



ConScientiae Saúde

ISSN: 1677-1028

conscientiaesaude@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Santiago de Oliveira, Karilin Tereza; Fernandes Campos, Tania; de Oliveira Borja, Raíssa; de Freitas,

Diana Amélia; Pereira Pinto de Mendonça, Karla Morganna

Pressões respiratórias máximas na predição de risco pós-operatório em cirurgia cardíaca

ConScientiae Saúde, vol. 11, núm. 1, 2012, pp. 119-124

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92923617016>

- 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

Pressões respiratórias máximas na predição de risco pós-operatório em cirurgia cardíaca

Maximal respiratory pressures in predicting postoperative risk in cardiac surgery

Karilin Tereza Santiago de Oliveira¹; Tania Fernandes Campos²; Raíssa de Oliveira Borja³; Diana Amélia de Freitas⁴; Karla Morganna Pereira Pinto de Mendonça⁵

¹ Fisioterapeuta – UFRN. Natal, RN – Brasil.

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

³ Mestre em Fisioterapia pelo Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – UFRN.

Natal, RN, Fisioterapeuta do Hospital Estadual Dr. Ruy Pereira dos Santos. Natal, RN – Brasil.

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

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

Endereço para correspondência

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

Resumo

Introdução: As complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgias cardíacas podem estar relacionadas à fraqueza muscular respiratória. **Objetivos:**

Avaliar se os valores para as pressões respiratórias máximas podem ser preditores de complicações pulmonares pós-operatória e/ou maior permanência hospitalar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Métodos:** Quatorze pacientes submetidos à cirurgia cardíaca foram avaliados no pré-operatório e divididos em dois grupos, A (pacientes com pressões respiratórias máximas < 75% do predito) e B (pacientes com pressões respiratórias máximas ≥ 75% do predito).

Resultados: O grupo B apresentou um número menor de dias de internação hospitalar ($p = 0,03$). Verificaram-se 20% de incidência de complicações pulmonares no grupo A. **Conclusões:** Não foi possível inferir, na amostra avaliada, que a força muscular respiratória foi preditora de complicações pós-operatórias. Entretanto, os pacientes com fraqueza muscular respiratória, diagnosticada previamente à cirurgia cardíaca, tenderam a permanecer internados por um período de tempo mais prolongado.

Descritores: Cirurgia torácica; Circulação extracorpórea; Complicações pós-operatórias; Músculos respiratórios.

Abstract

Introduction: Pulmonary complications in postoperative of cardiac surgery may be related to respiratory muscle weakness. **Objective:** To assess whether the low values for maximal respiratory pressures can be predictors of postoperative pulmonary complication and or longer hospital stay in patients undergoing cardiac surgery. **Methods:** Fourteen patients undergoing cardiac surgery were evaluated in the preoperative and divided into two groups, A (patients with maximal respiratory pressures < 75% of the predicted values) and B (patients with respiratory muscle strength ≥ 75% of the predicted values). **Results:** Group B showed a lower number of hospital stay ($p = 0.03$). The incidence of pulmonary complications was 20% in group A. **Conclusion:** It was not possible to conclude, in the population studied, whether respiratory muscle strength was predictor of postoperative complication. However, patients with respiratory muscle weakness diagnosed previously to heart surgery tended to stay in hospital for a longer period of time.

Key words: Extracorporeal circulation; Postoperative complications; Respiratory muscles; Thoracic surgery.

Editorial

Ciências básicas

Ciências aplicadas

Revisões de literatura

Instruções para os autores

Introdução

A cirurgia cardíaca é um método invasivo em que se propõe corrigir ou atenuar os sintomas decorrentes do funcionamento inadequado do coração. Contudo, índices significativos de morbidade e mortalidade estão ligados às complicações pulmonares provenientes desse procedimento^{1,2}.

As principais complicações pulmonares pós-operatórias encontradas são: pneumonia, traqueobronquite, atelectasia, insuficiência respiratória aguda, ventilação mecânica por mais de 48 horas e broncoespasmo³⁻⁶. Essas, em grande parte, decorrem de alterações pulmonares que podem ser agrupadas em quatro categorias: a) alterações na mecânica pulmonar; b) alterações no padrão respiratório; c) alterações na troca gasosa e d) alterações nos mecanismos de defesa pulmonar^{7,8}. Associado a esses fatores tem-se o uso da circulação extracorpórea, a qual potencializa a lesão pulmonar⁹, uma vez que induz uma resposta inflamatória, contribuindo para o surgimento de atelectasias, aumento do *shunt*, diminuição da complacência pulmonar e da troca gasosa¹⁰⁻¹².

Nas cirurgias torácicas, também é esperada uma redução nos volumes e capacidades pulmonares, tendo como principal causa a disfunção diafragmática pós-operatória^{13,14}, que ocorre entre duas e oito horas após a cirurgia, retornando aos valores pré-operatórios em sete a dez dias, aproximadamente. Essas alterações, que ocorrem em resposta ao procedimento cirúrgico, podem evoluir para complicações respiratórias quando alteram o curso inicialmente previsto para recuperação pós-operatória⁷. Muitas dessas complicações podem estar relacionadas com a fraqueza dos músculos respiratórios¹⁵. Dessa forma, medidas simples e objetivas de disfunção diafragmática podem ser avaliadas por meio das pressões respiratórias máximas (pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima), as quais constituem um índice essencial para o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória¹⁶.

Atualmente, é pequeno o volume de pesquisas que avaliam a disfunção muscular respiratória previamente ao ato cirúrgico e suas implicações respiratórias no pós-operatório. Portanto, neste estudo, tem-se como propósito avaliar se os valores para as pressões respiratórias máximas abaixo do previsto podem ser preditores de complicação pulmonar pós-operatória e/ou maior permanência hospitalar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

Material e métodos

Este estudo caracteriza-se como observacional analítico de caráter prospectivo, o qual foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) obtendo parecer favorável de número 100/2007. O grupo amostral foi composto por 14 pacientes, 6 mulheres e 8 homens, acima de 18 anos, que foram submetidos à cirurgia cardíaca eletiva no Hospital Universitário Onofre Lopes e no Hospital e Maternidade Promater. Foram excluídos do estudo os indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca não eletiva, à cirurgia cardíaca sem o uso da circulação extracorpórea, os menores de 18 anos, os voluntários com história de acidente vascular cerebral (AVC), em uso de imunossupressores 30 dias antes da cirurgia, presença de desordens neuromusculares diversas, cirurgia pulmonar anterior, doença pulmonar obstrutiva crônica, instabilidade cardiovascular e existência de aneurisma. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Os pacientes foram avaliados no pré-operatório e acompanhados no pós-operatório até a alta hospitalar por um único pesquisador. A rotina do atendimento fisioterapêutico não foi alterada.

Avaliação pré-operatória

Foi utilizada uma ficha contendo dados referentes à identificação pessoal, história clíni-

ca e exame físico, tais como gênero, idade, tabagismo, sintomas respiratórios (tosse, dispneia e cansaço), doença pulmonar prévia, comorbidades (hipertensão arterial e diabetes melito), índice de massa corpórea (foi classificado como eu-trófico o paciente com índice de massa corpórea entre 21 e 29; e distrófico, aquele com o índice igual ou abaixo de 20 ou acima de 29)¹⁷ e a força muscular respiratória mensurada por meio das pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PImáx e PEmáx, respectivamente).

Para mensurar as pressões respiratórias máximas, foi utilizado um manovacuômetro análogo da marca Ger Ar®, calibrado em cmH₂O, com limite operacional variando de -300 a +300 cmH₂O. A avaliação foi realizada com paciente na posição sentada, utilizando um clipe nasal para oclusão das narinas. A pressão inspiratória máxima foi realizada a partir do volume residual, e a pressão expiratória máxima a partir da capacidade pulmonar total. As pressões medidas foram sustentadas por pelo menos um segundo. Foi realizada uma pequena abertura na extremidade distal do bocal (do tipo tubo de extremidade achata com 2 cm de diâmetro interno, com orifício de 1 mm de diâmetro na extremidade superior), a fim de prevenir que os músculos faciais produzissem significantes pressões¹⁸. Além disso, durante a realização da pressão expiratória máxima, fez-se a contenção das bochechas manualmente pelo avaliador no intuito de minimizar o uso da musculatura acessória da face. Foram realizadas três manobras de pressão inspiratória máxima; e três de pressão expiratória máxima, considerando o maior valor das três medições¹⁹. Por ser um teste esforço-dependente foi fornecido encorajamento verbal²⁰.

Os pacientes foram classificados em dois grupos, A e B, de acordo com os valores obtidos para a manovacuometria, os quais foram comparados com a tabela de normalidade proposta por Neder et al.²¹ Compuseram o grupo A cinco sujeitos que apresentavam PImáx ou PEmáx menor que 75% do previsto; e participaram do B nove pacientes que possuíam PImáx ou PEmáx maior ou igual a 75% do previsto^{22,23}.

Acompanhamento pós-operatório

Durante o pós-operatório, o pesquisador realizou o acompanhamento dos pacientes diariamente até a alta hospitalar a fim de documentar a ocorrência das seguintes complicações pulmonares pós-operatórias: pneumonia (temperatura acima de 38° C, sinais radiológicos de consolidação pulmonar e tosse produtiva); atelectasia com repercussão clínica evidente; broncoespasmo; ventilação mecânica prolongada, por mais de 48 horas ou necessidade de reintubação e assistência ventilatória mecânica; derrame pleural ou pneumotórax; e óbito decorrente de causa pulmonar ou não. O tempo de circulação extracorpórea foi coletado a partir da ficha do perfusionista.

Análise dos dados

Os dados foram analisados por meio do programa SPSS 15.0 (*Statistical Package for the Social Science*), atribuindo-se o nível de significância de 5%. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Para avaliar diferenças entre os grupos A e B quanto aos valores obtidos para PImáx e PEmáx foi aplicado o teste "t" de Student não pareado e quanto às variáveis categóricas (idade, peso, altura, índice de massa corpórea e tabagismo) foi utilizado o teste de Fisher (usando a frequência). Com relação ao tempo de permanência hospitalar, foi utilizado o teste de Mann-Whitney (por meio da mediana) para comparar a diferença entre os grupos. As demais variáveis foram descritas por média e desvio-padrão.

Resultados

A amostra foi composta por 14 sujeitos, sendo observada a predominância do sexo masculino (57%) e média de idade de 55 ± 16 anos entre os indivíduos estudados. O peso médio foi 65 ± 10 kg, e a altura, 1,6 ± 0,1 m nos pacientes analisados. Com relação ao índice de massa corpórea, a média encontrada

foi $26 \pm 3 \text{ kg/m}^2$ na amostra estudada. Do total dos participantes, 71% foram classificados como eutróficos; e 29%, como distróficos. Os pacientes que apresentaram o índice de massa corpórea fora da faixa de normalidade pertenciam ao grupo B. Quanto ao tipo de cirurgia cardíaca, 43% dos pacientes realizaram cirurgia de revascularização do miocárdio; 43%, de válvula; 7 %, de revascularização e válvula e 7% de comunicação interventricular. As cirurgias em sua totalidade foram realizadas com circulação extracorpórea, com duração média de 78 ± 48 minutos.

A análise comparativa entre os grupos A e B, com relação às variáveis categóricas (idade, peso, altura, índice de massa corpórea e tabagismo) não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Tabela 1).

Tabela 1: Comparação entre os grupos A e B, quanto às variáveis categóricas, verificada por meio do teste de Fisher

Variável		Grupo A n (%)	Grupo B n (%)	p valor
Idade	> 55 anos	3 (60,0)	4 (44,0)	0,500
	≤ 55 anos	2 (40,0)	5 (55,6)	
Peso	> 66,4 kg	1 (20,0)	6 (66,7)	0,133
	≤ 66,4 kg	4 (80,0)	3 (33,3)	
Altura	> 1,6 cm	2 (40,0)	4 (44,0)	0,657
	≤ 1,6 cm	3 (60,0)	5 (55,6)	
IMC	> 26,1	2 (40,0)	5 (55,6)	0,500
	≤ 26,1	3 (60,0)	4 (44,0)	
Tabagismo	Sim	2 (40,0)	3 (33,3)	0,622
	Não	3 (60,0)	6 (66,7)	

IMC: índice de massa corporal.

A média do tempo de internação hospitalar em dias nos grupos A e B foi 10 ± 8 e $5 \pm 0,8$, respectivamente. Observou-se diferença significativa entre os grupos no número total de dias de internação ($p = 0,03$).

A média da PI_{máx} no grupo A foi $58 \pm 25 \text{ cmH}_2\text{O}$; e no B, $152 \pm 46 \text{ cmH}_2\text{O}$. Com relação à PE_{máx}, observou-se a média de $108 \pm 74 \text{ cmH}_2\text{O}$ no grupo A; e no B, $230 \pm 54 \text{ cmH}_2\text{O}$. Houve diferença estatisticamente significativa, tanto para

PI_{máx} ($p = 0,001$) como PE_{máx} ($p = 0,004$), entre os grupos estudados.

Apenas um único paciente (20% do grupo A) evoluiu com complicação pulmonar. Não foi relatado nenhum óbito e/ou perdas amostrais.

Discussão

A inexistência de diferença significativa entre os grupos estudados em relação às variáveis idade, índice de massa corpórea e tabagismo indica que os indivíduos de ambos os grupos, A e B, são semelhantes no tocante a esses fatores de risco, já consagrados na literatura científica. No entanto, observou-se que o tempo de circulação extracorpórea pode ter sido um fator de risco determinante para o aparecimento de complicação respiratória, uma vez que a paciente que apresentou tal complicação tinha o maior tempo de perfusão entre os indivíduos que compuseram o seu grupo. Esse achado está de acordo com o estudo de Beluda e Bernasconi²⁴ que verificaram a associação entre a presença de complicações pulmonares e um maior tempo de circulação extracorpórea.

Os valores de referência propostos por Neder et al.²¹ para a população brasileira, quando adotados como critério para subdivisão dos pacientes estudados nos dois grupos descritos, demonstram pelas medidas das pressões respiratórias máximas uma diferença significativa entre os grupos, o que pode prover informações importantes na predição de risco de complicação pós-operatória na cirurgia cardíaca. Resultados semelhantes foram encontrados recentemente por Bellinetti e Thomson¹⁷, quando eles utilizaram os valores das pressões respiratórias máximas na classificação dos pacientes submetidos à cirurgia torácica e abdominal em expostos e não expostos. Esses autores afirmaram que os valores de PI_{máx} podem ser preditores de complicações pulmonares por estarem associados à disfunção muscular pré-operatória. Em contradição, Hulzebos et al.²⁵ não consideraram a PI_{máx} no modelo que propuseram para escala

de risco de complicações pulmonares em pacientes submetidos à revascularização do miocárdio. Esses pesquisadores incluíram PEmáx \geq 75% como fator de proteção para complicações pós-operatórias.

De acordo com Hsia et al.²⁶, pacientes que apresentam risco aumentado para desenvolver complicações pós-operatórias são aqueles que no pré-operatório possuem fraqueza muscular respiratória. Em concordância com este estudo, os achados aqui apresentados demonstram evidência de fraqueza muscular respiratória, avaliada previamente à intervenção cirúrgica, naquele paciente que apresentou diagnóstico conclusivo de complicações pulmonares pós-operatória.

Os resultados deste estudo também estão suportados por Nomori et al.²⁷, que observaram, ao utilizarem o valor absoluto de 80 cmH₂O como referência para as pressões respiratórias máximas em pacientes submetidos à cirurgia torácica, que os indivíduos cujas referidas pressões estavam abaixo desse valor tiveram complicações pulmonares pós-operatórias. Entretanto, esses autores não consideraram as variáveis demográficas, que foram usadas neste estudo, tais como sexo e idade, para determinação dos valores previstos dessas pressões.

Os achados evidenciam ainda, quando se considera isoladamente o tempo de internação hospitalar entre os grupos estudados, que os indivíduos que apresentaram disfunção muscular respiratória no pré-operatório tenderam a um maior tempo de permanência hospitalar. Dados semelhantes foram encontrados no estudo de Bellinetti e Thomson¹⁷. Outros autores também observaram tais resultados ao estudarem uma amostra de pacientes com alto risco de complicações pulmonares pós-operatórias, que aqueles com maior força muscular respiratória, alcançada após treinamento muscular inspiratório pré-operatório, apresentaram uma redução média de dois dias na permanência hospitalar²⁸.

A inexistência de uma rotina de avaliação e intervenção fisioterapêutica pré-operatória, nos hospitais onde os dados foram coletados, foi con-

siderada limitação para este estudo visto que influenciou diretamente no seu tamanho amostral.

A avaliação da força muscular respiratória previamente à cirurgia cardíaca pode prover informação importante e adicional acerca do risco cirúrgico ao qual o paciente encontra-se exposto, sobretudo pela facilidade e baixo custo característicos dessa avaliação. É importante enfatizar que a identificação pré-operatória de risco aumentado, em detrimento da disfunção muscular respiratória, pode fornecer informações úteis para o melhor preparo do paciente eletivo à cirurgia cardíaca. Estudos que avaliem, em um número maior de participantes, a associação entre as pressões respiratórias máximas pré e pós-operatórias, incluindo a interação dessas com outras variáveis (intensidade da dor, volumes e capacidades pulmonares e estado nutricional), poderão facilitar a identificação dos aspectos relativos à mecânica respiratória capazes de predizer risco de complicações pós-operatórias em cirurgia cardíaca.

Conclusões

Os resultados deste estudo não permitem inferir que, na amostra avaliada, a força muscular respiratória foi preditora de complicações pós-operatória em cirurgia cardíaca. No entanto, estes achados foram sugestivos de que os pacientes com fraqueza muscular respiratória, diagnosticada previamente à cirurgia cardíaca, tenderam a permanecer internados por um período de tempo mais prolongado.

Referências

1. Arcêncio L, Souza MD, Bortolin BS, Fernandes ACM, Rodrigues AJ, Evora PRB. Cuidados pré e pós-operatórios em cirurgia cardioráctica: uma abordagem fisioterapêutica. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2008;23(3):400-10.
2. Williams-Russo P, Charlson ME, Mackenzie CR, Gold JP, Shires GT. Predicting postoperative pulmonary complications. Is it a real problem? Arch Intern Med. 1992;152(6):1209-13.

3. Smetana GW. Preoperative pulmonary evaluation. *N Engl J Med.* 1999;340(12):937-44.
4. Filardo FA, Faresin SM, Fernandes ALG. Validade de um índice prognóstico para ocorrência de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia abdominal alta. *Rev Ass Med Brasil.* 2002;48(3):209-16.
5. 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.
6. Silva DR, Gazzana MB, Knorst MM. Valor dos achados clínicos e da avaliação funcional pulmonar pré-operatórios como preditores das complicações pulmonares pós-operatórias. *Rev Assoc Med Bras.* 2010;56(5):551-7.
7. Tisi GM. Preoperative evaluation of pulmonary function. Validity, indications, and benefits. *Am Rev Respir Dis.* 1979;119(2):293-310.
8. Saad IAB, Zambon L. Variáveis clínicas de risco pré-operatório. *Rev Ass Med Brasil.* 2001;47(2):117-24.
9. Taggart DP, el-Fiky M, Carter R, Bowman A, Wheatley DJ. Respiratory dysfunction after uncomplicated cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg.* 1993;56(5):1123-8.
10. Conti VR. Pulmonary injury after cardiopulmonary bypass. *Chest.* 2001;119(1):2-4.
11. Wynne R, Botti M. Postoperative pulmonary and implications for practice. *Am J Crit Care.* 2004;13(5):384-93.
12. Andrejaitiene J, Sirvinskas E, Bolys R. The influence of cardiopulmonary bypass on respiratory dysfunction in early postoperative period. *Medicina (Kaunas).* 2004;40(sp. Issue):7-12.
13. 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.
14. Siafakas NM, Mistrousk I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax.* 1999;54(5):458-65.
15. 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.
16. McConnell AK, Copestake AJ. Maximum static respiratory pressures in healthy elderly men and women: issues of reproducibility and interpretation. *Respiration.* 1999;66(3):251-8.
17. Bellinetti LM, Thomson JC. Avaliação muscular respiratória nas toracotomias e laparotomias superiores eletivas. *J Bras Pneumol.* 2006;32(2):99-105.
18. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702.
19. 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.
20. Fiore Junior JF, Paisani DM, Franceschini J, Chiavegato LD, Faresin SM. Pressões respiratórias máximas e capacidade vital: comparação entre avaliações através de bocal e de máscara facial. *J Bras Pneumol.* 2004;30(6):515-20.
21. Neder JA, Andreoni S, Lerarioet 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.
22. Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. *Phys Ther.* 1995;75(11):983-95.
23. American Thoracic Society/ European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):518-624.
24. 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(sp. Issue):1-9.
25. 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.
26. Hsia CC, Peshock RM, Estrera AS, McIntire DD, Ramanathan M. Respiratory muscle limitation in patients after pneumonectomy. *Am Rev Respir Dis.* 1993;147(3):744-52.
27. Nomori HMD, Kobayashi RMD, Fuyuno GMD, Morinaga SMD, Yashima HRPT. Preoperative respiratory muscle training. Assessment in thoracic surgery patients with special reference to postoperative pulmonary complications. *Chest.* 1994;105(6):1782-8.
28. 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.