



ConScientiae Saúde

ISSN: 1677-1028

conscientiaesaude@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

de Oliveira Borja, Raíssa; Fernandes Campos, Tania; Santiago de Oliveira, Karilin Tereza; de Freitas, Diana Amélia; Pereira Pinto de Mendonça, Karla Morganna

Protocolo de treinamento muscular inspiratório pré-operatório em cirurgia cardíaca eletiva: estudo piloto

ConScientiae Saúde, vol. 11, núm. 2, abril-junio, 2012, pp. 265-273

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92923674009>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Protocolo de treinamento muscular inspiratório pré-operatório em cirurgia cardíaca eletiva: estudo piloto

Protocol for preoperative inspiratory muscle training in elective cardiac surgery: pilot study

Raíssa de Oliveira Borja¹; Tania Fernandes Campos²; Karilin Tereza Santiago de Oliveira³; Diana Amélia de Freitas⁴; Karla Morganna Pereira Pinto de Mendonça⁵

¹Mestre em Fisioterapia pelo Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – UFRN, Fisioterapeuta do Hospital Estadual Dr. Ruy Pereira dos Santos. Natal, RN – Brasil.

²Professora Adjunta IV do Departamento de Fisioterapia – UFRN, Doutora em Psicobiologia – UFRN. Natal, RN – Brasil.

³Fisioterapeuta – UFRN. Natal, RN – Brasil.

⁴Mestranda em Fisioterapia pelo Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – UFRN, bolsista CAPES. Natal, RN – Brasil.

⁵Professora Adjunta IV do Departamento de Fisioterapia – UFRN, Doutora em Ciências da Saúde – UFRN. Natal, RN – Brasil.

Endereço para correspondência

Karla Morganna Pereira Pinto de Mendonça
Av. Senador Salgado Filho, 3000, Campus Universitário, Lagoa Nova
59078-970 – Natal – RN [Brasil]
kmorganna@ufrnet.br

Resumo

Introdução: Indivíduos com fraqueza muscular respiratória no pré-operatório de cirurgia cardíaca possuem maior risco de desenvolver complicações pulmonares pós-operatórias. **Objetivo:** Avaliar um protocolo pré-operatório de treinamento muscular inspiratório para indivíduos que iriam submeter-se à revascularização do miocárdio. **Métodos:** Doze pacientes foram divididos em grupo controle e de treinamento muscular inspiratório. Utilizaram-se o Threshold®IMT, com carga de 30% da PImáx, reajustada a cada três dias, totalizando 15 dias de treinamento, e o teste de normalidade Shapiro-Wilk. As comparações de médias foram realizadas por meio do teste “t” de Student pareado e não pareado. **Resultados:** Constatou-se um ganho de 37cmH₂O e de 33cmH₂O para as pressões inspiratória e expiratória máximas, respectivamente, ao comparar os valores antes e após o treinamento, sendo significativo a partir do terceiro dia de treino. **Conclusão:** O protocolo testado neste estudo mostrou-se eficaz para aumentar a força muscular pré-operatória a partir do terceiro dia de treinamento domiciliar.

Descriptores: Cirurgia torácica; Exercícios respiratórios; Músculos respiratórios; Revascularização miocárdica.

Abstract

Introduction: Individuals with low values for maximal respiratory pressures in preoperative of cardiac surgery have higher risk of developing pulmonary complications in the postoperative period. **Objectives:** To evaluate a preoperative protocol of inspiratory muscle training for individuals undergoing elective cardiac surgery. **Methods:** Twelve patients were divided into an inspiratory muscle training group and a control group. Threshold®IMT with a 30% of maximal inspiratory pressure load, adjusted at each three days, totaling 15 days of training, and normality Shapiro-Wilk test were used. Comparisons between means were performed using paired and unpaired Student's t-tests. **Results:** It was found a gain of 37cmH₂O and 33cmH₂O in maximal inspiratory and expiratory pressures, respectively, when comparing values before and after training, being significant from the third day of training. **Conclusion:** The protocol tested in this study proved to be effective in increasing preoperative muscle strength from the third day of home training.

Key words: Breathing exercises; Myocardial revascularization; Respiratory muscles; Thoracic surgery.

Introdução

As complicações pulmonares pós-operatórias (CPP) são comumente observadas em pacientes que se submetem à cirurgia cardíaca, sendo uma fonte significativa de morbidade e mortalidade^{1,2}. As principais complicações pulmonares pós-operatórias são pneumonia, broncoespasmo, falência respiratória, tempo de ventilação mecânica prolongada (maior que 48 h), atelectasias, hipoventilação, hipóxia e infecções^{3,4}. Essas complicações estão relacionadas a fatores pré-operatórios, intraoperatório e pós-operatório.

Indivíduos que possuem fraqueza muscular respiratória no período pré-operatório de cirurgia cardíaca apresentam maior risco de desenvolver as CPPs^{5,6}. A força muscular respiratória pode ser mensurada por meio das pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PImáx e PEmáx), respectivamente⁷. A avaliação dessas pressões tem ganhado importância devendo à simplicidade, à grande utilidade em laboratórios, clínicas e ambientes hospitalares⁸ e por serem medidas objetivas, facilmente verificadas à beira do leito, que avaliam a força dos músculos respiratórios e demonstram a disfunção diafragmática⁹.

Em alguns estudos, menciona-se que o treinamento muscular inspiratório tem sido utilizado no período pré-operatório de cirurgias cardíacas com o intuito de diminuir a incidência de complicações pulmonares pós-operatórias em pacientes submetidos a esse tipo de procedimento¹⁰⁻¹². Nesses estudos, relataram-se aumento na capacidade vital forçada e na relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada¹⁰, melhora na resistência e na força dos músculos inspiratórios¹¹, além de redução na incidência de complicações pulmonares pós-operatórias e no tempo de internação hospitalar^{11,12}.

Diante da importância da integridade da força muscular respiratória para a redução do risco de complicações pulmonares pós-operatórias em cirurgia cardíaca, neste estudo, teve-se

como propósito avaliar um protocolo de treinamento muscular inspiratório pré-operatório em indivíduos que iriam submeter-se à cirurgia de revascularização miocárdica eletiva.

Materiais e métodos

Seleção dos sujeitos

Esta pesquisa correspondeu a um estudo quase-experimental com grupo controle e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes, obtendo parecer favorável, segundo o protocolo número 101/07, e seguiu as orientações para pesquisas com seres humanos, de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

A amostra foi selecionada no período de novembro de 2007 a abril de 2008, sendo composta por pacientes com idade superior a 18 anos, de ambos os sexos, residentes em Natal (RN) e que iriam submeter-se à cirurgia cardíaca eletiva para revascularização do miocárdio no Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) ou no Hospital e Maternidade Promater. Não seriam elegíveis para participarem do estudo pacientes que não possuíssem um intervalo mínimo de 15 dias entre a avaliação clínica com o cirurgião e a data da cirurgia; apresentassem diagnóstico de comprometimento neurológico e/ou cognitivo, doenças neuromusculares, doença pulmonar obstrutiva crônica ou história de cirurgia pulmonar prévia; fizesse uso de relaxantes musculares no período pré-operatório e apresentasse instabilidade cardiovascular ou aneurisma. Seriam excluídos da amostra indivíduos que não conseguissem realizar os procedimentos necessários; desistissem de participar da pesquisa; apresentassem alguma doença aguda do trato respiratório durante a avaliação pré-operatória ou período de treinamento; apresentassem algum desconforto torácico ou um valor maior ou igual a 13 na escala de percepção subjetiva de esforço de Borg¹³ durante a realização da manovacuometria ou do treinamento muscular inspiratório.

Inicialmente, ocorreu um contato prévio com os cirurgiões de ambos os hospitais para que, posteriormente, todos os pacientes com indicação de cirurgia cardíaca eletiva fossem contatados pelos pesquisadores responsáveis pelo estudo. Todos os pacientes receberam um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual se explicava, de maneira clara, os objetivos, a importância e os procedimentos que foram utilizados na pesquisa. Os indivíduos que concordaram em participar voluntariamente do estudo assinaram o termo.

Foi utilizada uma amostra por conveniência, composta por 12 (doze) pacientes, os quais foram pareados de acordo com o sexo e a faixa etária¹⁴. Em seguida, o pesquisador realizou o sorteio para determinar, em cada dupla, quem seria selecionado para o grupo de treinamento e para o controle. A avaliação pré-operatória (A1) do grupo de treinamento ocorreu, em média, 20 dias antes da revascularização do miocárdio e, a partir desse momento, iniciava-se o treinamento muscular inspiratório por 15 dias consecutivos com reavaliações das pressões respiratórias máximas (A2, A3, A4, A5 e A6) a cada três dias. O grupo controle realizou a avaliação pré-operatória (A0) 24 horas antes do procedimento cirúrgico e não foi submetido ao treinamento muscular inspiratório.

Avaliação pré-operatória

Todos os pacientes realizaram uma avaliação pré-operatória, em que foram colhidas informações referentes aos dados pessoais, hábitos de vida, sinais vitais, antecedentes pessoais e familiares, ausculta pulmonar, padrão respiratório, força muscular respiratória e percepção subjetiva de esforço.

Avaliação da força muscular respiratória

A avaliação da força muscular respiratória foi realizada por meio da medição da pressão inspiratória máxima (PImáx) e pressão expira-

tória máxima (PEmáx), de acordo com o método proposto por Black e Hyatt¹⁴, utilizando-se um manovacuômetro analógico (Ger Ar Com. Ltda.), calibrado de -300 a +300 cmH₂O. Acoplado a esse instrumento, foi utilizado um bocal com orifício de aproximadamente 1 mm de diâmetro, na parte superior, para dissipar pressões adicionais causadas pelos músculos faciais e da orofaringe¹⁵. Para evitar escape de ar, usou-se um clipe nasal; e o paciente foi orientado a realizar um ajuste adequado dos lábios no bocal. Para medição da PImáx, o paciente foi orientado a realizar uma inspiração máxima, a partir do volume residual. Para a avaliação da PEmáx, a orientação dada aos voluntários foi a de realizar uma expiração máxima, a partir da capacidade pulmonar total. As pressões medidas foram sustentadas por pelo menos um segundo, sendo realizadas três manobras de PImáx e PEmáx. No entanto, a última medida não poderia ser a maior, realizando-se outra mensuração, caso isso ocorresse¹⁶. Para análise dos dados, considerou-se a manobra de maior valor. Foi dado um minuto de descanso entre a realização de cada manobra, e por ser um teste esforço-dependente foi fornecido encorajamento verbal para sua realização. Durante todo o teste o paciente deveria estar sentado confortavelmente.

O pesquisador realizou a mensuração das pressões respiratórias máximas durante a avaliação inicial, a cada três dias de treinamento e ao seu término, totalizando seis medições. A mensuração das pressões respiratórias máximas do grupo controle ocorreu somente durante a avaliação inicial.

Treinamento muscular inspiratório Equipamento

Foi utilizado o aparelho Respironics Inc, Cedar Grove, New Jersey (USA), o qual é composto por um corpo plástico cilíndrico, um bocal sem furo, e uma válvula unidirecional controlada por uma mola, oferecendo uma variação de carga de 7 a 41 cmH₂O, com ajuste de pressão de 2 em 2 cmH₂O, sendo utilizado com clipe nasal. A mola

é movimentada permitindo o ajuste da pressão e, quanto maior a pressão ajustada, maior o esforço inspiratório que o paciente deve fazer¹⁷.

Protocolo de treinamento

Antes do início do treinamento os pacientes foram ensinados a utilizar o aparelho Threshold®IMT e passaram por um momento de adaptação, utilizando o aparelho com carga mínima. Os participantes realizaram o treinamento muscular inspiratório, duas vezes por dia (com pelo menos quatro horas de intervalo, uma hora após as refeições e aproximadamente no mesmo horário), todos os dias da semana, por quinze dias. A cada três dias o mesmo pesquisador realizou uma visita domiciliar, na qual fez uma nova reavaliação, ajustou a carga pressórica utilizando como critério 30% da Plmáx¹⁸ e supervisionou uma sessão de treinamento.

Os pacientes realizaram o treinamento sentados confortavelmente, utilizando um clipe nasal e com a boca acoplada ao bocal do aparelho, respiraram de forma normal por 15 minutos, dando um intervalo para descanso de um minuto a cada dez respirações. Os pacientes também preencheram uma tabela, informando o horário que o treinamento foi realizado e por quantos minutos, em cada dia da semana. Ainda poderia ser informada a ocorrência de qualquer limitação durante o treino.

Percepção subjetiva de esforço

Para avaliar o nível de esforço do paciente, foi utilizada a escala de esforço percebido de Borg¹³, a qual possui atribuições verbais correspondentes a valores numéricos, que variam de 6 a 20. Para os pacientes do grupo controle, a escala foi usada antes e após a manovacuômetria da avaliação pré-operatória; e para os do grupo treinamento, antes e após cada manovacuômetria e após cada sessão de treinamento muscular inspiratório supervisionada pelo pesquisador. Essa avaliação foi utilizada como critério para interrupção da avaliação ou do treinamento, caso o paciente relatasse desconforto relativo ao

esforço requerido para a mensuração das pressões respiratórias máximas.

Análise estatística

A análise dos dados foi realizada por meio do programa SPSS 15.0 (Statistical Package for the Social Science), atribuindo-se o nível de significância de 5%. Inicialmente, foi realizada uma estatística descritiva para caracterização da amostra. Após verificar a normalidade dos dados pelo teste Shapiro-Wilk, foi utilizado o teste "t" de Student não parado para comparar, entre o grupo controle e o de treinamento, as médias das características antropométricas das pressões inspiratória e expiratória máximas (Plmáx e PEmáx) medidas na avaliação inicial (A0 e A1). O teste "t" de Student pareado foi aplicado para verificar diferenças entre a Plmáx e PEmáx antes e ao término do período de treinamento. Esse mesmo teste foi utilizado para comparar a medida da Plmáx e PEmáx da avaliação inicial com cada uma das cinco reavaliações. Foi aplicado o teste de Correlação de Pearson para analisar associações entre as medidas de Plmáx e PEmáx com as diferentes cargas utilizadas.

Resultados

Dentre os 12 indivíduos que compuseram a amostra do estudo, foi possível observar predomínio do sexo masculino (67%). A amostra total apresentou idade média de 64 ± 7 anos. Não houve perdas amostrais.

A Tabela 1 apresenta a comparação das médias das características antropométricas (idade, altura, peso e IMC) entre os grupos controle e de treinamento.

A distribuição das características clínicas pré-operatórias (história de tabagismo, atividade física, hipertensão arterial sistêmica, diabetes melito e sintomas respiratórios) dos grupos controle e de treinamento é apresentada na Tabela 2.

A Tabela 3 mostra os valores absolutos das pressões respiratórias máximas de cada pacien-

Tabela 1: Comparação das características antropométricas dos grupos controle e de treinamento

Características	Grupo Controle (n=6)	Grupo de Treinamento (n=6)	p-valor*
Idade (anos)	63,2 ± 4,8 (57 - 71)	65,7 ± 9,4 (55 - 79)	0,57
Altura (m)	1,58 ± 0,06 (1,47 - 1,63)	1,63 ± 0,09 (1,51 - 1,73)	0,29
Peso (kg)	67,5 ± 6,8 (60 - 78)	69,8 ± 10,1 (55 - 78)	0,67
IMC* (kg/m ²)	27,1 ± 2,5 (24,06 - 30,09)	26,1 ± 2,2 (22,91 - 29,69)	0,50

Valores expressos em média ± desvio-padrão (mínimo - máximo).

n = número de indivíduos; IMC* = Índice de massa corporal; # Nível de significância de $p \leq 0,05$.

Tabela 2: Distribuição das características clínicas pré-operatórias dos grupos controle e de treinamento

Características	Grupo Controle (n=6)	Grupo de Treinamento (n=6)
Tabagismo	3 (50%)	3 (50%)
Atividade física	4 (67%)	2 (33%)
Hipertensão arterial	5 (83%)	6 (100%)
Diabetes melito	3 (50%)	4 (67%)
Sintomas respiratórios previos	1 (17%)	3 (50%)

n = número de indivíduos.

Tabela 3: Pressões respiratórias máximas de cada paciente do grupo controle e de treinamento durante a avaliação inicial e reavaliações

Pressões respiratórias máximas (cmH ₂ O)	Grupo Controle (n=6)						Grupo de Treinamento (n=6)					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PImáx*												
A0	180	160	50	170	100	60						
A1							160	50	20	130	130	60
A2							190	70	30	130	150	70
A3							190	90	50	150	190	50
A4							190	90	50	150	190	60
A5							210	90	50	150	190	70
A6							200	100	60	150	190	70
PEmáx**												
A0	250	180	100	220	150	110						
A1							250	190	50	270	250	70
A2							300	190	50	300	300	90
A3							300	260	50	300	300	80
A4							300	230	60	300	300	90
A5							300	200	50	300	300	90
A6							300	230	60	300	300	90

n = número de indivíduos, * Pressão inspiratória máxima; ** Pressão expiratória máxima; A0: Avaliação pré-operatória do grupo controle; A1-A6: Avaliação inicial e reavaliações do grupo de treinamento; 1-6: pacientes do grupo controle; 7-12: pacientes do grupo de treinamento.

te do grupo controle e de treinamento na avaliação inicial e demais reavaliações.

A comparação das médias das pressões respiratórias máximas entre a avaliação do grupo controle e o de treinamento está descrita na Tabela 4.

Tabela 4: Comparação das médias das pressões respiratórias máximas entre avaliação do grupo controle e a avaliação inicial do grupo de treinamento

Pressões Respiratórias Máximas	Grupo Controle	Grupo de Treinamento	p-valor*
PImáx (cmH ₂ O)	120 ± 57,6	91,7 ± 55,6	0,41
PEmáx (cmH ₂ O) **	168,3 ± 59,8	180 ± 97	0,81

* Pressão inspiratória máxima; ** Pressão expiratória máxima; # Nível de significância de $p \leq 0,05$.

Na avaliação da força dos músculos respiratórios ao término do treinamento, pode-se constatar um incremento significativo de 37 cmH₂O para a PImáx; e 33 cmH₂O para a PEmáx. Do mesmo modo, quando se compararam as médias da PImáx e da PEmáx da avaliação inicial (A1) com cada uma das cinco reavaliações posteriores (A2-A6) do grupo de treinamento, obser-

vou-se um incremento estatisticamente significante na força dos músculos respiratórios, como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Ganho de força dos músculos inspiratórios e expiratórios no grupo de treinamento

Avaliações	Ganho de força Plmáx*		Ganho de força PEmáx**	
	(cmH ₂ O)	p-valor [#]	(cmH ₂ O)	p-valor [#]
A1 / A2	15	0,01	25	0,04
A1 / A3	28	0,03	35	0,02
A1 / A4	30	0,01	33	0,00
A1 / A5	35	0,00	27	0,02
A1 / A6	37	0,00	33	0,00

* Pressão inspiratória máxima; ** Pressão expiratória máxima; # Nível de significância de p≤0,05.

É possível observar por meio da Figura 1 que existiu uma correlação positiva e estatisticamente significante entre os níveis de carga utilizada na avaliação inicial (A1) com cada reavaliação (A2-A6) e a força muscular inspiratória.

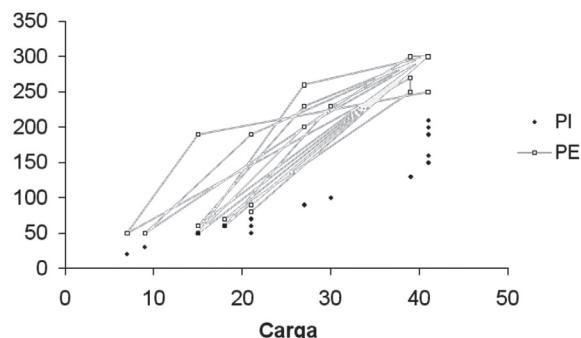


Figura 1: Correlação de PImáx e PEmáx com a carga utilizada no treinamento

Discussão

A ausência de diferença estatisticamente significante entre os grupos controle e de treinamento, considerando os valores obtidos na avaliação inicial das suas pressões respiratórias máximas, sugere que o pareamento entre os su-

jeitos e a divisão aleatória dos pacientes nos grupos permitiu evitar a influência dessas variáveis na avaliação da força muscular respiratória dos voluntários analisados, uma vez que essas variáveis poderiam influenciar nos valores de PImáx e PEmáx, como demonstrado no estudo de Black e Hyatt¹⁴.

O protocolo de treinamento muscular inspiratório, utilizado neste estudo, sugere que as duas semanas de TMI propostas, previamente à intervenção cirúrgica para revascularização miocárdica, parecem ser suficientes para o aumento da força muscular respiratória. Esse resultado está em concordância com os achados de estudos prévios^{10, 19}, os quais observaram um aumento significativo na força muscular respiratória por meio do treinamento muscular inspiratório, utilizando cargas adicionais que variaram de 40% a 60% da PImáx, e com duas a quatro semanas de duração, na fase pré-operatória em pacientes que iriam submeter-se à cirurgia de revascularização do miocárdio. Em contrapartida, trabalhos prévios, realizados com indivíduos com insuficiência cardíaca crônica, propuseram um período de 8 a 12 semanas de TMI^{18, 20}. No entanto, seus achados apontaram que o maior ganho nas pressões respiratórias máximas ocorreu na segunda semana de treinamento. A inexistência de um consenso na literatura quanto à duração ideal dos programas de reabilitação, levou a optar-se, no estudo aqui apresentado, por um período de tempo que fosse viável entre o contato com o paciente na primeira consulta com o cirurgião e a data da intervenção cirúrgica.

Ao serem avaliadas as médias das pressões respiratórias máximas dos indivíduos do grupo de treinamento, pôde-se observar um ganho significativo a partir da primeira reavaliação, três dias após o início do treinamento, apresentando aumento gradativo em todas as reavaliações, quando comparadas com a avaliação inicial. Resultados semelhantes foram observados por Elias et al.²¹, os quais constataram aumento significativo nas pressões inspiratórias e expiratórias máximas em pacientes que realizaram treinamento muscular inspiratório com

uma carga adicional de 50% da PImáx, apenas três dias antes da cirurgia cardíaca. Esse achado demonstra que mesmo os pacientes que não possuem disponibilidade de tempo para realizar um treinamento com maior duração, se beneficiariam com apenas três dias de treino muscular inspiratório.

De acordo com Padula e Yeaw²², os ganhos iniciais de força em decorrência do treinamento muscular, caracterizam-se por um maior nível de excitação e subsequente facilitação neural, resultando em mais excitabilidade dos neurônios motores e, portanto, um maior recrutamento de unidades motoras de forma sincronizada.

O exercício utilizado nesse protocolo por meio do aparelho Threshold®IMT é específico para os músculos inspiratórios; no entanto, de acordo com as reavaliações da pressão expiratória máxima realizadas, foi possível observar também um aumento significativo na força dos músculos expiratórios. Dados semelhantes foram obtidos por Elias et al.²¹. Galvan e Cataneo²³ afirmaram que o aumento na PEmáx, provavelmente, ocorre pela variação entre comprimento e tensão gerada pelos músculos, ou seja, durante a inspiração, a distensão da parede abdominal pela descida do diafragma aumenta a tensão armazenada na musculatura expiratória. Tal processo facilita a produção de força durante o início da expiração forçada a partir da capacidade pulmonar total. Em contribuição a essa afirmação, estudo publicado por Lima et al.²⁴ sugeriu que o aumento na PEmáx indica que a própria ação mecânica aumentada nos músculos inspiratórios proporciona uma maior mobilidade tóraco-abdominal e, consequentemente, reorganização mecânica de todos os músculos envolvidos na respiração.

No protocolo de treinamento muscular inspiratório proposto, a carga adicional imposta aos indivíduos do grupo de treinamento foi 30% da pressão inspiratória máxima obtida a cada avaliação e reavaliação. Dessa forma, os resultados encontrados demonstram que a carga utilizada foi suficiente para obter aumento na força muscular respiratória. Esse protocolo foi

bem-aceito e tolerado pelos pacientes, visto que nenhum deles relatou alto índice de esforço pela escala de Borg¹³ ou outra intercorrência durante o treinamento.

Esses achados são compatíveis com o estudo de Dall'Ago et al.¹⁸, no qual realizaram um treinamento muscular inspiratório, com duração de 12 semanas, em 16 pacientes com insuficiência cardíaca crônica e fraqueza muscular respiratória, utilizando uma carga adicional de 30% da PImáx. Esses autores observaram um aumento de 115% na PImáx e justificaram esse percentual afirmando a possibilidade de incremento na força de outros músculos inspiratórios em adição ao diafragma. Outros estudos, em que se realizou o treinamento com a mesma carga ou algo próximo, obtiveram resultados semelhantes aos do atual estudo^{10, 12, 25, 26}.

De acordo com Pardy et al.²⁷, os três princípios básicos do treinamento muscular são sobrecarga, especificidade e reversibilidade. No protocolo de treinamento aqui apresentado, utilizou-se uma intensidade suficiente para produzir um efeito (sobrecarga); e a natureza do esforço imposto pelo instrumento utilizado reproduz a mesma modalidade de exercício solicitado pela atividade fisiológica dos músculos respiratórios (especificidade). De acordo com o princípio da reversibilidade, o efeito do treinamento diminui depois que esse é finalizado. Entretanto, é difícil quantificar a influência do destreinamento nos pacientes deste estudo, uma vez que após a cirurgia cardíaca ocorre um declínio da força muscular inspiratória^{21, 28}.

Pode ser considerado como limitação para este estudo o curto intervalo de tempo entre a avaliação do cirurgião e a data da cirurgia, o que reduziu o número amostral, uma vez que era necessário pelo menos 15 dias para o treinamento muscular inspiratório.

Sugere-se que novos estudos sejam realizados comparando o grupo de treinamento com um grupo placebo, este último submetendo-se ao mesmo protocolo utilizado para o grupo experimental, porém utilizando o equipamento com carga mínima.

Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem a eficácia do protocolo de treinamento muscular inspiratório testado ao evidenciar um aumento significativo na força muscular respiratória, utilizando como carga adicional 30% da pressão inspiratória máxima, por um curto período de tempo (duas semanas). Embora não tenha sido utilizado nenhum instrumento com o intuito de avaliar a satisfação e aceitabilidade dos pacientes em relação ao protocolo, esse se mostrou viável e bem-aceito pelos participantes, considerando que os voluntários mostravam-se cada vez mais motivados ao perceber claramente o aumento da força muscular inspiratória durante as reavaliações.

Referências

1. Sachdev G, Napolitano LM. Postoperative pulmonary complications: pneumonia and acute respiratory failure. *Surg Clin North Am.* 2012;92(2):321-44.
2. Chinali C, Busatto HB, Mortari DM, Rockenbach CWF, Leguisamo CP. Inspirometria de incentivo orientada a fluxo e padrões ventilatórios em pacientes submetidos à cirurgia abdominal alta. *Conscientiae Saúde.* 2009;8(2):203-10.
3. Rock P, Rich PB. Postoperative pulmonary complications. *Curr Opin Anesthesiol.* 2003;16(2):123-31.
4. Siafakas NM, Mitrouskas I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax.* 1999;54(5):458-65.
5. Hulzebos EHJ, Meeteren NLUV, De Bie RA, Dagnelie PC, Helders PJM. Prediction of postoperative pulmonary complications on the basis of preoperative risk factors in patients who had undergone coronary artery bypass graft surgery. *Phys Ther.* 2003;83(1):8-16.
6. Oliveira KTS, Campos TF, Borja RO, Freitas DA, Mendonça KMPP. Pressões respiratórias máximas na predição de risco pós-operatório em cirurgia cardíaca. *Conscientiae Saúde.* 2012;11(1):119-24.
7. Simões RP, Deus APL, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M, Borghi-Silva A. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(1):60-7.
8. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebelo MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras Pneumol.* 2010;36(3):306-12.
9. Bellinetti LM, Thomson JC. Avaliação muscular respiratória nas toracotomias e laparotomias superiores eletivas. *J Bras Pneumol.* 2006;32(2):99-105.
10. Ferreira PE, Rodrigues AJ, Evora PR. Effects of an inspiratory muscle rehabilitation program in the postoperative period of cardiac surgery. *Arq Bras Cardiol.* 2009;92(4):275-82.
11. Hulzebos EHJ, Meeteren NLU, Buijs BJWM, Bie RA, Rivière AB, Helders PJM. Feasibility of preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass surgery with a high risk of postoperative pulmonary complications: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil.* 2006;20(11):949-59.
12. Hulzebos EH, Helders PJ, Favié NJ, De Bie RA, Brutel de la Rivière A, Van Meeteren NL. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2006;296(15):1851-7.
13. Borg G. Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido. São Paulo: Manole; 2000.
14. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99:696-702.
15. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol.* 2002;28(sp. 3):155-65.
16. Brunetto AF, Alves LA. Comparing peak and sustained values of maximal respiratory pressures in healthy subjects and chronic pulmonary disease patients. *J Pneumol.* 2003;29(4):208-12.
17. Andrade AD, Silva TNS, Vasconcelos H, Marcelino M, Machado MGR, Galindo Filho VC, et al. Inspiratory muscular activation during threshold therapy in elderly healthy and patients with COPD. *J Electromogr Kinesiol.* 2005;15(6):631-9.
18. Dall'Ago P, Chiappa GRS, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(4):757-63.

19. Weiner P, Zeidan F, Zamir D, Pelleg B, Waizman J, Beckerman M, et al. Prophylactic inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass graft. *World J Surg.* 1998;22(5):427-31.
20. Cahalin LP, Sernigan MJ, Dec GW. Inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure awaiting cardiac transplantation: results of a pilot clinical trial. *Phys Ther.* 1997;77(8):830-8.
21. Elias DG, Costa D, Oishi J, Pires VA, Silva MAM. Efeitos do treinamento muscular respiratório no pré e pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2000;12(1):9-18.
22. Padula CA, Yeaw E. Inspiratory muscle training: integrative review. *Res Theory Nurs Pract.* 2006;20(4):291-304.
23. Galvan CCR, Cataneo AJM. Effect of respiratory muscle training on pulmonary function in preoperative preparation of tobacco smokers. *Acta Cir Bras.* 2007;22(2):98-104.
24. Lima EV, Lima WL, Nobre A, Santos AM, Brito LM, Costa MR. Treinamento muscular inspiratório e exercícios respiratórios em crianças asmáticas. *J Bras Pneumol.* 2008;34(8):552-8.
25. Barros GF, Santos Cda S, Granado FB, Costa PT, Límaco RP, Gardenghi G. Respiratory muscle training in patients submitted to coronary arterial bypass graft. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2010;25(4):483-90.
26. Bosnak-Guclu M, Arikan H, Savci S, Inal-Ince D, Tulumen E, Aytemir K, et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *Respir Med.* 2011;105(11):1671-81.
27. Pardy RJ, Reed WD, Belman MJ. Respiratory muscle training. *Clin Chest Med.* 1988;9(2):287-96.
28. Leguisamo CP, Kalil RAK, Furlani AP. A efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré-operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2005;20(2):134-41.