

Comparação da redução na força muscular de membros superiores e membros inferiores após um protocolo de fadiga em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)

Comparison between the reduction in muscle force in upper and lower limbs after a fatigue protocol in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)

Heloíse Valéria Possani* (heloisepossani@yahoo.com.br)

Maria José de Carvalho* (mari_juh@hotmail.com)

Vanessa Suziane Probst (vanessaprobst@uol.com.br)

Fábio Pitta (fabiopitta@uol.com.br)

Antonio Fernando Brunetto (*in memorian*)

Resumo

Introdução: A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) tem sido associada a uma disfunção músculo-esquelética com diminuição da força muscular (FM) e aumento da fadigabilidade. Essa disfunção, entretanto, não é homogênea havendo relatos na literatura de predomínio em membros inferiores. **Objetivos:** Quantificar a redução na FM que ocorre após um protocolo de fadiga em membros inferiores (extensores de joelho – Ej) e superiores (flexores de cotovelo – Fc) em pacientes com DPOC e avaliar se essa redução é similar entre Ej e Fc. **Materiais e Metodologia:** 8 pacientes (5 homens) com DPOC moderada/grave realizaram o teste de 1 Repetição Máxima (1RM) de Fc e Ej. O protocolo de fadiga foi aplicado com 3 séries de 10 contrações com 80% da 1RM. A FM de Fc e Ej foi avaliada utilizando o dinamômetro portátil MicroFet 2 (HogganHealth, EUA) antes do protocolo, imediatamente ao seu final e 5, 10 e 25 minutos após o seu final. A escala de Borg foi utilizada antes e após a coleta dos dados para avaliar a sensação de dispnéia (EBD) e fadiga (EBF) reportada pelos pacientes. **Resultados:** Houve diferença estatisticamente significativa na EBF antes e após o protocolo ($p=0.008$ tanto para Fc como para Ej). Nos Fc foi observada diferença estatisticamente significativa entre a avaliação realizada no 5o e no 10o minuto em relação a antes do protocolo ($p<0.01$ e $p<0.001$, respectivamente). Quanto aos Ej, houve apenas tendência de diferença estatística no 5o e no 10o minuto em relação a antes do protocolo ($p=0.08$ para ambos). **Discussão:** A FM média de Fc foi similar à de Ej em termos absolutos antes do protocolo, o que indica que os resultados do presente estudo não foram influenciados pela FM basal. **Conclusão:** Foi observado um predomínio na fadigabilidade dos flexores de cotovelo em relação aos extensores de joelho em pacientes com DPOC.

Palavras-chave: DPOC, fadiga, membros inferiores, membros superiores, força muscular.

* Ambos os autores citados primeiramente colaboraram igualmente para a realização do trabalho.

Instituição: Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), Hospital Universitário Regional Norte do Paraná, Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná.

Abstract

Introduction: Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) has been associated with a muscle dysfunction with reduction in muscle force (MF) and increased fatigability. This dysfunction, however, is not homogeneous, with reports in the literature indicating predominance in lower limbs. **Objective:** To quantify the MF reduction occurring after a fatigue protocol in lower limbs (knee extensors – Ke) and upper limbs (elbow flexors – Ef) in patients with COPD and to assess whether this reduction is similar between Ke and Ef. **Materials and Methods:** 8 patients (5 men) with moderate/severe COPD performed a 1 repetition maximum test (1RM) of Ke and Ef. The fatigue protocol was performed with 3 series of 10 contractions with 80% of the 1RM. MF of Ke and Ef was assessed with a portable dynamometer MicroFet 2 (HogganHealth, United States) before the protocol, immediately after its completion and 5, 10 e 25 minutes after its completion. The Borg scale was applied before and after data collection in order to assess the sensation of dyspnea (BSD) and fatigue (BSF) reported by the patients. **Results:** There was statistically significant difference in BSF before and after the protocol ($p=0.008$ both for Ke and Ef). There was statistically significant difference in MF of the Ef assessed in the 5th and 10th minute when compared to before the protocol ($p<0.01$ and $p<0.001$, respectively). Concerning the Ke, there was only a trend of statistical difference in the 5th and 10th minute when compared to before the protocol ($p=0.08$ for both). **Discussion:** Mean MF of the Ef was similar to the Ke in absolute terms before the protocol, indicating that the present results were not influenced by the baseline MF. **Conclusion:** Fatigability was more pronounced in elbow flexors than in knee extensors in patients with COPD.

Keywords: OPD, fatigue, lower limbs, upper limbs, muscle strength.

Introdução

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma das principais causas de mortalidade e morbidade em países desenvolvidos, sendo a 6ª no Brasil. A doença tem também contribuído para a redução da qualidade de vida e aumento na utilização da assistência médica (1). Recentemente tem sido firmemente demonstrada a associação da doença com um prejuízo na função músculo-esquelética (2) e, não mais, apenas, como uma doença de limitação ao fluxo aéreo com conseqüente dispnéia. Portanto, a DPOC é atualmente considerada uma doença de ordem sistêmica, causando manifestações como desnutrição, baixa tolerância ao exercício e disfunção muscular periférica (3).

A capacidade para a performance de exercícios físicos é determinada por múltiplos órgãos e sistemas. Assim sendo, pacientes com DPOC podem apresentar grave prejuízo na capacidade de performance das atividades físicas. O prejuízo na função ventilatória representa o principal fator limitante para a capacidade de exercícios na maioria dos pacientes. Entretanto, fatores extrapulmonares (como a disfunção muscular periférica) também apresentam papel determinante na limitação à realização de exercícios nessa população (4).

O quadro de disfunção músculo-esquelética na DPOC é caracterizado pela atrofia muscular, redução no metabolismo oxidativo, redução na capilarização da musculatura e mudança no tipo de fibra muscular com redução proporcional nas fibras tipo I e aumento proporcional no tipo II (5). Tais fatores podem levar à intolerância ao exercício, aumento da fadigabilidade muscular e diminuição da força e da endurance (6)

A disfunção muscular periférica parece ser multifatorial, sendo que dentre os vários fatores

responsáveis inclui-se a má nutrição, uso de corticóides sistêmicos, hipóxia tecidual, existência de doenças cardíacas, inflamação sistêmica, apoptose músculo-esquelética, estresse oxidativo, tabagismo e susceptibilidade a alterações hormonais (5). Adicionalmente, uma das principais causas da disfunção músculo-esquelética é a inatividade física (7). No entanto, o prejuízo da função músculo-esquelética relatado em pacientes com DPOC não é homogêneo e sua distribuição entre membros superiores e inferiores ainda não está clara, embora se sugira que a disfunção muscular é predominante em membros inferiores em relação aos membros superiores (2, 8). A explicação para isso diz respeito ao fato de que pacientes com DPOC comumente evitam andar em virtude da acentuada sensação de dispnéia. Além disso, ocorre um predomínio das atividades de vida diária realizadas com os membros superiores, além do fato de que há músculos da cintura escapular responsáveis pela elevação dos braços que participam concomitantemente da respiração acessória. Estes mecanismos são os principais responsáveis pela força muscular de membros superiores estar relativamente preservada nos pacientes com DPOC (3). No entanto, ainda não está claro na literatura científica se a resposta à fadiga em pacientes com DPOC também é heterogênea entre os músculos de membros inferiores e superiores.

Assim este estudo pretende quantificar a redução na força muscular que ocorre após um protocolo de fadiga em membros inferiores e superiores dominantes, e a sua recuperação imediata, em pacientes com DPOC. Além disso, espera-se avaliar se a diminuição na força muscular após a fadiga é similar entre os músculos de membros inferiores e superiores dominantes de pacientes com DPOC.

Materiais e métodos

Pacientes

Participaram deste estudo transversal 8 pacientes (5 homens, 68 [62-75] anos) com diagnóstico de DPOC (graus I a IV, no GOLD, VEF_1 39 [33-56] % predito) (1), apresentando graus 1 a 4 na escala de estado funcional Medical Research Council – MRC (9) provenientes do ambulatório de Fisioterapia do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná (HURNPr). Os critérios de inclusão foram: diagnóstico de DPOC baseado em critérios espirométricos internacionalmente aceitos (1), e estabilidade clínica (ausência de exacerbações) por no mínimo três meses antes da entrada no estudo. Os critérios de exclusão foram: presença de limitação cardiovascular grave, anormalidades metabólicas ou disfunção ósteo-músculo-articular que impedisse a coleta dos dados; e ausência de condições cognitivas para compreensão e realização das avaliações propostas.

A realização dos testes necessitou de duas visitas ao Hospital Universitário Regional Norte do Paraná (HURNPr) de aproximadamente 1 hora. Todos os pacientes foram informados a respeito dos procedimentos envolvidos no estudo, e forneceram consentimento formal para sua participação através de um termo de consentimento livre e esclarecido. Os pacientes foram informados que poderiam abandonar o estudo no momento que achassem oportuno, sem que isso lhes acarretasse problemas futuros quanto ao seu atendimento/ assistência. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina/ HURNPr.

Métodos

Espirometria: A avaliação espirométrica foi realizada utilizando-se o espirômetro Pony (Cosmed®, Itália) A técnica foi realizada de acordo com as diretrizes da American Thoracic Society (10), com determinação do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), capacidade vital forçada (CVF), índice VEF_1/CVF e ventilação voluntária máxima (VVM). No mínimo três repetições do teste foram realizadas, e caso houvesse uma diferença maior de 5% entre os testes a manobra era repetida até que essa diferença fosse $< 5\%$. Todos os valores utilizados para análise foram obtidos pós-broncodilatação. Os valores de referência utilizados são os de Knudson et al (11).

MRC: Foi utilizada a escala de estado funcional do Medical Research Council para avaliar o quanto a dispnéia afeta a funcionalidade e mobilidade dos pacientes, ou seja, suas atividades de vida diária (9). Essa escala consiste de 5 graus, dentre os quais o paciente escolhe o que mais se adequa ao seu perfil, sendo grau 1 quando o paciente só sente dispnéia em exercícios extenuantes até o grau 5 quando o paciente é impossibilitado pela dispnéia de sair de casa ou mesmo vestir-se.

1 RM: Esse teste, desenvolvido por DeLorme e Watkins (12), é definido como a maior carga que pode ser movida através de uma amplitude específica de movimento uma única vez e com execução correta, sem compensações (13). Tem como objetivo atingir a carga máxima com que o indivíduo consegue realizar apenas uma repetição de um determinado exercício padronizado. Os grupos musculares avaliados no estudo foram: flexores de cotovelo e extensores de joelho. Primeiramente, os pacientes eram informados como se transcorreria o teste, qual grupo muscular seria avaliado, bem como sua localização, seu posicionamento correto, compensações, e o que significava o final do teste (tanto em relação a compensações como no relato ao examinador que a carga era demasiadamente grande). Os movimentos (de flexão de cotovelo e extensão de joelho) eram solicitados durante a expiração com freno labial, a fim de evitar a manobra de Valsalva ou aumentar a dispnéia, mascarando a carga máxima real. Na avaliação estavam presentes dois avaliadores treinados para realizar o procedimento. Todos os pacientes realizaram primeiramente o teste de 1 RM dos flexores de cotovelo, seguido do teste de 1 RM dos extensores de joelho.

1 RM dos flexores de cotovelo: após a explicação, o paciente era auxiliado a assumir a posição correta do teste: em pé, tronco alinhado, com um membro inferior a frente do outro a fim de proporcionar maior equilíbrio (não importando a ordem dos mesmos), cotovelos rentes ao tronco, segurando o bastão do aparelho, olhar na horizontal. Um peso mínimo era instalado no aparelho Multigym (Righetto, Brasil). O indivíduo testado era solicitado a realizar o movimento de flexão de cotovelo dentro da amplitude máxima e sem compensações (estas incluíam a inclinação do tronco ou movimento significativo de qualquer outra articulação que não fosse a do cotovelo). Se isso fosse atingido, acrescentava-se gradualmente peso ao aparelho, até que fosse alcançado a carga correspondente à capacidade máxima de levantamento.

1 RM dos extensores de joelho: assim como no teste de 1 RM dos flexores de cotovelo, após a explicação, o paciente era auxiliado a assumir a posição correta do teste: sentado na cadeira extensora do aparelho Multigym (Righetto, Brasil), tronco ereto e alinhado, mãos apoiadas nos respectivos membros inferiores (coxa), mantendo o olhar na horizontal. Um peso mínimo era instalado no aparelho. O indivíduo testado era solicitado a realizar o movimento de extensão de joelho dentro da amplitude máxima e sem compensações (estas incluíam a inclinação do tronco, movimentos com a cervical, retificação da lombar, auxílio com os membros superiores, elevação de glúteo ou

qualquer outro movimento significativo que envolvesse outra articulação que não fosse a do joelho). Se isso fosse atingido, acrescentava-se gradualmente peso ao aparelho, até que fosse alcançada a carga correspondente à capacidade máxima de levantamento.

Avaliação da Força Muscular: A mensuração da força muscular foi realizada através do dinamômetro portátil MicroFet 2 (HogganHealth, Estados Unidos), modo High Threshold (14-15). O MicroFet era acoplado manualmente ao grupo muscular a ser testado dos membros dominantes. Optou-se por utilizar o MicroFet para a coleta dos dados pela objetividade das medidas e a consistência dos resultados quando comparado com o método tradicional de 1RM. O dinamômetro fornece como principal variável o pico de força (medida em pounds e convertida posteriormente para Newton), ou seja, uma quantificação objetiva da força muscular máxima. A avaliação do pico de força foi realizada por um mesmo avaliador antes e imediatamente após a aplicação de um protocolo de fadiga, assim como no 5º, 10º e 25º minutos após o término do protocolo. Sete contrações máximas foram realizadas com intervalo de aproximadamente 10 segundos entre elas, e foi utilizado para análise o maior valor de três manobras reproduzíveis, ou seja, que não diferissem mais que 5% entre si, conforme descrito por Coronell et al. (4). O tempo total para a realização da coleta dos dados com o MicroFet 2 em cada série de sete medidas não ultrapassou dois minutos. Outro avaliador orientava e supervisionava o paciente para que não realizasse nenhuma compensação durante a coleta das medidas, bem como controlava o tempo entre cada medida para que este não excedesse dez segundos. Todos os pacientes receberam encorajamento verbal padronizado (14-17). Para mensuração da força dos flexores de cotovelo o paciente era posicionado em supino em uma maca de procedimentos fisioterápicos com aproximadamente 30º de abdução de ombro, rotação externa e supinação com o avaliador posicionado lateralmente ao membro superior testado. O teste começava com o avaliador gradualmente aplicando força que era dividida em três tempos, sendo o primeiro momento com paciente iniciando a contração muscular contra o aparelho e as mãos do avaliador, o segundo momento aumentando a força em relação à contração inicial e no terceiro momento realizando a máxima contração possível, sendo esta uma contração isométrica, até alcançar uma amplitude de movimento de aproximadamente 45º de flexão de cotovelo. Para mensuração da força dos extensores do joelho (mais especificamente o quadríceps femoral) o paciente era posicionado sentado, postura ereta, na cadeira extensora com 90º de flexão de joelho, mãos sobre os respectivos membros inferiores (coxa), com o avaliador posicionado à sua frente. Assim como no teste de flexores de cotovelo, o teste começava com o avaliador gradualmente aplicando força que era dividida em três tempos: o primeiro momento com paciente iniciando a contração muscular contra o aparelho e as mãos do avaliador, o segundo momento aumentando a força em relação à contração inicial e no terceiro momento realizando a máxima contração possível, sendo esta uma contração isométrica, até alcançar uma amplitude de movimento de aproximadamente 30º de extensão de joelho a partir dos 90º do posicionamento inicial.

Protocolo de fadiga: Foi constituído de três séries de 10 repetições com 80% da carga máxima obtida pelo paciente no respectivo teste de 1RM. As séries foram intercaladas por um minuto de repouso. O protocolo foi similar para os dois grupos musculares de interesse no estudo: flexores de cotovelo, no membro superior, e extensores de joelho, no membro inferior. A figura 1 demonstra a organização esquemática do protocolo do estudo.

Os protocolos de fadiga muscular do membro superior e inferior foram separados por um intervalo de pelo menos um dia após a avaliação da força muscular máxima do indivíduo (teste

de 1 RM). A pressão arterial foi aferida antes e após o protocolo como medida de segurança tendo em vista que grande parte do protocolo consistia de contrações isométricas. Também foi utilizada uma Escala Visual Análoga (EVA) para avaliar a dor a fim de se garantir que esta não mascarasse as medidas de força.

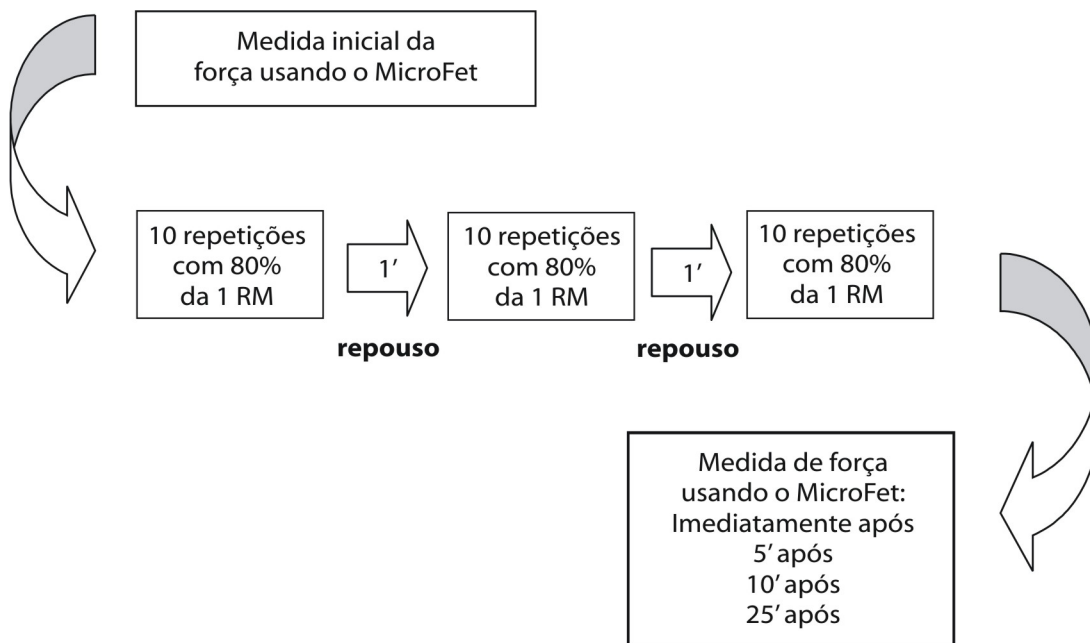


Figura 1 | Protocolo de fadiga - organização esquemática.

Análise Estatística

Para análise dos dados foi utilizado o programa GraphPad Prism 3.0. Devido ao tamanho reduzido da amostra, estatística não paramétrica foi utilizada e os dados foram mostrados como mediana (intervalo inter-quartil). Para avaliação dos diferentes momentos no protocolo de fadiga tanto de membro inferior quanto de membro superior, foi utilizado o teste de Friedman, com o respectivo pós-teste de Dunn. Para análise da variação de força muscular nos dois grupos musculares no 5º e 10º minuto em comparação ao valor inicial foi utilizado o teste de Wilcoxon. O teste de Wilcoxon também foi utilizado para a comparação da dispnéia e fadiga no final do teste em relação ao seu início em ambos os grupos musculares. A significância estatística foi determinada como $p \leq 0.05$.

Resultados

As características dos pacientes com DPOC incluídos neste estudo são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 | Caracterização geral do grupo incluído no estudo (n=8).

Gênero (M / F)	5 / 3
Idade (anos)	68 [62-75]
GOLD (I / II / III / IV)	1 / 1 / 4 / 2
MRC	3 [2-4]
VEF ₁ (% pred)	39 [33-56]
VEF ₁ / CVF	40 [35-49]
1 RM flex. de cotovelo (Kg)	11 [7-11]
1 RM ext. de joelho (Kg)	11 [9-14]
Borg fadiga inicial – flex. de cotovelo	0 [0-0]
Borg fadiga inicial – ext. de joelho	0 [0-0]
EVA inicial	0 [0-0.3]
EVA final	0 [0-0.3]

Dados estão expressos em mediana e intervalo inter-quartilico. GOLD = Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease; MRC = Medical Research Council; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; 1 RM flex. de cotovelo = 1 repetição máxima de flexores de cotovelo; 1 RM ext. de joelho = 1 repetição máxima de extensores de joelho; EVA = Escala Visual Análoga de Dor.

A amostra contava com 5 homens e 3 mulheres, com obstrução moderada/grave ao fluxo aéreo e que não referiram qualquer sensação de fadiga em repouso. Apenas um paciente era tabagista, sendo os demais, ex-tabagistas.

A tabela 2 mostra que houve diferença estatisticamente significativa entre a sensação de fadiga reportada pelos pacientes por meio da escala de Borg nos momentos inicial e final do protocolo (p= 0.008 tanto para flexores de cotovelo como para extensores de joelho). Não houve diferença estatisticamente significativa para a avaliação da sensação de dispnéia reportada pelos pacientes por meio da escala de Borg nos mesmos momentos (p=0.12 para flexores de cotovelo e p=0.81 para extensores de joelho).

Tabela 2 | Sensação de dispnéia e fadiga reportada pelos pacientes por meio da escala de Borg nos momentos inicial e final do protocolo.

	Escala de Borg Dispneia		Escala de Borg Fadiga	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Flexores de cotovelo	1 [0-2]	2 [1-3]	0 [0-0]	3 [3-4] *
Extensores de joelho	2 [1-3]	2 [0-3]	0 [0-0]	3 [2-3] *

* p=0,008 versus Borg fadiga inicial

Na tabela 3 observa-se os valores do pico de força de flexores de cotovelo e extensores de joelho medido em diferentes momentos do protocolo de fadiga muscular. Nos flexores de cotovelo

foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a avaliação realizada no 5o e no 10o minuto em relação à avaliação realizada antes do protocolo ($p < 0.01$ e $p < 0.001$, respectivamente). Isso indica queda significativa da força muscular nesses momentos, com recuperação no 25o minuto. Não houve diminuição significativa do pico de força muscular nos extensores de joelho. No entanto, houve tendência de diminuição estatisticamente significativa entre a avaliação realizada no 5o e 10o minuto em relação à avaliação realizada antes do protocolo ($p = 0.08$ para ambos).

Tabela 3 | Pico de força medido em diferentes momentos do protocolo de fadiga muscular em pacientes com DPOC.

	Pico de força inicial (N)	Pico de força ao final (N)	Pico de força após 5' (N)	Pico de força após 10' (N)	Pico de força após 25' (N)
Flexores de cotovelo	151 [120-158]	123 [96-136]	114 [96-136]*	109 [89-123]**	118 [98-140]
Extensores de joelho	221 [200-229]	222 [212-229]	210 [198-223]#	209 [196-216]#	212 [198-243]

Resultados são expressos em mediana (intervalo inter-quartilico). N = Newton. Pico de força inicial = Medida de força inicial; Pico de força ao final = Medida de força realizada imediatamente após o final do protocolo de fadiga; Pico de força após 5' = Medida de força realizada 5 minutos após o final do protocolo de fadiga; Medida de força realizada 10 minutos após o final do protocolo de fadiga; Medida de força realizada 25 minutos após o final do protocolo de fadiga. * $p < 0.01$ versus pico de força inicial; ** $p < 0.001$ versus pico de força inicial; # $p = 0.08$ versus pico de força inicial.

A comparação da variação entre os valores obtidos no 5o e 10o minuto em relação aos valores iniciais é mostrada na figura 2. A diminuição da força muscular dos flexores de cotovelo no 5o e 10o minuto foi significativamente maior do que a diminuição ocorrida nos extensores de joelho ($p = 0.05$ e $p = 0.04$ respectivamente).

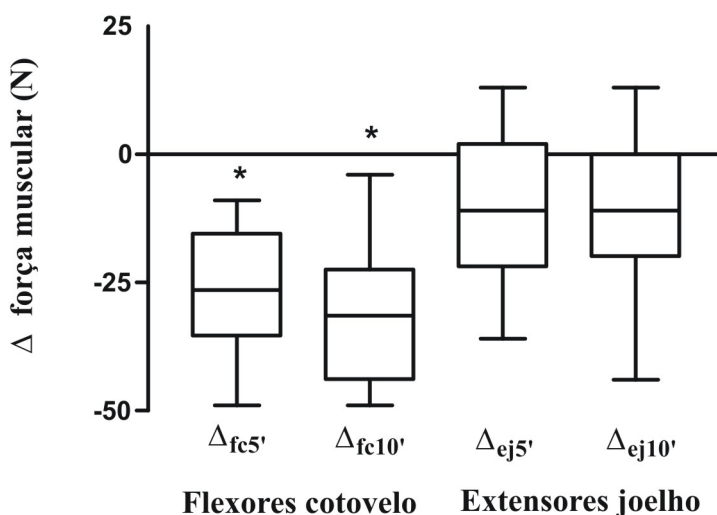


Figura 2 | Box plots mostrando a variação (Δ) de flexores de cotovelo (Δ_{fc}) e extensores de joelho (Δ_{ej}) das medidas do 5o e 10o minuto em comparação com as medidas iniciais. Foi considerado o $\Delta_{5'}$ = medida 5o minuto - medida inicial e $\Delta_{10'}$ = medida 10o minuto - medida inicial. * $p < 0.05$ para $\Delta_{fc5'}$ e $\Delta_{fc10'}$ versus $\Delta_{ej5'}$ e $\Delta_{ej10'}$, respectivamente.

Discussão

O presente estudo se prestou a induzir a fadiga muscular em flexores de cotovelo e extensores de joelho de pacientes com DPOC através de um protocolo padronizado. De fato, houve diminuição acentuada da força muscular em ambos os grupos musculares após a realização do protocolo, com gradual retorno demonstrado através da avaliação no 25º minuto após o término do protocolo. Interessantemente, a redução de força muscular foi predominante em membros superiores. A hipótese para tal explicação pode ser baseada no fato de que grupos com maior massa muscular, como os extensores de joelho, possuem maior quantidade de fibras musculares, dificultando o desenvolvimento de fadiga nesses músculos.

A queda na força muscular no protocolo de fadiga proposto no presente estudo ocorreu especialmente no 5º e 10º minutos após o final da realização dos movimentos musculares do protocolo. Isso possivelmente pode ser explicado pelo fato de que nestes momentos após o fim do protocolo o paciente já havia realizado grande número de medidas e repetições sem longos períodos de descanso, diferentemente do 25º minuto no qual o período de descanso excedeu todos os outros. Coronell et al. (4) mostraram que após 10 minutos de um protocolo para testar endurance de quadríceps houve recuperação parcial da força nesse grupo muscular. A aparente discrepância dos resultados entre o trabalho de Coronell et al. (4) e o presente estudo possivelmente se deve às diferenças nas características dos protocolos de fadiga empregados nos estudos, sendo que o presente protocolo visou a avaliação da força muscular, e não a endurance.

No grupo de pacientes incluído neste estudo observamos que a força muscular média de flexores de cotovelo foi similar à de extensores de joelho em termos absolutos (em kg). Esse achado contrasta com relatos prévios da literatura científica que mostram uma disfunção músculo-esquelética mais acentuada nos membros inferiores (2,8). No entanto, a similaridade da força muscular basal entre os dois grupos musculares descarta a possibilidade de que a diminuição mais acentuada na força muscular dos membros superiores no presente estudo se deveu a uma disfunção músculo-esquelética mais acentuada dos membros superiores na população estudada. Por outro lado, Janaudis-Ferreira et al. (5) observaram que a fadiga imposta aos músculos extensores do joelho em pacientes com DPOC do sexo masculino não foi mais acentuada quando comparada à fadiga desenvolvida em idosos saudáveis do mesmo sexo. Nossa amostra foi predominantemente composta por pacientes do sexo masculino. Isso nos leva a hipotetizar que, independentemente de um maior acometimento dos membros inferiores em termos de disfunção músculo-esquelética em pacientes com DPOC, os extensores de joelho parecem ser relativamente mais resistentes à fadiga muscular do que os flexores de cotovelo, especialmente em pacientes do sexo masculino.

No que diz respeito à sensação de dispnéia e fadiga relatada pelos pacientes por meio da escala de Borg, evidenciamos que houve piora do Borg final em relação ao inicial somente na escala para fadiga, tanto em membros superiores como em membros inferiores. Isto se deve ao fato de que a realização de exercícios com envolvimento de massa muscular mais isolada, como no treinamento de força, gera pouco aumento de ventilação e, portanto, pouca dispnéia em pacientes com DPOC (18), em contraste com a fadiga que é claramente o sintoma limitante nesse caso.

Apesar do tamanho da amostra ter sido suficiente para responder ao objetivo proposto, a amostra de tamanho reduzido pode representar uma limitação do presente estudo. Por exemplo, uma amostra maior permitiria investigar em detalhes as possíveis diferenças entre os sexos no desenvolvimento de

fadiga (5). Adicionalmente, alguns estudos mostram que a limitada confiabilidade da técnica manual com o MicroFet na posição sentada tem sido atribuída à dificuldade na estabilização dos participantes para mensuração de grupos musculares potentes como o quadríceps. Isso é especialmente aparente quando o avaliador não possui força suficiente para manter a posição de teste em participantes fortes (16,19-21).

Conclusão

A redução da força muscular após a aplicação de um protocolo de fadiga não foi similar entre os membros superior e inferior dominantes. Houve um predomínio na redução da força muscular dos flexores de cotovelo. Novos estudos nesse tópico são necessários para uma investigação mais profunda desses achados.

Referências

1. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007 Sep 15;176(6):532-55.
2. Castagna O, Boussuges A, Vallier JM, Prefaut C, Brisswalter J. Is impairment similar between arm and leg cranking exercise in COPD patients? *Respir Med*. 2007 Mar;101(3):547-53.
3. Dourado VZ, Tanni SE, Vale SA, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Systemic manifestations in chronic obstructive pulmonary disease (review). *J Bras Pneumol*. 2006 Mar-Apr;32(2):161-71.
4. Coronell C, Orozco-Levi M, Méndez R, Ramírez-Sarmiento A, Gáldiz JB, Gea J. Relevance of assessing quadriceps endurance in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2004 Jul;24(1):129-36.
5. Janaudis-Ferreira T, Wadell K, Sundelin G, Lindström B. Thigh muscle strength and endurance in patients with COPD compared with healthy controls. *Respir Med*. 2006 Aug;100(8):1451-7.
6. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Res*. 2001;2(4):216-24.
7. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 May 1;171(9):972-7.
8. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000 Nov-Dec;20(6):353-60.
9. Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1999 Jul;54(7):581-6.
10. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005 Aug;26(2):319-38.
11. Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD, Burrows B. The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effects of age. *Am Rev Respir Dis*. 1976 May;113(5):587-600.
12. DeLorme TL, Watkins AL. Technics of progressive resistance exercise. *Arch Phys Med Rehabil*.

1948 May;29(5):263-73.

13. Pereira MIR, Gomes PSC. Muscular strength and endurance tests: reliability and prediction of one repetition maximum - Review and new evidences. Rev Bras Med Esporte. 2003 Sep-Oct;9(5):325-35. Portuguese.

14. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Measuring muscle strength for people with pulmonary disease: retest reliability of hand-held dynamometry. Arch Phys Med Rehabil. 2007 Jan;88(1):32-6.

15. Nollet F, Beelen A. Strength assessment in postpolio syndrome: validity of a hand-held dynamometer in detecting change. Arch Phys Med Rehabil. 1999 Oct;80(10):1316-23.

16. Martin HJ, Yule V, Syddall HE, Dennison EM, Cooper C, Aihie Sayer A. Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps strength in older people? A comparison with the gold standard biodex dynamometry. Gerontology. 2006;52(3):154-9.

17. Maffiuletti NA, Bizzini M, Desbrosses K, Babault N, Munzinger U. Reliability of Knee Extension and Flexion Measurements using the Con-Trex Isokinetic Dynamometer. Clin Physiol Funct Imaging 2007 Nov;27(6):346-53.

18. Probst, VS, Troosters T, Pitta F, Decramer M, Gosselink R. Cardiopulmonary stress during exercise training in patients with COPD. Eur Respir J. 2006 Jun;27(6):1110-8.

19. Bohannon RW. Hand-held Compared with isokinetic dynamometry for measurement of static knee extensio torque (parallel reliability of dynamometers). Clin Phys Physiol Meas. 1990 Aug;11(3):217-22.

20. Agre JC, Magness JL, Hull SZ, Wright KC, Baxter TL, Patterson R et al. Strength testing with a portable dynamometer: reliability for upper and lower extremities. Arch Phys Med Rehabil. 1987 Jul;68(7):454-68.

21. Hayes KW, Falconer J. Reliability of Hand-held Dynamometry and its relationship with manual muscle testing in patients with osteoarthritis in the knee. J Orthop Sports Phys Ther 1992;16(3):145-

Recebido em: 25/11/2009

Aceito em: 06/12/2009