

Investigação da fadiga muscular respiratória após exercício em portadores de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)

Antonio Fernando Brunetto¹, Ana Paula Fontana²

Resumo

Este estudo tem por objetivo investigar se os exercícios que compõem o protocolo fisioterápico utilizado para tratamento de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (protocolo-DPOC), utilizado pelo Setor de Fisioterapia do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná, provoca ou não fadiga da musculatura respiratória. Três grupos de pacientes foram estudados: DPOC treinado (T) com 8 pacientes (4 F e 4 M, idade $55 \pm 5,5$ anos), DPOC não treinado (NT) com 4 pacientes (2 F e 2 M, idade $61,0 \pm 7,4$ anos) e Normal (grupo controle - NL) com 9 indivíduos (6 F e 3 M, idade $56,0 \pm 3,9$ anos). Todos tiveram a função pulmonar avaliada através da Espirometria (CVF, VEF₁, PEF e VVM) e das Pressões Respiratórias Máximas (P_{Imáx} e P_{Emáx}) antes e após a realização de uma sessão de tratamento fisioterápico (protocolo-DPOC). Após a execução dos exercícios não foram verificadas alterações significativas nos valores espirométricos e nas pressões respiratórias. Conclusão: os exercícios do protocolo-DPOC demonstraram não provocar fadiga da musculatura respiratória, pois após sua aplicação não houve alterações dos valores de força ou resistência da musculatura respiratória.

Palavras-chave: fadiga muscular, fisioterapia, DPOC, espirometria, pressões respiratórias.

BRUNETTO, A. F.; FONTANA, A. P. Investigação da fadiga muscular respiratória após exercício em portadores de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). *UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde*, Londrina, v. 1, n. 1, p. 9-18, out. 1999.

Introdução

Alterações do parênquima pulmonar e caixa torácica, desordens neuromusculares e obstrução crônica do fluxo aéreo são alguns fatores que podem contribuir para a disfunção da musculatura respiratória (Goldberg, 1990; Celli, 1989). Na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), a persistência da sobrecarga da musculatura respiratória pode contribuir para a fadiga dessa musculatura levando até mesmo à falência ventilatória hipercápnica (Rochester, 1991). Clinicamente, a disfunção da musculatura respiratória é detectada pela dispnéia, intolerância ao exercício e padrão respiratório paradoxal (Roussos, 1996).

O termo fadiga vem sendo definido como perda da capacidade de desenvolver força e/ou velocidade em resposta a uma carga, porém reversível com o repouso (NHLBI..., 1990). Portanto, a fadiga da musculatura respiratória é a incapacidade de continuar gerando pressão suficiente para manter a ventilação alveolar (Roussos, 1996). Fadiga difere de fraqueza. Fraqueza denota uma redução na capacidade de geração de força não reversível com repouso. A fraqueza muscular pode predispor a fadiga muscular, e tanto a fadiga como a fraqueza podem estar presentes num mesmo paciente. Isso torna difícil diferenciá-las e saber o momento certo de repouso ou treinamento da musculatura respiratória.

Pacientes portadores de DPOC são propensos à fadiga, pois apresentam algumas desvantagens

¹ Coordenador da Residência de Fisioterapia Pulmonar (UEL). Docente do Departamento de Fisioterapia (UEL). Docente do Curso de Fisioterapia (UNOPAR). Av. Paris 675, Jardim Pízza. Londrina, Paraná, Brasil. CEP 86041-140. E-mail: brunetto@npd.uel.br

² Fisioterapeuta.

musculares para produzir a ventilação, sendo as principais delas: (1) sobrecarga da musculatura respiratória imposta pela obstrução crônica do fluxo aéreo, que resulta numa grande demanda energética; (2) o músculo diafragma no DPOC geralmente se encontra numa posição geométrica anormal (aplanado), alterando sua capacidade de produzir força e contração muscular e (3) freqüentemente apresentam massa muscular reduzida, contribuindo para diminuição da capacidade de gerar pressão inspiratória (Fitting, 1991), ou seja, fraqueza muscular.

Durante o exercício, os pacientes com DPOC compensam a limitação do fluxo aéreo durante a expiração com o aumento da ventilação de duas formas: primeiro, respirando em elevados volumes pulmonares cujo fluxo expiratório máximo é maior, porém isso faz com que a musculatura inspiratória trabalhe em desvantagem mecânica; segundo, aumentando o tempo expiratório para reduzir volumes pulmonares, o que implica numa maior velocidade de contração dos músculos inspiratórios para aumentar o fluxo inspiratório (Hussain *et al.*, 1984).

Pelas características fisiopatológicas do DPOC, um treinamento adequado da musculatura respiratória deve promover condições para aumentar a força e resistência sem predispor à fadiga da musculatura respiratória. Sabe-se que na presença de fadiga há redução da ventilação alveolar (Roussos, 1996), por isso uma sessão de exercícios adequada não deverá proporcionar fadiga. Cremos que está aí a importância deste trabalho, que visa mostrar aos fisioterapeutas que é possível analisar uma sessão de exercícios sob a ótica da fadiga proporcionada. Pensando em elaborar um tratamento adequado para o paciente DPOC, foram elaboradas seqüências de exercícios (séries) que compõem o protocolo fisioterápico do programa de tratamento para pacientes portadores de DPOC no HURNP (protocolo -DPOC) (Brunetto, 1997). Estas séries de exercícios são utilizadas há vários anos e só agora estão sendo estudadas criteriosamente.

Este estudo tem por objetivo investigar se o protocolo fisioterápico para tratamento de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), utilizado pelo Setor de Fisioterapia do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná (HURNP), provoca ou não fadiga da musculatura respiratória.

Materiais e Métodos

Grupos experimentais

Foram selecionados 3 grupos de indivíduos para a realização deste estudo:

- Grupo 1, denominado DPOC TREINADO (T) com 8 pacientes (4 femininos e 4 masculinos) com idade média de $55 \pm 5,54$ anos, variando de 33 a 72 anos e altura média de $1,60 \pm 0,03$ m, variando de 1,44 a 1,70 m. Espirometricamente caracterizados como portadores de distúrbio obstrutivo grave ou muito grave (Tabela 1). Todos estavam em tratamento fisioterápico há mais de 30 sessões (entre 30 e 35 sessões) e relatando melhora tanto pela diminuição da dispnéia como pela redução do número de idas ao pronto socorro e redução na quantidade de broncodilatador utilizado diariamente (dados não quantificados).
- Grupo 2, denominado de DPOC NÃO TREINADO (NT), composto por 4 pacientes (2 femininos e 2 masculinos), com idade média de $61 \pm 7,36$ anos, variando de 43 a 78 anos e altura média de $1,55 \pm 0,02$ m, variando de 1,51 a 1,59 m. Todos relataram nunca terem sido submetidos a qualquer tipo de tratamento fisioterápico. Espirometricamente não diferem do grupo Treinado (Tabela 1).
- Grupo 3, denominado de NORMAIS (NL), composto por 9 indivíduos (6 femininos e 3 masculinos), com idade média de $56 \pm 3,89$ anos, variando de 45 a 68 anos e altura média de $1,60 \pm 0,04$ m, variando de 1,47 a 1,74 m. Eles foram selecionados no Setor de Fisioterapia Ortopédica do HURNP e não apresentavam limitação músculo-esquelética que comprometesse a execução das séries de exercícios. Todos eram normais do ponto de vista pulmonar (Tabela 1).

Tabela 1: resultados da avaliação espirométrica obtida antes e após a execução das séries de exercício nos grupos Treinado (T), Não Treinado (NT) e Normal (NL).

	GRUPO TREINADO ($\bar{x} \pm \text{epm}$)	NÃO TREINADO ($\bar{x} \pm \text{epm}$)	GRUPO NORMAL ($\bar{x} \pm \text{epm}$)
CVF	(% previsto)	(% previsto)	(% previsto)
Antes	74,0 \pm 9,01	89,14 \pm 11,1	106,6 \pm 6,89
Depois	73,6 \pm 9,16	80,57 \pm 9,00	109,0 \pm 6,35
VEF ₁			
Antes	48,79 \pm 4,2	51,71 \pm 7,26	100,91 \pm 6,34
Depois	48,91 \pm 5,0	52,83 \pm 10,1	101,95 \pm 5,62
PEF			
Antes	44,89 \pm 8,52	30,57 \pm 8,45	76,39 \pm 6,19
Depois	42,27 \pm 6,93	36,36 \pm 12,03	79,72 \pm 5,22
VVM			
Antes	41,67 \pm 3,88	38,92 \pm 3,34	103,24 \pm 6,34
Depois	41,48 \pm 6,42	32,14 \pm 5,36	100,34 \pm 7,13

Tratamento aplicado

O serviço de Fisioterapia Pulmonar do HURNP preconiza o uso de um protocolo fisioterápico específico para pacientes portadores de DPOC (protocolo-DPOC), composto por 5 séries de exercícios fisioterápicos (Brunetto, 1997). Os grupos NT e NL executaram uma única sessão composta por exercícios da série 01 do protocolo-DPOC (Tabela 2), adequada para iniciantes. O Grupo T executou uma única sessão composta por exercícios da série 03 do protocolo-DPOC (Tabela 3). Cada exercício das séries foi repetido 15 (quinze) vezes durante a sessão de Fisioterapia, o que perfazia um tempo de aproximadamente 35 minutos de tratamento. A ausculta pulmonar foi realizada no início e no fim de cada sessão de exercícios e, caso fosse necessário, submetia-se o paciente à inaloterapia com o broncodilatador prescrito e manobras desobstrutivas.

Medidas realizadas

- A espirometria foi obtida com um Espirômetro Pneumocheck (Welk Allyn) considerado preciso e confiável (Chapman *et. al.*, 1997), permitindo a análise direta da capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), Pico de Fluxo Expiratório (PEF) e Ventilação Voluntária Máxima (VVM). As provas foram realizadas de acordo com os critérios da “American Thoracic Society” (American Thoracic Society, 1995). Os valores previstos foram obtidos de acordo com Knudson e cols., 1983 (Knudson *et al.*, 1983).
- As Pressões Inspiratórias e Expiratórias Máximas (PI_{máx.} e PE_{máx.}) foram mensuradas com um manovacuômetro analógico (Record), aferido previamente com uma coluna de mercúrio. A PE_{máx.} foi medida durante esforço expiratório iniciado após uma inspiração profunda, próxima à capacidade pulmonar total (CPT). A PI_{máx.} foi medida com esforço inspiratório iniciado após uma expiração máxima prolongada, até níveis próximos a volume residual (VR). Ambas medidas foram feitas segundo Black & Hyatt (1969). Cabe salientar que os valores das pressões máximas sustentadas são aqueles observados diretamente no manovacuômetro aneróide durante as manobras. Considerou-se como valor máximo sustentado aquele que o paciente mantinha por mais de um segundo durante as manobras, tanto na PI_{máx.} como na PE_{máx.}

Para verificar se houve redução na função ventilatória após o exercício foi calculado o Índice Percentual de Fadiga (IPF). Este índice foi calculado a partir de um valor de fluxo obtido na espirometria (VEF₁, PEF ou VVM) mensurado imediatamente antes do exercício e logo após o exercício, expresso como um percentual do valor pré-exercício. Esse índice (IPF) foi classificado de acordo com o grau de redução da função ventilatória conforme estabelecido na Tabela 4. É comum ser usado um índice

para verificar falhas na ventilação, como, por exemplo, no broncoespasmo induzido pelo exercício (Wanger, 1996). Em nosso trabalho empregamos os maiores valores obtidos, tanto antes como após as séries de exercícios para VEF₁, PEF e VVM. Além disso, para efeito estatístico, consideramos “zero” de fadiga para os pacientes que não apresentaram redução dos valores após os exercícios. A fórmula para o cálculo do Índice Percentual de Fadiga da VEF₁ (IPF-VEF₁) é indicada abaixo:

$$\text{IPF(VEF}_1) = \frac{\text{VEF}_1 \text{ pré-exercício} - \text{VEF}_1 \text{ pós-exercícios} \times 100}{\text{VEF}_1 \text{ pré-exercício}}$$

Tabela 2: exercícios que compõem a série 1 do protocolo-DPOC. Esses exercícios foram utilizados com os grupos experimentais N (normais) e NT (DPOC - não Treinados).

POSIÇÃO	EXERCÍCIOS (COMANDO AO PACIENTE)
DD	1- Reeducação diafragmática
DLE e DLD	2- Reeducação diafragmática
DD	3- Abdominal - braços ao lado do corpo (retirando as escápulas do plano)
DD	4- Oblíquos (joelhos fletidos, inclinando para o lado E ou D)
Sentado	5- Rodar o tronco, tocando a mão no chão do lado oposto
Sentado	6- Pernas afastadas, tocar a mão no pé oposto
Gato	7- Expirar (contraíndo o abdome)
Joelho	8- Inclinação lateral de tronco, com a mão na nuca
Joelho	9- Rotação de tronco com a mão na nuca
Em pé	10- Tocar a mão no joelho oposto (pernas afastadas)

DD = decúbito dorsal; DLE = decúbito lateral esquerdo; DLD = decúbito lateral direito

Seqüência experimental

Os grupos NT e NL foram submetidos às avaliações antes e após uma sessão de fisioterapia com exercícios da série 1 (Tabela 2) e o grupo T antes e após uma sessão da série 3 (Tabela 3) do protocolo-DPOC.

Análise estatística

Todas as variáveis são representadas como média aritmética e seu respectivo erro padrão da média (média ± epm). A comparação entre os dados obtidos antes e após o tratamento num mesmo grupo foi realizada através do teste “t” de “student” para dados pareados. As comparações entre os grupos distintos foram realizadas através do teste “t” de “student” para dados não pareados. O nível de significância estatística foi estabelecido em $p < 0,05$.

Tabela 3: exercícios que compõem a série 2 do protocolo-DPOC. Esses exercícios foram utilizados com o grupo experimental T (DPOC - Treinado).

POSIÇÃO	EXERCÍCIOS (COMANDO AO PACIENTE)
DD	1- Reeducação diafragmática
DLD, DLE	2- Reeducação diafragmática
DD	3- Abdominal (ombro fletido e cotovelo estendido)
DD	4- Oblíquos (mãos na nuca, tocando o cotovelo no joelho oposto)
DD	5- Elevar uma perna e a outra (estirando Isquio-tibiais)
Sentado	6- Rotação de tronco, com a mão na nuca
Sentado	7- Flexão lateral de tronco, com a mão na nuca (coluna ereta)
Gato	8- Estender o braço e a perna opostos
Joelho	9- Rotação de tronco, com a mão na nuca
Joelho	10- Flexão lateral de tronco, com a mão na nuca
Em pé	11- Rotação de tronco, com a mão na nuca
Em pé	12- Flexão lateral de tronco, com a mão na nuca

DD = decúbito dorsal; DLE = decúbito lateral esquerdo; DLD = decúbito lateral direito

Tabela 4: severidade de acordo com o Índice Percentual de Fadiga (IPF).

SEVERIDADE	FADIGA (%)
Leve	10 - 25
Moderada	25 - 35
Moderadamente severa	35 - 50
Severa	> 50

Resultados

Verificando-se os dados espirométricos avaliados (CVF, VEF₁, PEF e VVM), dos três grupos estudados, observam-se, bem nítidas, as características de normalidade espirométrica no grupo NL e as características de DPOC nos grupos NT e T.

Ao analisar os resultados espirométricos, obtidos antes e após a execução das séries de exercícios determinadas para cada grupo, observou-se que estes não apresentam diferenças significativas (Tabela 1), demonstrando que os exercícios das séries aplicadas não produziram alterações espirométricas em nenhum dos grupos.

Os valores médios das pressões respiratórias dos grupo NL apresentam-se ligeiramente superiores em relação aos grupos T e NT. Apesar disso, as medidas das pressões respiratórias (PI_{máx}, PE_{máx}), realizadas antes e após a execução das séries de exercícios, não apresentaram diferenças significativas (Tabela 5). Após a realização dos exercícios, os valores médios da PE_{máx} do grupo NT sofreram uma redução mais acentuada que a do grupo T, apesar de este último ter realizado exercícios mais intensos. Esses resultados não mostram indícios de fadiga muscular ventilatória em nenhum dos grupos estudados, pois não houve a perda da capacidade de exercer força após os exercícios.

Tabela 5: valores obtidos da PE_{máx} e PI_{máx} obtidas antes e após a execução das séries de exercício nos grupos Treinado (T), Não Treinado (NT) e Normal (NL).

Grupos	PI máx		PE máx	
	Antes ($\bar{x} \pm \text{epm}$)	Depois ($\bar{x} \pm \text{epm}$)	Antes ($\bar{x} \pm \text{epm}$)	Depois ($\bar{x} \pm \text{epm}$)
T	-58,5 ± 7,86	-55,0 ± 7,84	77,2 ± 9,52	73,7 ± 8,00
NT	-60,0 ± 14,07	-57,5 ± 11,15	58,5 ± 8,62	49,5 ± 7,89
NL	-90,0 ± 8,72	-94,0 ± 7,21	90,7 ± 10,17	90,0 ± 10,30

Quanto aos valores médios do Índice Percentual de Fadiga (IPF), nos três grupos (T, NT e NL), constatou-se que os valores médios de IPF-VEF₁ e IPF-PEF, praticamente não demonstraram haver fadiga após o exercício (Tabela 6). Os valores médios do IPF-VVM dos grupos T e NL também não detectaram sinais de fadiga, enquanto que no grupo NT os valores médios apresentaram um índice de fadiga leve (18,08 ± 9,0 %).

Quanto ao número de paciente que apresentaram algum sinal de fadiga, podemos observar que no grupo T apenas 3/8 dos pacientes apresentaram tais sinais. No grupo NT, todos apresentaram esses sinais. No grupo NL, apenas 5/9 apresentaram sinais de fadiga (Tabela 6). Isso indica que o grupo T se assemelha com o grupo NL quanto ao número de ocorrência de sinais de fadiga.

Tabela 6: análise do Índice Percentual de Fadiga (IPF) nos três grupos: Treinado (T), Não Treinado (NT) e Normal (NL), a partir dos resultados da VEF₁ e VVM (antes e depois da sessão de exercícios). O “n” representa a fração de indivíduos que apresentaram fadiga após a série de exercícios (em relação ao total do grupo).

Grupos	IPF-VEF ₁	“n” de Fadiga	IPF-PEF	“n” de Fadiga	IPF-VVM	“n” de Fadiga
	($\bar{x} \pm \text{epm}$)		($\bar{x} \pm \text{epm}$)		($\bar{x} \pm \text{epm}$)	
T	4,15 ± 1,96%	4/8	8,26 ± 3,84%	5/8	8,55 ± 4,91%	3/8
NT	5,38 ± 3,35%	2/4	4,05 ± 4,05%	3/4	18,08 ± 9,0%	4/4
NL	3,22 ± 1,53%	5/9	0,30 ± 0,18%	3/9	3,49 ± 2,03%	5/9

Discussão

Embora não esteja claro o quanto a disfunção dos músculos respiratórios contribui para a falência ventilatória hipercápnica, o treinamento da musculatura respiratória tem sido proposto como uma alternativa que pode potencialmente diminuir ou prevenir tal falência ventilatória por aliviar a fadiga e melhorar a resistência muscular; porém os resultados ainda são inconclusivos. Mais recentemente, Rochester (1991) propôs que a fraqueza contribui mais do que a fadiga para a hipercapnia, e também postulou que pacientes com DPOC têm fraqueza dos músculos respiratórios e que respiram com volumes menores para evitar fadiga. Ao utilizarem esse tipo de padrão respiratório, os pacientes com DPOC aumentam o volume de espaço morto, conseqüentemente aumentando os níveis sanguíneos de CO₂.

A fisioterapia, através de exercícios, visa promover um reequilíbrio de forças que agem na respiração. No paciente com DPOC, para compensar o acometimento pulmonar já instalado, é necessário aproveitar ao máximo a capacidade muscular, ampliar os movimentos do gradil costal e reeducar o padrão respiratório. Vários estudos nesse sentido têm sido feitos, porém ainda não há um consenso sobre quantidade e tipo de exercícios ou mesmo se eles são realmente efetivos. Neder *et al.* (1997) utilizaram 30 minutos de exercícios calistênicos seguidos de 30 minutos de atividade aeróbica (esteira ou cicloergômetro), 30 minutos de treinamento de resistência muscular dos membros superiores com peso e por fim 20 a 30 minutos de exercícios de relaxamento. Observaram que após a aplicação desse programa de exercícios 3, vezes por semana, houve ganho aeróbico apenas nos pacientes com idade inferior a 65 anos (VEF1 > 60% e PImáx >60 % do previsto). Houve melhora de desempenho no teste da caminhada e redução da dispnéia. Esses resultados são condizentes com aqueles encontrados por nós na aplicação dessas mesmas séries de exercícios (Brunetto *et al.*, 1997a; Brunetto *et al.*, 1997b). Já no trabalho de Castro Silva *et al.* (1992), aplicando um protocolo de treinamento físico por 16 semanas, não foi observado aumento na capacidade de exercício através do teste da caminhada em 6 minutos.

É postulado que, além do fortalecimento dos músculos respiratórios, é necessário o treinamento da resistência ao esforço físico para aliviar a sensação de dispnéia. Isto ocorre via adaptação à sensação de dispnéia, ou por diminuição da fraqueza dos músculos inspiratórios ou aumento da eficiência da respiração (Reid & Dechman, 1995).

Quando se estuda a aplicação de um tratamento fisioterápico em pacientes portadores de patologia respiratória, deve-se considerar todas as possíveis alterações funcionais que o conjunto desse tratamento possa causar em relação ao ventilatório, cardio-circulatório, osteo-muscular, psicológico e sintomático a curto, médio e longo prazo. O protocolo-DPOC ainda é um objeto de estudo, mas já possui resultados interessantes, tais como aumento da distância percorrida em 6 minutos de 498 ± 15,9 m para 543 ± 15,8 m (Brunetto *et al.*, 1997a) e melhora na qualidade de vida (Brunetto *et al.*, 1997b), ambos após 20 sessões de tratamento em pacientes com DPOC.

Nesse trabalho, como o objeto de estudo são os exercícios que compõem o protocolo-DPOC, aplicado a portadores de DPOC, classificados como graves e muito graves sob o aspecto espirométrico (Tabela 1), a maior preocupação, conforme descrito, foi com as alterações funcionais musculares e ventilatórias a curto prazo. Para avaliar as alterações musculares e a capacidade ventilatória, a medida mais utilizada é a ventilação voluntária máxima (VVM). Segundo Cooper (Cooper, 1994), a verdadeira limitação ventilatória ocorre quando o recrutamento ventilatório imposto pelo exercício atinge a VVM ou a capacidade ventilatória. Em pacientes obstrutivos, especialmente quando portadores de enfisema pulmonar, há aumento da resistência das vias aéreas e freqüentemente demonstram redução do fluxo expiratório durante o exercício, aumentando ainda mais o esforço muscular para promover a ventilação. A VVM, que é um indicativo da resistência da musculatura respiratória, nesses casos encontra-se diminuída.

Apesar das limitações impostas pelo reduzido número de pacientes no grupo não tratado (NT), o que foi motivado pela dificuldade em encontrar pacientes sem nunca ter feito tratamento fisioterápico,

as médias obtidas da VVM não demonstram alterações após a realização dos exercícios em todos os grupos. Esses resultados indicam que as seqüências de exercícios utilizadas estavam dentro da capacidade dos pacientes, não havendo mudanças na capacidade ventilatória imediatamente após a realização dos exercícios. Ao analisar o Índice Percentual de Fadiga (IPF-VVM) no grupo Normal (NL) e no grupo Treinado (T) observou-se que a média de ambos os grupos ficou abaixo de 10%, sendo desconsiderada a existência de fadiga. No grupo Não Treinado (NT), os exercícios aplicados foram exigentes o suficiente para produzir um IPF-VVM leve (Tabela 6). Cabe salientar que os exercícios aplicados nos Grupos T (série 3) e NT (série 1) são diferentes quanto à exigência de força muscular. Outra forma de analisar a presença de fadiga, utilizando a VVM como indicativo, é contando o número de ocorrências de fadiga no grupo estudado. Analisando por esse método, observamos que no grupo NT todos os pacientes apresentaram sinais de fadiga muscular, enquanto que nos grupos T apenas 3 de 8 pacientes apresentaram tais sinais; no grupo NL, 5 de 9 indivíduos apresentaram sinais de fadiga. Acreditamos que todos os pacientes do grupo NT apresentaram sinais de fadiga após a aplicação da série I de exercícios porque os exercícios exigiram um pouco além da capacidade desses pacientes. Essa hipótese está baseada nas evidências de que o processo da fadiga da musculatura respiratória pode se desenvolver com exercício de alta intensidade em indivíduos normais (Loke *et al.*, 1982).

Na DPOC, a capacidade de exercício, expressa pelo consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), correlaciona-se significativamente com o VEF_1 (Jones *et al.*, 1971). Na Tabela 1, pode ser observada a relação desse índice entre os três grupos estudados, e que os valores de VEF_1 permaneceram sem alterações significativas após a realização dos exercícios.

Outra forma de analisar os músculos respiratórios é pela medida da força promovida por eles, através das medidas de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$, já que a força da musculatura respiratória vem sendo citada como um determinante da função pulmonar (Rea *et al.*, 1983; Schoenberg *et al.*, 1978; Vincken *et al.*, 1987). Os baixos valores médios da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$, verificados nos grupos T e NT, em relação ao grupo NL, antes da fisioterapia, sugerem pouca força da musculatura respiratória em ambos os grupos. Esses valores não permitem discriminar quais pacientes foram tratados (T) previamente dos que nunca foram tratados (NT). Isso ocorre provavelmente devido ao baixo número de pacientes no grupo NT e à grande variabilidade dos valores pressóricos, além do que o treinamento específico dos músculos respiratórios não fez parte do tratamento aplicado ao grupo T. Na avaliação após a fisioterapia, verificou-se que não houve diferença significativa dos valores médios de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em nenhum dos três grupos, quando comparados com as medidas antes da fisioterapia, indicando que os músculos respiratórios mantiveram a capacidade de realizar esforço e não fadigaram após os exercícios.

Analisando o comportamento da musculatura respiratória e de volumes pulmonares em indivíduos normais após exercício de alta intensidade, Reid e colaboradores (Reid & Samrai, 1959) constataram que há aumento significativo no volume residual (VR) logo após o exercício na carga máxima, e uma diminuição na $PE_{máx}$ e na CVF, enquanto FEV_1 e FEF 75%-85% podem permanecer inalterados ou ligeiramente elevados. Isso sugere que a diminuição da força de contração da musculatura expiratória devido à fadiga pode, em parte, ser responsável pelo aumento do volume residual (VR). Mostra, também, a importância de adequar os exercícios para pacientes com DPOC e não predispor-los à fadiga da musculatura respiratória, pois poderia aumentar ainda mais o volume residual (VR), que nesse tipo de paciente é prejudicial. Neste trabalho não houve diminuição da $PE_{máx}$ logo após os exercícios.

Pode-se afirmar que nesse trabalho não existiram efeitos do treinamento sobre as técnicas de espirometria e medidas das pressões respiratórias máximas, pois todos os valores (espirométricos e pressões) foram similares, quando calculados por três dias consecutivos (dados não mostrados), sendo condizente com a literatura (Wijkstra *et al.*, 1995).

Esse estudo constatou que não houve diferença estatística significativa dos valores espirométricos e das pressões respiratórias em pacientes portadores de DPOC, e nem em indivíduos normais após a realização de uma sessão de fisioterapia pulmonar para DPOC.

Conclusão

As séries de exercícios que compõem o protocolo de tratamento fisioterápico para DPOC, utilizado no HURNP (tipo de exercício, intensidade, frequência e número de repetições), estudadas nesse trabalho, não predisõem pacientes portadores de DPOC à fadiga da musculatura respiratória.

Referências Bibliográficas

- AMERICAN THORACIC SOCIETY. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, v. 152, p. 77-121, 1995.
- BLACK L. F.; HYATT, R. E. Maximal respiratory pressure: normal values and relationship to age and sex. *Am. Rev. Resp. Dis.*, v. 99, p. 696-702, 1969.
- BRUNETTO, A. F. *Manual de procedimentos ambulatoriais - Fisioterapia Pulmonar- HURNP*. Londrina, 1997. Texto técnico editado em março de 1997 pelo Setor de Fisioterapia Pulmonar do Departamento de Fisioterapia - CCS - UEL -Londrina, Pr.
- BRUNETTO, A. F.; PAULIN, E.; FONTANA, A. P.; ZAMPIERI, C. Aumento da distância percorrida em 6 minutos (DP6min) após reeducação e fortalecimento dos músculos respiratórios em DPOC. In: REUNIÃO DA FESBE, 12., 1997, Caxambú. *Anais...* Caxambú, 1997a. p. 342.
- BRUNETTO, A. F.; ZAMPIERI, C.; PAULIN, E.; FONTANA, A. P. Uso do questionário de qualidade de vida para avaliar o tratamento fisioterapêutico em portadores de DPOC. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOTERAPIA, 13., 1997, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 1997b. p. 123.
- CASTRO SILVA, M. H.; GOBETTE, V. L.; SUGISAKI, C. T. F.; GODOY, I.; QUELUZ, T. H. A. T. Q. Reabilitação respiratória: relato de uma experiência. *J. Pneumol.*, v. 18, n. 4, p. 171-175, 1992.
- CELLI, B. R. Clinical and physiologic evaluation of respiratory muscle function. *Clin Chest Med* v. 10, p. 199-214, 1989.
- CHAPMAN, K.R.; D'ÚRZO, A. D.; HANANIA, N.A.; REBUCK, D.A. The accuracy of a handheld portable spirometer. *Chest*, v. 109, p. 152-157, 1997.
- COOPER, C. B. Determining the role of exercise in patients with chronic pulmonary disease. *Clinical Sciences*, p. 147-157, 1994.
- FITTING, J. W. Respiratory muscle fatigue limiting physical exercise? *Eur. Respir. J.*, v. 4, p. 103-108, 1991.
- GOLDBER, G. P.; ROUSSOS, C. Assessment of respiratory muscle dysfunction in chronic obstructive lung disease. *Med. Clin. North. Am.*, v. 74, p. 643-660, 1990.
- HUSSAIN, S. N. A.; MACKLEM, P. T.; PARDY, R. L. The ventilatory pump in exercise. *Clin. Chest. Med.*, v. 5, p. 35-49, 1984.
- KNUDSON, R. J.; LEBOWITZ, M. D.; HOLBERT, C. J.; BURROW, S. B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am. Rev. Resp. Dis.*, v. 127, p. 725-734, 1983.
- LOKE, G., MAHLER, D.A., VIRGULTO, G.A. Respiratory muscle fatigue after marathon running. *J. Appl. Physiol.*, v. 52, p. 821-824, 1982.
- NEDER, J. A.; NERY, L. E.; CENDON FILHA, S. P.; FERREIRA, I. M.; JARDIM, J. R. Reabilitação pulmonar: fatores relacionados ao ganho aeróbio de pacientes com DPOC. *J. Pneumol.*, v. 23, n. 3, p. 1156-123, 1997.
- NHLBI WORKSHOP Respiratory muscle fatigue: report of the respiratory muscle fatigue workshop group. *Am. Rev. Respir. Dis.*, v. 142, p. 474-480, 1990.

- REA, H.; BECKLAKE, M. R.; GHEZZO, H. Lung function changes as a reflection of tissue aging in young adults. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.*, v. 18, p. 5-19, 1983.
- REID, W. D.; SAMRAI B. Respiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Physical Therapy*, v. 75, p. 11, 1995.
- REID, W. D.; DECHMAN, G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Physical Therapy*, v. 75, n. 11, p. 971-981, 1995.
- ROCHESTER, D. F. Effects of COPD on the respiratory muscles. In: CHERNIAK, N. S. (Ed.). *Chronic Obstrutive Pulmonary Disease*. Philadelphia, Pa : WB Saunders, 1991. p.134-157.
- ROCHESTER, D. F. Respiratory muscle weakness, pattern of breathing, and CO2 retention in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Resp. Dis.*, v. 143, p. 901-903, 1991.
- ROUSSOS, C.; ZAKYNTHINOS, S. Fatigue of the respiratory muscles. *Intensive Care Med.*, v. 22, p. 134-155, 1996.
- SCHOENBERG, J. B.; BECK, G. J.; BOUHUGS, A. Growth and decay of pulmonary function in healthy blacks and whites. *Respir. Physiol.*, v. 33, p. 367-393, 1978.
- VINCKEN, W.; GHEZZO, H., COSIO, M. G. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.*, v. 23, p. 435- 439, 1987.
- WANGER, J. Pulmonary Function Testing: a practical approach. Second edition. Colorado : Williams & Wilkins, 1996. p. 175-228.
- WIJKSTRA P. J.; VAN DE MARK, T. W.; BOEZEN, M.; VAN ALTENA, R.; POSTMA, D. S.; KOETER, G. Peak inspiratory mouth pressure in healthy subjects and in patients with COPD. *Chest*, v. 107, p. 652-656, 1995.

Assessment of respiratory muscle fatigue after exercise in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)

Abstract

The aim of this study is to investigate if the program of exercises for COPD patients used by Pulmonary Physical Therapy Service from HURNP-Londrina (COPD-protocol) promotes fatigue of respiratory muscles. Three groups were studied: Trained COPD (T) with 8 patients (4 female and 4 male, 55 to 5.5 years of age), Non Trained COPD (NT) with 4 patients (2female and 2 male, 61 to 7.4 years of age) and Normal (NL) with 9 patients (6 female and 3 male, 56 to 3.9 years of age). All of them had the pulmonary function evaluated by Spirometry (FVC, FEV1, PEF and MVV) and Maximum Respiratory Pressures (PImax and PEmax) both before and after performing ten exercises from the COPD-protocol. It was not observed any important change neither in spirometric values nor in respiratory pressures. Conclusion: the exercises from the COPD-protocol do not cause fatigue of respiratory muscles, since the force values and resistance of respiratory muscles did not change after performing such exercises.

Key words: respiratory muscle, physical therapy, COPD, spirometry and respiratory pressure.

BRUNETTO, A. F.; FONTANA, A. P. Assessment of respiratory muscle fatigue after exercise in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). *UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde*, Londrina, v. 1, n. 1, p. 9-18, out. 1999.