

Fisioterapia respiratória e sua aplicabilidade no período pré-operatório de cirurgia cardíaca

Respiratory physiotherapy and its application in preoperative period of cardiac surgery

Regina Coeli Vasques de Miranda¹, Susimary Aparecida Trevizan Padulla¹, Carolina Rodrigues Bortolatto²

DOI: 10.5935/1678-9741.20110057

RBCCV 44205-1333

Resumo

Procedimentos cirúrgicos torácicos podem alterar a mecânica respiratória, repercutindo na função pulmonar. A presença de profissionais fisioterapeutas é fundamental no preparo e na reabilitação dos indivíduos que são submetidos à cirurgia cardíaca, visto que dispõem de um grande arsenal de técnicas. O objetivo foi verificar a efetividade de exercícios respiratórios, com e sem a utilização de dispositivos, e o treinamento muscular respiratório pré-cirurgia cardíaca na redução das complicações pulmonares pós-operatórias. Mesmo existindo controvérsias a respeito de qual técnica utilizar, estudos demonstram a eficácia da fisioterapia respiratória pré-cirúrgica na prevenção e na redução de complicações pulmonares pós-operatórias.

Descritores: Procedimentos cirúrgicos cardíacos. Modalidades de fisioterapia. Reabilitação. Complicações pós-operatórias.

Abstract

Cardiac surgical procedures change respiratory mechanics, defecting in lung dysfunction. The physical therapists play an important role in the preparation and rehabilitation of individuals who are undergoing cardiac surgery, as they have a large quantity of techniques. The objective was to evaluate the effectiveness of breathing exercises with and without the use of devices, and respiratory muscle training in preoperative period of cardiac surgery in reducing postoperative pulmonary complications. Although there are controversies as to which technique to use, studies show the effectiveness of preoperative physiotherapy in the prevention and reduction of postoperative pulmonary complications.

Descriptors: Cardiac surgical procedures. Physical therapy modalities. Rehabilitation. Postoperative complications.

1. Doutora; Professora-assistente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho – Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, SP, Brasil.
2. Graduação em Fisioterapia; Especializanda em fisioterapia hospitalar pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho – Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, SP, Brasil.

Trabalho realizado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho – Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, SP, Brasil.

Endereço para correspondência
Regina Coeli Vasques de Miranda. Rua Roberto Simonsen, 305 – Jardim das Rosas – Presidente Prudente, SP, Brasil – CEP 19060-900
E-mail: re.miranda@fct.unesp.br

Artigo recebido em 5 de abril de 2011
Artigo aprovado em 29 de agosto de 2011

INTRODUÇÃO

Um importante momento da história da medicina do século XX foi a realização da técnica cirúrgica a céu aberto, permitindo constantes avanços técnicos, incluindo relevantes contribuições nacionais [1]. Seguindo o caminho desta conquista, o tratamento cirúrgico permanece como a modalidade terapêutica melhor relacionada à sobrevida dos indivíduos portadores de doenças coronarianas, assim como, nos indivíduos com disfunções valvares [1,2]. Apesar dos inúmeros avanços obtidos, a ocorrência de complicações após intervenções cardíacas é muito comum e constitui uma das principais causas de morbidade e mortalidade pós-operatória [2,3].

Historicamente, a fisioterapia respiratória tem sido empregada em pacientes submetidos a cirurgias cardíacas com o objetivo de reduzir o risco de complicações pulmonares, como a retenção de secreções pulmonares, atelectasias e pneumonia [4], tanto em adultos como em pediatria [5].

A participação dos profissionais fisioterapeutas no preparo e na reabilitação dos indivíduos que são submetidos a procedimentos cirúrgicos, mostra-se relevante, tendo em vista o grande arsenal de técnicas disponíveis [6].

É descrito na literatura que, além da relativa escassez, os trabalhos relacionados à abordagem da fisioterapia no pré-operatório apresentam técnicas divergentes [7]. Diante da importância da fisioterapia na prevenção e no tratamento de complicações pós-operatórias, realizou-se a presente revisão bibliográfica, com o objetivo de reunir informações relevantes sobre este assunto.

REVISÃO DALITERATURA

Leguisamo et al. [8] recomendam que a fisioterapia respiratória deve ser iniciada no pré-operatório, de forma a avaliar e orientar os pacientes. Estudos demonstraram que a atuação fisioterapêutica pré-operatória reduziu significativamente os riscos de se desenvolver complicações pulmonares no pós-cirúrgico de crianças com idade inferior a seis anos [9].

Garbossa et al. [6] sugerem que o tempo despendido seja melhor aproveitado, podendo o profissional esclarecer as dúvidas do indivíduo e orientá-lo quanto às novas situações que terá que enfrentar.

A importância em se proceder adequada avaliação pré-operatória em cardiopatas deve-se ao fato de ser comum a redução dos volumes pulmonares no pós-operatório. A diminuição da capacidade residual funcional (CRF) é um dos principais fatores determinantes da hipoxemia e da atelectasia, passíveis de ocorrer nesse tipo de cirurgia [10].

Levantamentos realizados na Austrália e Nova Zelândia

por Reeve et al. [11] e, na Suécia, por Westerdahl & Möller [12], constataram que a maioria dos fisioterapeutas oferece informações pré-operatórias para pacientes submetidos a cirurgia cardíaca eletiva, tais como: mobilização precoce, restrições pós-esternotomia, risco de complicações pulmonares, técnicas para entrar e sair da cama/cadeira, exercícios respiratórios, técnicas de tosse e informações sobre exercícios dos membros inferiores. Dessa forma, a orientação dada aos pacientes, quanto às suas responsabilidades em relação aos tratamentos, auxilia na participação direta do mesmo, durante o período pós-cirúrgico [8,12,13].

Estudos sobre as alterações pós-cirúrgicas demonstram que os volumes pulmonares não dependem unicamente da atividade da musculatura respiratória, mas também das propriedades mecânicas dos pulmões. A redução da complacência pulmonar, o aumento da resistência das vias aéreas e a abolição dos suspiros são também fatores observados depois da cirurgia cardíaca. A menor mobilidade diafragmática associada à dor implica na CRF reduzida, diminuindo a ventilação e a expansibilidade das áreas mais inferiores dos pulmões [10]. Giacomazzi et al. [14] demonstraram em seus estudos que a dor foi a queixa mais persistente, assim como a significativa redução da função pulmonar até o quinto dia pós-operatório.

Diversos protocolos de avaliação pulmonar pré-operatória foram estabelecidos com o decorrer dos anos. Alguns estudos confirmam a relevância da história prévia do paciente, como a presença de doença pulmonar obstrutiva crônica, tabagismo, obesidade e idade [2,7-10,15,16]. Utilizam a espirometria para determinar os valores da capacidade vital forçada e volume expiratório forçado no primeiro segundo, mensuração das pressões inspiratórias e expiratórias máximas por meio de manovacuômetro e cirtometria para obtenção das medidas e circunferências do movimento toracoabdominal [2,7,10,14-16]. A radiografia do tórax, por ser um exame útil, pouco invasivo e de baixo custo, embora pouco solicitada no pré-operatório, tornou-se rotina no período pós-cirúrgico [17].

Em razão dos custos crescentes dos serviços de saúde e do maior número de opções para o tratamento das cardiopatias, a identificação dos fatores de risco do paciente para complicações pós-operatórias pode influenciar a decisão sobre a conduta mais adequada. Do mesmo modo, as organizações financiadoras dos procedimentos necessitam definir parâmetros de risco de complicações para aprimorar o planejamento dos recursos e o custo final da internação [18].

Torna-se relevante, portanto, identificar no período pré-operatório, os pacientes com maior risco de complicações pós-operatórias, pois é elevado o número de variáveis que podem interferir em um procedimento cirúrgico [19]. Diversas escalas e escores podem ser utilizados nos

processos avaliativos da reabilitação cardiopulmonar envolvidos nas cirurgias cardíacas.

A Escala de Torrington e Henderson, útil na avaliação clínica pré-operatória dos pacientes cirúrgicos, consegue estratificar adequadamente os riscos de baixa, moderada e alta intensidade para ocorrência de complicações pulmonares e de óbito de causa pulmonar no pós-operatório de cirurgia geral eletiva. Esta estratificação garante que estratégias específicas e medidas profiláticas sejam dispensadas aos pacientes de maior risco [20].

A variabilidade da frequência cardíaca também tem emergido como uma medida não invasiva simples, na avaliação do sistema nervoso autônomo, regulador dos processos fisiológicos do organismo humano e indicador de comprometimentos da saúde [21].

O Escore de Tuman permite identificar o grupo de pacientes com maior risco de complicações infecciosas, visto que a infecção continua sendo uma das maiores causas de morbidade e mortalidade em pacientes cirúrgicos, havendo um interesse especial em identificar fatores de risco para sua ocorrência [18]. Pacientes em internação prolongada aguardando a cirurgia de revascularização do miocárdio estão expostos aos riscos potenciais de imobilização [22].

Tendo em vista o quadro de disfunção pulmonar associado à cirurgia cardíaca e suas possíveis repercussões, a fisioterapia respiratória tem sido amplamente requisitada com o objetivo de reverter ou prevenir o desenvolvimento de complicações pulmonares [4,23], utilizando grande variedade de técnicas. No entanto, uma revisão sistemática da literatura evidencia que existem controvérsias a respeito do tema, tornando difícil a decisão sobre qual recurso seria mais útil e menos dispendioso no manejo destes pacientes. As técnicas utilizadas na fisioterapia respiratória variam de acordo com os países e com a prática de cada serviço [18].

A orientação de exercícios ventilatórios consiste na adequação do tempo inspiratório e expiratório, da profundidade ventilatória ao padrão muscular ventilatório mais adequado, tanto no que se refere à frequência respiratória quanto ao volume corrente. A fisioterapia orienta o paciente a utilizar corretamente a musculatura ventilatória e a entender os diferentes tipos de padrões ventilatórios, por meio de demonstração prática deste processo [3,24,25].

Um estudo observacional realizado na Espanha com 263 pacientes, dentre os quais 159 receberam fisioterapia respiratória pré-operatória, mostrou que espirometria de incentivo, exercícios de respiração profunda, tosse assistida e deambulação precoce estão relacionados a menor incidência de atelectasia (17% vs. 36%) após cirurgia de revascularização miocárdica com CEC, diferença considerada como sendo significativa e clinicamente relevante [26].

Em 2005, Westerdahl et al. [23] concluíram que a fisioterapia pré-operatória, com exercícios de respiração profunda, quando comparado ao regime sem instruções de respiração, diminuiu significativamente as atelectasias e ocorreu melhora da espirometria. Tratamento fisioterapêutico de atelectasia de difícil resolução durante o pós-cirúrgico cardíaco pediátrico apresentou melhor *clearance* mucociliar após inalação de solução salina hipertônica com NaCl a 6% [27].

Leguisamo et al. [8] estudaram a efetividade de um programa de orientação fisioterapêutica de padrões respiratórios no pré-operatório de revascularização do miocárdio. Concluíram que pacientes instruídos no pré-operatório estarão melhor preparados para colaborar com o tratamento pós-operatório e, entendendo o objetivo da fisioterapia pré e pós-operatória assim como a técnica proposta, podem reduzir o tempo de permanência no hospital.

Dados comparativos entre grupos de crianças que receberam fisioterapia pré e pós-cirurgia cardíaca e grupo que realizou apenas exercícios no pós-cirúrgico, mostraram que as complicações pulmonares foram significativamente menores no grupo que realizou fisioterapia antes e após o ato cirúrgico [9].

Estudos de Garbossa et al. [6] concluíram que indivíduos instruídos e orientados a exercícios ventilatórios fisioterapêuticos (como padrão ventilatório 1:1; 2:1 e 3:1) e rotinas hospitalares no período pré-operatório apresentaram níveis de ansiedade menores quando comparados aos indivíduos que não receberam orientação. Um programa de reabilitação cardiopulmonar pré e pós-operatório, realizado em pacientes que aguardam as cirurgias hospitalizadas, apresentou resultados superiores ao tratamento padrão, reduzindo as complicações pós-operatórias e o tempo de internação [22].

Em contrapartida, Brasher et al. [4] concluíram que a remoção de exercícios respiratórios da rotina de fisioterapia não alterava significativamente o resultado do paciente. Do mesmo modo, Pasquina et al. [28], em uma revisão, concluíram que não existem provas suficientes sobre os benefícios de qualquer tipo de terapia respiratória profilática após cirurgia cardíaca, e que é mais abrangente do que tem sido justificado pelos resultados da investigação clínica.

Em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva, Borghi-Silva et al. [29] demonstraram alta prevalência de alterações espirométricas na fase pré-operatória e justificaram a importância da intervenção fisioterapêutica precoce em reduzir a incidência de complicações respiratórias no pós-cirúrgico. De forma semelhante, Westerdahl et al. [23] reconheceram que um dispositivo mecânico poderia ajudar os pacientes a lembrar-se de realizar os exercícios respiratórios, e que os mesmos consideraram esses dispositivos úteis e motivadores.

A literatura sugere que vários tratamentos comumente utilizados pelos fisioterapeutas no pós-operatório, incluindo os espirômetros de incentivos (EI), podem ser adequados no cumprimento das exigências fisiológicas de reexpansão pulmonar [30]. A utilização de EI é realizada por meio de inspiração lenta e profunda da CRF até a capacidade pulmonar total, seguida ou não por sustentação da inspiração. A utilização do aparelho fornece um *feedback* visual aos pacientes, gera melhor fluidez de gases para os alvéolos e maior expansão pulmonar [31]. Desse modo, justifica-se a utilização preventiva de EI no período que antecede o procedimento, visto que os indivíduos apresentam distúrbios ventilatórios após a cirurgia.

Alguns estudos demonstraram que o espirômetro a volume (EV) desenvolve menor trabalho respiratório, quando comparado ao espirômetro a fluxo (EF). Outros autores verificaram que, durante o uso de EV, ocorre maior mobilidade do compartimento abdominal, menor recrutamento dos músculos acessórios da respiração e maior volume corrente, quando comparado ao uso do EF [32,33].

Renault et al. [34] objetivaram identificar o efeito dos exercícios de respiração profunda (ERP) e EF em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio e não observaram diferenças significativas nas pressões respiratórias máximas, variáveis espirométricas e saturação de oxigênio entre pacientes participantes das diferentes técnicas utilizadas.

Tomich et al. [33] compararam três exercícios respiratórios: respiração diafragmática, EF (Triflo II) e EV (Voldyne). Verificaram que a diferença entre respiração diafragmática e o Voldyne foi um aumento significativo do ciclo inspiratório em relação ao basal. O Triflo II esteve associado a maior frequência respiratória e atividade eletromiográfica do músculo esternocleidomastoideo, concluindo que a respiração diafragmática e o Voldyne mostraram resultados semelhantes, enquanto o Triflo II apresentou desvantagens em comparação aos outros. Do mesmo modo, resultados dos trabalhos de Yamaguti et al. [35] sugeriram que a utilização do EV e dos exercícios diafragmáticos parecem ter a mesma eficácia no tratamento das alterações respiratórias, cujo objetivo terapêutico é o incremento da mobilidade diafragmática. Este estudo salientou que se considere uma indicação criteriosa e adequada do tipo de espirômetro de incentivo a ser utilizado na prática clínica. Por fim, também concluiu que as mulheres apresentaram melhor desempenho em todos os exercícios respiratórios quando comparadas aos homens.

Agostini et al. [36] concluíram que a fisioterapia, com ou sem a espirometria de incentivo, reduz a incidência de complicações pós-operatórias e melhora a função pulmonar. Porém, não há, atualmente, nenhuma evidência que o uso da espirometria de incentivo não orientado poderia

substituir ou aumentar significativamente o trabalho dos fisioterapeutas.

Sabe-se que a disfunção dos músculos respiratórios devido a uma cirurgia pode levar à redução da capacidade vital, volume corrente, capacidade pulmonar total e conseqüente insuficiência da tosse. Estes valores reduzidos podem causar atelectasia, fator de risco para infecções pulmonares, e diminuição na capacidade residual funcional, que, por sua vez, altera propriedades de troca e aumento da ventilação/perfusão.

Alguns pesquisadores apontam como forma de prevenção das atelectasias pós-operatórias a manutenção de adequada força muscular respiratória [37]. Segundo Saglam et al. [38], uma adequada força muscular inspiratória no pré-operatório das cirurgias torácicas é responsável por maior capacidade funcional quando comparada aos indivíduos que apresentaram fraqueza muscular no período anterior à cirurgia.

A fraqueza muscular respiratória pré-operatória eleva o risco de complicações pulmonares no pós-operatório e o treinamento muscular inspiratório (TMI) pode ajudar a prevenir complicações no período pós-operatório [33,34].

Estudo utilizando TMI de carga linear baseada em 30% da PI-max, com aumento progressivo na fase pré-operatória, apresentou incidência de complicações pulmonares reduzida em 50% quando comparado a estudos com pacientes que realizaram a fisioterapia sem o treinamento muscular inspiratório. E, por conseguinte, a duração da internação hospitalar pós-operatória foi significativamente inferior [39].

A conclusão para este achado, segundo Feltrim et al. [40], foi que o TMI evitou complicações pulmonares maiores porque melhorou a força e *endurance* dos músculos respiratórios, porém não foi capaz de prevenir as de menor gravidade, cuja fisiopatologia pode estar associada a repercussões que não a disfunção muscular respiratória. Assim, o benefício obtido pela diminuição das complicações pulmonares de maior impacto sustenta a indicação de TMI no pré-operatório de cirurgia eletiva de revascularização do miocárdio em pacientes de alto risco.

Existe a possibilidade de realizar programas domiciliares de treinamento muscular inspiratório, segundo o estudo de Ferreira et al. [41], que demonstrou ser seguro e resultou na melhora da capacidade vital forçada e ventilação voluntária máxima, embora seus benefícios clínicos não sejam evidentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise destes estudos revelou que a atenção ao paciente no período pré-operatório, informação sobre as restrições pós-cirúrgicas, técnicas de transferência cama/cadeira, e a importância dos exercícios respiratórios e físicos aceleram o processo de recuperação pós-operatória.

Como visto, muitos pacientes apresentam distúrbios ventilatórios basais, os quais, associados à ansiedade e à dor, devido ao procedimento cirúrgico, induzem alterações no ritmo e no padrão respiratório. Somando-se as restrições pós-cirúrgicas, a ineficácia da tosse tem influência negativa no quadro respiratório do paciente.

No entanto, na prática clínica existem controvérsias a respeito das técnicas, tornando difícil a decisão sobre qual recurso seria mais útil e menos dispendioso no manejo destes pacientes. Diversos estudos demonstraram a eficácia de exercícios respiratórios, com e sem a utilização de dispositivos, quando comparados aos grupos que não realizaram exercícios.

No que diz respeito à fisioterapia respiratória, cada vez mais requisitada, cabe ao profissional verificar a necessidade do paciente e a disponibilidade de recursos e dispositivos, ponderando a individualidade de cada paciente para realização dos exercícios respiratórios, como foi visto, diferentes técnicas possuem resultados similares.

REFERÊNCIAS

1. Braile DM, Godoy MF. História da cirurgia cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 1996;6(1):329-37.
2. Beluda FA, Bernasconi R. Relação entre força muscular respiratória e circulação extracorpórea com complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2004;14(5Suppl A):1-9.
3. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB, Houry Neto M. Comparison between deep breathing exercises and incentive spirometry after CABG surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(2):165-72.
4. Brasher PA, McClelland KH, Denehy L, Story I. Does removal of deep breathing exercises from a physiotherapy program including pre-operative education and early mobilization after cardiac surgery alter patient outcomes? *Aust J Physiother*. 2003;49(3):165-73.
5. Cavenaghi S, Moura SC, Silva TH, Venturinelli TD, Marino LH, Lamare NM. Importance of pre- and postoperative physiotherapy in pediatric cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(3):397-400.
6. Garbossa A, Maldaner E, Mortari DM, Biasi J, Leguisamo CP. Efeitos de orientações fisioterapêuticas sobre a ansiedade de pacientes submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(3):359-66.
7. Arcêncio L, Souza MD, Bortolin BS, Fernandes AC, Rodrigues AJ, Évora PR. Pre-and postoperative care in cardiothoracic surgery: a physiotherapeutic approach. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2008;23(3):400-10.
8. 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.
9. Felcar JM, Guitti JCS, Marson AC, Cardoso JR. Preoperative physiotherapy in prevention of pulmonary complications in pediatric cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2008;23(3):383-8.
10. Cavalheiro LV, Chievegato LD. Avaliação pré-operatória do paciente cardiopata. In: Regenga MM, ed. *Fisioterapia em cardiologia da UTI à reabilitação*. São Paulo:Rocca;2000.
11. Reeve J, Denehy L, Stiller K. The physiotherapy management of patients undergoing thoracic surgery: a survey of current practice in Australia and New Zealand. *Physiother Res Int*. 2007;12(2):59-71.
12. Westerdahl E, Möller M. Physiotherapy-supervised mobilization and exercise following cardiac surgery: a national questionnaire survey in Sweden. *J Cardiothorac Surg*. 2010;5:67.
13. Bethune DD, Potter HM, McKenzie D. Técnicas fisioterápicas. In: Pryor JA, Webber BA, eds. *Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos*. 2ª ed. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan;2002. p.97-150.
14. Giacomazzi CM, Lagni VB, Monteiro MB. A dor pós-operatória como contribuinte do prejuízo na função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2006;21(4):386-92.
15. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Bolzan DW, Alves FA, Catani R, et al. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem circulação extracorpórea. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2005;20(3):310-6.
16. Baumgarten MCS, Garcia GK, Frantzeski MH, Giacomazzi CM, Lagni VB, Dias AS, et al. Comportamento da dor e da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca via esternotomia. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(4):497-505.
17. Morsch KT, Leguisamo CP, Camargo MD, Coronel CC, Mattos W, Ortiz LDN et al. Perfil ventilatório dos pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(2):180-7.
18. Strabelli TMV, Stolf NAG, Uip DE. Uso prático de um índice de risco de complicações após cirurgia cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 2008;91(5):342-7.

19. Nina RVAH, Gama MEA, Santos AM, Nina VJS, Figueiredo Neto JA, Mendes VGG, et al. O escore de risco ajustado para cirurgia em cardiopatias congênitas (RACHS-1) pode ser aplicado em nosso meio? *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2007;22(4):425-31.
20. Faresin SM, Barros JA, Beppu OS, Peres CA, Atallah NA. Aplicabilidade da escala de Torrington e Henderson. *Rev Assoc Med Bras.* 2000;46(2):159-65.
21. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(2):205-17.
22. Herdy AH, Marichi PL, Vila A, Tavares C, Collaço J, Niebauer 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.
23. 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(5):3482-8.
24. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB. Respiratory physiotherapy in the pulmonary dysfunction after cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(4):562-9.
25. Sciaky AJ. Educação do paciente. In: Frownfelter D, Dean E, eds. *Fisioterapia cardiopulmonar: princípios e prática.* 3ª ed. Rio de Janeiro:Revinter;2004.
26. 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. *BMC Pulm Med.* 2009;9:36.
27. Silva NLS, Poitto RF, Barboza MAI, Croti UA, Braile DM. Inalação de solução salina hipertônica como coadjuvante da fisioterapia respiratória para reversão de atelectasia no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2006;21(4):468-71.
28. Pasquina P, Tramèr MR, Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *BMJ.* 2003;327(7428):1379.
29. Borghi-Silva A, Di Lorenzo PVA, Oliveira CR, Luzzi S. Comportamento da função pulmonar e da força da musculatura respiratória em pacientes submetido à revascularização do miocárdio e a intervenção fisioterapêutica. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2004;16(3):155-9.
30. Agostini P, Singh S. Incentive spirometry following thoracic surgery: what should we be doing? *Physiotherapy.* 2009;95(2):76-82.
31. Wilkins RL, Scanlan CL. Terapias de expansão pulmonar. In: Scanlan CL, Wilkins RL, Stoller JK, eds. *Fundamentos da terapia respiratória de Egan.* São Paulo:Manole;2000. p.797-843.
32. Parreira VF, Tomich GM, Britto RR, Sampaio RF. Assessment of tidal volume and thoracoabdominal motion using volume and flow-oriented incentive spirometers in healthy subjects. *Braz J Med Biol Res.* 2005;38(7):1105-12.
33. Tomich GM, França DC, Diório AC, Britto RR, Sampaio RF, Parreira VF. Breathing pattern, thoracoabdominal motion and muscular activity during three breathing exercises. *Braz J Med Biol Res.* 2007;40(10):1409-17.
34. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB, Houry Neto M. Comparação entre exercícios de respiração profunda e espirometria de incentivo no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(2):165-72.
35. Yamaguti WP, Sakamoto ET, Panazzolo D, Peixoto CC, Cerri GG, Albuquerque AL. Diaphragmatic mobility in healthy subjects during incentive spirometry with a flow-oriented device and with a volume-oriented device. *J Bras Pneumol.* 2010;36(6):738-45.
36. Agostini P, Calvert R, Subramanian H, Naidu B. Is incentive spirometry effective following thoracic surgery? *Interac Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(2):297-300.
37. Hulzebos EH, van Meeteren NL, van den Buijs BJ, de Bie RA, Brutel de la Rivière A, Helders PJ. 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.
38. Saglam M, Arıkan H, Savce S, Inal-Ince D, Bosnak-Guclu M, Degir-Mence B, et al. Relationship between respiratory muscle strength, functional capacity and quality of life in pre-operative cardiac surgery patients. *Eur Respir Rev.* 2008;17:39-40.
39. 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.
40. Feltrim MIZ, Jatene FB, Bernardo WM. Em pacientes de alto risco, submetidos à revascularização do miocárdio, a fisioterapia respiratória pré-operatória previne complicações pulmonares? *Rev Assoc Med Bras.* 2007;53(1):8-9.
41. Ferreira PE, Rodrigues AJ, Évora PR. Effects of an inspiratory muscle rehabilitation program in the postoperative period of cardiac surgery. *Arq Bras Cardiol.* 2009;92(4):75-82.