



Associação da função pulmonar e capacidade funcional com o tempo de ventilação mecânica invasiva após cirurgia de revascularização do miocárdio

Association of pulmonary function and functional capacity with invasive mechanical ventilation time after coronary artery bypass grafting

Maurice Zanini¹, Tamara Fenner Martini^{1,2}, Francielle da Silva Santos^{1,3}, Paula Maria Eidt Rovedder¹, Ricardo Stein¹

Resumo

Introdução: A cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) é realizada para diminuir os sintomas característicos da doença arterial coronariana (DAC) e após esse procedimento os pacientes necessitam de ventilação mecânica invasiva (VMI). Um tempo prolongado de VMI resulta no aumento de complicações pulmonares, mortalidade e prolonga o tempo de internação hospitalar. **Objetivo:** Verificar a associação entre a função pulmonar e a capacidade funcional pré-operatória com o tempo de VMI após CRM. **Casística e Métodos:** Estudo de coorte prospectivo realizado entre 2011 e 2015 com inclusão de 40 indivíduos. Foram avaliadas a capacidade funcional e função pulmonar no pré-operatório da CRM, além do tempo de VMI no momento após o procedimento cirúrgico. **Resultados:** As variáveis da função pulmonar apresentaram correlação inversa com o tempo de VMI pós CRM, capacidade vital forçada (CVF) ($r = -0,51$; $p = 0,001$); o volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF_1) ($r = -0,49$; $p = 0,001$), o pico de fluxo expiratório (PFE) ($r = -0,42$; $p = 0,008$) e a capacidade vital inspiratória (CVin) ($r = -0,51$; $p = 0,001$). A mesma correlação não foi observada entre a capacidade funcional ($r = -0,22$; $p = 0,166$) e o tempo de VMI pós CRM. **Conclusão:** Os pacientes que apresentaram melhor função pulmonar no pré-operatório de CRM, necessitaram um menor tempo de VMI após essa cirurgia. O mesmo não foi observado em relação a capacidade funcional.

Descritores: Espirometria; Respiração Artificial; Cirurgia Torácica.

Abstract

Introduction: The coronary artery bypass grafting (CABG) is widely utilized to decrease the symptoms of coronary artery disease. After this surgery the patients will need mechanical ventilation. Prolonged mechanical ventilation results in higher rates of pulmonary complications and mortality, as well as higher hospital length of stay. **Objective:** To evaluate the association between pulmonary function, functional capacity, and the duration of invasive mechanical ventilation after CABG. **Patients and Methods:** The prospective cohort study was carried out during 2011 and 2015. In total, 40 patients undergoing CABG were evaluated for preoperative pulmonary function and functional capacity. **Results:** Preoperative pulmonary function was found to be inversely proportional to duration of invasive mechanical ventilation after CABG, forced vital capacity (FVC) ($r = -0,5$; $p = 0,001$), forced expiratory volume in 1 second (FEV1) ($r = -0,49$; $p = 0,001$), peak expiratory flow (PEF) ($r = -0,42$; $p = 0,008$), inspiratory vital capacity (IVC) ($r = -0,51$; $p = 0,001$). However, there was no correlation between functional capacity ($r = -0,22$; $p = 0,166$) and duration of invasive mechanical ventilation after CABG. **Conclusion:** The patients whose pulmonary function were significantly higher remained less time under ventilation than the patients with poorer pulmonary function. However, there was no relation between functional capacity and duration of invasive mechanical ventilation in these patients.

Descriptors: Spirometry; Respiration Artificial; Thoracic Surgery.

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul(UFRGS)-Porto Alegre-RS-Brasil.

²Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre(UFCSPA)-Porto Alegre-RS-Brasil.

³Universidade Federal de Santa Catarina(UFSC)-Florianópolis-SC-Brasil.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: MZ Concepção e planejamento da pesquisa; obtenção e análise/interpretação dos dados; Redação e revisão crítica. TFM coletas, interpretação dos dados, redação. FSS coletas, redação. PMER interpretação dos dados, elaboração do manuscrito, discussão dos achados, revisão. RS Concepção e planejamento da pesquisa, orientação do projeto, elaboração do manuscrito, revisão.

Contato para correspondência: Maurice Zanini

E-mail: mauricezanini@gmail.com

Recebido: 27/11/2017; **Aprovado:** 21/06/2018

Introdução

Em diversos países as doenças cardiovasculares são consideradas causas de mortalidade e morbidades¹. Dentre elas, inclui-se a doença arterial coronariana (DAC), e uma das alternativas de tratamento para os pacientes que apresentam essa patologia é a realização da cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM)². No pós-operatório da CRM os pacientes permanecem no centro de cuidados intensivos em ventilação mecânica invasiva até estarem recuperados hemodinamicamente³. Há evidências de que um tempo maior de ventilação está relacionado com um pior prognóstico desses pacientes^{4,5}.

Estudos sugerem que a ventilação mecânica invasiva (VMI) prolongada resulta em maiores índices de mortalidade,⁶ além da diminuição da capacidade pulmonar e aumento da chance de complicações pulmonares^{7,4}. Em contrapartida, um tempo menor de VMI reduz o tempo de permanência hospitalar por acelerar a fase de recuperação pós-operatória e a mobilidade do paciente⁸. Por isso, torna-se importante identificar fatores que possam contribuir para melhorar esse desfecho.

Na literatura encontramos estudos^{4,6,9} acerca dos preditores de um tempo prolongado de VMI pós CRM. No entanto, não há evidências sobre a influência da capacidade funcional e capacidade pulmonar no tempo de VMI nos pacientes submetidos a esse procedimento. Além disso, a investigação da possível relação entre essas variáveis é importante para auxiliar na busca de estratégias capazes de aperfeiçoar o cuidado pré e pós CRM¹⁰. Dois fatores considerados fundamentais nesse aspecto seriam a atenção multiprofissional e a reformulação de parâmetros considerados para os protocolos de extubação³. Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar a associação entre a capacidade funcional e capacidade pulmonar no pré-operatório e o tempo de VMI em pacientes submetidos à CRM.

Casística e Métodos

Este estudo de coorte prospectivo foi realizado no período de 2011 até 2015. Participaram do estudo os pacientes submetidos para cirurgia eletiva de CRM no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) que preencheram os critérios de inclusão. Após a identificação dos pacientes na agenda cirúrgica seus prontuários online foram analisados para verificação dos critérios de inclusão e exclusão, os possíveis candidatos foram entrevistados no dia anterior ao procedimento cirúrgico, caso aceitassem participar da pesquisa a avaliação era realizada nesse mesmo dia. Inicialmente foi coletada uma anamnese para identificação do paciente. Na sequência, foram realizados os testes para a avaliação dos pacientes, iniciando pelo teste de função pulmonar através da espirometria em repouso, após os indivíduos eram encaminhados para a realização do teste de caminhada de 6 minutos para a avaliação da capacidade funcional.

Foram incluídos no estudo pacientes com diagnóstico de DAC, idade entre 18 e 70 anos, agendados eletivamente para a CRM. Aqueles excluídos foram os pacientes com insuficiência renal crônica (em diálise), angina instável, pacientes sintomáticos aos pequenos esforços, os que apresentaram claudicação, disfunção valvar moderada e grave (com diagnóstico e recebendo tratamento para a tal) e arritmias graves (com mais de um episódio e em tratamento medicamentoso e/ou com uso de marca-passo implantável), acidente vascular cerebral prévio ou que apresentarem incapacidade motora limitante, pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, aqueles que apresentaram na espirometria pré-operatória valores menores que 70% da capacidade vital forçada (CVF) ou do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁).

As variáveis preditoras foram capacidade pulmonar e capacidade funcional medidas no pré-operatório. A variável de desfecho foi o tempo de ventilação mecânica invasiva medida no pós-operatório.

Os dados das variáveis de caracterização da amostra no momento pré e pós-operatório de CRM foram obtidos através de entrevista com o paciente e avaliação no pré-operatório

(idade, peso, IMC, uso de tabaco, sedentarismo e doenças crônicas existentes), dados de prontuário pois os pacientes já eram atendidos em ambulatórios da instituição (confirmação de diagnóstico de doenças e demais dados), avaliação através dos testes de espirometria e teste de caminhada de 6 minutos realizados no pré-operatório e dados finais da tabela coletados na descrição cirúrgica no prontuário de cada paciente durante o tempo de internação.

Para avaliar a capacidade funcional dos pacientes foi utilizado o Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6), que seguiu as diretrizes da *American Thoracic Society*¹¹. Esse teste foi realizado em um corredor plano, com 30 metros de comprimento. O indivíduo percorreu a distância máxima que foi capaz durante 6 minutos. Foram respeitados critérios de interrupção do teste, tais como, tontura, palpitação, dor incapacitante, parestesias e paresias, além de quaisquer alterações nos sinais vitais¹¹. Antes e após o teste, foram aferidas a pressão arterial e a frequência cardíaca dos indivíduos.

O teste de função pulmonar foi realizado através da espirometria em repouso, utilizando um sistema computadorizado (Eric Jaeger GmbH, Würzburg, Germany), de acordo com as normas internacionais aprovadas pela *American Thoracic Society*¹². Para análise dos valores da CVF, VEF₁, pico de fluxo expiratório (PEF), capacidade vital inspiratória (CVin), foram utilizados valores de referência aprovados pelas normas estabelecidas pelo Consenso Brasileiro de Espirometria¹³. O tempo de VMI foi obtido através do prontuário dos pacientes. O avaliador acessou o prontuário e obteve o horário da intubação e extubação de cada paciente.

Os dados coletados foram analisados utilizando o programa estatístico *Statistical Package For Social Sciences* (SPSS versão 20.0). A distribuição das variáveis (distância percorrida no TC6, espirometria e tempo de VMI) foi analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk e os resultados foram apresentados como média e desvio padrão ou valor percentual.

A correlação entre variáveis de distribuição normal, foi realizada pelo teste de correlação Pearson. As correlações foram consideradas significativas quando $p < 0,05$. Todos os testes foram bicaudais. O cálculo do tamanho amostral foi realizado a partir do cálculo de coeficiente de correlação entre o TC6 e o tempo de VMI de 0,50 com um poder de 80% e um alfa de 0,05 bidirecional, sendo necessários no mínimo 29 indivíduos.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Grupo de Pesquisa e Pós Graduação do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (Registro nº 090650). Foi solicitada uma autorização aos pacientes envolvidos no estudo através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para posterior utilização dos dados obtidos, e a confidencialidade dos dados coletados foi garantida conforme legislação vigente.

Resultados

Foram incluídos no estudo um total de 40 indivíduos submetidos à CRM, atendidos no Hospital de Clínicas de Porto Alegre. As variáveis demográficas, antropométricas, clínicas e cirúrgicas dos pacientes estão descritas na tabela 1. A maior parte da amostra foi composta por indivíduos do sexo masculino, com índice de massa corporal (IMC) compatível com sobrepeso e alta prevalência de uso de tabaco. Grande parte da amostra também apresentou hábitos de vida sedentários e alta prevalência de hipertensão arterial sistêmica (HAS). Quanto à distribuição da classe funcional da amostra, de acordo com a *New York Heart Association* (NYHA), a maioria dos pacientes apresentou classe funcional II na avaliação pré-operatória.

A função pulmonar correlacionou-se inversamente com o tempo de permanência na VMI. Entre as quais destacamos a CVin ($r = -0,51$; $p = 0,001$), VEF₁ ($r = -0,49$; $p = 0,001$), PFE ($r = -0,42$; $p = 0,008$) e a CVF ($r = -0,51$; $p = 0,001$). Estas correlações estão ilustradas respectivamente na figura 1.

A distância percorrida no TC6 não se correlacionou com o tempo de permanência em VMI ($r = -0,22$; $p = 0,166$).

Tabela 1. Características de pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio, Hospital de Clínicas de Porto Alegre de 2011 até 2015 (n=40)

Variáveis	
Idade (anos) M±DP	58 ± 6
IMC (kg/m ²) M±DP	27 ± 4
Sexo (masculino) (%)	29 (72,5)
Usuários ativos de tabaco (%)	29 (72,5)
Sedentários (%)	30 (75)
Diabetes (%)	19 (47,5)
HAS (%)	32 (80)
NYHA (%)	
I	4 (10)
II	23 (57,5)
III	13 (32,5)
Distância TC6 (m) M±DP	406 ± 65
CVF (L) M±DP (% do predito)	3,6 ± 0,7 (96 ± 13)
VEF ₁ (L) M±DP (% do predito)	2,8 ± 0,6 (94 ± 13)
PEF (L) M±DP (% do predito)	7,7 ± 1,9 (106 ± 20)
VCin (L) M±DP (% do predito)	3,5 ± 0,7 (94 ± 14)
Tempo em Cirurgia (min) M±DP	170 ± 39
Tempo de CEC (min) M±DP	58 ± 21
Tempo em Isquemia (min) M±DP	39 ± 15
Tempo em Ventilação Mecânica (h) M±DP	10 ± 5
Enxertos M±DP	3 ± 0,8

M±DP: média ± desvio padrão; IMC: Índice de Massa Corporal; HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica; NYHA: New York Heart Association; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos; CVF: Capacidade Vital Forçada; VEF₁: Volume expiratório forçado; PEF: Pico de Fluxo Expiratório; VCin: Volume Corrente inspirado; CEC: Circulação Extracorpórea.

Discussão

O presente estudo demonstrou que a função pulmonar pré-operatória está inversamente associada com o tempo de VMI em pacientes submetidos à CRM. Aqueles pacientes que apresentaram melhor função pulmonar no pré-operatório da CRM, necessitaram um menor tempo de VMI após essa cirurgia. O mesmo não foi observado em relação à distância percorrida no TC6.

Um tempo prolongando de VMI está associado com o aumento de complicações pulmonares^{4,6,7}, além de estar relacionada com o aumento de mortalidade e morbidades pós CRM^{6,14}. A identificação, no pré-operatório, dos pacientes que apresentam baixa função pulmonar, alto risco de permanecer maior tempo em VMI e desenvolver complicações pós-operatórias pode ajudar no direcionamento de intervenções capazes de influenciar o prognóstico pós CRM¹⁵.

Após a CRM a função pulmonar torna-se prejudicada, sendo possível observar uma redução significativa da CVF¹⁶. Com isso, ocorre redução do volume pulmonar, ocasionando o fechamento de alguns segmentos alveolares e consequente redução da oxigenação¹⁷, podendo postergar a saída do aparelho, o paciente necessita de uma oxigenação adequada¹⁸. Corroborando os achados desse trabalho, o estudo de Shakuri *et al.*¹⁹, também encontrou uma relação inversa entre a CVF no pré-operatório de cirurgias cardíacas com tempo de VMI no pós-operatório, sendo a CVF aumentada proporcionando um menor tempo de exposição ao dispositivo de assistência ventilatória invasiva.

Em relação a variável VEF₁, nossos achados estão de acordo com outros estudos os quais apontam para a mesma direção, como o de Lizak *et al.*²⁰, que após analisarem a relação entre algumas variáveis de função pulmonar e complicações após CRM, demonstraram que pacientes com baixo índice de VEF₁ no pré-operatório tendem a necessitar de um tempo maior de VMI pós CRM. Da mesma forma, Baumgarten *et al.*²¹, observaram que o valor absoluto do VEF₁ apresentou correlação inversa significativa com o tempo de VMI em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

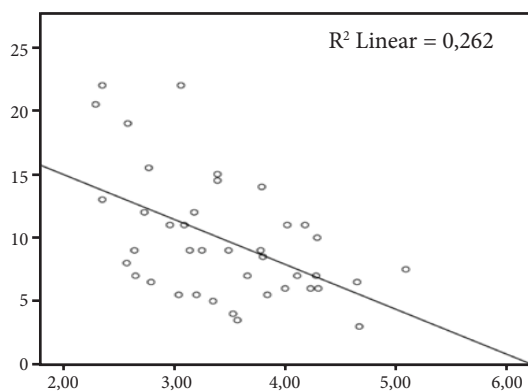


Figura 1A - Capacidade Vital Inspiratória (I)

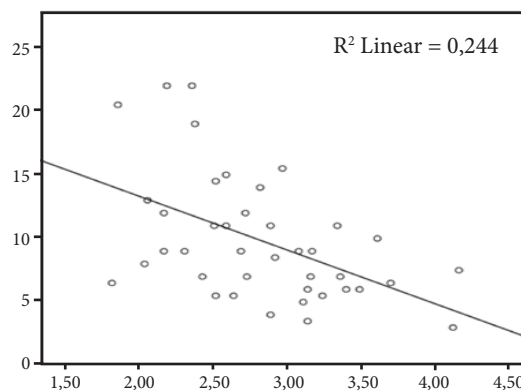


Figura 1B - Volume Expiratório Forçado no 1 seg (I)

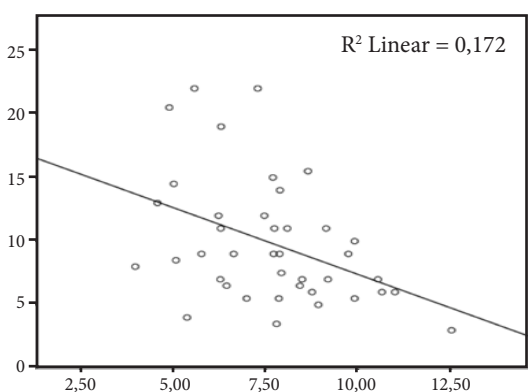


Figura 1C - Pico de Fluxo Expiratório (I)

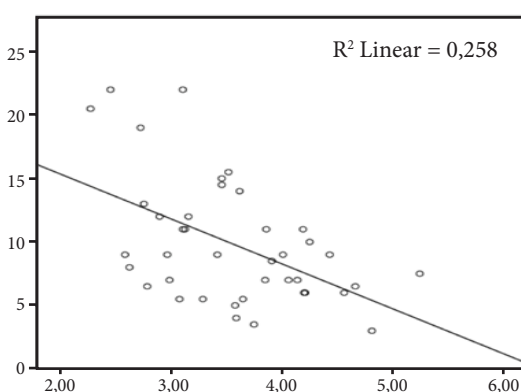


Figura 1D - Capacidade Vital Forçada (I)

Figura 1. Associação inversa entre variáveis de função pulmonar e tempo de ventilação mecânica invasiva.

O PFE está associado com o tempo de ventilação mecânica invasiva pós cirurgia cardíaca²². No nosso estudo o PFE apresentou associação com o tempo de VMI, esse índice possui relação com o mecanismo de tosse, pois essa depende da geração adequada de fluxo expiratório para ser eficaz, sendo um importante mecanismo de higiene brônquica¹⁸. Prejuízos na tosse e na higiene brônquica contribuem para o desenvolvimento de atelectasias, além de favorecer a ocorrência de infecções pulmonares, aumentando o risco de permanecer maior tempo em dependência da VMI¹⁸.

A CVin elevada já foi identificada anteriormente como um fator protetor para o desenvolvimento de complicações pulmonares em pacientes submetidos à CRM. No pós-operatório da cirurgia cardíaca os pacientes geralmente desenvolvem um padrão restritivo devido a reação inflamatória e formação de edema²³. Esse padrão pode reduzir a capacidade inspiratória e conseqüentemente a ventilação, favorecendo a ocorrência de complicações pulmonares levando a uma maior dependência do suporte ventilatório²⁴. Por isso, quanto maior for a CVin do sujeito, menor a sua redução no pós-operatório, com menor impacto na sua ventilação e necessidade de suporte ventilatório.

O TC6 não apresentou associação com tempo de VMI nesse estudo. A angina, condição presente nos pacientes no cenário pré-operatório, tem grande influência sobre o desempenho no teste de caminhada²⁵, sendo um limitador para a performance do teste. Importante destacar, que durante o teste de caminhada os pacientes mantinham uma velocidade autocontrolada e sem aceleração para que conseguissem caminhar sem desencadear a dor, não ultrapassando o limite do esforço para o aparecimento da angina. Contudo, no pós-operatório essa condição já está ausente.

Pacientes com melhor função pulmonar no pré-operatório de CRM foram expostos por menos tempo à VMI. O conhecimento acerca das possíveis causas de um tempo prolongado de VMI e um consequente aumento das complicações pulmonares poderia facilitar o direcionamento de intervenções capazes de acelerar a recuperação pós cirúrgica. Há evidência que pacientes com pior função pulmonar no pré-operatório podem se beneficiar com uma intervenção de reabilitação pulmonar antes da CRM, e como consequência permanecerem um menor tempo em VMI e menor tempo internados na unidade de terapia intensiva¹⁹.

Limitações do estudo

Como limitações desse estudo tem-se o pequeno tamanho da amostra para mais análises aprofundadas com controle de fatores de confusão. Além disso, esse estudo foi realizado em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva de CRM, por isso, nossos resultados não podem ser aplicáveis em pacientes submetidos à outras cirurgias cardíacas e de emergência.

Conclusão

Tendo em vista os aspectos observados, concluímos que a função pulmonar pré-operatória apresentou associação inversa com tempo de VMI, quanto maior o valor da função pulmonar menor o tempo em que o paciente permaneceu com suporte ventilatório invasivo. O mesmo não foi identificado em relação à distância percorrida no TC6 pré-operatório. Sugere-se que uma avaliação pulmonar pré-operatória poderá auxiliar na busca de estratégias preventivas capazes de melhorar o prognóstico desses pacientes.

Fontes de financiamento do estudo

FIPE/HCPA

Referências

1. Roth GA, Huffman MD, Moran AE, Feigin V, Mensah GA, Naghavi M, et al. Global and regional patterns in cardiovascular mortality from 1990 to 2013. *Circulation*. 2015;132(17):1667-78. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.008720.

2. Alexander JH, Smith PK. Coronary-Artery Bypass Grafting. *N Engl J Med*. 2016;374(20):1954-64. doi:10.1056/NEJMr1406944.

3. Hefner JL, Tripathi RS, Abel EE, Farneman M, Galloway J, Moffatt-Bruce SD. Quality improvement intervention to decrease prolonged mechanical ventilation after coronary artery bypass surgery. *Am J Crit Care*. 2016;25(5):423-30. doi:10.4037/ajcc2016165.

4. Totonchi Z, Baazm F, Seifi S, Chitsazan M. Predictors of prolonged mechanical ventilation after open heart surgery. *J Cardiovasc Thorac Res*. 2014;6(4):211-6. doi:10.15171/jcvtr.2014.014.

5. Oliveira EK, Turquetto ALR, Tauil PL, Junqueira LFJ, Porto LGG. Risk factors for prolonged hospital stay after isolated coronary artery bypass grafting. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2013;28(3):353-63. doi:10.5935/1678-9741.20130055.

6. Wise ES, Stonko DP, Glaser ZA, Garcia KL, Huang JJ, Kim JS, et al. Prediction of prolonged ventilation after coronary artery bypass grafting: data from an artificial neural network. *Heart Surg Forum*. 2017;20(1):E7-14. doi:10.1532/hsf.1566.

7. Badenes R, Lozano A, Belda FJ. Postoperative pulmonary dysfunction and mechanical ventilation in cardiac surgery. *Crit Care Res Pract*. 2015;2015:420513. doi:10.1155/2015/420513.

8. Azarfari R, Ashouri N, Totonchi Z, Bakhshandeh H, Yaghoubi A. Factors influencing prolonged ICU stay after open heart surgery. *Res Cardiovasc Med*. 2014;3(4):e20159. doi:10.5812/cardiovascmed.20159.

9. Rezaianzadeh A, Maghsoudi B, Tabatabaee H, Keshavarzi S, Bagheri Z, Sajedianfard J, et al. Factors associated with extubation time in coronary artery bypass grafting patients. *PeerJ*. 2015;3:e1414. doi:10.7717/peerj.1414.

10. Siddiqui M-MA, Paras I, Jalal A. Risk factors of prolonged mechanical ventilation following open heart surgery: what has changed over the last decade? *Cardiovasc Diagn Ther*. 2012;2(3):192-9. doi:10.3978/j.issn.2223-3652.2012.06.05.

11. American Thoracic Society. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>.

12. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-338. doi:10.1183/09031936.05.00034805.

13. Pereira CAD. Espirometria. *J Bras Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S1-82. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000400008.

14. Nabozny MJ, Barnato AE, Rathouz PJ, Havlena JA, Kind AJ, Ehlenbach WJ, et al. Trajectories and prognosis of older patients who have prolonged mechanical ventilation after high-risk surgery. *Crit Care Med*. 2016;44(6):1091-7. doi:10.1097/CCM.0000000000001618.

15. Rouhi-Boroujeni H, Rouhi-Boroujeni H, Rouhi-Boroujeni P, Sedehi M. Long-term pulmonary functional status following coronary artery bypass grafting surgery. *ARYA Atheroscler*. 2015;11(2):163-6.

16. Roncada G, Dendale P, Linsen L, Hendrikx M, Hansen D. Reduction in pulmonary function after CABG surgery is related to postoperative inflammation and hypercortisolemia. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(7):10938-46.

17. Kamenskaya OV, Klinkova AS, Meshkov IO, Lomivorotov VV, Cherniavsky AM. Predictors of cardiorespiratory complications in patients with ischemic heart disease after coronary artery bypass grafting. *Kardiologiya*. 2017;57(4):5-9. doi:10.18565/cardio.2017.4.5-9.

18. Jiang C, Esquinas A, Mina B. Evaluation of cough peak expiratory flow as a predictor of successful mechanical ventilation discontinuation: a narrative review of the literature. *J Intensive Care*. 2017;5(1):1-5. doi:10.1186/s40560-017-0229-9.

19. Shakouri SK, Salekzamani Y, Taghizadieh A, Sabbagh-Jadid H, Soleymani J, Sahebi L, et al. Effect of respiratory rehabilitation before open cardiac surgery on respiratory function: a randomized clinical trial. *J Cardiovasc Thorac Res*.

2015;7(1):13-7. doi:10.15171/jcvtr.2014.03.

20. Lizak MK, Nash E, Zakliczyński M, Śliwka J, Knapik P, Zembala M. Additional spirometry criteria predict postoperative complications after coronary artery bypass grafting (CABG) independently of concomitant chronic obstructive pulmonary disease: When is off-pump CABG more beneficial? *Pol Arch Med Wewn.* 2009;119(9):550-7.

21. Baumgarten MCS, Garcia GK, Frantzeski MH, Giacomazzi CM, Lagni VB, Dias AS, et al. Pain and pulmonary function in patients submitted to heart surgery via sternotomy. *Brazilian J Cardiovasc Surg.* 2009;24(4):497-505. doi:10.1590/S0102-76382009000500011.

22. Zanini M, Nery RM, Buhler RP, Lima JB, Stein R. Preoperative maximal expiratory pressure is associated with duration of invasive mechanical ventilation after cardiac surgery: An observational study. *Hear Lung J Acute Crit Care.* 2016;45(3):244-8. doi:10.1016/j.hrtlng.2016.01.003.

23. Snowdon D, Haines TP, Skinner EH. Preoperative intervention reduces postoperative pulmonary complications but not length of stay in cardiac surgical patients: a systematic review. *J Physiother.* 2014;60(2):66-77. doi:10.1016/j.jphys.2014.04.002.

24. Lemanu DP, Singh PP, MacCormick AD, Arroll B, Hill AG. Effect of preoperative exercise on cardiorespiratory function and recovery after surgery: a systematic review. *World J Surg.* 2013;37(4):711-20. doi:10.1007/s00268-012-1886-4.

25. Taylor RS, Dalal H, Jolly K, Zawada A, Dean SG, Cowie A, et al. Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane database Syst Rev.* 2015;8:CD007130. doi:10.1002/14651858.CD007130.pub3.

Maurice Zanini é Fisioterapeuta e Educadora Física, Doutora em Ciências Cardiovasculares pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: mauricezanini@gmail.com

Tamara Fenner Martini é Fisioterapeuta pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Residente em Terapia Intensiva pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA)/Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCOMPA). E-mail: tamaramartini92@gmail.com

Francielle da Silva Santos é Fisioterapeuta pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Residente em Fisioterapia com ênfase em Alta Complexidade pelo Hospital Polydoro Ernani, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: francielle.santos20@gmail.com

Paula Maria Eidt Rovedder é Fisioterapeuta, Doutora em Ciências Pneumológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professora do Curso de Fisioterapia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: larove_@hotmail.com

Ricardo Stein é Médico, Doutor em Ciências Cardiovasculares pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professor da Faculdade de Medicina na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: rstein@cardiol.br