porque se acidentou de *skate* e oito pacientes completaram o período de intervenção (Figura 1).

A média de VEF<sub>1</sub> dos pacientes foi de 96,4% [20,3] do previsto e a média do escore de Shwachman foi de 66/75 [9,6]. Quatro pacientes eram do sexo masculino, cinco eram de cor negra e a média de idade do grupo foi de 12,4 anos [10 – 16].

Nenhum paciente tinha hipertensão pulmonar (HP), todos tinham insuficiência pancreática (IP), um tinha diabetes e um tinha diabetes e hepatopatia. A metade dos pacientes já tinha atingido a puberdade, três do sexo feminino e um do sexo masculino (Tabela 1).

Nenhum paciente precisou interromper o período de intervenção por apresentar piora significativa do escore de agudização.

Foram observados aumentos estatisticamente significantes no peso, na estatura, na MLG, na CMB e nas medidas de circunferência de braço contraído e de coxa nos pacientes após a intervenção (Tabela 2).

Todos os resultados de avaliação da aptidão física melhoraram após o período de intervenção, porém o aumento do número de flexões de braços e do consumo de oxigênio relativo à MLG não foram significativos (Tabela 2).

## **Discussão**

Existem poucos estudos sobre exercícios físicos para crianças e adolescentes com FC. Na última década apenas dois trabalhos avaliaram os efeitos do treinamento de força muscular para pacientes desta faixa etária (Orenstein et al., 2004; Selvadurai et al., 2002). No entanto, a avaliação criteriosa da aptidão física e do estado clínico mostra que grande parte dos pacientes com doença pulmonar leve e moderada está apta a participar de todas as modalidades esportivas (Prasad e Cerny, 2002). Exemplo disso foi a participação de dois adolescentes com FC, oriundos de programas de treinamento físico regular, que conseguiram completar inúmeras provas de maratona (Stanghelle et al., 2000; Stanghelle et al., 1983).

Estudos atuais (Selvadurai et al., 2002; Prasad e Cerny, 2002) sugerem que os programas de exercícios para crianças e adolescentes com FC devem englobar treinamento aeróbico e treinamento de força muscular.

Neste estudo, as 12 semanas de treinamento físico assistido contendo exercícios de força muscular e resistência aeróbica resultaram em aumentos expressivos no peso, estatura, circunferências de braço e de coxa, massa livre de gordura, circunferência muscular de braço, consumo máximo de oxigênio e na força e resistência abdominal de adolescentes com FC.

Segundo Gulmans e colaboradores, o aumento significativo do peso de crianças com FC que fazem exercícios, pode ocorrer pela elevação da concentração do fator de crescimento insulina *like* (IGF). O IGF é um dos hormônios ativos para o metabolismo protéico. Este hormônio em concentração aumentada leva a diminuição da degradação protéica com conseqüente aumento da massa magra e ganho ponderal (Gulmans et al., 2001), o que constitui uma das principais metas terapêuticas em pacientes acometidos por uma doença que leva ao hipercatabolismo como a FC.

Embora a estatura dos adolescentes submetidos a esta intervenção tenha aumentado significativamente, não podemos atribuir este ganho exclusivamente a atividade física. Recentemente Orenstein e colaboradores (Orenstein et al., 2004) encontraram resultado semelhante com crianças e adolescentes com FC submetidos a programas de exercícios físicos regulares. Os autores concluíram que o longo período de intervenção (um ano) pode ter sido responsável por este resultado, pois nesta idade ocorre constante desenvolvimento físico.

Na presente intervenção o ganho de peso foi significativo. Embora, pacientes com doença crônica apresentem comprometimento do crescimento e, mesmo que teoricamente, programas de exercício potencializem o desenvolvimento físico, alguns estudos não foram capazes de detectar o aumento do peso em crianças (Edlund et al., 1986) ou em adultos (Jong et al., 1994) com FC submetidos a um período de 12 semanas de treinamento aeróbico. Em contrapartida, crianças e adolescentes que participaram de programas de exercício físico com treinamento de força muscular apresentaram ganho de peso significativo (Orenstein et al., 2004; Selvadurai et al., 2002; Strauss et al., 1987) indicando que a modalidade do exercício tem importância fundamental para se alcançar os objetivos predeterminados.

O índice de massa corporal quase não se alterou possivelmente porque medidas antropométricas (circunferências corporais, dobras cutâneas e circunferência muscular de braço) são mais indicadas para avaliar a massa de gordura e a massa livre de gordura e detectar alterações na composição corporal provocadas por programas de exercícios físicos. No presente estudo a maioria das dobras cutâneas (coxa, tríceps, subescapular, perna, peito e supra-ílica) diminuiu após a intervenção, entretanto a média da dobra cutânea abdominal aumentou. Estes resultados acarretaram pouca alteração na gordura corporal total dos adolescentes. Os aumentos encontrados nas circunferências corporais foram os únicos dados antropométricos com alterações significativas e indicam aumentos nos tamanhos musculares.

A principal alteração na composição corporal foi o aumento da massa livre de gordura, que representa ganho de músculo, tecido metabolicamente ativo e que participa sobremaneira no mecanismo respiratório. Este resultado é semelhante ao de outros estudos que utilizaram treinamento de força muscular para pacientes com FC (Orenstein et al., 2004; Selvadurai et al., 2002) e diferente dos que utilizaram apenas exercícios aeróbicos (Jong et al., 1994; Edlund et al., 1986). A provável explicação para este fato é que o treinamento de força é a modalidade de exercício mais eficaz para promover desenvolvimento dos músculos. Isto é importante porque pacientes com FC geralmente apresentam diminuição da massa muscular devido ao aumento do catabolismo protéico acarretado pela liberação de citocinas durante o processo inflamatório pulmonar (Gronowitz et al.; 2003).

Aumentos significativos também foram encontrados para medidas de circunferência de braço contraído e de CMB, mas isto não se refletiu em aumento significativo da força muscular de membros superiores (teste de flexão de braços). Levando-se em consideração a especificidade do treinamento, resultados mais expressivos poderiam ter sido alcançados se os pacientes fossem avaliados em equipamentos semelhantes aos utilizados na intervenção. Para tal seria necessária a utilização de dinamômetro, um equipamento de custo elevado.

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{ máximo}}$ ) aumentou expressivamente em valores absolutos e relativos ao peso corporal. Esta medida avalia de forma específica a capacidade aeróbia de um indivíduo. O sistema de transporte de oxigênio sofre uma adaptação favorável com o treinamento físico, que se exterioriza através de aumentos no  $VO_{2\text{ máximo}}$ . Segundo Shephard, os valores de consumo máximo de oxigênio, esperados para indivíduos com idade compreendida entre 10 e 30 anos de idade, devem estar entre 40 e 50  $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Shephard apud Orenstein et al., 1981). No início do estudo três pacientes (4, 5 e 7 – Tabela 1) apresentavam  $VO_{2\text{máx}}$  abaixo destes valores, mas apenas um (paciente 5 – Tabela 1) permaneceu nesta situação após o período de intervenção. É muito provável que o paciente (5 da Tabela 1) não tenha conseguido reverter seu baixo valor de  $VO_{2\text{máx}}$  inicial por apresentar maior comprometimento da doença (menor valor de escore de Shwachman e menor valor de  $VEF_1$ ) do que o restante do grupo. Os outros dois pacientes (4 e 7 – Tabela 1) foram os que mais aumentaram o  $VO_{2\text{máx}}$  após o período de intervenção, enquanto o paciente de maior  $VO_{2\text{máx}}$  (paciente 3 –  $VO_{2\text{máx}}$  de 60,7  $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) não obteve aumento tão expressivo. Estes resultados são esperados porque a melhora da capacidade aeróbica costuma ser inversamente proporcional à capacidade física antes do treinamento, sendo os pacientes com menores valores no início os que, proporcionalmente, obtêm as melhoras mais significativas.

Observaram-se também, através da ergoespirometria, aumentos no tempo total de permanência do exame e na velocidade final da esteira, embora esta última medida não tenha sofrido aumento significativo. Estes resultados nos permitem afirmar que houve melhora da resistência aeróbica após o período de treinamento, o que pode significar melhor desempenho para realizar tarefas diárias (subir escadas), participar de atividades esportivas, e possivelmente melhorar a qualidade de vida destes adolescentes. Porém, apesar deste exame ser considerado padrão ouro para avaliação da capacidade física de pacientes com FC, ele possui custo alto e requer laboratório sofisticado para sua execução. Por estes motivos outros testes de avaliação da tolerância ao exercício (Cunha et al., 2006; Balfour-Lynn et al., 1998) devem ser estimulados nos Centros de tratamento de FC para acompanhamento do impacto da doença na capacidade física dos pacientes (Chaves et al., 2007).

Assim, este trabalho evidencia a importância do treinamento da capacidade aeróbica desde a infância de pacientes com FC para se desenvolver precocemente um sistema de transporte de oxigênio eficiente e facilitar as atividades diárias.

A força e a resistência da região abdominal aumentaram significativamente, diferentemente da força e da resistência dos membros superiores. Provavelmente este resultado foi alcançado devido à semelhança entre os exercícios treinados e o exercício do teste, uma vez que existe pouca variação de movimento para se estimular esta musculatura. O desenvolvimento da força e da resistência dos músculos do abdômen é fundamental para pacientes com FC devido a sua importância na mecânica respiratória.

Embora, na maioria das vezes, os benefícios do exercício regular não sejam imediatos, muitos deles foram observados neste estudo mesmo em um período de intervenção relativamente curto.

Deve-se ressaltar que o presente estudo apresentou boa aderência, possivelmente gerada pela supervisão dos exercícios e pelo incentivo dos familiares. Além disso, programas de treinamento físico com exercícios de força muscular costumam despertar maior interesse nos adolescentes com FC (Strauss et al., 1987).

Os estudos disponíveis sobre exercício como forma de terapia coadjuvante no tratamento da FC relatam números variados de pacientes envolvidos, diferentes faixas etárias, além de diversas modalidades de exercício e tempo de acompanhamento e presença ou não de supervisão do programa de treinamento. Desta maneira, resultados variados são encontrados de acordo com cada modelo. Este estudo foi elaborado segundo a hipótese de que a intervenção traria resultados benéficos para a composição corporal e para a aptidão física dos adolescentes acompanhados, porém, não foi possível realizá-lo com um grupo controle e um número maior de pacientes, pois muitos moravam distante do Instituto Fernandes Figueira. Uma possível solução seria a viabilização de programas de treinamento físico em casa ou próximo a ela (até para a formação de grupo controle), mas existem poucos estudos com exercícios sem supervisão e os resultados são variados (Schneiderman-Walker et al., 2000; Jong et al., 1994).

Mesmo assim, o presente estudo mostrou que um programa de treinamento físico, contendo exercícios de força muscular e corrida em esteira ergométrica, realizado duas vezes por semana durante 12 semanas melhorou significativamente a composição corporal e a aptidão física de adolescentes com FC sem comprometimento do estado nutricional ( $IMC > p10$ ) e com acometimento pulmonar leve (média de escore de *Shwachman* de 66/75 [9,6] e média de  $VEF_1$  de 96,4% [20,3]).

Recomenda-se a realização de novos estudos com maior número de pacientes, formação de grupo controle e período de acompanhamento mais longo para se avaliar os efeitos do exercício físico regular na função pulmonar e na sobrevivência de crianças e adolescentes com fibrose cística. Estudos comparando os efeitos do treinamento de força e resistência muscular com os efeitos do treinamento aeróbico também devem ser estimulados para melhor compreensão da utilização de exercícios físicos como terapia coadjuvante para adolescentes com fibrose cística.

## Referências bibliográficas

Pereira L, Raskin S, Freund A A, Ribas P D, Castro R M V, Pignatti P F et al. Cystic fibrosis mutations R1162X and 2183AA→G in two southern brazilian states. *Genetics and Molecular Biology* 1999; 22 (3); 291-294.

Araújo FG, Novaes FC, Santos NPC, Martins VC, Souza SM, Santos SEB et al. Prevalence of  $\Delta$ F508, G551D, G542X, and R553X mutations among cystic fibrosis patients in the North of Brazil. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2005; 38: 11-15.

Rozov T, Cunha MT, Nascimento O, Quittner AL, Jardim JR. Linguistic validation of cystic fibrosis quality of life questionnaires. *Jornal de Pediatria* 2006; 82(2): 151 – 156

Gulmans VAM, Meer K, Brackel HJL, Faber JAJ, Berger R, Helders PJM. Outpatient exercise training in children with cystic fibrosis: physiological effects, perceived competence, and acceptability. *Pediatric Pulmonology* 1999; 28: 39 – 46.

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.

Frangolias DD, Pará PD, Kendle DL, Davidson AGF, Wong L, Raboud J et al. Role of exercise and nutrition status on bone mineral density in cystic fibrosis. *J Cystic Fibrosis* 2003; 2: 163 – 170.

Selvadurai HC, Blimkie CJ, Mellis CM, Cooper PJ, Van Asperen PP. Randomized controlled study of in hospital exercise training programs in children with cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology* 2002; 33: 194-200.

Orenstein DM, Howell MF, Mulvihill M, Keating KK, Hofstetter R, Kelsey S, et al. Strength vs aerobic training in children with cystic fibrosis. *Chest* 2004; 126: 1204-1214.

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. *Pediatric Pulmonology* 2004; 38: 115 – 118.

Stanghelle JK. Physical exercise for patients with cystic fibrosis: a review. *Int J Sports Med* 1988; 9 (Supl 1): 6-18.

Edlund LD, French RW, Herbst JJ, Ruttenberg HD, Ruhling RO, Adams TD. Effects of a swimming program on children with cystic fibrosis. *Am J Dis Child* 1986; 140: 80 – 83.

Cunha MT Programa de Reabilitação Pulmonar: estudo da sua adaptação à crianças com fibrose cística [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Pós-Graduação em Reabilitação, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; 2002.

Rosenstein BJ, Cutting GR. The diagnosis of cystic fibrosis: a consensus statement. Cystic Fibrosis Foundation Consensus Panel. *J Pediatr* 1998; 132 (4): 563 - 5.

Pereira CAC, Lemle A, Algranti E, Jansen JM, Valença LM, Nery LE, et al. I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. *J Pneumol* 1996; 22: 105 – 64.

Borowitz D, Baker RD, Stallings V. Consensus report on nutrition for pediatric patients with cystic fibrosis. *J Pediatric Gastroenterol Nut* 2002; 35 (3): 246 - 259.

Shwachman H; Kulczycki LL. A report of one hundred and Five patients with cystic fibrosis of the pancreas studied over a period of five to fourteen year period. *Am J Dis Child* 1958; 96: 6 – 15.

American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 1202 – 18.

Tanner JM. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell Scientific Publication; 1962.

CDC table for calculated body mass index values for selected heights and weights for ages 2 to 20 years. Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; 2000.

Pollock M, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença. In: Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. Rio de Janeiro: Editora Medsi; 1993. p. 718 – 720.

Slaughter MH, Lohman TG, Boilean RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; 60(5): 709-723.

Pompeu FAMS. Manual de Cineantropometria. In: Testes de aptidão física. Rio de Janeiro: Sprint; 2004. p. 148 - 150.

Farinatti PTV, Monteiro WD. Fisiologia e Avaliação Funcional. Rio de Janeiro: Sprint; 1992. p. 203 – 205.

Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377 – 381

Smith AL, Redding G, Doershuk C, Goldmann D, Gore E, Hilman B, et al. Sputum changes associated with therapy for endobronchial exacerbation in cystic fibrosis. *Journal of Pediatrics* 1988; 112(4): 547 – 554.

- Prasad SA, Cerny FJ. Factors that influence adherence to exercise and their effectiveness: application to cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology* 2002; 34: 66 – 72.
- Stanghelle JK, Koss JO, Bjortuft O, Geiran O. Marathon with cystic fibrosis and bilateral lung transplant. *Scan J Med Sci Sports* 2000; 10: 42 – 46.
- Stanghelle JK, Skyberg D. The successful completion of the Oslo Marathon by a patient with cystic fibrosis. *Acta Paediatr Scand* 1983; 72: 935 – 938.
- Gulmans V, van der Laag J, Wattimena D, van Doorn J, Oostveen D, Berger R, et al.. Insulin like growth factor and leucine kinetics during exercise training in children with cystic fibrosis. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 2001; 32: 76 – 81.
- Gronowitz E, Garemo M, Lindblad A, Mllström D, Strandvik. Decreased bone mineral density in normal growing patients cystic fibrosis. *Acta Paediatr* 2003; 92: 688-93.
- Jong W, Grevink RG, Roorda RJ, Kaptein AA, Schans CP. Effect of a home exercise training program in patients with cystic fibrosis. *Chest* 1994; 105(5): 463-468.
- Orenstein DM, Franklin BA, Doershuk CF, Hellerstein HK, Germann KJ, Horowitz JG, et al. Exercise conditioning and cardiopulmonary fitness in cystic fibrosis: the effects of a three-month supervised running program. *Chest* 1981; 80(4): 392 – 398.
- Cunha MT, Rozov T, Oliveira RC, Jardim JR. Six-minute walk test in children and adolescents with cystic fibrosis. *Pediatr pulmonol* 2006; 41: 618 – 622.
- Balfour-Lynn IM, Prasad SA, Lavery A, Whitehead BF, Dinwiddie R. A step in the right direction: assessing exercise tolerance in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 1998; 25: 278 – 284.
- Chaves CRMM, Oliveira CQ, Britto JAA, Elsas MICG. Exercício aeróbico, treinamento de força muscular e testes de aptidão física: revisão da literatura. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2007; 7 (3): 245 – 250.
- Strauss GD, Osher A, Wang CI, Goodrich E, Gold F, Colman W, et al. Variable weight training in cystic fibrosis. *Chest* 1987; 92(2): 273 – 276.

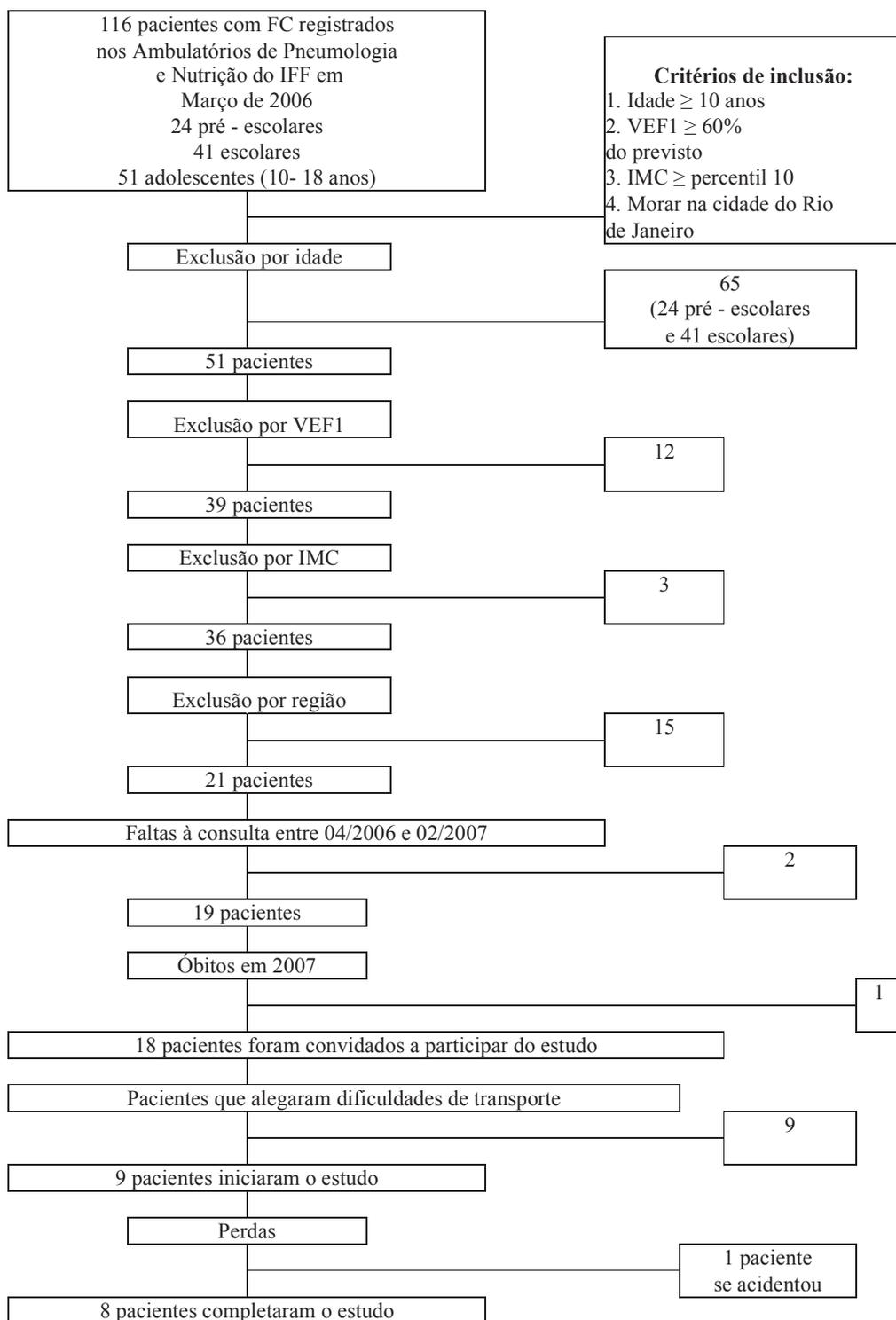


Figura 1: Fluxograma dos pacientes adolescentes com fibrose cística acompanhados no IFF/FIOCRUZ selecionados para intervenção com exercícios no período de Janeiro de 2007 a Janeiro de 2008.

Tabela 1. Características demográficas e clínicas dos oito adolescentes com FC submetidos à intervenção no CEPFC/IFF/FIOCRUZ, RJ, 2007 - 2008.

Características	Paciente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Idade (anos)	16	12	11	16	10	10	11	14
Cor	Ne	Br	Ne	Ne	Ne	Br	Br	Ne
Score de Shwachman	67/75	62/75	70/75	70/75	50/75	70/75	65/75	75/75
Microbiologia	BC/PA /SA	BC/PA /SA	PA/SA	PA	BC/PA	SA	PA/MR SA	PA
VEF <sub>1</sub> (% do previsto)	116,1%	87,6%	118%	95,1%	60,1%	92%	84,1%	117,9%
Bronquiectasia	S	S	S	S	S	N	S	N
Espessamento peribronquico	N	S	N	N	N	S	N	N
Impactação mucoide	N	S	S	N	S	N	N	S
Distúrbio de aeração	N	N	N	N	S	S	N	S
Perfil em mosaico	N	N	S	S	N	S	N	N
Hipertensão pulmonar	N	N	N	N	N	N	N	N
Insuficiência pancreática	S	S	S	S	S	S	S	S
Diabetes	S	S	N	N	N	N	N	N
Hepatopatia	S	N	N	N	N	N	N	N
Maturação sexual	P	P	PP	P	PP	PP	PP	P
Fisioterapia respiratória	N	2	N	1	1	3	2	N

Legenda: S = Sim; N = Não.

Cor: Ne = negra; Br = branca.

Microbiologia: BC = *Burkholderia cepacea*; PA = *Pseudomonas aeruginosa*; SA = *Staphylococcus aureus*; MRSA = *Staphylococcus aureus* metilina resistente.

Maturação sexual: P – púbere; PP – pré-púbere.

Tabela 2. Características antropométricas, de composição corporal e de aptidão física (médias e desvio padrão), nos períodos pré-intervenção e pós-intervenção, dos oito adolescentes submetidos à intervenção no CEPFC/IFF/FIOCRUZ, RJ, 2007-2008.

Características	Pré-intervenção Média (DP)	Pós-intervenção Média (DP)	p valor
Peso (kg)	42,1 (13,2)	44,3 (13,6)	0,02
Estatura (cm)	149,2 (11,9)	151,2 (11,7)	0,03
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,5 (3,1)	18,9 (3,4)	0,18
CBC (cm)	22,7 (3,8)	23,4 (3,8)	0,01
CC (cm)	45,0 (7,6)	46,8 (7,9)	0,04
CT (cm)	75,2 (9,8)	77,4 (9,7)	0,07
MLG (kg)	33,9 (9,6)	35,6 (9,6)	0,01
MG (kg)	8,0 (5,3)	8,7 (5,7)	0,24
CMB (cm)	17,4 (3,0)	18,6 (3,1)	0,02
VO <sub>2máx</sub> (L.min <sup>-1</sup> )*	1,8 (0,7)	2,1 (0,7)	0,01
VO <sub>2máx</sub> (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )*	44,1 (9,2)	47,5 (8,7)	0,03
VO <sub>2máx</sub> (mL.MLG <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )*	53,9 (8,9)	57,3 (7,4)	0,09
Velocidade final da esteira (milhas/hora)*	6,4 (1,2)	7,0 (1,2)	0,10
Distancia máxima da esteira (km)*	1,8 (0,2)	2,2 (0,6)	0,04
Tempo total de exercício (min)*	10,3 (2,6)	11,8 (2,5)	0,04
N° de abdominais em 1min.	50,0 (11,5)	61,5 (9,4)	0,04
N° de flexão de braços	14,0 (6,9)	17,5 (6,8)	0,11

Legenda:

**Medidas antropométricas:** IMC = índice de massa corporal; CBC = circunferência de braço contraído; CC = circunferência de coxa; CT = circunferência de tórax.

**Medidas de composição corporal:** MLG = massa livre de gordura; MG = massa de gordura; CNB = circunferência muscular de braço.

**Medidas de aptidão física:** VO<sub>2máx</sub>(L.min<sup>-1</sup>) = consumo máximo de oxigênio em valores absolutos; VO<sub>2máx</sub>(mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) = consumo máximo de oxigênio em valores relativos ao peso corporal; VO<sub>2máx</sub>(mL.MLG<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) = consumo máximo de oxigênio em valores relativos à massa livre de gordura.

\* dados obtidos durante o teste de ergoespirometria.

## Capítulo 4 – Considerações finais

Muitas modalidades de exercícios apresentam benefícios para crianças e adolescentes com FC e a maioria destes pacientes está apta para a prática de atividade física regular. Porém, esta modalidade terapêutica é pouco difundida no Brasil e quase todos os estudos do assunto foram realizados em países desenvolvidos.

A presente intervenção demonstrou que um grupo de adolescentes com FC matriculados no Instituto Fernandes Figueira, sem comprometimento do estado nutricional e com acometimento pulmonar leve, teve boa aderência e tolerou bem um programa de treinamento físico orientado e assistido por professores de Educação Física. Além disso, os pacientes apresentaram melhoras significativas na composição corporal e na aptidão física, duas medidas importantes para o prognóstico da doença.

Este estudo mostra a importância da intervenção com programas de exercícios físicos como forma de terapia coadjuvante no tratamento da FC, cabendo à equipe de médicos o incentivo da sua prática regular desde a infância destes pacientes.

Recomenda-se estudos comparando os efeitos do treinamento de força muscular com os efeitos do treinamento aeróbico na função pulmonar e na qualidade de vida de crianças e adolescentes com fibrose cística. Além disso estudos com maior número de pacientes, formação de grupo controle e período de acompanhamento mais longo devem ser estimulados.

## Referências bibliográficas

Alvarez AE, Ribeiro AF, Hessel G, Bertuzzo C, Ribeiro J. Fibrose cística em um centro de referência no Brasil: características clínicas e laboratoriais de 104 pacientes e sua associação com o genótipo e a gravidade da doença. *Jornal de Pediatria* 2004; 80 (5): 371 – 379.

American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretativestrategies. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 1202 – 18.

Araújo FG, Novaes FC, Santos NPC, Martins VC, Souza SM, Santos SEB et al. Prevalence of  $\Delta F508$ , G551D, G542X, and R553X mutations among cystic fibrosis patients in the North of Brazil. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2005; 38: 11-15.

Balfour-Lynn IM, Prasad SA, Laverty A, Whitehead BF, Dinwiddie R. A step in the right direction: assessing exercise tolerance in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 1998; 25: 278 – 284.

Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Bérubé C, et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 896-901.

Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377 – 381

Borowitz D, Baker RD, Stallings V. Consensus report on nutrition for pediatric patients with cystic fibrosis. *J Pediatric Gastroenterol Nut* 2002; 35 (3): 246 - 259.

Cabello GMK, Cabello PH, Otsuki K, Gombarovits ME, Llerena Junior JC, Fernandes O. Molecular analysis of 23 exons of the CFTR gene in brazilian patients leads to the finding of rare cystic fibrosis mutations. *Human Biology* 2005; 77 (1): 125-135.

Cabello GMK, Horovitz D, Moreira AF, Correia P, Santa Rosa A, Llerena JJr, et al. Cystic fibrosis: low frequency of DF508 mutation in two population samples from Rio de Janeiro, Brazil. *Hum. Biology* 1999; 71(2): 189-96.

CDC table for calculated body mass index values for selected heights and weights for ages 2 to 20 years. Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; 2000. Publicado em maio de 2002, modificado 20/04/2001. <http://www.cdc.gov/growthcharts>. Acesso: 10/02/2004.

Chaves CRMM, Oliveira CQ, Britto JAA, Elsas MICG. Exercício aeróbico, treinamento de força muscular e testes de aptidão física: revisão da literatura. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2007; 7 (3): 245 – 250.

Conway S. Osteoporosis in cystic fibrosis. *Journal of cystic fibrosis* 2003; 2: 151 – 152.

Cooper DM. Guest editorial. Exercise and cystic fibrosis: the search for a therapeutic optimum. *Pediatric Pulmonology* 1998; 25: 143-144.

Cunha MT Programa de Reabilitação Pulmonar: estudo da sua adaptação à crianças com fibrose cística [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Pós-Graduação em Reabilitação, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; 2002.

Cunha MT, Rozov T, Oliveira RC, Jardim JR. Six-minute walk test in children and adolescents with cystic fibrosis. *Pediatr pulmonol* 2006; 41: 618 – 622.

Cystic Fibrosis Foundation, Patient Registry. Bethesda, Maryland: 2005 Annual Data Report; 2005.

Dornelas EC, Fernandes MIM, Galvão LC, Silva GA. Estudo do quadro pulmonar de pacientes com fibrose cística. *Jornal de Pediatria* 2000; 76: 295-299.

Edlund LD, French RW, Herbst JJ, Ruttenberg HD, Ruhling RO, Adams TD. Effects of a swimming program on children with cystic fibrosis. *Am J Dis Child* 1986; 140: 80 – 83.

Farinatti PTV, Monteiro WD. *Fisiologia e Avaliação Funcional*. Rio de Janeiro: Sprint; 1992. p. 203 – 205.

Frangolias DD, Pará PD, Kendle DL, Davidson AGF, Wong L, Raboud J et al.. Role of exercise and nutrition status on bone mineral density in cystic fibrosis. *J Cystic Fibrosis* 2003; 2: 163 – 170.

Gronowitz E, Garemo M, Lindblad A, Mllström D, Strandvik. Decreased bone mineral density in normal growing patients cystic fibrosis. *Acta Pediatr* 2003; 92: 688-93.

Gulmans V, van der Laag J, Wattimena D, van Doorn J, Oostveen D, Berger R, et al. Insulin like growth factor and leucine kinetics during exercise training in children with cystic fibrosis. *Journal of Pediat Gastroenterology and Nutrition* 2001; 32: 76 – 81.

Gulmans VAM, Meer K, Brackel HJL, Faber JAJ, Berger R, Helders PJM. Outpatient exercise training in children with cystic fibrosis: physiological effects, perceived competence, and acceptability. *Pediatric Pulmonology* 1999; 28: 39 – 46.

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(3): 443-446.

Jong W, Grevink RG, Roorda RJ, Kaptein AA, Schans CP. Effect of a home exercise training program in patients with cystic fibrosis. *Chest* 1994; 105(5): 463-468.

Kaplan TA, ZeBranek JD, McKey Jr. RM. Use of exercise in the management of cystic fibrosis: short communication about a survey of cystic fibrosis referral centers. *Pediatric Pulmonology* 1991; 10: 205 – 207.

Maltais F, Lê Blanc P, Simard C, Jobin J, Bérubé C, Bruneau J, et al. Skeletal Muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Resp Crit Care Med* 1996; 154: 442-447.

Messaoud T, Verlingue C, Denamur E, Pascaud O, Quere I, Fattoum S, Elion J, Ferec C. Distribution of CFTR mutations in cystic fibrosis patients of Tunisian origin: Identification of two novel mutations. *Eur J Hum Genet* 1996; 4: 20 - 24

Moorcroft AJ, Dodd ME, Morris J, Webb AK. Individualised unsupervised exercise training in adults with cystic fibrosis: a 1 year randomised controlled trial. *Thorax* 2004; 59: 1074 – 1080.

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(5): 1823-27.

Okay TS, Oliveira WP, Raiz-Júnior R, Rodrigues JC, Del Negro GMB. Frequency of the  $\Delta F508$  mutation in 108 cystic fibrosis patients in São Paulo: comparison with reported brazilian data. *Clinics* 2005; 60 (2): 131-134.

Orenstein DM, Howell MF, Mulvihill M, Keating KK, Hofstetter R, Kelsey S, et al. Strength vs aerobic training in children with cystic fibrosis. *Chest* 2004; 126: 1204-1214.

Orenstein DM, Franklin BA, Doershuk CF, Hellerstein HK, Germann KJ, Horowitz JG, et al. Exercise conditioning and cardiopulmonary fitness in cystic fibrosis: the effects of a three-month supervised running program. *Chest* 1981; 80(4):392 – 398.

Pencharz PB, Durie PR. Pathogenesis of malnutrition in cystic fibrosis, and its treatment. *Clin Nutr* 2000; 19: 387-394.

Pereira CAC, Lemle A, Algranti E, Jansen JM, Valença LM, Nery LE, et al. I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. *J Pneumol* 1996; 22: 105 – 64.

Pereira L, Raskin S, Freund A A, Ribas P D, Castro R M V, Pignatti P F et al. Cystic fibrosis mutations R1162X and 2183AA→G in two southern brazilian states. *Genetics and Molecular Biology* 1999; 22 (3); 291-294.

Pérez MM, Luna MC, Pivetta OH, Keyeux G. CFTR gene analysis in Latin American CF patients: heterogeneous origin and distribution of mutations across the continent. *Journal of Cystic Fibrosis* 2007; 6: 194-208.

Prasad SA, Cerny FJ. Factors that influence adherence to exercise and their effectiveness: application to cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology* 2002; 34: 66 – 72.

Pollock M, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença. In: *Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação*. Rio de Janeiro: Editora Medsi; 1993. p. 718 – 720.

Pompeu FAMS. Manual de Cineantropometria. In: *Testes de aptidão física*. Rio de Janeiro: Sprint; 2004. p. 148 - 150.

- Reis FJC, Camargos PAM, Rocha SF. Survival analysis for cystic fibrosis in Minas Gerais State, Brazil. *J Trop Pediatr* 1998; 44: 329 – 31.
- Reis FJC, Cerqueira MCD. Survival analysis (life table) for cystic fibrosis patientes in Minas Gerais, Brazil. *Pediatr Pulmonol* 1991; Suppl 6: 313 – 14.
- Ribeiro JD, Ribeiro MAG, Ribeiro AF. Controvérsias na fibrose cística – do pediatra ao especialista. *Jornal de Pediatria* 2002; 78 (Supl.2): S171 – S186.
- Rosenstein BJ, Cutting GR. The diagnosis of cystic fibrosis: a consensus statement. Cystic Fibrosis Foundation Consensus Panel. *J Pediatr* 1998; 132 (4): 563 - 5.
- Rozov T, Cunha MT, Nascimento O, Quittner AL, Jardim JR. Linguistic validation of cystic fibrosis quality of life questionnaires. *Jornal de Pediatria* 2006; 82(2): 151 - 156
- 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.
- Schwartz M, Johansen HK, Koch C, Brandt NJ. Frequency of the delta F508 mutation on cystic fibrosis chromosomes in Denmark. *Hum Gen* 1990; 85: 427 – 428.
- Selvadurai HC, Blimkie CJ, Mellis CM, Cooper PJ, Van Asperen PP. Randomized controlled study of in hospital exercise training programs in children with cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology* 2002; 33: 194-200.
- Selvadurai HC, Allen J, Sachinwalla T, Macauley J, Blmkie CJ, Van Asperen PP. Muscle function and resting energy expenditure in female athletes with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 1476 – 1480.
- Sermet-Gaudelus I, Souberbielle JC, Azhar I, Ruiz JC, Magnine P, Colomb V, et al.. Insulin-like growth factor I correlates with lean body mass in cystic fibrosis patients. *Arch Dis Child* 2003; 88(11): 956-961.
- Sexauer WP, Cheng HK, 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(4); 1469-1475.
- Shwachman H; Kulczycki LL. A report of one hundred and Five patients with cystic fibrosis of the pancreas studied over a period of five to fourteen year period. *Am J Dis Child* 1958; 96: 6 – 15.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boilean RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; 60(5): 709-723.
- Smith AL, Redding G, Doershuk C, Goldmann D, Gore E, Hilman B, et al. Sputum changes associated with therapy for endobronchial exacerbation in cystic fibrosis. *Journal of Pediatrics* 1988; 112(4): 547 – 554.

Stanghelle JK, Koss JO, Bjortuft O, Geiran O. Marathon with cystic fibrosis and bilateral lung transplant. *Scan J Med Sci Sports* 2000; 10: 42 – 46.

Stanghelle JK, Skyberg D. The successful completion of the Oslo Marathon by a patient with cystic fibrosis. *Acta Paediatr Scand* 1983; 72: 935 – 938.

Stanghelle JK. Physical exercise for patients with cystic fibrosis: a review. *Int J Sports Med* 1988; 9 (Supl 1): 6-18.

Strauss GD, Osher A, Wang CI, Goodrich E, Gold F, Colman W, et al. Variable weight training in cystic fibrosis. *Chest* 1987; 92(2): 273 – 276.

Tanner JM. *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publication; 1962.

Tombazzi CR, Riely CA. Hepatopatía en la fibrosis quística. *Revista médica de Chile* 2001; 129(9): 1071-1078.

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. *Pediatric Pulmonology* 2004; 38: 115 – 118.

Zemel BS, Jewad A, Fitz SS, Stallings V. Longitudinal relationship among growth, nutritional status, and pulmonary function in children with Cystic Fibrosis: Analysis of the Cystic Fibrosis Foundation National CF Patient Registry. *The Journal of Pediatrics* 2000; 137(3): 374-380.

## ANEXO

## Folha de a provação do Comitê de Ética

Andamento do Projeto

Página 1 de 1

Andamento do projeto - CAAE - 0034.0.008.000-04				
Título do Projeto de Pesquisa				
O IMPACTO DA ATIVIDADE FÍSICA NA QUALIDADE DE VIDA DE ADOLESCENTES PORTADORES DE FIBROSE CÍSTICA				
Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na COF
Aprovado no CEP	25/02/2005 00:00:00	25/02/2005 00:00:00	25/02/2005 00:00:00	25/02/2005 00:00:00
Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
4 - Protocolo Pendente no CEP	21/12/2004 14:46:45	Folha de Rosto	033/04	CEP
3 - Protocolo Pendente no CEP	13/12/2004 17:18:25	Folha de Rosto	033/04	CEP
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	20/09/2004 12:29:49	Folha de Rosto	0034.0.008.000-04	CEP
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	08/09/2004 16:42:54	Folha de Rosto	FR-53399	Pesq
5 - Protocolo Aprovado no CEP	25/02/2005 10:53:15	Folha de Rosto	03//04	CEP

[Voltar](#)

**APROVADO**

Válido Até 30/04/2008

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos  
 INSTITUTO FERNANDES FIGUEIRA - IFF/FIOCRUZ  
 Telefone: 2552-8491 / 2554-1700 r. 1730

*Dr. Paulo Honorato*  
 Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos  
 INSTITUTO FERNANDES FIGUEIRA - IFF/FIOCRUZ

*Recebido em  
 15/08/07  
 Tchama*

**APÊNDICE 1**  
(Figuras não contempladas pelo artigo)

ESCALA DE PERCEÇÃO DE ESFORÇO SUBJETIVO  
(Borg, 1982)

<b>ESCALA DE BORG ADAPTADA</b>	
<b>NÍVEL</b>	<b>CONDIÇÃO</b>
0	REPOUSO
0,5	MUITO, MUITO FRACO
1	MUITO FRACO
2	FRACO
3	MODERADO
4	UM POUCO PESADO
5	PESADO
6	
7	MUITO PESADO
8	
9	
10	MUITO, MUITO PESADO (QUASE MÁXIMO)

## ESCORE DE *SHWACHMAN*

(Shwachman e Kulczycki, 1958)

### Escore de Shwachman

Total Score	Points	General Activity	Physical Examination	Nutrition	X-Ray Findings
Excellent (100-86)	25	normal	normal	normal	normal
Good (71-85)	20	lack of endurance	rare cough, no clubbing, minimal hiperinflation	stools slightly abnormal	minimal accentuation of bronchovascular markings, early hiperinflation
Mild (56-70)	15	tires easily after exertion	occasional cough wheeze, increased respiratory rate early clubbing	stools often abnormal, minimal abdominal distension reduced	mild hiperinflation, patchy atelectasis, increases alveolar markings
Moderate (44-55)	10	home teacher dispnoea after short walk	frequent cough clubbing, moderate hiperinflation, crackles and wheezes	wt and ht below the 3rd centiles, offensive stools, reduced muscle mass	moderate hiperinflation, widespread atelectasis and areas of infection
Severe < 40	5	orthopnoea stays in chair or bed	tachypnoea, tachycardia, extensive crackles, cyanosis, severe clubbing	marked malnutrition, rectal prolapse, etc	severe hiperinflation, lobar atelectasis, and bronchiectasis, nodules/cysts, cardiac enlargement

## ESCORE DE AGUDIZAÇÃO DA DOENÇA

(Smith et al, 1988)

### Acute change scoring system

<hr/>		
Activity		
Increased since last seen		1
Decreased since last seen		3
Bedridden at least 1 day in the last month		5
Cough		
Less coughing since last seen		1
Cough frequency unchanged since last seen		3
Cough frequency doubled, or new onset of night cough		5
Appetite		
Eating more since last seen		1
Appetite unchanged		3
Food intake decreased 50% since last seen (minimum of 3 days)		5
Chest examination		
Scattered rhonchi, rales not present		1
Localized rales present		3
Diffuse bilateral rales, tubular breath sounds		5
Weight		
Appropriate gain for age		1
No weight gain in 2 months		3
Weight loss in 1 month		5
Respiratory effort (resting)		
Rate ? 20/min; no flaring or retraction		1
Rate >20 but ? 40/min; slight nasal flaring with intercostal retraction		3
Rate >40/min; supracostal and intercostal retractions, pursed lips		5
Total score _____	Clinical assessment	_____
	Marked improvement	_____
	Minimal improvement	_____
	No improvement	_____
	Worse	_____
<hr/>		

SMITH et al, 1988

**APÊNDICE 2**  
(Complementos metodológicos e de resultados)

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto:** Corrida em esteira ergométrica e treinamento de força: terapia coadjuvante para adolescentes com fibrose cística

Pesquisador responsável: Cristiano Queiroz de Oliveira

Instituição: Instituto Fernandes Figueira-IFF/FIOCRUZ

Av. Rui Barbosa, 716 – Flamengo – Rio de Janeiro/RJ – Tel 2553-00-52 R: 5116.

Orientadores: Vânia de Matos Fonseca

Célia Regina M. de M. Chaves

Eu, Cristiano Queiroz de Oliveira, venho pedir que voluntariamente permita a participação de seu (sua) filho (a) na pesquisa “Corrida em esteira ergométrica e treinamento de força: terapia coadjuvante para adolescentes com fibrose cística” a ser feita sob a orientação dos Profs. Drs. Vânia de Matos Fonseca e Célia Regina M. de M. Chaves, para minha dissertação de mestrado.

Pedimos que leiam as informações abaixo, antes de nos fornecer seu consentimento:

1. A dissertação tem como objetivo avaliar os benefícios de um programa de exercícios físicos para adolescentes com Fibrose Cística.
2. Constarão da pesquisa avaliações clínicas regulares com profissionais médicos da área de saúde e com experiência clínica no tratamento da Fibrose Cística para autorização para continuidade da prática de exercícios de acordo com o estado do paciente.
3. Serão aferidos regularmente peso, estatura e dobras cutâneas para avaliação do estado nutricional.
4. Não há evidência de riscos ou danos para os pacientes e/ou para o pesquisador durante a realização do estudo.
5. Todas as aferições e exames necessários serão realizados no IFF, exceto o exame de ergoespirometria, que será realizada na Universidade Gama Filho.
6. Os responsáveis poderão fazer quaisquer perguntas antes, durante e depois da pesquisa, com direito de se recusar a participar, ou desistir da participação a qualquer momento, sem que o atendimento da criança no Instituto Fernandes Figueira seja prejudicado ou impedido;
7. Os resultados obtidos na pesquisa tornar-se-ão públicos através da dissertação do mestrado e de publicações/divulgações em eventos científicos, os nomes dos voluntários não serão revelados.

Eu, abaixo assinado, declaro ter lido ou ouvido e compreendido a leitura do presente termo de consentimento e informo estar ciente do que se segue:

\_\_\_\_\_ nome do responsável

\_\_\_\_\_ assinatura

\_\_\_\_\_ data da assinatura

**NORMAS DO CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR (CACIH/IFF) PARA  
HIGIENIZAÇÃO E DESINFECÇÃO DE EQUIPAMENTOS E DA SALA DO  
CENTRO DE EXERCÍCIOS PARA PACIENTES COM FC (CEPFC/IFF)**



**Instituto Fernandes Figueira**

**Coordenação das Ações do Controle de Infecção Hospitalar**

À  
ASFOC  
A/C Justa Helena Franco

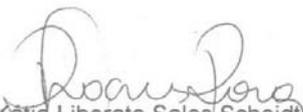
Em atendimento à solicitação de orientações quanto às medidas de prevenção e controle de infecções a serem implementadas pela ASFOC, após a utilização da "sala de convívio" pelos pacientes portadores de fibrose cística, a CACIH recomenda:

- Lavagem das mãos antes e após as atividades.
- Uso de paramentação (capote, luvas e máscaras) pelo professor durante o atendimento aos pacientes.
- Desinfecção dos artigos utilizados, como: compasso, fita métrica, balança e outros, com solução alcoólica á 70% (três aplicações por fricção). após cada uso.
- Arejar a sala (ar condicionado ligado, portas e janelas abertas) ao término das atividades, por período mínimo de 30 minutos.
- Limpar todas as superfícies : piso, mesas, bancadas, cadeiras, sofás e outros., após a aeração do ambiente, com pano úmido.
- Desinfetar as superfícies que estiveram em contato direto com os pacientes (cadeiras, sofás, colchonetes), com solução alcoólica á 70% (três aplicações por fricção).
- Lavar o filtro de ar condicionado uma vez por semana.
- Recomendamos ainda, que os pacientes portadores de microrganismos multirresistentes, sejam agendados para o mesmo dia.

As referidas recomendações foram feitas verbalmente ao professor Cristiano, que em oportunidade, recebeu um exemplar do Manual de Controle de Infecções Hospitalares IFF/FIOCRUZ.

Nos colocamos à disposição para qualquer dúvida e esclarecimentos.

Rio de Janeiro, 24 de fevereiro de 2005.

  
Katia Liberato Sales Scheidt  
Coordenadora da CACIH-IFF/FIOCRUZ

*Katia Liberato S. Scheidt  
Coord. Ações Infecção Hospitalar  
Matr.: 50183-3 - IFF/FIOCRUZ*

## EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DO PERCENTUAL DE GORDURA

(Slaughter et al, 1988)

I) Para somatório das dobras ( $\sum$  dobras)  $\geq 35$  mm

Meninos: %Gordura corporal (GC) =  $0,783(\sum \text{dobras cutâneas}) + 1,6$

Meninas: %GC =  $0,546(\sum \text{dobras cutâneas}) + 9,7$

II) Para somatório das dobras ( $\sum$  dobras)  $< 35$ mm

Meninos: %Gordura corporal (GC) =  $1,21(\sum \text{dobras cutâneas}) - 0,008(\sum \text{dobras cutâneas})^2 + \text{constante}$

Tabela com a relação das constantes para cálculo do percentual de gordura de meninos segundo a raça e o estágio de maturação sexual (Slaughter et al, 1988)

<b>Maturação</b>	<b>Negro</b>	<b>Branco</b>
Pré-Púbere	3,2	1,7
Púbere	5,2	3,4
Pós-Púbere	6,8	5,5

Meninas: %Gordura corporal (GC) =  $1,33(\sum \text{dobras cutâneas}) - 0,013(\sum \text{dobras cutâneas}) + \text{constante}$

Tabela com a relação das constantes para cálculo do percentual de gordura de meninas segundo a raça e o estágio de maturação sexual (Slaughter et al, 1988)

<b>Maturação</b>	<b>Negro</b>	<b>Branco</b>
Pré-Púbere	-	-
Púbere	3,0	2,0
Pós-Púbere	-	-

## CLASSIFICAÇÃO DO DISTÚRBO VENTILATÓRIO OBSTRUTIVO

Tabela da classificação do distúrbio ventilatório obstrutivo segundo os valores percentuais de VEF<sub>1</sub>.  
OBS: LI (limites inferiores).

<b>GRAU</b>	<b>VEF<sub>1</sub> (% previsto)</b>	<b>CVF(% previsto)</b>	<b>VEF<sub>1</sub>/CVF (% previsto)</b>
<b>Normal</b>	<b>&gt; LI</b>	<b>&gt; LI</b>	<b>&gt; LI</b>
<b>Leve</b>	<b>60-LI</b>	<b>60-LI</b>	<b>60-LI</b>
<b>Moderado</b>	<b>41-59</b>	<b>51-59</b>	<b>41-59</b>
<b>Grave</b>	<b>≤ 40</b>	<b>≤ 50</b>	<b>≤ 40</b>

(Pereira et al., 1996)

### OUTROS RESULTADOS

Tabela 3. Características antropométricas e de aptidão física (médias e desvio padrão), nos períodos pré-intervenção e pós-intervenção, dos oito adolescentes submetidos à intervenção no CEPFC/IFF/FIOCRUZ, RJ, 2007-2008.

Características	Pré-intervenção Média (DP)	Pós-intervenção Média (DP)	p valor
Dobra de coxa*	17,9 (7,6)	17,2 (7,2)	0,62
Dobra de tríceps*	11,7 (6,2)	11,2 (4,8)	0,60
Dobra de subescapular*	9,6 (4,1)	9,8 (4,7)	1,00
Dobra de perna*	10,8 (5,0)	10,6 (5,2)	0,53
Dobra de peito*	7,5 (4,1)	7,2 (5,2)	0,55
Dobra de suprailíaca*	12,2 (10,9)	11,1 (9,2)	0,24
Dobra de abdominal*	14,2 (10,8)	15,0 (10,5)	0,55
% de gordura	18,3 (7,2)	18,6 (7,1)	0,67
CBEC	22,5 (5,3)	23,2 (4,0)	<0,05
Circunferencia de coxa esquerda	45,3 (7,8)	46,6 (8,0)	0,21
Circunferencia de perna	29,8 (3,7)	30,5 (3,6)	0,04
Circunferencia de braço	21,1 (4,0)	22,1 (3,9)	0,03
Circunferencia de tórax máximo <sup>♦</sup>	78,1 (9,9)	80,1 (10,1)	0,02
Circunferencia de tórax mínimo <sup>♦♦</sup>	72,9 (8,1)	76,2 (9,1)	0,02
Diâmetro ósseo do rádio	4,5 (0,4)	4,4 (0,5)	0,67
Diâmetro ósseo do fêmur	8,4 (0,8)	8,3 (0,6)	0,78
Diâmetro ósseo do úmero	5,3 (0,6)	5,4 (0,5)	0,24
Frequência cardíaca máxima <sup>†</sup>	190,0 (17,4)	198,0 (10,1)	0,01
VE no esforço máximo <sup>†</sup>	50,5 (20,6)	58,6 (19,0)	0,01

Legenda:

CBEC – circunferência de braço esquerdo contraído

VE – ventilação por minuto

\* dobras cutâneas

♦ dados aferidos durante inspiração máxima

♦♦ dados aferidos durante expiração máxima

† dados aferidos durante a ergoespirometria

A maioria das dobras cutâneas diminuiu e só a média da dobra cutânea abdominal aumentou após a intervenção, porém nenhuma destas alterações foi significativa, indicando que a massa de gordura sofreu pouca alteração em valores percentuais e em valores absolutos. É esperado que meninas púberes aumentem a gordura corporal enquanto os meninos aumentam mais a massa magra nesta fase. Na presente intervenção três meninas e um menino eram púberes, e por isso esperavam-se aumentos da gordura corporal, o que não ocorreu, sugerindo que o período de intervenção e a escolha dos exercícios foram adequados para gerar os maiores ganhos de peso em massa livre de gordura.

Aumentos significativos foram encontrados nas circunferências corporais e junto aos resultados de diminuição das dobras cutâneas corroboram com a idéia do aumento do tamanho muscular gerado pelo treinamento de força.

Como esperado, as medidas de diâmetros ósseos não sofreram alterações significativas.

A frequência cardíaca máxima foi maior no segundo exame de ergoespirometria do que no primeiro, o que indicaria um maior esforço dos pacientes no último exame. Porém, em todos os exames o fator limitante a continuidade do teste foi o surgimento de fadiga muscular periférica. Assim, os pacientes alcançaram uma maior frequência cardíaca no segundo exame porque os exercícios de intervenção aumentaram a resistência muscular periférica o que os fez suportar um maior período de exercício.

**APÊNDICE 3**  
(Outras produções realizadas durante o Curso do Mestrado)

## 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 ( $VEF_1$  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 (ergoespirometria) 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 ergoespirometria 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.

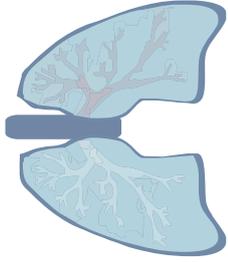
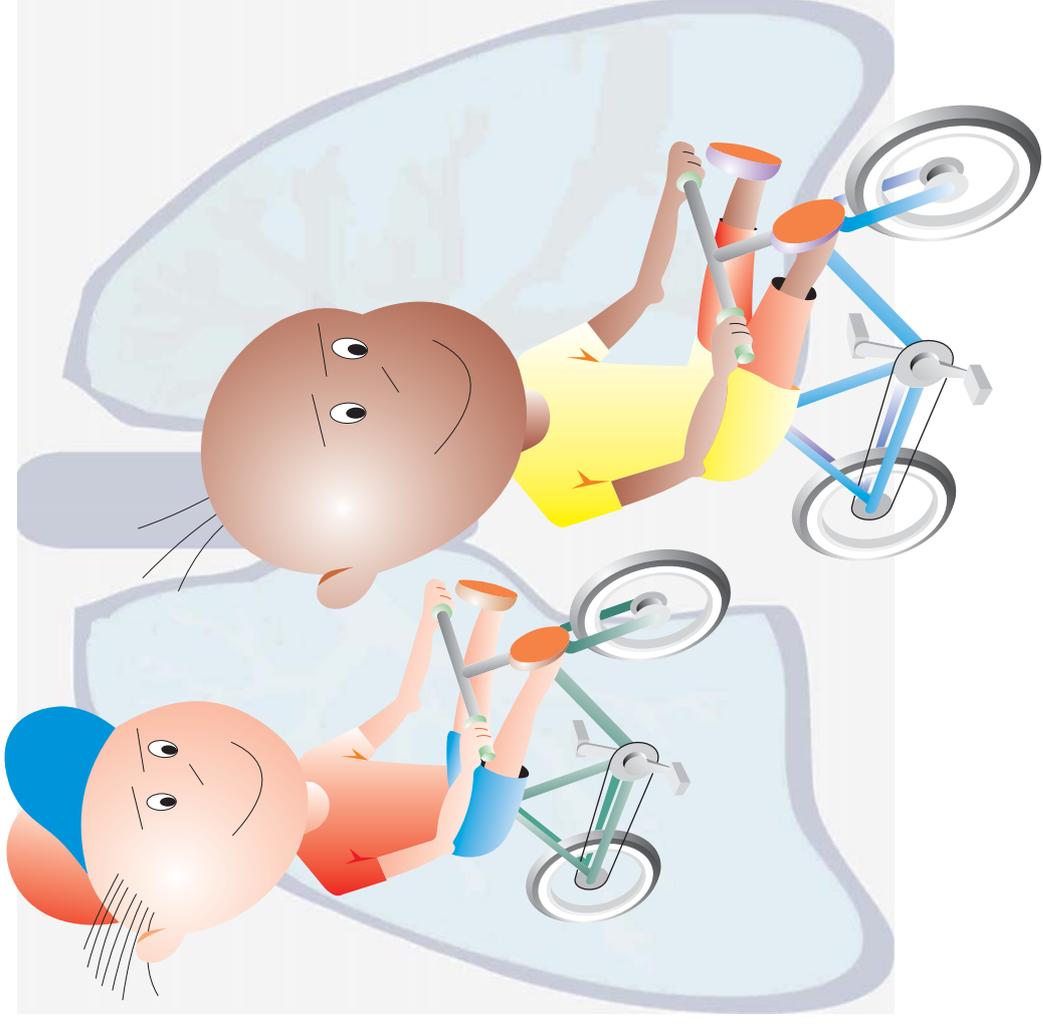
7. Selvadurai HC, Blimkie CJ, Meyers N, Mellis CM, Cooper PJ, Van Asperen PP. Randomized controlled study of in hospital exercise training programs in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2002; 33: 194 - 200.
8. Orenstein DM, Mulvihill M, Keating KK, Hofstetter R, Kelsey S, Morris K, Nixon 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



# Fibrose Cística e Atividade Física Regular



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

**Presidência da República**  
Luiz Inácio Lula da Silva

**Ministério da Saúde**  
José Gomes Temporão

**Fundação Oswaldo Cruz**  
Presidência  
Paulo Marchionni Buss

**Instituto Fernandes Figueira**  
Direção  
José Augusto Alves de Britto

**Autores**  
Cristiano Queiroz de Oliveira  
Celia Regina M. de Miranda Chaves  
José Augusto Alves de Britto

**Assessoria Pedagógica**  
Rosane Carvalho Lopes

**Colaboração**  
Maria da Conceição Borges Lopes

**Ilustração e Capa**  
Jorge Eli de Oliveira

**Projeto gráfico e Diagramação**  
Carlos Antônio Barbosa Bacerlar

**Agradecimentos:** Instituto Mário Vello Silveiras  
Associação dos Moradores do Morro da Viúva

**FICHA CATALOGRÁFICA NA FONTE**  
**INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO**  
**CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM SAÚDE**  
**BIBLIOTECA SAÚDE DA MULHER E DA CRIANÇA**

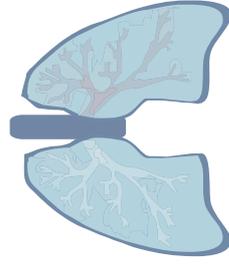
O48f Oliveira, Cristiano Queiroz de  
Fibrose cística e atividade física regular / Cristiano Queiroz de  
Oliveira, Celia Regina Moutinho de Miranda Chaves, José Augusto  
Alves de Britto. – Rio de Janeiro:[s.n.], 2007.  
8 p. : il.

1. Fibrose Cística. 2. Exercício Físico. I. Título.

CDD - 22ª . ed . 616.372

O Instituto Fernandes Figueira (IFF) é uma unidade da FIOCRUZ que realiza ensino, pesquisa, assistência e desenvolvimento tecnológico no âmbito da saúde da mulher, da criança e do adolescente. Em 22 de dezembro de 2005, pela portaria nº 745 do Ministério da Saúde, tornou-se referência para o tratamento da fibrose cística (FC).

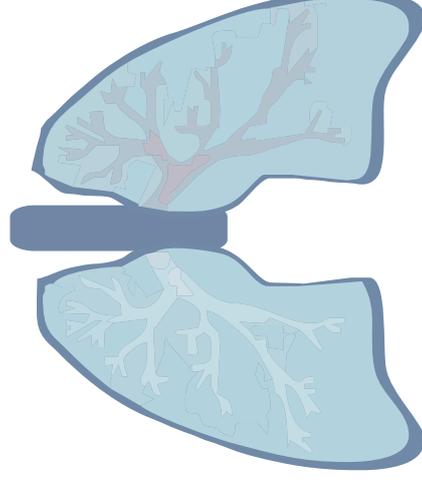
A "Fibrose Cística e Atividade Física Regular" foi elaborada pelo professor de educação física Cristiano Queiroz de Oliveira, sob a orientação da Dra. Celia Regina Moutinho de Miranda Chaves e do Dr. José Augusto Alves de Britto ao longo do processo de criação do Centro de Exercícios para Fibrose Cística do Instituto Fernandes Figueira / FIOCRUZ.



Atendendo a sua missão o IFF dá um passo importante na direção da promoção de saúde, e em parceria com a Associação dos Servidores da Fundação Oswaldo Cruz (ASFOC), cria o primeiro Centro de Exercícios Físicos para pacientes com FC.

Perseguindo nossa vocação, o Centro de Exercícios do IFF assume o compromisso de atualizar e divulgar a informação científica sobre os benefícios desta modalidade terapêutica na qualidade de vida dos pacientes com FC.

O presente material educativo tem como propósito conscientizar cuidadores e pacientes com FC sobre os benefícios da atividade física regular para a doença, além de estimular um hábito de vida saudável.

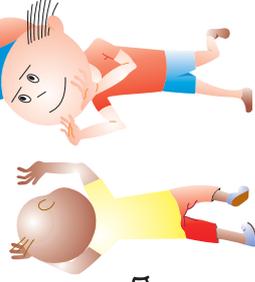
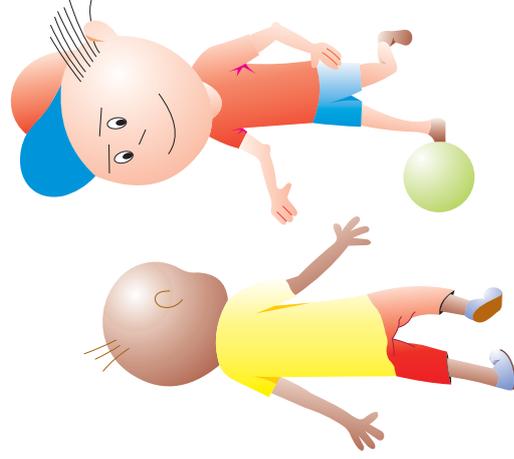


A atividade física regular é importante para o desenvolvimento da criança e do adolescente saudáveis e para aquelas com fibrose cística é fundamental.

A prática de exercícios físicos aumenta a resistência ao esforço, melhora o apetite, estimula o desenvolvimento ósseo e possibilita uma maior socialização.

A atividade física regular melhora a expectoração das secreções, ameniza a queda da função pulmonar e a diminuição da densidade óssea, contribuindo para a qualidade de vida de crianças e adolescentes com fibrose cística. Por isso, é reconhecida atualmente como componente essencial do tratamento da FC.

A atividade física como tratamento da FC promove o desenvolvimento físico e aumenta a independência e a autonomia dos pacientes. Além disso, o exercício físico é o melhor caminho para se aumentar os músculos.



## OUTROS EXERCÍCIOS

### Exercícios

### Benefícios

Ginástica artística e jogos de rebatida  
(tênis de mesa, frescobol e squash)

Efetuem a mobilização do tórax

Brincadeiras de pular (corda, elástico, amarelinha, trampolim e cama elástica)

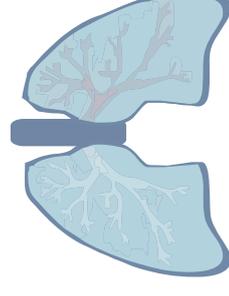
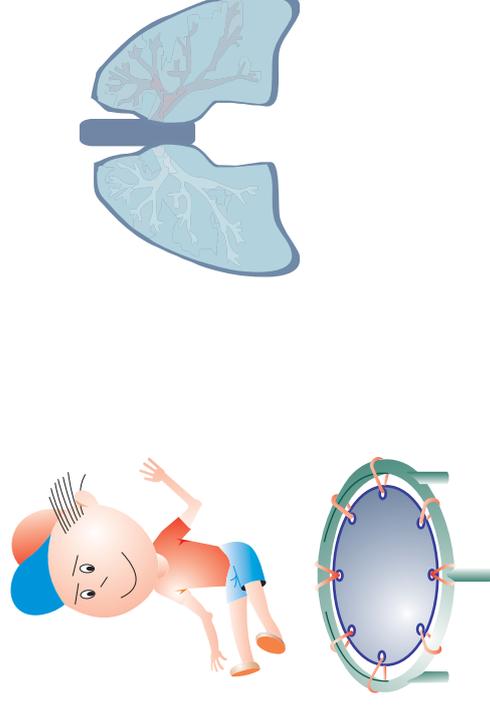
Favorecem a eliminação de secreção

Musculação

Aumenta a força da musculatura acessória respiratória

Os exercícios deverão proporcionar sempre uma sensação de esforço confortável. Quando se sentir cansado é hora de parar.

Então, vamos nos exercitar?



A faixa etária é fundamental na escolha da atividade esportiva.

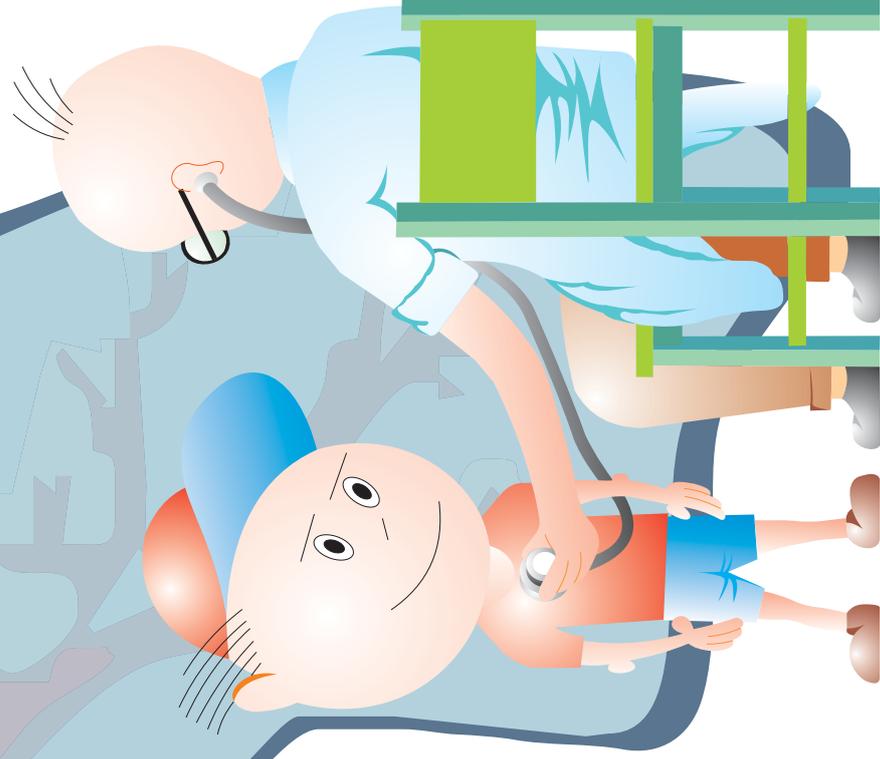
Caminhar, correr, nadar, andar de bicicleta e remar são atividades de fácil adaptação para as crianças, mesmo para aquelas com FC.

Os exercícios de maior intensidade passam a ser suportados na adolescência devido ao amadurecimento do metabolismo muscular. Por essa razão, a escolha do tipo de exercício físico deve estar de acordo com a idade do paciente com fibrose cística, os objetivos traçados pela equipe multidisciplinar de tratamento e as expectativas do paciente.



Uma prescrição adequada de treinamento físico pode melhorar a resistência aos exercícios e diminuir a fadiga muscular e a falta de ar.

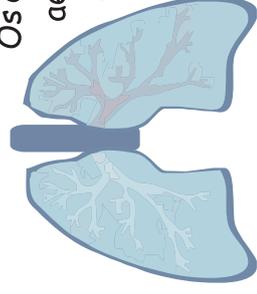
Dentro deste contexto, o programa de exercício regular deverá fazer parte do esquema geral de tratamento da fibrose cística e para seu início é necessário encaminhamento e consentimento do médico assistente, cabendo a equipe multidisciplinar o acompanhamento dos exercícios.



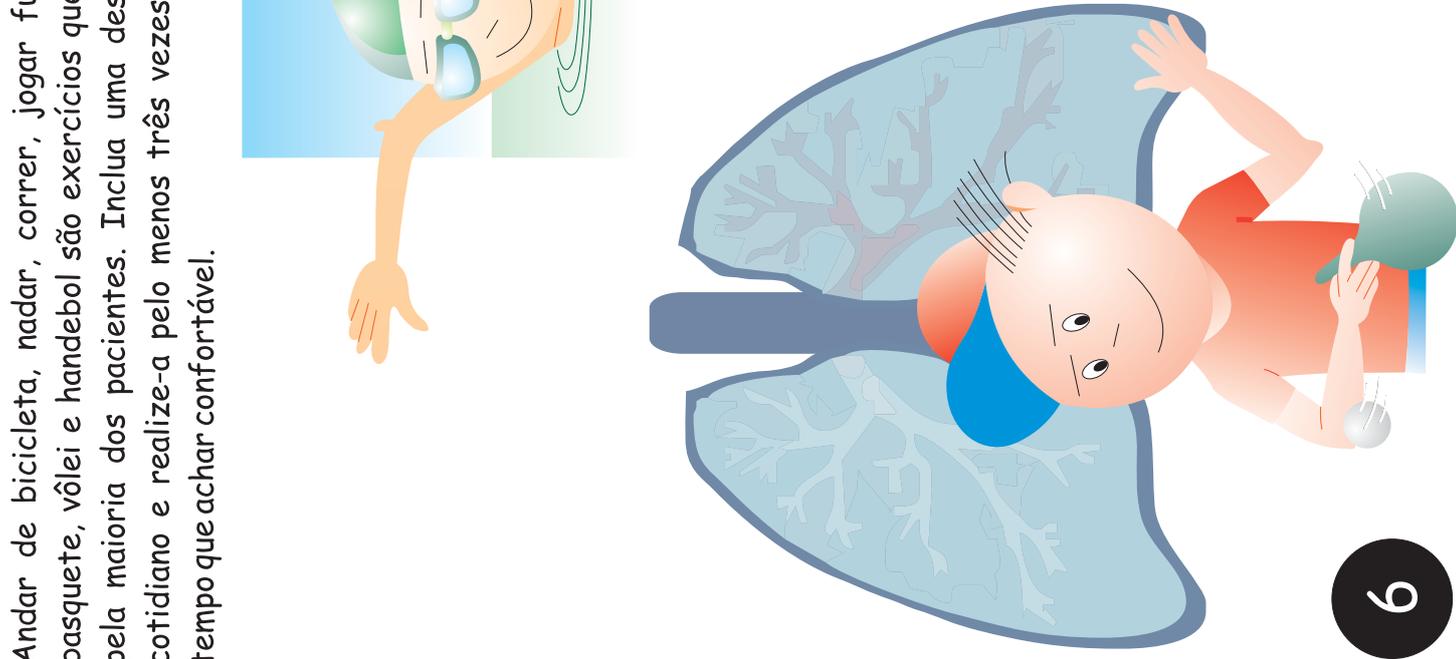
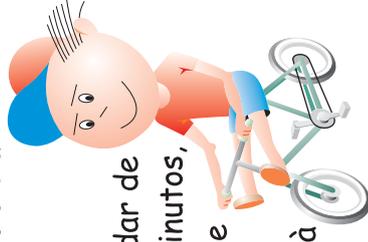
Andar de bicicleta, nadar, correr, jogar futebol, tênis de mesa, basquete, vôlei e handebol são exercícios que podem ser realizados pela maioria dos pacientes. Inclua uma dessas atividades no seu cotidiano e realize-a pelo menos três vezes na semana, durante o tempo que achar confortável.



Os exercícios de longa duração - também chamados de aeróbicos - como caminhar e correr na rua ou em esteira ergométrica, pedalar, nadar, remar e andar de patins aumentam a capacidade cardiopulmonar, os níveis das atividades habituais, a tolerância ao exercício e a sensação de bem estar.



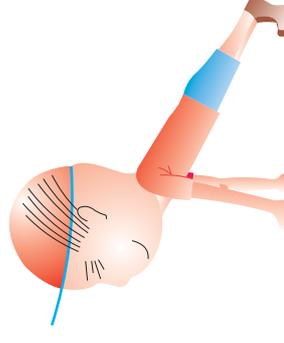
Um programa de exercício aeróbico regular, como andar de bicicleta três vezes por semana durante 30 minutos, favorece o mecanismo de eliminação das secreções e fortalece a musculatura ventilatória. Estes exercícios também podem diminuir a resistência à insulina, ajudando os pacientes com diabetes.



6

Os exercícios de força cansam menos que os exercícios aeróbicos e não necessitam de grande condicionamento físico. Por estes motivos, são os mais seguros para pacientes com comprometimento pulmonar moderado e grave.

E mais, exercitar-se com pesos aumenta a força dos músculos, inclusive a da musculatura respiratória.



**A atividade física faz parte de um estilo de vida saudável e na fibrose cística é mais do que isso, é um tratamento.**

3