

Força muscular periférica e funcionalidade como preditores de sucesso para extubação após revascularização do miocárdio

Peripheral muscle strength and functionality as predictors of extubation success after myocardial revascularization

André Luiz Lisboa Cordeiro¹, Hayssa de Cássia Mascarenhas¹, Lucas Oliveira Soares¹,
Vitória de Oliveira Pimentel¹, Layla Souza e Souza¹, Arthur Marchesini¹,
Gabriel Velloso Dantas Batista Andrade Ferreira¹, André Raimundo Guimarães²

1. Centro Universitário Nobre, Feira de Santana, BA, Brasil
2. Instituto Nobre de Cardiologia, Feira de Santana, BA, Brasil

RESUMO

Introdução: A pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$) e o índice de respiração rápida e superficial são preditores de extubação bem-sucedida. A força muscular periférica e a funcionalidade aparecem como possíveis preditores do sucesso da extubação em outros perfis de pacientes, mas há poucas evidências em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio (RM). **Objetivo:** Avaliar a força muscular periférica e a funcionalidade como preditores do sucesso da extubação em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio. **Métodos:** Estudo de coorte prospectivo. No momento da admissão hospitalar, os pacientes foram avaliados quanto à $PI_{máx}$, pressão expiratória máxima ($PE_{máx}$), Medical Research Council (MRC), pico de fluxo expiratório (PFE) e Medida de Independência Funcional ($MIF_{máx}$). Os pacientes foram divididos em dois grupos: Grupo Sucesso (GS), que permaneceu em ventilação espontânea por mais de 48 horas, e grupo fracasso (GF), que necessitou de suporte invasivo em menos de 48 horas. Comparamos a influência das variáveis de força muscular, tosse e funcionalidade entre esses grupos. **Resultados:** Foram avaliados 74 pacientes, Grupo Sucesso ($n = 59$) e Grupo Falha ($n = 15$). O IC 95% foi de -1 (-5,33 a 3,33) na $PI_{máx}$, 4 (2,14 a 5,86) na $PE_{máx}$, 13 (-35,31 a 61,31) no PFE, 7 (6,27 a 7,73) na MRC e 9 (8,08 a 9,92) na $MIF_{máx}$. **Conclusão:** A força muscular periférica, expiratória e a funcionalidade demonstraram uma influência estatisticamente significativa no sucesso da extubação em pacientes após a cirurgia de revascularização do miocárdio.

Palavras-chave: extubação das vias aéreas; cirurgia torácica; força muscular.

ABSTRACT

Introduction: Maximum inspiratory pressure (MIP) and the rapid and shallow breathing index are predictors for successful extubation. Peripheral muscle strength and functionality appear as possible predictors of success for extubation in other patient profiles, however, there is little evidence in patients undergoing to Coronary Artery Bypass Grafting (CABG). **Objective:** To assess peripheral muscle strength and functionality as predictors of success for extubation in patients undergoing to CABG. **Methods:** Prospective cohort study. At the time of hospital admission, patients were assessed for MIP, maximum expiratory pressure (MEP), Medical Research Council (MRC), peak of expiratory flow (PEF) and Functional Independence Measure (FIM). Patients were divided into two groups: Success Group (SG), which remained on spontaneous ventilation for more than 48 hours, and failure group (FG) that required invasive support in less than 48 hours. We compared the influence of muscle strength, cough and functionality variables between these groups. **Results:** 74 patients, Success Group ($n = 59$) and Failure Group ($n = 15$), were evaluated. The CI 95% was -1 (-5.33 to 3.33) in MIP, 4 (2.14 to 5.86) in MEP, 13 (-35.31 to 61.31) in PEF, 7 (6.27 to 7.73) in the MRC and 9 (8.08 to 9.92) in the FIM. **Conclusion:** Peripheral, expiratory muscle strength and functionality demonstrated a statistically significant influence on the success of extubation in patients after CABG.

Keywords: airway extubation; thoracic surgery; muscle strength.

Introdução

A cirurgia cardíaca, apesar de ser um procedimento complexo, é o tratamento mais utilizado com o objetivo de reduzir a mortalidade e os sintomas em pacientes com doença arterial coronariana (DAC) [1]. A cirurgia de revascularização do miocárdio (RM) abrange 54,1% dos casos e é o padrão para pacientes com DAC [2].

Algumas complicações podem ser causadas após o procedimento cirúrgico. Durante a utilização da circulação extracorpórea (CEC), é produzida uma resposta inflamatória nos sistemas que gera movimentação de fluidos do espaço intravascular para o espaço intersticial, com isso há alteração do fluido sanguíneo, lesão ou até mesmo necrose de células miocárdicas, disfunção pulmonar e, quanto mais tempo for utilizada, mais desequilíbrio fisiológico o paciente terá [3].

Outros fatores como anestesia, tempo e tipo de cirurgia, intensidade de manipulação da cirurgia, esternotomia e drenos predispoem à alteração da função pulmonar, que pode evoluir para complicações respiratórias pós-operatórias [4,5]. Além da redução da capacidade pulmonar, o procedimento cirúrgico pode desenvolver perda de força muscular periférica [6]. Essas complicações podem estar associadas aos desfechos negativos da cirurgia, sendo um deles o aumento do tempo de Ventilação Mecânica (VM), o que conseqüentemente impacta na extubação.

Devido a essas complicações, a escala de Medida de Independência Funcional (MIF) é usada para avaliar esses pacientes, que verifica a restrição funcional dos pacientes, e o escore do *Medical Research Council* (MRC), que analisa a força muscular periférica [7,8].

A extubação precoce já foi usada como padrão em vários hospitais e alguns benefícios foram relatados, como a redução do tempo de permanência na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e a redução da permanência hospitalar [9,10].

É necessário avaliar com precisão para identificar o paciente que está apto a ser extubado. A pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$) e o índice de respiração rápida e superficial são preditores de extubação bem-sucedida [11,12]. A força muscular periférica e a funcionalidade aparecem como possíveis preditores de sucesso para a extubação em outros perfis de pacientes, porém, há poucas evidências em pacientes submetidos à RM. Portanto, o objetivo deste estudo é verificar se existe uma associação entre funcionalidade e força muscular com o sucesso da extubação em pacientes após revascularização do miocárdio.

Métodos

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de coorte prospectivo realizado com o grupo de pacientes internados na UTI do Instituto Nobre de Cardiologia (INCARDIO) em Feira de Santana, BA, no período de setembro de 2017 a maio de 2019. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Nobre de Feira de Santana, BA, sob o

número 917.294. Todos os pacientes foram informados sobre os objetivos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos, submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com esternotomia mediana e circulação extracorpórea, submetidos ao primeiro teste de respiração espontânea, acordados e cooperativos. Foram excluídos os pacientes com instabilidade hemodinâmica com frequência cardíaca superior a 120 batimentos por minuto, pressão arterial sistólica superior a 150 mmHg, uso de drogas vasoativas em alto fluxo, com sinais de arritmia cardíaca, sangramento excessivo pelos drenos e pneumopatia.

Avaliação pré-operatórias

No momento da admissão hospitalar, os pacientes foram avaliados quanto à força muscular ventilatória e periférica, eficácia da tosse e funcionalidade. A força muscular correspondeu à $PI_{máx}$ e à pressão expiratória máxima ($PE_{máx}$), a periférica foi avaliada por meio do MRC, a tosse pelo pico de fluxo expiratório e a funcionalidade pela Medida de Independência Funcional (MIF). Além dessas informações, dados clínicos como comorbidades, IMC, fração de ejeção do ventrículo esquerdo e risco cirúrgico foram coletados nesse momento.

Perioperatório

A cirurgia de revascularização miocárdica foi realizada por meio de esternotomia mediana e circulação extracorpórea. Foi utilizado enxerto de artéria torácica interna esquerda ou veia safena. O procedimento cirúrgico foi realizado sempre pela mesma equipe e terminou com o posicionamento de um dreno subxifoide, intercostal à esquerda e esternorrafia. A analgesia foi otimizada para todos os pacientes e foi encaminhada para a UTI.

Pós-operatório

Ao chegarem à UTI, os pacientes foram conectados ao ventilador mecânico Servo-S (Maquet Critical Care AB, Suécia) no modo de ventilação controlada por volume, volume corrente de 6 a 8 ml/kg, frequência respiratória de 15 incursões por minuto, fluxo de 40 L/min, pressão positiva no final da expiração (PEEP) de 5 cmH₂O e fração inspirada de oxigênio (FiO_2) de 60%. Após esse momento, todos foram gerenciados pela equipe de acordo com as normas e condutas da unidade, sem qualquer influência dos pesquisadores.

Com o início do drive ventilatório, o modo de ventilação foi alterado para ventilação com pressão de suporte (PSV) com suporte suficiente para gerar um volume de 6 a 8 ml/kg, PEEP 5 cmH₂O e FiO_2 mínima que mantivesse a saturação periférica entre 94-97%. Nesse momento, foram avaliadas variáveis para iniciar a interrupção da VM, como estabilidade hemodinâmica (sem ou com fluxo mínimo de drogas vasoati-

vas), estabilidade respiratória (pressão arterial de oxigênio acima de 60 mmHg, com PEEP < 8% e FiO_2 < 50%), ausência de sangramento ativo pelos drenos, ausência de arritmias pós-operatórias e equilíbrio ácido-básico.

Com esses critérios e um nível satisfatório de consciência (Glasgow > 8), o desmame foi realizado e a extubação foi feita. O suporte de oxigênio de baixo fluxo foi prontamente instituído com concentração suficiente para manter a saturação alvo (94-97%). Todos os pacientes foram acompanhados por 48 horas para avaliar o sucesso ou o fracasso do desmame. O retorno à VM invasiva foi considerado malsucedido nas primeiras 48 horas após a extubação. Nesse momento, os pacientes foram divididos em dois grupos: Grupo de sucesso, que permaneceu em ventilação espontânea por mais de 48 horas, e grupo de fracasso, que precisou de suporte invasivo em menos de 48 horas. Comparamos a influência das variáveis de força muscular, tosse e funcionalidade entre esses grupos.

Ferramentas de avaliação

A avaliação pré-operatória da força muscular inspiratória, $PI_{máx}$, foi realizada com um manovacuômetro analógico da Indumed® (São Paulo, Brasil). Durante a avaliação, foi solicitada uma expiração máxima até o volume residual e, em seguida, uma inspiração máxima e lenta até a capacidade pulmonar total. Esse teste foi realizado pelo método da válvula unidirecional, sendo possível um fluxo através de um orifício de um milímetro, com o objetivo de excluir a ação do bucinador, e repetido por três vezes, sendo utilizado o maior valor alcançado, desde que esse valor não fosse o último. A $PE_{máx}$ foi avaliada com o mesmo aparelho e o paciente foi instruído a realizar uma inspiração máxima até atingir sua capacidade pulmonar total, a máscara foi colocada e, em seguida, foi solicitada uma expiração máxima até atingir a capacidade residual. O teste foi repetido três vezes e foi considerado o resultado de maior valor, desde que esse valor não fosse o último [13]. Ambos os testes foram realizados com o paciente sentado, com os membros inferiores apoiados no chão.

A Medida de Independência Funcional que tem como objetivo medir o que a pessoa realmente realiza, independentemente do diagnóstico, gerando escore válido para limitação ou não. Essa escala avalia a capacidade do paciente de desenvolver cuidados com o corpo, controle de esfíncteres, transferência e locomoção, bem como a função cognitiva, como comunicação e memória. É atribuída uma pontuação de 1 a 7, e o valor mais baixo corresponde ao paciente totalmente dependente e o valor máximo ao paciente totalmente independente do ponto de vista funcional, atingindo um valor máximo de 126 pontos quando todas as variáveis são somadas [7].

O MRC avalia a força muscular periférica por meio da capacidade de vencer a carga de seis grupos musculares (abdutores de ombro, flexores de cotovelo, extensores de punho, flexores de quadril, extensores de joelho e dorsiflexores de tornozelo), pontuando bilateralmente cada grupo de 0 a 5, zero representando ausência de contração e cinco o paciente vence a resistência máxima imposta pelo examinador. A pontuação mínima para esse teste é 0 (tetraplegia) e pode chegar a 60 pontos (força

muscular preservada). Um valor inferior a 48 pode ser sugestivo de uma polineuropatia [8].

O pico de fluxo expiratório foi avaliado usando o pico de fluxo da marca Mini Wright®. Durante a avaliação, o paciente estava sentado, com a cabeça em uma posição neutra e um clipe nasal para evitar que o ar saísse pelas narinas. O paciente inspirava profundamente até a capacidade pulmonar total, seguida de expiração forçada com a boca no dispositivo. Após três medições, o valor mais alto era escolhido e não podia haver diferença > 40 litros entre as medições [14].

Análise estatística

Para a análise dos dados, foi utilizado o *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 20.0. A normalidade foi verificada com o teste de Shapiro-Wilks. Os dados foram expressos como média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil. Para a análise de variáveis categóricas, foi usado o qui-quadrado. Para comparação entre grupos, foi usado o teste T de Student independente ou Mann-Whitney. O teste de correlação de Pearson foi usado para correlacionar os dados. A significância estatística foi definida como $p < 0,05$.

Resultados

A pesquisa foi realizada com setenta e quatro indivíduos. Com predominância do sexo masculino, 49 (68%) pacientes, com idade entre 63 ± 5 anos e Índice de Massa Corporal (IMC) médio de 26 ± 3 kg/m². A comorbidade prevalente foi a Hipertensão Arterial Sistêmica em 45 (76%). Os outros valores são mostrados na tabela I.

Tabela I - Características clínicas dos pacientes estudados

Variável	Grupo Sucesso (n = 59)	Grupo Fracasso (n = 15)	Valor de p*
Idade (anos)	62 ± 6	64 ± 5	0,74
Sexo			0,41
Masculino	40 (68%)	9 (60%)	
Feminino	19 (32%)	6 (40%)	
IMC (kg/m ²)	25 ± 3	27 ± 3	0,32
Comorbidades			
HAS	45 (76%)	10 (67%)	0,23
DLP	29 (49%)	8 (53%)	0,46
DM	36 (61%)	9 (60%)	0,86
IAM	7 (12%)	3 (20%)	0,61
Sedentarismo	19 (32%)	7 (47%)	0,29

*Teste T de Student para amostras independentes; IMC = índice de massa corporal (peso / altura²); HAS = hipertensão arterial sistêmica; DLP = dislipidemia; DM = diabetes mellitus; IAM = infarto agudo do miocárdio

Entre as variáveis cirúrgicas, pode-se observar que não houve diferença nas características avaliadas (Tabela II).

Tabela II - Características cirúrgicas dos pacientes estudados

Variável	Grupo Sucesso (n = 59)	Grupo Fracasso (n = 15)	Valor de p*
Tempo de CEC (min)	92 (77 - 107)	89 (74 - 104)	0,75#
Tempo de VM (horas)	6 ± 2	7 ± 4	0,43
FEVE (%)	53 ± 3	55 ± 2	0,65
Número de enxertos	2 ± 1	2 ± 1	0,92
Número de drenos	2 ± 1	2 ± 1	0,94
Tempo de clampeamento da aorte (min)	79 (61 - 97)	85 (70 - 100)	0,27#
Tempo de cirurgia (min)	231 (206 - 256)	245 (226 - 264)	0,18#

*Teste T de Student para amostras independentes; # Teste de Mann-Whitney; CEC = circulação extra-corpórea; VM = ventilação mecânica; FEVE = fração de ejeção do ventrículo esquerdo

A Tabela III mostra as características funcionais da amostra. As variáveis de força e o PFE não apresentaram diferença estatística entre os grupos. No entanto, as variáveis MRC e MIF apresentaram uma diferença estatisticamente significativa, com Sucesso do Grupo (GS) 58 ± 1 vs. Grupo Fracasso (GF) 51 ± 2; (p = 0,03) e GS 125 ± 1 vs. GI 116 ± 3; (p ≤ 0,001), respectivamente.

Tabela III - Características funcionais dos pacientes estudados

Variável	Grupo Sucesso (n = 59)	Grupo Fracasso (n = 15)	Diferença entre as médias IC 95%
PI _{máx} (cmH ₂ O)	115 ± 8	116 ± 5	-1 (-5,33 a 3,33)
PE _{máx} (cmH ₂ O)	118 ± 3	114 ± 4	4 (2,14 a 5,86)
PFE (L/min)	432 ± 87	419 ± 69	13 (-35,31 to 61,31)
MRC	58 ± 1	51 ± 2	7 (6,27 to 7,73)
MIF	125 ± 1	116 ± 3	9 (8,08 to 9,92)

*Teste T de Student para amostras independentes; IC 95% = intervalo de confiança de 95%; PI_{máx} = pressão inspiratória máxima; PE_{máx} = pressão expiratória máxima; PFE = pico de fluxo expiratório; MRC = Medical Research Council; FIM = medida de independência funcional

Os valores de gases sanguíneos estão expressos na tabela abaixo e mostram que houve uma semelhança entre os grupos, não influenciando seu resultado final (Tabela IV). Outras análises de correlação são exibidas na Tabela V.

A MIF teve uma variação em sua pontuação média de 125 ± 1 no Grupo de Sucesso vs. 116 ± 3 no Grupo Fracasso, e metade dos pacientes no Grupo de Insucesso teve uma pontuação inferior a 116 (Figura 1).

Tabela IV - Variáveis gasométricas pré-extubação dos pacientes estudados

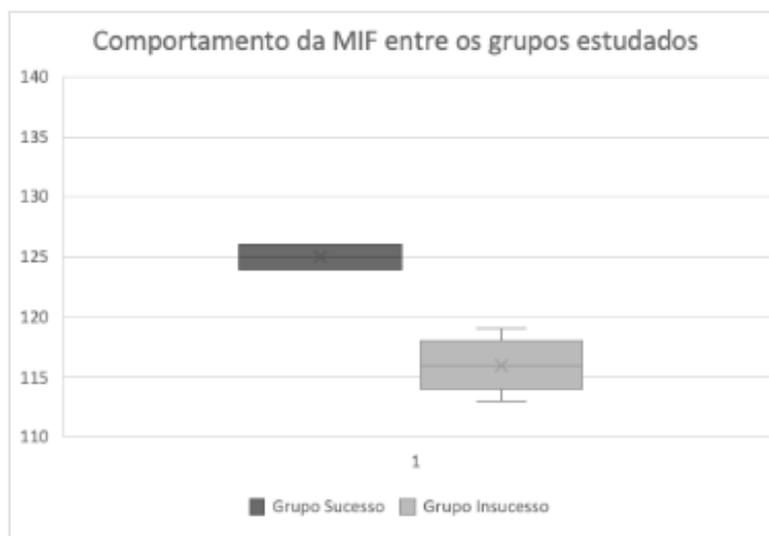
Variável	Grupo Sucesso (n = 59)	Grupo Fracasso (n = 15)	Valor de p
pH	7,36 ± 0,4	7,34 ± 0,3	0,75
PaO ₂ (mmHg)	99 ± 12	94 ± 7	0,56
PaCO ₂ (mmHg)	37 ± 4	39 ± 5	0,65
HCO ₃ (mEq)	23 ± 2	21 ± 3	0,45
FiO ₂	0,4 ± 0,5	0,37 ± 0,4	0,49
PaO ₂ /FiO ₂	248 ± 24	254 ± 18	0,54

*Teste de correção de Pearson; pH = potencial de hidrogênio; PaO₂ = Pressão parcial de oxigênio; PaCO₂ = Pressão parcial de gás carbônico; HCO₃ = Bicarbonato; FiO₂ = Fração inspirada de oxigênio; PaO₂/FiO₂ = Pressão parcial de oxigênio e relação de oxigênio inspirado

Tabela V - Correlação entre o sucesso da extubação e as características funcionais

Variável	Sucesso da extubação*	
	r	p
PI _{máx} (cmH ₂ O)	0,07	0,64
PE _{máx} (cmH ₂ O)	0,55	0,02
PFE (L/min)	0,13	0,45
MRC	0,79	<0,001
MIF	0,84	<0,001

*Teste de correção de Pearson; PI_{máx} = pressão inspiratória máxima; PE_{máx} = pressão expiratória máxima; PFE = pico de fluxo expiratório; MRC = Medical Research Council; MIF = medida de independência funcional



MIF = Medida de Independência Funcional

Figura 1 - Comportamento da MIF entre os grupos estudados

Discussão

Com base em nossos resultados, a força muscular periférica, a força expiratória e a funcionalidade demonstraram uma influência estatisticamente significativa

no sucesso da extubação em pacientes após a cirurgia de revascularização do miocárdio.

A influência da força muscular ventilatória como preditor de falha no processo de desmame e extubação já é conhecida [15], mas a participação da força muscular periférica nesse processo em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca ainda era questionada. Verificamos que a maior pontuação do MRC foi associada ao sucesso da extubação e que pode haver uma relação direta com a força ventilatória. Existem estudos que correlacionam essas duas forças, mostrando que o aumento da função muscular ventilatória se reflete na melhora da força periférica [16,17].

Os pacientes com valores mais baixos na escala de funcionalidade eram mais dependentes desde o período pré-operatório, o que pode ter influenciado uma mobilização mais tardia no pós-operatório e está associado a piores resultados na extubação. Sabe-se que o início tardio dessa terapia tem um impacto direto na força muscular ventilatória e periférica dos pacientes no período pós-operatório [18-20].

A força muscular ventilatória não apresentou diferença estatística entre os grupos e isso se justifica pelo fato de essa avaliação ter sido realizada antes do processo cirúrgico e, conseqüentemente, antes dos possíveis danos intraoperatórios. É esperada uma redução nos valores de força após o procedimento, porém, como esses pacientes não foram avaliados no pós-operatório, há uma lacuna em relação ao declínio dessa variável e sua possível contribuição para o resultado.

Thille *et al.* [16] consideraram a fraqueza muscular adquirida na UTI avaliada pelo MRC como uma das características importantes que influenciam o fracasso da extubação. Além da força muscular reduzida, a tosse ineficaz também foi associada à falha na extubação neste estudo. O pico de fluxo expiratório é um sinal da eficácia da tosse, com valores abaixo de 60 L/min associados a uma incapacidade de proteger as vias aéreas [17].

Em nosso estudo, descobrimos que o pico de fluxo não foi associado a um pior resultado de extubação, mas a pressão expiratória máxima, que também corresponde à capacidade de tosse, foi reduzida. Isso poderia representar uma variável de confusão, mas como o PFE não influenciou o resultado, não podemos atribuir a tosse ineficaz ao fracasso da extubação.

Kutchak *et al.* [21] mencionam, em sua pesquisa realizada com pacientes neurológicos, que há diferenças na ativação motora dos músculos expiratórios e acessórios durante a tosse voluntária e reflexa e que isso poderia gerar diferenças significativas no momento do procedimento de extubação. Os dados concluíram que o PFE é um preditor em potencial do sucesso ou fracasso da extubação em pacientes que passam no teste de respiração espontânea.

Mesmo assim, o estudo apresentou algumas limitações, como o risco de viés na falta de realização do cálculo amostral, a falta de avaliação da dor e a falta de acompanhamento em relação aos resultados funcionais. Foi possível obter um resultado positivo em relação à força muscular periférica e, principalmente, à funcionalidade; no entanto, sugerimos mais estudos com uma avaliação completa com o objetivo de evitar complicações e, assim, levar ao insucesso da extubação.

Conclusão

Concluimos que a força e a funcionalidade dos músculos periféricos e expiratórios demonstraram uma influência estatisticamente significativa no sucesso da extubação em pacientes após a cirurgia de revascularização do miocárdio.

Agradecimentos

Larissa Maria Menezes Pinto e Maria Taynan Santana Mota.

Conflitos de interesse

Não há conflitos de interesse.

Fonte de financiamento

Nenhum financiamento.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados e redação do manuscrito: Cordeiro ALL, Mascarenhas HC, Soares LO, Pimentel VO, Pinto LMM, Mota MTS, Souza LS, Marchesini A, Ferreira GVDBA; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Guimarães ARF

Referências

1. Santos TD, Pereira SN, Portela LOC, Cardoso DM, Lago PD, Guarda SN, *et al.* Moderate-to-high intensity inspiratory muscle training improves the effects of combined training on exercise capacity in patients after coronary artery bypass graft surgery: A randomized clinical trial. *Int J Cardiol.* 2019 Mar 15;279:40-46. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.12.013
2. Paez RP, Hossne Junior NA, Santo JADE, Berwanger O, Santos RHN, Kalil RAK, *et al.* Coronary artery bypass surgery in Brazil: Analysis of the National Reality Through the BYPASS Registry. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2019;34(2):142-148. doi: 10.21470/1678-9741-2018-0313
3. Torrati, FG, Dantas, RAS. Circulação extracorpórea e complicações no período pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas. *Acta Paul Enferm.* 2012;25(3):340-5. doi: 10.1590/S0103-21002012000300004
4. Cordeiro ALL, Silva LGR, Pinto MO, Araújo JS, Guimarães AR, Petto J. Behavior of pulmonary function after hospital discharge in patients submitted to myocardial revascularization. *Int J Cardiovasc Sci.* 2019;32(2):104-09. doi: 10.5935/2359-4802.20180092
5. Westerdahl E, Jonsson M, Emtner M. Pulmonary function and health-related quality of life 1-year follow up after cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg.* 2016;11(1):99. doi: 10.1186/s13019-016-0491-2
6. Cordeiro ALL, Queiroz GO, Souza MM, Guimarães AR, Araújo TM, Junior MAV, *et al.* Mechanical ventilation time and peripheral muscle strength in post-heart surgery. *Int J Cardiovasc Sci.* 2016;29(2):134-38. doi: 10.5935/2359-4802.20160021.
7. Borges JBC, Ferreira DLMP, Carvalho SMR, Martins AS, Andrade RR, Silva MAM. Pain intensity and postoperative functional assessment after heart surgery. *Braz J Cardiovasc.* 2006;21(4):393-402. doi: 10.1590/S0102-76382006000400009
8. Vento DA, Faria AM, Silva LG, Ferreira JCM, Guimarães VA. Utilização da Escala do Medical Research Council no Desmame em Pacientes Críticos: Revisão de Literatura. *Rev Educ Saúde* 2018;6(2):125-32. doi.org/10.29237/2358-9868.2018v6i2.p125-132
9. Flynn BC, He J, Richey M, Wirtz K, Daon E. Early extubation without increased adverse events in high-risk cardiac surgical patients. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(2):453-59. doi: 10.1016/j.athorac-sur.2018.09.034
10. Wong WT, Lai VK, Chee YE, Lee A. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;9(9):CD003587. doi: 10.1002/14651858.CD003587.pub3
11. Souza LC, Guimarães FS, Lugon J. Evaluation of a new index of mechanical ventilation weaning: the timed inspiratory effort. *Journal of Intensive Care Medicine.* 2015;30(1):37-43. doi: 10.1177/0885066613483265

12. Souza LC, Guimarães FS, Lugon J. The timed inspiratory effort: a promising index of mechanical ventilation weaning for patients with neurologic or neuromuscular diseases. *Respir Care* 2015;60(2):231-38. doi: 10.4187/respcare.03393
13. Caruso P, Albuquerque ALP, Santana PV, Cardenas LZ, Ferreira JG, et al. Métodos diagnósticos para avaliação da força muscular inspiratória e expiratória. *J Bras Pneumol.* 2015;41(2):110-123. doi: 10.1590/S1806-37132015000004474
14. Ruchkys CV, Dias, RM, Sakurai E, Camargos PAM. Acurácia de medidores do pico do fluxo expiratório (peak-flow) da marca MiniWright. *J Pediatr. (Rio J.)*. 2000;76(6):447-52. doi: 10.2223/JPED.92
15. Khemani RG, Sekayan T, Hotz J, Flink RC, Rafferty GF, Iyer N, et al. Risk factors for pediatric extubation failure: the importance of respiratory muscle strength. *Crit Care Med.* 2017 Aug;45(8):e798-e805. doi: 10.1097/CCM.0000000000002433
16. Thille AW, Boisser F, Ghezala HB, Razazi K, Mekontso-Dessap A, Brun-Buisson C. Risk factors for and prediction by caregivers of extubation failure in ICU patients: a prospective study. *Crit Care Med.* 2015;43(3):613-20. doi: 10.1097/CCM.0000000000000748
17. 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(33):1-5. doi: 10.1186/s40560-017-0229-9
18. Wang TH, Wu CP, Wang LY. Chest physiotherapy with early mobilization may improve extubation outcome in critically ill patients in the intensive care units. *Clin Respir J.* 2018;12(11):2613-2621. doi: 10.1111/crj.12965
19. Jang MH, Shin MJ, Shin YB. Pulmonary and physical rehabilitation in critically ill patients. *Acute Crit Care.* 2019;34(1):1-13. doi: 10.4266/acc.2019.00444
20. Corcoran JR, Herbsman JM, Bushnik T, Van Lew S, Stolfi A, Parkin K, et al. Early rehabilitation in the medical and surgical intensive care units for patients with and without mechanical ventilation: an interprofessional performance improvement project. *PM R.* 2017;9(2):113-119. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.06.015
21. Kutchak FM, Debesaitys AM, Rieder MM, Meneguzzi C, Skueresky AM, Junior LAF, et al. Reflex cough PEF as a predictor of successful extubation in neurological patients. *J Bras Pneumol.* 2015;41(4):358-64. doi: 10.1590/S1806-37132015000004453

