

Treinamento muscular melhora o volume corrente e a capacidade vital no pós-operatório de revascularização do miocárdio

Postoperative muscle training improves tidal volume and vital capacity in the postoperative period of CABG surgery

Gabriela Bertolini Matheus¹, Desanka Dragosavac², Patrícia Trevisan³, Cledycion Eloy da Costa⁴, Maurício Marson Lopes⁵, Gustavo Calado de Aguiar Ribeiro⁶

DOI: 10.5935/1678-9741.20120063

RBCCV 44205-1394

Resumo

Objetivo: Avaliar a função pulmonar e força da musculatura respiratória no período pós-operatório e verificar o efeito do treinamento muscular inspiratório sobre as medidas de desempenho da musculatura respiratória em pacientes submetidos à revascularização do miocárdio.

Métodos: Estudo randomizado, incluindo 47 pacientes submetidos à revascularização do miocárdio com circulação extracorpórea. Os pacientes foram divididos em grupo controle (GC), 24 pacientes, e grupo estudo (GE) 23 pacientes, com idade média de $66,33 \pm 10,20$ anos e $61,83 \pm 8,61$ anos, respectivamente. O GE foi submetido à fisioterapia convencional e ao treinamento muscular inspiratório com *threshold*[®] IMT e o GC à fisioterapia convencional. Foram comparadas as pressões respiratórias máximas (Pimáx e Pemáx), volume corrente (VC), capacidade vital (CV) e pico de fluxo expiratório (*Peak Flow*) no pré-operatório (Pré-OP), 1º e 3º dias de pós-operatório (PO1) e (PO3).

Resultados: Observou-se redução significativa em todas

as variáveis mensuradas no PO1, quando comparadas ao pré-operatório, nos dois grupos estudados, Pimáx ($P < 0,0001$), Pemáx ($P < 0,0001$), VC: GE ($P < 0,0004$) e GC: ($P < 0,0001$) e CV GE: ($P < 0,0001$) e GC: ($P < 0,0001$) e *peak flow* ($P < 0,0001$). No PO3, o GE apresentou em comparação ao GC, maior valor de CV, GE $1230,4 \pm 477,86$ ml vs. GC $919,17 \pm 394,47$ ml ($P = 0,0222$) e VC GE $608,09 \pm 178,24$ ml vs. GC $506,96 \pm 168,31$ ml ($P = 0,0490$).

Conclusão: Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca sofrem redução da CV e da força muscular respiratória após a cirurgia. O treinamento muscular realizado foi eficaz em recuperar o VC e a CV no PO3, no grupo treinado.

Descritores: Modalidades de fisioterapia. Exercícios respiratórios. Revascularização miocárdica.

Abstract

Objective: To evaluate lung function and respiratory muscle strength in the postoperative period and investigate the effect

1. Fisioterapeuta da Unidade Coronária do Hospital e Maternidade Celso Pierro da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC Campinas); Preceptora da Residência em Fisioterapia Cardiofuncional – PUC Campinas, Campinas, SP, Brasil.
2. Doutora pelo Departamento de Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (FCM Unicamp), Campinas, SP, Brasil.
3. Fisioterapeuta residente em Fisioterapia Cardiofuncional, Hospital da PUC Campinas, Campinas, SP, Brasil.
4. Cirurgião cardíaco, Clínica Córdio Cirúrgica Campinas, Campinas, SP, Brasil.
5. Doutor em cirurgia pela FCM Unicamp, cardiologista, Campinas, SP, Brasil.
6. Doutor em cirurgia pela FCM Unicamp, cirurgião cardíaco, Campinas, SP, Brasil.

Trabalho realizado no Hospital e Maternidade Celso Pierro da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC Campinas), Campinas, SP, Brasil.

Endereço para correspondência

Gabriela Bertolini Matheus

Rua Carapá, 40 – Campinas, SP, Brasil – CEP 13098-330

E-mail: gbmtheus@uol.com.br

Artigo recebido em 10 de abril de 2012
Artigo aprovado em 25 de junho de 2012

Abreviaturas, acrônimos e símbolos	
GC	grupo controle
GE	grupo estudo
Pimáx	pressão inspiratória máxima
Pemáx	pressão expiratória máxima
VC	volume corrente
CV	capacidade vital
peak flow	pico de fluxo expiratório
(PO3)	3º dia de pós-operatório
(CEC)	circulação extracorpórea
(TMI)	treinamento muscular inspiratório
(IMT)	Inspiratory Muscle Trainer
(PO1)	1º dia de pós-operatório
(Pré-op)	pré-operatório
(ANOVA)	análise de variância

of inspiratory muscle training on measures of respiratory muscle performance in patients undergoing coronary artery bypass grafting.

Methods: A randomized study with 47 patients undergoing coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass. They were divided into study group (SG) 23 patients and control

group (CG) 24 patients, mean age 61.83 ± 8.61 and 66.33 ± 10.20 years, EuroSCORE SG 0.71 ± 0.0018 and CG 0.76 ± 0.0029 , respectively. The study group underwent physical therapy and inspiratory muscle training with threshold IMT® and CG underwent conventional physiotherapy. We compared the maximal respiratory pressures (MIP and MEP), tidal volume (TV), vital capacity (VC) and peak expiratory flow (peak flow) preoperatively (Pre-OP), 1st (PO1) and 3rd (PO3) postoperative day.

Results: There was a significant reduction in all variables measured on PO1 compared to preoperative values in both groups, MIP ($P < 0.0001$), MEP ($P < 0.0001$), TV SG ($P < 0.0004$) and CG ($P < 0.0001$) and VC SG ($P < 0.0001$) and CG ($P < 0.0001$) and peak flow ($P < 0.0001$). At PO3, SG presented higher value of VC, GE 1230.4 ± 477.86 ml vs. GC 919.17 ± 394.47 ml ($P = 0.0222$) and TV SG 608.09 ± 178.24 ml vs. CG 506.96 ± 168.31 ml ($P = 0.0490$).

Conclusion: Patients undergoing cardiac surgery experience reduced ventilatory capacity and respiratory muscle strength after surgery. Muscle training was performed to retrieve TV and VC in the PO3, in the trained group.

Descriptors: Physical therapy modalities. Breathing exercises. Myocardial revascularization.

INTRODUÇÃO

Cirurgias cardíacas podem gerar uma série de complicações, dentre elas as complicações pulmonares pós-operatórias, com grande impacto na morbidade e na mortalidade pós-operatória, bem como nos gastos hospitalares.

A etiologia é complexa e multifatorial, envolve as alterações fisiológicas relacionadas à circulação extracorpórea (CEC), alterações mecânicas da esternotomia, manipulação cirúrgica, efeitos da anestesia e uso da artéria mamária, dentre outras variáveis pré, intra e pós-operatórias [1,2].

Os pacientes submetidos à esternotomia com dissecação da artéria mamária e também à pleurotomia apresentam redução nas variáveis ventilatórias, além disso, fatores como imobilidade no leito, dor e disfunção temporária do músculo diafragma contribuem para o quadro hipoxêmico que se instala, e para disfunção pulmonar do pós-operatório [3,4].

É comum a observação de alterações da mecânica pulmonar, padrão respiratório restritivo e respiração superficial no pós-operatório. A formação de atelectasias é

frequente e está associada à redução da capacidade pulmonar e da força da musculatura respiratória. Também podem ocorrer pneumonias, com incidência reportada na literatura entre 3% e 16% [5].

Tendo em vista o quadro de disfunção pulmonar associado à cirurgia cardíaca e suas possíveis repercussões, torna-se fundamental maior investigação a respeito dos recursos disponíveis na atualidade para reverter tal quadro [6].

A fisioterapia respiratória é parte integrante na gestão dos cuidados do paciente cardiopata, tanto no pré quanto no pós-operatório, pois contribui significativamente para melhor prognóstico desses pacientes, atuando no pré-operatório (Pré-op), com técnicas que visam à prevenção das complicações pulmonares, e no pós-operatório, com manobras de higiene e reexpansão pulmonar [7].

Em vista do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar a capacidade ventilatória no pós-operatório de pacientes submetidos à revascularização do miocárdio e comparar os valores das medidas de desempenho da musculatura respiratória, por meio da pressão inspiratória máxima (Pimáx), pressão expiratória máxima (Pemáx), volume

corrente (VC), capacidade vital (CV), e pico de fluxo expiratório entre um grupo submetido à fisioterapia convencional, e outro grupo ao treinamento muscular respiratório com threshold® *Inspiratory Muscle Trainer* (IMT).

MÉTODOS

No período de novembro de 2007 a outubro de 2008, foram realizadas 199 cirurgias cardíacas no Hospital e Maternidade Celso Pierro, sendo 122 pacientes submetidos à revascularização do miocárdio. Destes, foram excluídos no período Pré-op aqueles que apresentassem arritmias, doença pulmonar obstrutiva crônica, identificados por meio de espirometria prévia ou que fizessem uso de broncodilatadores, pacientes em uso de tridil, e aqueles que apresentassem dor torácica de caráter anginoso, bem como pacientes com índice de massa corpórea superior a 30 kg/m². Também foram excluídos pacientes que apresentassem complicações no pós-operatório, que não permitissem a aferição das medidas no 1º dia de pós-operatório (PO1), em uso de balão intra-aórtico, cirurgias de urgência, reoperações e pacientes submetidos a procedimentos associados à revascularização.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Estadual de Campinas e Pontifícia Universidade Católica de Campinas, sob número de registro 294/2005 e 857/07, em consoante à Declaração de Helsinki. Todos os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. A pesquisa foi registrada no CONEP com o número 163.623.

Foram randomizados por sorteio em dois grupos 47 pacientes: 23 pacientes no grupo estudo (GE) e 24 pacientes no grupo controle (GC), com diagnóstico de insuficiência coronariana crônica e submetidos à cirurgia eletiva de revascularização do miocárdio com circulação extracorpórea, através de esternotomia mediana.

A estratificação de risco cirúrgico foi realizada por meio do EuroSCORE, GE 0,71±0,0018 e GC 0,76±0,0029 [8].

O protocolo anestésico e a técnica cirúrgica empregada, incluindo o protocolo de condução da CEC, foram os mesmos. Todos os pacientes foram submetidos à esternotomia mediana, com enxerto da artéria mamária interna, complementados com pontes da veia safena, como critério de inclusão, e tiveram um dreno em posição subxifoide e outro inserido no sexto espaço intercostal para drenagem da pleura esquerda. A analgesia no período pós-operatório foi otimizada e seguiu o protocolo padrão utilizado no hospital. O GC foi submetido ao protocolo de fisioterapia do serviço, que consta de avaliação e orientação no Pré-op, reexpansão pulmonar com padrões fracionados, incentivador respiratório, ortostatismo e deambulação no pós-operatório, duas vezes ao dia. O GE foi submetido ao mesmo protocolo e também ao treinamento muscular

inspiratório (TMI), com threshold® IMT, duas vezes ao dia com três séries de 10 repetições com 40% da Pimáx aferida no 1º dia de pós-operatório.

O Threshold® IMT Respironics® é um dispositivo que possui uma válvula fechada por pressão positiva, com uma mola que produz carga linear fluxo independente, e foi utilizado para o TMI. O TMI foi realizado diariamente nos três primeiros dias de PO, sendo três séries com dez repetições, duas vezes ao dia. A carga utilizada foi 40% da Pimáx mensurada no PO1 e o ritmo e as pausas ficaram determinados por cada paciente.

Foram avaliadas as Pimáx, Pemáx, VC, CV e pico de fluxo expiratório (*Peak flow*), em três momentos; no Pré-Op, PO1 e 3º dia de pós-operatório (PO3), após realizar o último treinamento.

Todas as medidas foram explicadas e experimentadas pelos pacientes antes da avaliação e considerada a melhor de três tentativas. A Pimáx foi realizada com manovacômetro a partir da capacidade residual funcional e a Pemáx da capacidade pulmonar total, com valores próximos entre si, sem vazamento perioral, e foi considerado o maior valor obtido [9]. O VC foi medido com ventilômetro por meio do volume minuto e dividido pela frequência respiratória mensurada em um minuto; a CV foi mensurada com o ventilômetro, a partir da capacidade pulmonar total, com uma expiração lenta e prolongada.

A permeabilidade das vias aéreas foi avaliada pela medida do *peak flow*, obtida com manobra de esforço expiratório máximo e rápido, partindo de uma inspiração máxima. O registro foi realizado através do aparelho *Peak Flow Meter* (ASSESS®), que forneceu o pico de fluxo expiratório em litros por minuto.

Análise estatística

Para comparação de proporções foi utilizado o teste Qui-Quadrado ou exato de Fisher. Na comparação de variáveis contínuas ou ordenáveis em um único tempo entre dois grupos foi utilizado teste Mann-Whitney. Para estudo do efeito do tempo e dos grupos nos parâmetros avaliados foi utilizada análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas e teste de perfil por contrastes para evolução do tempo. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando $P < 0,05$.

RESULTADOS

Os grupos estudados eram homogêneos em relação aos dados demográficos e comorbidades (Tabelas 1 e 2).

Não houve diferença estatística significativa entre os grupos em relação ao tempo de cirurgia [GC 4,76 ± 0,73 horas e GE 4,36 ± 0,80 horas ($P=0,119$)] tempo de CEC [GC 72,42 ± 17,77 minutos e GE 75,78 ± 23,08 minutos ($P=0,658$)], e tempo em que os pacientes permaneceram sob ventilação

mecânica [GC 2,43 ± 2,51 horas e GE 1,75 ± 2,80 horas ($P=0,256$)] após admissão na unidade coronária (Tabela 3).

Consideramos as complicações respiratórias independente do grau e intensidade de acometimento. Para o diagnóstico foi considerado laudo radiológico dos três primeiros dias de pós-operatório. Neste estudo, não houve diferença estatística significativa entre os grupos quando avaliada a presença de complicações respiratórias. Quanto à presença de derrame pleural, 14 (60,87%) pacientes do GE e oito (33,3%) do GC apresentaram essa complicação, constatado em radiografia de tórax com velamento do seio costofrênico, entre o PO1 e o PO3. Atelectasia laminar foi detectada em nove (39,13%) dos pacientes do GE e 15 (62,5%) do GC. Atelectasia lobar não foi observada em nenhum paciente do GE, e foi observada em um (4,17%) do GC, e broncopneumonia em nenhum paciente do GE, e em três (12,5%) do GC (Tabela 4).

O grupo submetido ao treinamento respiratório apresentou diferença significativa no tempo de internação na unidade coronária, porém sem diferença entre os grupos no tempo de internação hospitalar (Tabela 5).

Tabela 1. Dados demográficos da população estudada.

Variáveis	GE= 23 (%)	GC= 24 (%)	P
Idade (anos) média ± DP	61,83±13,53	63,3±10,20	0,4622
Sexo			
Masculino	18 (78,2)	16 (66,67)	0,374
Feminino	5 (21,7)	8 (33,33)	
IMC >25 <30 kg/m ²	2 (8,3%)	3 (13,0%)	0,6662

IMC = índice de massa corpórea

Tabela 2. Comorbidades da população estudada.

Comorbidades	GE= 23 (%)	GC= 24 (%)	P
HAS	23 (100)	23 (95)	1,0
Diabetes	12 (52,1)	14 (58,3)	0,6711
Tabagismo	09 (39,1)	11 (45,8)	0,6422
IAM	10 (43,4)	06 (25)	0,181
Dislipidemia	19 (82,6)	15 (62,5)	0,1234
Etilismo	03 (13)	01 (4,1)	0,347

GC = grupo controle, GE = grupo estudo, IMC = índice de massa corpórea, HAS = hipertensão arterial sistêmica, IAM = infarto agudo do miocárdio

Tabela 3. Tempo de cirurgia, circulação extracorpórea e intubação dos grupos estudados.

Variáveis	GE	GC	P
Tempo de cirurgia (horas)	4,36±0,80	4,76±0,73	0,119
Tempo de CEC (min)	75,78±23,08	72,42±17,77	0,658
IOT (horas)	1,75±2,80	2,43±2,51	0,256

GC = grupo controle, GE = grupo estudo, CEC = circulação extracorpórea, IOT = intubação orotraqueal

Tabela 4. Complicações respiratórias no pós-operatório.

Complicações	GE (%)	GC (%)	P
Derrame pleural	14 (60,87)	8 (33,3)	0,058
BCP	0	3 (12,5)	0,234
Atelectasia laminar	9 (39,19)	15 (62,5)	0,109
Atelectasia lobar	0	1 (4,17)	1,0

GC = grupo controle, GE = grupo estudo, BCP = broncopneumonia

Tabela 5. Internação na unidade coronária e hospitalar dos grupos estudados.

Internação (dias)	Média	DP	Mínimo	Máximo	P
UCO GE	2,0	1,08	0,9	5,3	0,0236
GC	2,63	0,92	1,0	4,0	
Hospitalar GE	6,2	2,02	3,0	12,0	0,4147
GC	6,77	2,95	2,0	12,0	

Pressões Respiratórias Máximas

Quando comparamos a Pimáx no 1º PO com o Pré-op, observamos redução significativa nos dois grupos GC [-60,21 ± 24,65 cmH₂O vs. -85,71 ± 28,46 cmH₂O] e GE [-47,57 ± 18,54 cmH₂O vs. -81,91 ± 24,81 cmH₂O ($P<0,0001$)]. No PO3, foi observada recuperação significativa das medidas de Pimáx, porém, sem retorno aos valores pré-operatórios [GC -75,75 ± 25,00 cmH₂O e GE -66,43 ± 21,79 cmH₂O ($P<0,0001$)]. Não houve diferença significativa entre os grupos GC e GE ($P=0,1680$). A evolução dos valores da Pimáx pode ser observada na Figura 1

Comparando-se os valores da Pemáx no PO1 e o Pré-op, observou-se redução significativa nos dois grupos [GC 58,25 ± 27,96 cmH₂O vs. 84,96 ± 31,51 cmH₂O] e GE [61,04 ± 29,21 cmH₂O vs. 94,70 ± 26,86 cmH₂O ($P<0,0001$)]. No PO3, observou-se aumento das medidas [GC 70,04 ± 29,25 cmH₂O e GE 78,39 ± 36,22 cmH₂O ($P<0,0001$)], porém, sem diferença estatística entre os grupos ($P=0,168$). Não houve retorno aos valores pré-operatórios. A evolução nos valores de Pemáx nos pacientes estudados está representada na Figura 2

Medidas de Volume Corrente (VC)

Comparando-se o valor do VC entre PO1 e o Pré-op, observamos redução significativa nos dois grupos [GC 443,79 ± 195,10 vs. 756,38 ± 220,05 ml ($P<0,0001$)] e GE [475,17 ± 140,67 vs. 655,96 ± 244,42 ml ($P=0,0004$)]. No PO3, observamos aumento significativo no valor do VC no GE [608,09 ± 178,24 ml ($P=0,0015$)]. Houve diferença significativa entre GC e GE no 3º dia de pós-operatório ($P=0,0490$). Os valores do VC nos pacientes estudados estão representados na Figura 3.

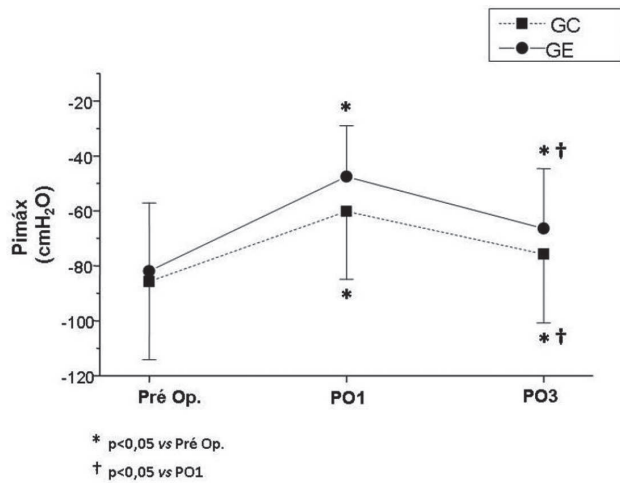


Fig. 1 - Pimáx. Evolução das medidas de Pimáx nos grupos estudados

Capacidade Vital (CV)

Comparando-se o valor da CV entre PO1 e o Pré-op, observamos redução significativa nos dois grupos, GC [731,25 ± 279,68 ml vs. 2425,0 ± 956,33 ml ($P < 0,0001$)] e GE [790,00 ± 330,45 ml vs. 2537,0 ± 1067,9 ml ($P < 0,0001$)]. No PO3, observamos recuperação das medidas nos dois grupos, porém de forma mais acentuada no grupo submetido ao treinamento respiratório [GC 919,17 ± 394,47 ml e GE 1230,4 ± 477,86 ml]. Houve diferença significativa entre o GC e o GE ($P = 0,0222$) no PO3. As medidas mantiveram redução significativa em relação ao valor do Pré-op. Os valores da CV nos pacientes estudados estão representados na Figura 4.

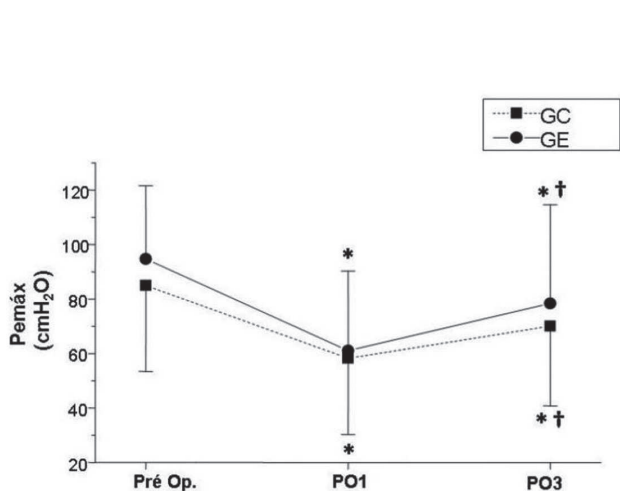


Fig. 2 - Pemáx. Evolução das medidas de Pemáx dos grupos estudados. GC = grupo controle, GE = grupo estudo

Pico de Fluxo Expiratório

O valor do *peak flow* demonstrou redução significativa no PO1, quando comparado ao Pré-op [GC: 136,67 ± 71,18 L/m vs. 347,92 ± 150,51 L/m e GE: 154,13 ± 56,34 L/m vs. 350,65 ± 133,19 L/m ($P < 0,0001$)], sem diferença entre os grupos ($P = 0,4750$). No PO3, as medidas GC 203,75 ± 83,55 L/m e GE 221,30 ± 100,87 L/m apresentaram recuperação significativa, porém não retornaram aos valores do Pré-op. A evolução das medidas de *peak flow* está representada na Figura 5.

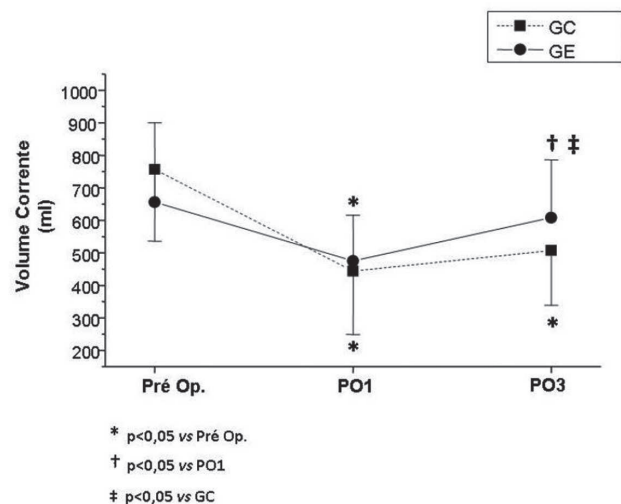


Fig. 3 - Evolução do valor do volume corrente nos grupos estudados. GC = grupo controle, GE = grupo estudo, VC = volume corrente

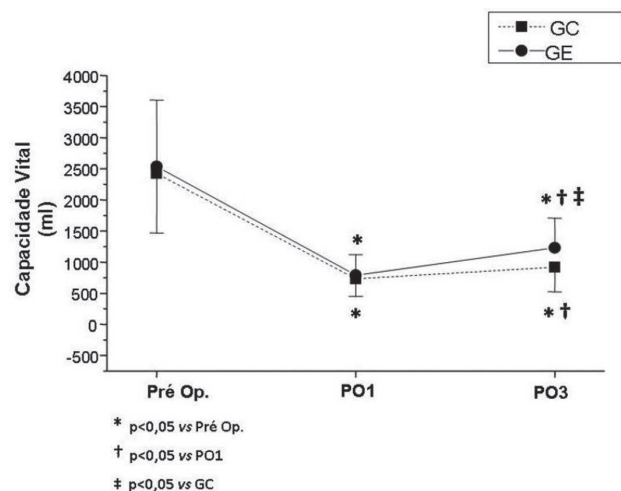


Fig. 4 - Evolução do valor da capacidade vital nos grupos estudados GC = grupo controle, GE = grupo estudo, CV = capacidade vital

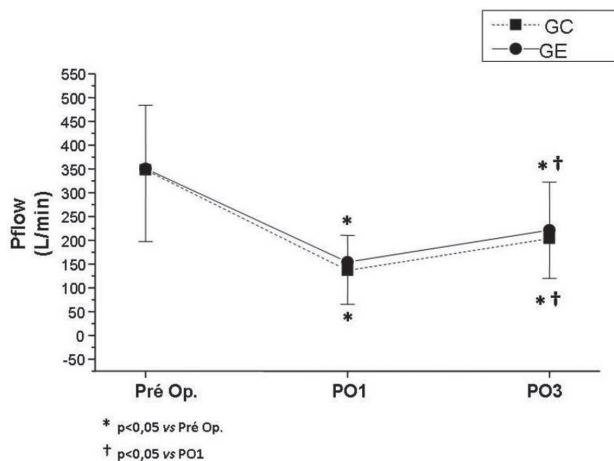


Fig. 5 - Evolução do pico de fluxo expiratório dos grupos estudados GC = grupo controle, GE = grupo estudo, peak flow = pico de fluxo expiratório

DISCUSSÃO

Com relação às características descritivas da população estudada, os grupos eram homogêneos quanto a idade, gênero e peso. Vários autores realizaram aferições das pressões respiratórias máximas e publicaram os valores sob forma de equações, usadas como valores de referência para determinadas populações. A maioria desses autores relaciona os valores das pressões respiratórias máximas com sexo e idade [10].

No presente estudo, não houve diferença significativa entre os grupos em relação ao tempo de cirurgia, de CEC e de intubação. A cirurgia e a anestesia afetam a função ventilatória. Alguns autores observaram aumento da densidade pulmonar em áreas dependentes nos dois pulmões após anestesia, sugerindo formação de áreas de atelectasias [11]. De acordo com Nardi et al. [12], o tempo de CEC maior do que 60 minutos parece ter relação inversa com valores de Pimáx.

Neste estudo não houve diferença significativa em relação às complicações respiratórias. Garcia & Costa [13] relataram um ou mais tipos de complicações pulmonares na fase pós-operatória em 74% dos pacientes, sendo 17% derrame pleural e 10% atelectasia.

A atelectasia é o achado encontrado com maior frequência no pós-operatório, os achados radiológicos principais são referentes ao lobo inferior esquerdo. Atelectasia está relacionada a piora na troca gasosa, redução nos volumes pulmonares e da capacidade residual funcional e complacência pulmonar. Torna-se relevante quando é persistente, está associada à hipoxemia, ao aumento do trabalho respiratório e a outros sinais de esforço [14].

Landymore & Howell [15] relataram que os pacientes que receberam a artéria mamária interna como enxerto e foram submetidos à drenagem de tórax apresentaram maior incidência de derrame pleural, atelectasias no lobo inferior esquerdo e elevação da cúpula diafragmática esquerda. Além disso, três meses após a cirurgia esses pacientes mantinham perda de volume pulmonar, áreas de atelectasia e derrame pleural. No presente estudo, todos os pacientes receberam enxerto com artéria torácica interna, sendo assim uniformizado esse fator.

Neste estudo, todas as variáveis estudadas, Pimáx, Pemáx, pico de fluxo expiratório, VC e CV, apresentaram redução significativa no PO1 em relação ao Pré-op.

A significativa redução pós-operatória no desempenho da musculatura respiratória é esperada, como demonstrado pelos valores mais baixos de Pimáx e Pemáx, em ambos os grupos. Os efeitos da cirurgia cardíaca na função muscular, a dor e a presença dos drenos torácicos provavelmente contribuem para tais achados. No período pós-operatório, ocorre redução nos volumes e capacidades pulmonares e comprometimento da função respiratória [12].

A redução no valor do pico de fluxo expiratório indica interferência na mecânica respiratória, por meio da redução da força da musculatura e amplitude dos movimentos, secundários ao trauma cirúrgico [13]. Resultados semelhantes foram relatados por Johnson et al. [5], em pacientes no pós-operatório de revascularização do miocárdio.

Também Nardi et al. [12] constataram redução importante, de aproximadamente 50% em todas as variáveis (VC, Pimáx, Pemáx e pico de fluxo expiratório) no PO1 de cirurgia cardíaca quando comparado com o período Pré-op.

No presente estudo, houve aumento significativo em todas as variáveis medidas até o PO3 nos dois grupos.

Apesar do aumento, não houve recuperação das medidas aos valores pré-operatórios, exceto para o valor do VC no grupo treinado. Tal achado está de acordo com os dados apresentados por Silva et al. [16], que avaliaram o comportamento da Pimáx, Pemáx e espirometria em um grupo de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e constataram reduções significativas nos volumes e fluxos pulmonares e nas pressões respiratórias máximas no PO1. Houve aumento significativo da força muscular respiratória até a alta hospitalar, mesmo sem treinamento específico, entretanto, as medidas permaneceram com valores abaixo do obtido no Pré-op [16].

Neste estudo, embora o treinamento muscular inspiratório não tenha demonstrado efeitos sobre a Pimáx e Pemáx até o PO3, foi eficaz em aumentar, de forma significativa, a função ventilatória, como demonstrado por meio do aumento nos valores de VC e CV, no grupo submetido ao treinamento com threshold@ IMT.

Ferreira et al. [17] relataram resultados semelhantes, após

treinamento com threshold@ IMT no Pré-op. Os pacientes apresentaram aumento significativo na capacidade vital forçada e ventilação voluntária máxima, porém não houve diferença na Pimáx e Pemáx observada no período pós-operatório.

O resultado da alteração de volume pulmonar mais frequente, em pacientes com fraqueza muscular, é a queda da capacidade vital. Assim, pode-se dizer que a CV reflete a fraqueza dos músculos respiratórios e a carga mecânica estática dos pulmões [18].

As alterações da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC são, em grande parte, responsáveis pela morbidade desses pacientes. As atelectasias são as complicações mais frequentes, ocasionadas por diminuição da capacidade residual funcional, pelas alterações da mecânica da caixa torácica e do tecido pulmonar, por aumento da resistência das vias aéreas e pela dor pós-operatória, dentre outros fatores [19].

No presente estudo, o grupo controle não recebeu um treinamento específico da musculatura inspiratória, mas foram igualmente orientados no Pré-op e realizaram fisioterapia respiratória após a cirurgia, bem como foram estimulados a sair da cama e deambular precocemente.

É possível que essas medidas e exercícios, mesmo sem carga, tenham contribuído para melhorar as variáveis no grupo controle.

Barros et al. [20] treinaram um grupo de pacientes com 40% da Pimáx, do PO1 até a alta, que ocorreu no 7º dia de pós-operatório. O comportamento das variáveis Pimáx, Pemáx, VC e pico de fluxo expiratório, tal como no presente estudo, apresentou queda significativa, porém retornou aos valores obtidos no Pré-op, no momento da alta hospitalar.

Outros estudos têm demonstrado que o treinamento muscular respiratório Pré-op é efetivo para aumentar a força dos músculos respiratórios em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca [17,21,22].

Leguisamo et al. [23] relataram que pacientes instruídos no Pré-op estão melhor preparados para colaborar com as necessidades do tratamento pós-operatório. Entendendo o objetivo da fisioterapia pré e pós-operatória, as limitações decorrentes do processo cirúrgico e a técnica fisioterapêutica proposta poderão favorecer a sua recuperação e, assim, diminuir o tempo de permanência no hospital.

Embora os efeitos do treinamento da musculatura respiratória estejam bem definidos no que se refere aos benefícios ao paciente, alguns aspectos metodológicos permanecem controversos em relação a carga a ser aplicada, número de repetições e período de treinamento.

Neste estudo, o benefício positivo do treinamento da musculatura inspiratória pode ser observado por meio do aumento significativo do volume corrente, no PO3, com retorno ao valor pré-operatório. Houve, também, aumento

significativo da CV em relação ao grupo controle, apesar da variável manter-se abaixo do valor obtido no Pré-op. Esse resultado reforça os achados de outros autores que aplicaram o treinamento muscular por um período mais longo e obtiveram aumento na Pimáx e Pemáx.

É possível que, aplicando o treinamento muscular por mais alguns dias, tal resultado poderia ter sido obtido.

Mensurar e monitorar a função dos músculos respiratórios por meio das medidas de Pimáx e Pemáx, nos pacientes que serão submetidos à cirurgia cardíaca, é uma forma simples e importante para se planejar intervenções que possam trazer benefícios clínicos como a redução das complicações pulmonares do pós-operatório.

Nesse contexto, sugere-se que novos estudos sejam realizados com objetivo de pesquisar e melhor definir a metodologia para obtenção dos benefícios positivos do treinamento muscular respiratório aqui descritos.

As limitações do presente estudo são relacionadas às medidas de avaliação de Pimáx e Pemáx, CV, VC e pico de fluxo expiratório. Tais testes dependem da compreensão e da colaboração dos indivíduos participantes. Portanto, o aprendizado da técnica pode ter um efeito determinante positivo sobre os resultados.

CONCLUSÃO

Pacientes submetidos à revascularização do miocárdio apresentam redução significativa das medidas de desempenho da musculatura respiratória no PO1, quando comparados aos valores iniciais do Pré-op. O treinamento muscular respiratório foi eficaz em recuperar o VC e a CV no PO3, no grupo submetido ao treinamento. Não houve diferença na presença de complicações pulmonares e tempo de internação hospitalar entre os grupos estudados.

REFERÊNCIAS

1. Weissman C. Pulmonary function after cardiac and thoracic surgery. *Anesth Analg*. 1999;88(6):1272-9.
2. Wynne R, Botti M. Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. *Am J Crit Care*. 2004;13(5):384-93.
3. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Carvalho ACC, Jaramillo JI, Alves FA, et al. Efeitos do local de inserção do dreno pleural na função pulmonar no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2004;19(1):47-54.

4. Wimmer-Greinecker G, Yosseef-Hakimi M, Rinne T, Buhl R, Matheis G, Martens S, et al. Effect of internal thoracic artery preparation on blood loss, lung function, and pain. *Ann Thorac Surg.* 1999;67(4):1078-82.
5. Johnson D, Kelm C, To T, Hurst T, Naik C, Gulka I, et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;152(3):953-8.
6. Westherdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg O, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Chest.* 2005;128(5):3482-8.
7. Cavenaghi S, Ferreira LL, Marino LHC, Lamari NM. Fisioterapia respiratória no pré e pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2011;26(3):455-61.
8. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;16(1):9-13.
9. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32(6):719-27.
10. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702.
11. Lindberg P, Gunnarsson L, Tokics L, Secher E, Lundquist H, Brismar B, et al. Atelectasis and lung function in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1992;36(6):546-53.
12. Nardi C, Otranto CPM, Piaia IM, Forti EMP, Fantini B. Avaliação da força muscular, capacidades pulmonares e função pulmonar respiratória de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. In: 4ª Mostra Acadêmica e Congresso de Pesquisa da UNIMEP [on line]: 2006. Out,24-26. Piracicaba. Anais eletrônicos. Disponível em URL: <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/171pdf>.
13. Garcia RCP, Costa D. Treinamento muscular respiratório em pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva. *Rev Bras Fisioter.* 2002;6(3):139-46.
14. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB. Fisioterapia respiratória na disfunção pulmonar pós-cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(4):562-9.
15. Landymore RW, Howell F. Pulmonary complications following myocardial revascularization with the internal mammary artery graft. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1990;4(3):156-61.
16. Silva BA, Pires de Lorenzo VA, Oliveira CR, Luzzi S. Comportamento da função pulmonar e da força muscular respiratória em pacientes submetidos à revascularização do miocárdio e à intervenção fisioterapêutica. *RBTI.* 2004;16(3):155-9.
17. Ferreira PEG, Rodrigues AJ, Évora PRB. Efeitos de um programa de reabilitação da musculatura inspiratória no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* 2009;92(4):275-82.
18. Oliveira RARA, Soares SMTP, Kousour C. Bases do treinamento muscular respiratório. In: Sarmiento GJV, ed. O ABC da fisioterapia respiratória. 1ª ed. São Paulo:Manole;2009. p.213-28.
19. Barbosa RAG, Carmona MJC. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea. *Rev Bras Anestesiologia.* 2002;52(6):689-99.
20. Barros GF, Santos CS, Granado FB, Costa PT, Límaco RP, Gardenghi G. Treinamento muscular respiratório na revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2010;25(4):483-90.
21. Hulzebos EH, Helders PJ, Favié NJ, De Bie RA, Brutel de la Riviere 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.
22. Elias DG, Costa D, Oishi J, Pires VA. Efeito do treinamento muscular respiratório no pré e pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Bras Ter Intens.* 2000;12(1):9-18.
23. Leguisamo CP, Kalil RAK, Furlani AP. A efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré-operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2005;20(2):134-41.