

Efeitos da aplicação da pressão positiva expiratória final no pós-operatório de revascularização do miocárdio

The effectiveness of positive end-expiratory pressure after coronary artery bypass grafting

Los efectos de la aplicación de la presión positiva espiratoria final en el postoperatorio de la revascularización del miocardio

Juliana Paula Graetz¹, Marlene Aparecida Moreno²

RESUMO | O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da fisioterapia respiratória convencional (FRC) associada à pressão positiva expiratória final (PEEP) sobre a função pulmonar, força muscular inspiratória (FMI) e alterações radiológicas em pacientes submetidos à revascularização miocárdica. Foram selecionados 15 pacientes, divididos em 2 grupos: GI (n=7), submetidos à FRC e GII (n=8), submetidos à PEEP associada à FRC. A função pulmonar foi avaliada através da espirometria, a FMI através da manovacuometria e foi observada a presença de alterações pulmonares pela radiografia de tórax, nos períodos pré-operatório (Pré) e terceiro pós-operatório (PO3). Observaram-se reduções significativas dos valores espirométricos e de pressão inspiratória máxima entre o Pré e o PO3 nos 2 grupos, e não houve diferença na comparação entre os grupos. Em conclusão, os pacientes sofreram prejuízos na FMI e função pulmonar após a cirurgia e, mesmo submetidos a protocolos de fisioterapia respiratória, não houve restabelecimento dos valores até o PO3 nem diferença entre os grupos, apesar da inclusão da PEEP. Entretanto, nenhum apresentou alterações radiológicas em decorrência da cirurgia cardíaca.

Descritores | Testes de Função Respiratória; Força Muscular; Modalidades de Fisioterapia; Revascularização Miocárdica.

ABSTRACT | The aim of the study was to evaluate the effects of conventional respiratory physical therapy (CRP) associated with positive end expiratory pressure (PEEP)

on pulmonary function, inspiratory muscle strength (IMS) and radiological alterations in patients undergoing myocardial revascularization. A total of 15 patients were selected and divided into 2 groups: Group 1 (n=7) underwent CRP and Group 2 (n=8) underwent PEEP associated with CRP. Pulmonary function was evaluated by spirometry, the IMS, using a manovacuometer and the presence of pulmonary abnormalities was observed using chest radiographs, in the preoperative (Pre) and third postoperative (PO3) periods. Significant reductions were observed in the spirometric values and maximal inspiratory pressure between Pre and PO3 in the 2 groups, and there was no difference in the comparison between groups. In conclusion, the patients suffered impairments in the IMS and pulmonary function after surgery and, even having undergone respiratory therapy protocols, there was no restoration of the values by PO3 or differences between groups, despite the inclusion of PEEP. However, no patients presented radiological changes as a result of the heart surgery.

Keywords | Respiratory Function Tests; Muscle Strength; Physical Therapy Modalities; Myocardial Revascularization.

RESUMEN | Esta investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de la fisioterapia respiratoria convencional (FRC) asociada a la presión positiva espiratoria (PEEP) sobre la función pulmonar, fuerza muscular inspiratoria (FMI) y alteraciones radiológicas en pacientes sometidos a la revascularización del miocardio. Se han elegidos 15 pacientes, los cuales se dividieron en 2 grupos: GI (n=7),

Estudo desenvolvido no Hospital dos Fornecedores de Cana de Piracicaba (HFCCP) - Piracicaba (SP), Brasil

¹Mestre em Fisioterapia. Docente do curso de Fisioterapia da Faculdade de Americana - Americana (SP), Brasil

²Professora Doutora. Docente do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia e do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Metodista de Piracicaba - Piracicaba (SP), Brasil

Endereço para correspondência: Profa Dra Marlene Aparecida Moreno - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) - Rodovia do Açúcar, km 156, Taquaral - CEP: 13400-901 - Piracicaba (SP), Brasil - E-mail: ma.moreno@terra.com.br
Apresentação: jan. 2014 - Aceito para publicação: jan. 2015 - Fonte de financiamento: PROSUP/CAPEs - Conflito de interesses: nada a declarar. Parecer de aprovação no Comitê de Ética nº 75/09

sometidos a la FRC, y GII (n=8), sometidos a la PEEP asociada a la FRC. Se evaluó la función pulmonar a través de la espirometría, la FMI a través del manovacuómetro, y se observó la presencia de alteraciones pulmonares por la radiografía de tórax, en los periodos preoperatorios (Pre) y tercero postoperatorio (PO3). Se observó reducciones significativas de los valores espirométricos y de la presión inspiratoria máxima entre Pre y PO3 en los 2 grupos, y no hay diferencias de comparaciones entre los grupos. En conclusión, los pacientes sufrieron pérdidas en la FMI y en la

función pulmonar después de la cirugía y, aunque sometidos a los protocolos de fisioterapia respiratoria, no hubo restauración de los valores hasta PO3 ni diferencia entre los grupos, a pesar de la inclusión de la PEEP. Mientras tanto, ninguno presentó alteraciones radiológicas como consecuencia de la cirugía del corazón.

Palabras clave | Pruebas de Función Respiratoria; Fuerza Muscular; Modalidades de Fisioterapia; Revascularización Miocárdica

INTRODUÇÃO

A cirurgia cardíaca (CC) é um procedimento utilizado no tratamento de enfermidades cardiovasculares e apresenta taxas expressivas de complicações pós-operatórias¹⁻³. Dentre elas, destacam-se as complicações respiratórias, como redução da oxigenação, função pulmonar, força muscular respiratória, e alterações radiológicas como atelectasias e derrames pleurais, que aumentam o risco de morbimortalidade pós-operatória⁴⁻⁹.

Sabendo-se das complicações e suas possíveis repercussões, a fisioterapia respiratória vem sendo utilizada com o intuito de reverter ou amenizar esse quadro. Estudos demonstram que qualquer tipo de intervenção fisioterapêutica é melhor do que a não intervenção nos pacientes em pós-operatório (PO) de CC^{10,11}. Assim, os exercícios de respiração profunda têm sido utilizados com frequência no PO de CC, visando o aumento da expansão pulmonar^{7,10,12}. Quando associados à pressão positiva expiratória final (PEEP), podem otimizar a higiene brônquica pulmonar, aumentar a oxigenação arterial e melhorar a complacência pulmonar, proporcionando efeitos como variação na pressão intra-alveolar, aumento da capacidade residual funcional (CRF), redistribuição do líquido extravascular, diminuição do *shunt* intrapulmonar e otimização da administração de broncodilatadores¹³.

Nesse sentido, estudos têm investigado a aplicação de condutas de intervenção fisioterapêutica associada ou não à aplicação de pressão positiva nas vias aéreas com a finalidade de minimizar os efeitos adversos da CC^{4,6}. Os resultados de alguns estudos encontrados na literatura não demonstram consenso sobre a eficácia da utilização da pressão positiva expiratória sobre a função respiratória em PO de CC. Richter-Larsen, et al.⁴ e Bertol, Ferreira e Coronel¹⁴ não encontraram diferenças significativas

quanto à redução de hipoxemia, atelectasias e melhora da capacidade vital forçada (CVF) entre pacientes tratados com fisioterapia respiratória convencional (FRC) associada à PEEP e os tratados apenas com FRC no PO de CC. Porém, há relatos de estudos que observaram redução de incidência de atelectasias, retorno dos valores pulmonares à normalidade^{6,7} e força muscular inspiratória⁹ na aplicação da PEEP no PO de CC.

Considerando o exposto, este estudo teve como objetivos avaliar os efeitos da FRC associada à PEEP sobre a função pulmonar, força muscular respiratória e alterações radiológicas em pacientes submetidos à revascularização do miocárdio (RM), com circulação extracorpórea (CEC).

METODOLOGIA

Amostra

Respeitando as normas de conduta experimental com seres humanos, este estudo seguiu as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Metodista de Piracicaba (protocolo nº 75/09) e todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram recrutados 18 pacientes, entretanto apenas 15 finalizaram o estudo, devido a instabilidade hemodinâmica (n=2) e dificuldade de execução das manobras para a avaliação no PO (n=1). Todos eram do gênero masculino, idade entre 30 e 60 anos, submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com CEC, internados na Unidade de Terapia Intensiva Cardiológica do Hospital dos Fornecedores de Cana de Piracicaba (HFPC). Os pacientes foram selecionados a partir do mapa cirúrgico

semanal. De forma randomizada, constituíram dois grupos: GI (n=7), submetidos à fisioterapia respiratória convencional, e GII (n=8), submetidos à pressão positiva expiratória nas vias aéreas associada à FRC.

Os critérios de inclusão para o estudo foram: insuficiência coronariana diagnosticada por cintilografia e confirmada por cateterismo, cirurgia eletiva de revascularização do miocárdio com CEC, estabilidade clínica e hemodinâmica. Os critérios de exclusão consistiram em: instabilidade hemodinâmica, padrão ventilatório obstrutivo ou restritivo avaliado por espirometria, doenças neuromusculares, desenvolvimento de doenças respiratórias no pós-operatório ou dificuldade para compreensão dos procedimentos.

Avaliação

Prova de função pulmonar

As provas de função pulmonar foram realizadas com o uso de um espirômetro computadorizado ultrassônico com sensor de fluxo, marca Easy one™, modelo 2001 (ndd Medizintechnik AG, Zurich, Switzerland), com software interno Winspiro atualizado para a versão 1.04. Foi efetuada a manobra de capacidade vital forçada (CVF) no pré-operatório e terceiro pós-operatório (PO3). Cada manobra foi realizada até obterem-se 3 curvas aceitáveis e 2 reprodutíveis, não excedendo 8 tentativas.

Durante as provas, os pacientes permaneceram sentados, com as narinas ocluídas por clipe nasal. Os procedimentos técnicos, critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade foram realizados segundo as normas recomendadas pela *American Thoracic Society*¹⁵.

Força muscular inspiratória

A pressão inspiratória, gerada ao nível da boca, foi mensurada no pré-operatório e PO3, utilizando-se um manovacuômetro digital MVD 300 (GlobalMed, RS, Brasil), escalonado em cmH₂O.

As medidas foram realizadas com os pacientes sentados e tendo as narinas ocluídas por uma pinça nasal. A pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) foi medida durante esforço iniciado a partir do volume residual (VR)^{16,17}. Todos executaram no mínimo três esforços de inspiração máxima tecnicamente satisfatórios, ou seja, sem vazamento de ar perioral e com valores próximos entre si ($\leq 10\%$), e foi considerada para o estudo a medida de maior valor. A inspiração foi mantida por no mínimo 1 segundo¹⁷. Para evitar a elevação das pressões

na cavidade oral, utilizou-se adaptado ao bocal um dispositivo com um orifício de 2 mm de diâmetro interno e 1,5 mm de comprimento.

Radiografia de tórax

Do pré-operatório até a alta hospitalar, todos os pacientes realizaram diariamente radiografia de tórax na incidência ântero-posterior, para acompanhamento da evolução clínica. O laudo dos exames era anotado na ficha de cada paciente pelo pesquisador responsável, observando-se presença de atelectasias, consolidações pulmonares, derrame pleural e pneumotórax.

Protocolos

O tratamento fisioterapêutico foi iniciado no pós-operatório imediato, com o desmame da ventilação mecânica e extubação orotraqueal, e prosseguiu até a alta hospitalar do paciente.

- **Fisioterapia Respiratória Convencional (FRC)**

Consistiu-se em manobras para a higiene brônquica, através de oscilação oral de alta frequência (OOAF; Shaker®, NCS, São Paulo, Brasil) ou Acapella (Choice®, DHD Healthcare Corporation, Knoxville, USA), tosse assistida, exercícios respiratórios diafragmáticos, reeducação funcional respiratória (exercícios de inspirações profundas e inspirações fracionadas em 2 e 3 tempos) e exercícios respiratórios associados à movimentação dos membros superiores. Também foram realizados exercícios ativo-assistidos de extremidades (flexo-extensão e rotações com os membros superiores e inferiores). As sessões de fisioterapia foram realizadas 2 vezes ao dia, durante 5 dias, totalizando 10 sessões. Os exercícios respiratórios e os motores foram realizados em 3 séries de 10 repetições.

- **Terapia com pressão positiva expiratória final (PEEP)**

Após a realização da FRC, os pacientes do GII eram submetidos à aplicação da PEEP com o equipamento de pressão positiva expiratória (EPAP) adulto (CriticalMed, Rio de Janeiro, Brasil) através da exalação em um bocal acoplado a uma válvula unidirecional, tendo em sua extremidade uma válvula de PEEP extrínseca, do tipo *spring load* (carga com mola), sem vazamento de ar perioral. O ajuste da carga variou entre 5 e 10cmH₂O, devido a dificuldade de alguns pacientes em atingir a carga máxima estipulada, sendo necessário, nesses casos, diminuí-la. Foram realizadas 3 séries de 20 repetições, 2 vezes ao dia.

Tratamento dos dados

Para a análise estatística utilizou-se o aplicativo SPSS 13.0. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para análise da distribuição dos dados, os quais não apresentaram distribuição normal. Assim, para a análise pareada, utilizou-se o teste de Wilcoxon e para a análise não pareada, o teste de Mann-Whitney. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado como estatisticamente significativo.

O cálculo amostral teve como base o desvio padrão obtido em um estudo piloto realizado pela pesquisadora responsável, no qual foi avaliada a função pulmonar de 10 homens em PO de CC, sendo utilizada a variável capacidade vital forçada. Estabelecendo um nível de significância de 5% e um poder de teste de 80%, o tamanho da amostra sugerido foi de 10 sujeitos por grupo. Para o cálculo foi utilizado o aplicativo GraphPad StatMate 2.0 para Windows.

RESULTADOS

A Tabela 1 refere-se às características dos grupos estudados na condição pré-operatória, em relação à idade, antropometria, tempo de circulação extracorpórea e tempo de internação e alterações radiológicas. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.

Tabela 1. Características dos pacientes estudados (média±desvio padrão)

Características	GI (n=7)	GII (n=8)	p
Idade (anos)	56,9±12,8	62,1±2	0,74
Massa corpórea (kg)	78,1±9,5	76,2±10,1	0,70
Estatura (cm)	171±8,8	171,3±7,0	0,85
IMC (kg/m ²)	26,8±3,2	26±3,8	0,85
Tempo de CEC (minutos)	75,8±17,1	83,6±8,3	0,41
Tempo de internação (dias)	6,3±1,7	6,1±1,4	0,84
Alterações radiológicas	não	não	-

GI: grupo I; GII: grupo II; IMC: índice de massa corpórea; CEC: circulação extracorpórea

Em relação aos valores da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}), foram observadas diferenças significativas entre o período pré-operatório e o PO3, para o GI e o GII, sendo os menores valores encontrados no pós-operatório. Não houve diferença significativa na comparação intergrupos (Figura 1).

Na análise da função pulmonar, os valores espirométricos apresentaram diferenças significativas entre o período pré-operatório e o PO3, nos dois grupos estudados, não havendo diferenças na comparação entre os grupos (Figura 2).

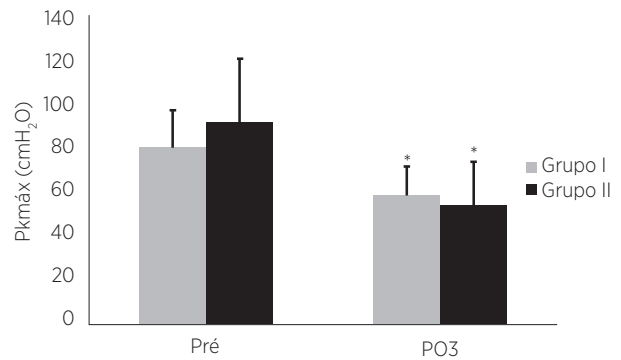


Figura 1. Valores de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) nos grupos estudados

* $p < 0,05$ Pré vs PO3

PI_{máx}: pressão inspiratória máxima; PO3: terceiro pós-operatório; Pré: pré-operatório

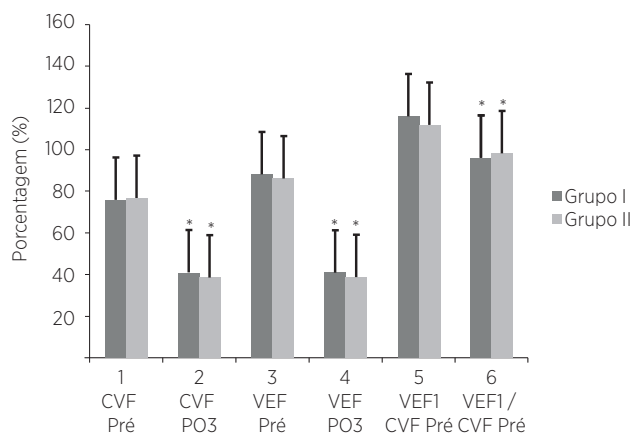


Figura 2. Valores espirométricos dos grupos estudados

* $p < 0,05$ Pré vs PO3

Pré: pré-operatório; PO3: terceiro pós-operatório; CVF: capacidade vital forçada; VEF: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: razão entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada

DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo mostraram redução da força muscular inspiratória e da função pulmonar nos dois grupos estudados, quando comparadas às condições pré-operatórias e PO3, sendo os menores valores observados após a cirurgia. Também não foram observadas alterações radiológicas no período pós-operatório.

Pacientes submetidos à CC desenvolvem alterações pulmonares no PO devido a disfunção diafragmática, dor na incisão cirúrgica e efeitos residuais dos anestésicos^{6-8,18,19}. A CEC pode promover a síndrome da resposta inflamatória sistêmica^{20,21}, acentuando o comprometimento respiratório. Considerando essas alterações, torna-se relevante um melhor esclarecimento com relação a condutas pós-operatórias que possam minimizá-las e favorecer o restabelecimento da função respiratória desses pacientes.

Diversos procedimentos fisioterapêuticos são descritos na literatura com o intuito de minimizar as complicações respiratórias decorrentes da CC. Porém, não há consenso sobre a efetividade e superioridade entre as condutas utilizadas. Em estudo realizado por Zangerolamo, et al.²², não foram encontradas diferenças significativas entre a realização de fisioterapia convencional e associada à inspirometria de incentivo, assim como relatado por Freitas, et al.²³, que não observaram restabelecimento da função pulmonar após a intervenção fisioterapêutica no PO de CC. Apesar dos protocolos utilizados apresentarem diferenças, a presente investigação também concluiu não haver superioridade da utilização de um dispositivo de fisioterapia respiratória com pressão positiva comparada à realização da fisioterapia convencional no restabelecimento da função respiratória no PO de CC.

Nos estudos de Richter-Larsen, et al.⁴ e Bertol, Ferreira e Coronel¹⁴ não foram observadas diferenças significativas quanto à redução de hipoxemia, atelectasias e melhora da capacidade vital forçada (CVF) entre pacientes tratados com FRC e PEEP e os tratados apenas com FRC no PO de CC, o que é concordante com os resultados do presente estudo, no qual não se observou melhora da CVF. Porém, não se observou hipoxemia e atelectasias em ambos os grupos, sendo que nenhum paciente foi excluído por complicações respiratórias.

Em estudo realizado por Borghi-Silva, et al.⁶ com pacientes em PO de RM, observou-se que o grupo que realizou FRC associado a PEEP apresentou restabelecimento da função pulmonar e força muscular inspiratória até o 5º PO. Stein, et al.²⁴ encontraram correlação positiva significativa entre força muscular respiratória e capacidade funcional, avaliada pelo teste de caminhada de 6 minutos, em pacientes submetidos à FRC e associada à PEEP no PO de CC. Contrariamente, no presente estudo, não foram encontradas melhoras nos valores espirométricos e na força muscular inspiratória no período pós-operatório após a intervenção fisioterapêutica. A discordância talvez possa ser explicada pela diferença dos protocolos aplicados e dos períodos de avaliação. Em nosso estudo, os pacientes somente iniciavam deambulação após a alta da UTI cardiológica e foram reavaliados no PO3, já que alguns deles recebiam alta no quarto pós-operatório (PO4).

Quando comparados os valores espirométricos e de força muscular respiratória obtidos entre o pré-operatório e o PO3, observou-se que mesmo após as intervenções não foi possível o restabelecimento dos valores

iniciais. Esses resultados possivelmente se explicam pelo curto período de internação dos pacientes e pelo tempo de duração das manifestações clínicas pós-operatórias. Alguns autores relatam que essas manifestações podem estar presentes até o 6º PO²⁵ ou 15 dias após a intervenção cirúrgica²⁶, embora Craig²⁷ relate que a CVF apresenta-se reduzida durante dez a quatorze dias e Westerdahl, et al.⁷, que o VEF₁ permanece reduzido até quatro meses após a CC em pacientes que realizaram apenas FRC.

As complicações respiratórias presentes no PO de CC são frequentes, destacando-se as atelectasias, pneumonias, hipoxemia e derrames pleurais^{28,29}. Sabe-se que a CC promove alterações na mecânica ventilatória, força muscular respiratória e função pulmonar^{19,30} e, desta forma, pode contribuir para a instalação de complicações respiratórias. Neste sentido, Westerdahl, et al.⁷ verificaram que a utilização da PEEP promoveu menor incidência de atelectasias e menores reduções de alguns valores espirométricos em pacientes submetidos à RM, quando comparados à não realização da fisioterapia respiratória.

O presente estudo não apresentou grupo sem intervenção devido a questões éticas e à rotina de atendimento fisioterapêutico do hospital. Entretanto, mesmo não sendo observados aumentos significativos na força muscular respiratória e função pulmonar após os protocolos de intervenção propostos, é possível levantar a hipótese de que os mesmos foram capazes de evitar complicações pulmonares como atelectasias e derrames pleurais, considerando que nenhum dos voluntários estudados apresentou complicações radiológicas ou qualquer outra manifestação relacionada a complicações pulmonares decorrentes da CC. Os achados corroboram os de Reide, et al.³¹, que não observaram relação entre o comportamento da força muscular respiratória e complicações respiratórias no PO de CC, mesmo após intervenção fisioterapêutica.

CONCLUSÃO

Os pacientes submetidos à RM com circulação extracorpórea sofreram prejuízos na força muscular respiratória e função pulmonar e, mesmo submetidos a protocolos de fisioterapia respiratória, não apresentaram restabelecimento dos valores dessas variáveis até o PO3 nem diferença entre os grupos, apesar da inclusão da PEEP. Entretanto, nenhum dos pacientes apresentou alterações radiológicas em decorrência da CC.

REFERÊNCIAS

- André AC, DelRossi A. Hemodynamic management of patients in the first 24 hours after cardiac surgery. *Crit Care Med*. 2005;33(9):2082-93.
- Staton GW, Williams HW, Mahoney EM, Hu J, Chu H, Duke PG, et al. Pulmonary outcomes of off-pump vs on-pump coronary artery bypass surgery in a randomized trial. *Chest*. 2005;127(3):892-901.
- Luchesa CA, Greca FH, Guarita-Souza LC, dos Santos JLV, Aquim EE. The role of electroanalgesia in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(3):391-6.
- Richter-Larsen K, Ingwersen U, Thode S, Jakobsen S. Mask physiotherapy in patients after heart surgery: a controlled study. *Intensive Care Med*. 1995;21:469-74.
- Barbosa RAG, Carmona MJC. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea. *Rev Bras Anesthesiol*. 2002;52:689-99.
- Borghini-Silva A, Mendes RG, Costa F de SM, Di Lorenzo VAP, Oliveira CR, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. *Clinics*. 2005;60(6):465-72.
- Westerdahl 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;128:3482-8.
- Morsch KT, Leguisamo CP, Camargo MD, Coronel CC, Mattos W, Ortiz LDN, et al. Perfil ventilatório dos pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(2):180-7.
- Cavenaghi S, Ferreira LL, Marino LHC, Lamari NM. Fisioterapia Respiratória no pré e pós-operatório de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2011;26(3):455-61.
- Westerdahl E, Lindmark B, Almgren SO, Tenling A. Chest physiotherapy after coronary artery bypass graft surgery: a comparison of three different deep breathing techniques. *J Rehabil Med*. 2001;33(2):79-84.
- Laurence VA, Cornell JE, Smetana GW. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: Systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2006;144(8):596-608.
- Dias CM, Plácido TR, Ferreira MFB, Guimarães FS, Menezes SLS. Espirometria de incentivo e *breath stacking*: repercussões sobre a capacidade inspiratória em indivíduos submetidos à cirurgia abdominal. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(2):94-9.
- Darbee JC, Ohtake PJ, Grant BJB, Cerny FJ. Physiologic evidence for the efficacy of positive expiratory pressure as an airway clearance technique in patients with cystic fibrosis. *Phys Ther*. 2004;84(6):524-37.
- Bertol D, Ferreira CCT, Coronel CC. Fisioterapia convencional versus terapia EPAP no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Assoc Med Rio Grande Do Sul*. 2008;52(4):250-6.
- Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J*. 2005;26:153-61.
- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702.
- 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.
- Stock MC, Downs JB, Cooper RB, Levenson IM, Cleveland J, Weaver DE, et al. Comparison of continuous positive airway pressure, incentive spirometry, and conservative therapy after cardiac operations. *Crit Care Med*. 1984;12:969-72.
- 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.
- Asimakopoulou G. Systemic inflammation and cardiac surgery: an update. *Perfusion*. 2001;16(5):353-60.
- Montes FR, Maldonado JD, Paez S, Ariza F. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery and postoperative pulmonary dysfunction. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2004;18(6):698-703.
- Zangerolamo TB, Barrientos TG, Baltieri L, Moreno MA, Forti EMP. Efeitos da inspirometria de incentivo a fluxo após a revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cardiol*. 2013;26(3):180-5.
- Freitas ER, Soares BG, Cardoso JR, Atallah AN. Incentive spirometry for preventing pulmonary complications after coronary artery bypass graft. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;(3):CD004466.
- Stein R, Maia CP, Silveira AD, Chiappa GR, Myers J, Ribeiro JP. Inspiratory muscle strength as a determinant of functional capacity early after coronary artery bypass graft surgery. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(10):1685-91.
- Kirklin JW. Pulmonary dysfunction after open heart surgery. *Med Clin North Am*. 1964;48:1063-8.
- Romanini W, Muller AP, Carvalho KAT, Olandoski M, Faria-Neto JR, Mendes FL, et al. Os efeitos da pressão positiva intermitente e do incentivador respiratório no pré-operatório de revascularização miocárdica. *Arq Bras Cardiol*. 2007;89(2):105-10.
- Craig DB. Postoperative recovery of pulmonary function. *Anesth Analg*. 1981;60(1):46-52.
- Herdy AH, Marcchi PL, Vila A, Tavares C, Collaço J, Neibauer J, et al. Pre- and postoperative cardiopulmonary rehabilitation in hospitalized patients undergoing coronary artery bypass surgery: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2008;87(9):714-9.
- Yáñez-Brage I, Pita-Fernández S, Juffé-Stein A, Martínez-González U, Pértega-Díaz S, Mauleón-García A. Respiratory physiotherapy and incidence of pulmonary complications in off-pump coronary artery bypass graft surgery: an observational follow-up study. *BCM Pulm Med*. 2009;9:36.
- Ambrozini ARP, Cataneo AJM. Aspectos da função pulmonar após revascularização do miocárdio relacionados com risco pré-operatório. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2005;20(4):408-15.
- Reide C, Mora CTR, Driessen T, Coutinho MCG, Mayer DM, Moro FL, et al. Relação do comportamento da força muscular com as complicações respiratórias na cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2010;25(4):500-5.