



# Efeitos da técnica de *breath stacking* após cirurgia abdominal alta: ensaio clínico randomizado

Débora da Luz Fernandes<sup>1</sup> , Natiele Camponogara Righi<sup>1</sup> ,  
Léo José Rubin Neto<sup>2</sup> , Jéssica Michelon Bellé<sup>2</sup> ,  
Caroline Montagner Pippi<sup>2</sup> , Carolina Zeni do Monte Ribas<sup>2</sup> ,  
Lidiane de Fátima Ilha Nichele<sup>3</sup> , Luis Ulisses Signori<sup>4</sup> ,  
Antônio Marcos Vargas da Silva<sup>4</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Funcional, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS) Brasil.
2. Curso de Fisioterapia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS) Brasil.
3. Programa de Residência Multiprofissional em Saúde, Hospital Universitário de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS) Brasil.
4. Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Centro de Ciências de Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS) Brasil.

Recebido: 9 julho 2021.

Aprovado: 24 novembro 2021.

Trabalho realizado na Unidade de Cirurgia Geral, Serviço de Cirurgia, Hospital Universitário de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS) Brasil.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o efeito da técnica de *breath stacking* (BS) associada à fisioterapia de rotina na função pulmonar, volumes pulmonares, pressões respiratórias máximas, sinais vitais, oxigenação periférica, mobilidade toracoabdominal e dor na incisão cirúrgica em pacientes no pós-operatório de cirurgia abdominal alta, bem como analisar a segurança do BS. **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado com 34 pacientes divididos em grupo controle (n = 16), que realizou apenas a fisioterapia convencional, e grupo BS (n = 18), que realizou a fisioterapia convencional e BS. Ambos os grupos realizaram duas sessões diárias desde o 2º dia do pós-operatório até a alta hospitalar. Os desfechos primários foram CVF e Vt. A segurança do BS foi avaliada pela incidência de repercussões gastrointestinais, hemodinâmicas e respiratórias. **Resultados:** Embora a CVF tenha aumentado significativamente no momento da alta hospitalar em ambos os grupos, o efeito foi maior no grupo BS. Aumentos significativos do VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>1</sub>/CVF, PFE e FEF<sub>25-75%</sub> ocorreram apenas no grupo BS. Também houve aumentos significativos do V<sub>E</sub> e do V<sub>T</sub> no grupo BS, mas não em comparação com os valores do grupo controle no momento da alta. A P<sub>Imáx</sub> e a P<sub>Emáx</sub> aumentaram significativamente em ambos os grupos, com efeito maior no grupo BS. Houve uma diminuição significativa da FR e um aumento significativo da SpO<sub>2</sub> apenas no grupo BS. A SpO<sub>2</sub> aumentou agudamente após o BS; entretanto, não foram observadas alterações no grau de dispnéia, sinais vitais e sinais de desconforto respiratório, e não foram observadas repercussões gastrointestinais e hemodinâmicas. **Conclusões:** O BS mostrou-se seguro e eficaz na recuperação da função pulmonar; melhoria dos volumes pulmonares, pressões respiratórias máximas e oxigenação periférica; e redução do trabalho respiratório no pós-operatório de cirurgia abdominal alta.

**Descritores:** Abdome/cirurgia; Ventilação pulmonar; Modalidades de fisioterapia.

[Identificador no ClinicalTrials.gov: NCT 04418700 (<http://www.clinicaltrials.gov/>)]

## INTRODUÇÃO

O número de cirurgias cresceu exponencialmente nos últimos anos e, dentre elas, destaca-se a cirurgia abdominal.<sup>(1)</sup> A cirurgia abdominal alta (CAA), frequentemente usada para o diagnóstico e tratamento de diversas doenças,<sup>(2)</sup> implica uma incisão nos quadrantes superiores da região abdominal.<sup>(3)</sup> Alguns aspectos da CAA, tais como a anestesia, a incisão, fatores relacionados ao ato cirúrgico e características individuais do paciente,<sup>(4,5)</sup> podem resultar em complicações como inibição reflexa do diafragma, dor, hipoventilação,<sup>(6)</sup> redução da força muscular respiratória e inibição da tosse.<sup>(4)</sup> O padrão respiratório pós-cirúrgico caracteriza-se predominantemente como restritivo, com diminuição do V<sub>t</sub>, da CV e da capacidade residual funcional.<sup>(6,7)</sup> Portanto, as complicações mais comuns após a CAA são atelectasias, hipoxemia,

pneumonia,<sup>(8,9)</sup> infecção traqueobrônquica, insuficiência respiratória aguda, ventilação mecânica prolongada e/ou intubação, broncoespasmo,<sup>(4,9)</sup> tromboembolismo pulmonar, derrame pleural e insuficiência respiratória.<sup>(10)</sup> Essas complicações são causas diretas de aumento de morbidade, mortalidade, tempo de internação hospitalar e custos.<sup>(11)</sup>

Diversas técnicas ou dispositivos mecânicos têm sido utilizados para estimular o paciente a inspirar profundamente e promover a expansão pulmonar.<sup>(12-16)</sup> Em 1990, por meio da técnica desenvolvida por Marini et al.<sup>(17)</sup> para medir a CV, demonstrou-se que pacientes com diferentes diagnósticos eram capazes de gerar e manter volumes inspiratórios maiores do que aqueles alcançados por meio da espirometria de incentivo. Essa técnica, denominada *breath stacking* (BS, empilhamento

### Endereço para correspondência:

Antônio Marcos Vargas da Silva. Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Centro de Ciências de Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Prédio 26, Sala 4212, Cidade Universitária, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.  
Tel.: 55 55 3220-8234. Email: antonio.77@terra.com.br

Apoio financeiro: Este estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES; Código de Financiamento 001).

de ar), consiste em inspirações sucessivas através de uma válvula unidirecional com o ramo expiratório obstruído. Esforços inspiratórios sucessivos com impedimento expiratório por meio de BS aumentam o volume torácico, promovendo a redistribuição do ar em áreas com diferentes constantes de tempo. A manutenção da inspiração máxima causa um aumento da pressão transpulmonar, recrutando alvéolos colapsados e contribuindo para o aumento da  $Pao_2$  e da expansão pulmonar.<sup>(17-19)</sup> A técnica de BS já foi aplicada em pacientes com doenças neuromusculares,<sup>(20-24)</sup> lesão pulmonar aguda,<sup>(25)</sup> obesidade,<sup>(13,26)</sup> no pós-operatório de cirurgia cardíaca<sup>(19)</sup> e abdominal,<sup>(27)</sup> em pacientes traqueostomizados<sup>(28)</sup> e em crianças,<sup>(20)</sup> com resultados promissores no que tange à função pulmonar e mecânica respiratória.

Até onde sabemos, este é o primeiro ensaio clínico randomizado realizado para avaliar a eficácia e segurança da técnica de BS em pacientes submetidos a CAA. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso da técnica de BS em conjunto com a fisioterapia de rotina na função pulmonar, volumes pulmonares, pressões respiratórias máximas, sinais vitais, oxigenação periférica, mobilidade toracoabdominal e dor na incisão cirúrgica durante a hospitalização após a CAA, bem como analisar a segurança da técnica de BS.

## MÉTODOS

Trata-se de um ensaio clínico randomizado realizado na Unidade de Cirurgia Geral da Clínica Cirúrgica do Hospital Universitário de Santa Maria, em Santa Maria (RS). O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da instituição. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Os pacientes foram aleatoriamente divididos em grupo controle, que realizou fisioterapia de rotina na unidade, e grupo BS, tratado com fisioterapia de rotina e BS. A alocação em grupos ocorreu após o término da primeira avaliação por um pesquisador independente, usando a randomização no site random.org na proporção de 1:1. Os avaliadores desconheciam o tipo de intervenção.

O tamanho da amostra foi estimado após os resultados da CVF (em % dos valores previstos) dos 8 primeiros pacientes de cada grupo no momento da alta hospitalar, com poder de 80% e erro alfa de 5%. Como a diferença entre o grupo controle e o grupo BS quanto à CVF foi de 10,6% ( $60,9 \pm 11,1\%$  vs.  $71,5 \pm 9,7\%$ ), a amostra deveria ter pelo menos 16 pacientes em cada grupo. Os pacientes usados para o cálculo amostral também foram incluídos na análise estatística final. O poder do tamanho da amostra foi de 89,2%.

Foram incluídos pacientes com idade entre 18 e 65 anos submetidos a CAA com incisão no quadrante superior da região abdominal. Foram excluídos os pacientes com intolerância ao uso da máscara de BS, DPOC, asma, doença de Crohn e trauma hepático grave com repercussões hemodinâmicas, bem como aqueles que foram submetidos a esofagectomia, que apresentaram sepse com complicações hemodinâmicas

no pós-operatório, que necessitaram de reintervenção cirúrgica, que foram admitidos na UTI, que necessitaram de ventilação mecânica após a alta da sala de recuperação ou que apresentavam um distúrbio cognitivo que impossibilitasse a realização de avaliações ou intervenções.

Os prontuários médicos foram analisados a fim de preencher a lista de verificação com os critérios de inclusão e exclusão e registrar os resultados dos exames laboratoriais e as características antropométricas, clínicas e cirúrgicas. As avaliações ocorreram no segundo dia do pós-operatório (entre 24 e 48 h após a cirurgia) e no momento da alta hospitalar. Os desfechos primários foram CVF e VT. Os desfechos secundários foram pressão arterial (PA) sistêmica, FC, FR,  $SpO_2$ , mobilidade toracoabdominal, limiar de percepção da dor,  $V_E$ ,  $VEF_{1,}$ , relação  $VEF_{1,}/CVF$ , PFE,  $FEF_{25-75\%}$ , PImáx e PEMáx.

A PA sistêmica e a FC foram medidas por meio de um estetoscópio (Littmann; 3M, Maplewood, MN, EUA) e um esfigmomanômetro (Premium; Beijing Choice Electronic Technology, Pequim, China). A  $SpO_2$  foi avaliada por meio de um oxímetro de pulso portátil (G-Tech; Beijing Choice Electronic Technology). A FR foi medida pelos movimentos da caixa torácica durante os ciclos respiratórios em um minuto. A mobilidade toracoabdominal foi avaliada por meio de uma fita antropométrica posicionada em três marcos anatômicos: prega axilar, apêndice xifoide e linha umbilical. Em cada marco, foram realizadas três medidas, com um minuto de intervalo entre um marco e outro. Foi selecionado o maior valor medido em cada marco.<sup>(29)</sup> Para avaliar o limiar de percepção da dor na incisão cirúrgica, foi usado um algômetro digital de pressão (modelo FPX 50/220; Wagner Instruments, Greenwich, CT, EUA), que determina o limiar de dor à pressão. O avaliador exerceu pressão sobre a pele com uma ponta de borracha de 1 cm de diâmetro em um ângulo de 90°, a uma distância de 2-3 cm da incisão em três níveis (superior, médio e inferior). Em seguida, foi calculada a média dos três valores relatados pelo paciente como desconforto doloroso.<sup>(30)</sup> Além disso, foi usada uma escala visual analógica para avaliar a percepção da dor.

As medidas de  $V_T$  e  $V_E$  foram obtidas por meio de um espirômetro (Wright; British Oxygen Company, Londres, Inglaterra). As variáveis espirométricas (CVF,  $VEF_{1,}$ , relação  $VEF_{1,}/CVF$ , PFE e  $FEF_{25-75\%}$ ) foram obtidas por meio de um espirômetro portátil (Spirobank II; Medical International Research, Roma, Itália), em conformidade com diretrizes internacionais<sup>(31)</sup> e expressas em % dos valores previstos em conformidade com Pereira et al.<sup>(32)</sup> A força muscular respiratória (PImáx e PEMáx) foi avaliada por meio de um manômetro digital (MVD300; GlobalMed, Porto Alegre, Brasil), e os resultados foram expressos em % dos valores previstos com base na equação de Pessoa et al.<sup>(33)</sup>

Para analisar a segurança da técnica de BS, foram avaliadas as seguintes variáveis antes e depois da primeira sessão: grau de dispneia (escala modificada de Borg),<sup>(34)</sup>  $SpO_2$ , FR, FC, PA, sinais de desconforto respiratório (taquipneia, sudorese, cianose, confusão

mental e uso de músculos acessórios) e sintomas gastrointestinais (náusea, vômito e dor abdominal).

Os pacientes do grupo controle receberam assistência fisioterapêutica de rotina, em duas sessões diárias, com o uso de técnicas de higiene brônquica, re-expansão pulmonar, mobilização geral, deambulação e orientações a respeito de cuidados pós-alta. Além da fisioterapia de rotina, o grupo BS foi tratado com a técnica de BS, sendo a primeira intervenção realizada entre 24 e 48 h após a cirurgia em duas sessões diárias até a alta hospitalar. A técnica de BS foi aplicada por meio de uma máscara facial de silicone acoplada a uma válvula unidirecional que permitia apenas a inspiração (o ramo expiratório estava obstruído).<sup>(18)</sup> Os pacientes realizaram a manobra por meio de esforços inspiratórios sucessivos durante 20 s. Em seguida, o ramo expiratório foi desobstruído para permitir a expiração. Essa manobra foi repetida cinco vezes em cada série, com 30 s de intervalo entre uma e outra, em três séries<sup>(19)</sup> (com 2 min de intervalo entre as séries).<sup>(35)</sup> A técnica foi realizada com a parte superior do corpo inclinada a 30° em relação ao plano horizontal. O tempo total de terapia foi de até 20 min. Durante as intervenções, houve monitoramento contínuo por meio de oximetria de pulso para mensuração da SpO<sub>2</sub> e FC.

A análise estatística foi realizada por meio do programa GraphPad Prism 5 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). A distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. O teste exato de Fisher foi usado para as variáveis categóricas. Para as variáveis contínuas, as comparações entre os grupos na linha de base foram realizadas por meio do teste t de Student não pareado ou do teste de Mann-Whitney. As comparações quanto à segurança da técnica de BS foram analisadas por meio do teste t de Student pareado. As variáveis com mais de duas medidas foram comparadas por meio de ANOVA de

duas vias para medidas repetidas, seguida de teste *post hoc* de Bonferroni. Os dados são apresentados em forma de média  $\pm$  dp, e as diferenças entre os grupos foram expressas em  $\Delta$  e seus respectivos IC95%. O nível de 5% foi considerado significativo ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Entre junho de 2020 e março de 2021, foram avaliados 47 pacientes potencialmente elegíveis, dos quais 36 preencheram os critérios e foram randomizados. No entanto, 2 pacientes retiraram o consentimento (1 de cada grupo) durante o estudo. Portanto, a amostra foi composta por 34 pacientes. A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo de seleção de pacientes.

Os grupos foram semelhantes quanto às características antropométricas, clínicas e cirúrgicas, bem como quanto ao tempo de protocolo e aos resultados dos exames laboratoriais (Tabela 1). As cirurgias mais extensas foram laparotomia exploradora, em 11 pacientes (32,5%); hepatectomia parcial, em 6 (17,6%); esplenectomia, em 4 (11,8%); e colecistectomia aberta, em 3 (8,8%), com semelhança entre os grupos. Os grupos também foram semelhantes quanto ao número de cirurgias eletivas e de emergência. Os principais diagnósticos clínicos foram abdome agudo perfurativo por trauma, em 6 pacientes (17,7%); neoplasia hepática, em 6 (17,7%); neoplasia retal, em 4 (11,8%); neoplasia pancreática, em 3 (8,8%); e câncer de estômago, em 2 (5,9%).

Houve um aumento da CVF em ambos os grupos, mais pronunciado no grupo BS. Além disso, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>1</sub>/CVF, PFE, FEF<sub>25-75%</sub>, V<sub>T</sub>, e V<sub>E</sub> aumentaram significativamente no grupo BS, porém não no grupo controle (Tabela 2). Ambos os grupos apresentaram um aumento significativo da PImáx e PEmáx no momento da alta hospitalar, embora o efeito tenha sido maior no grupo BS.

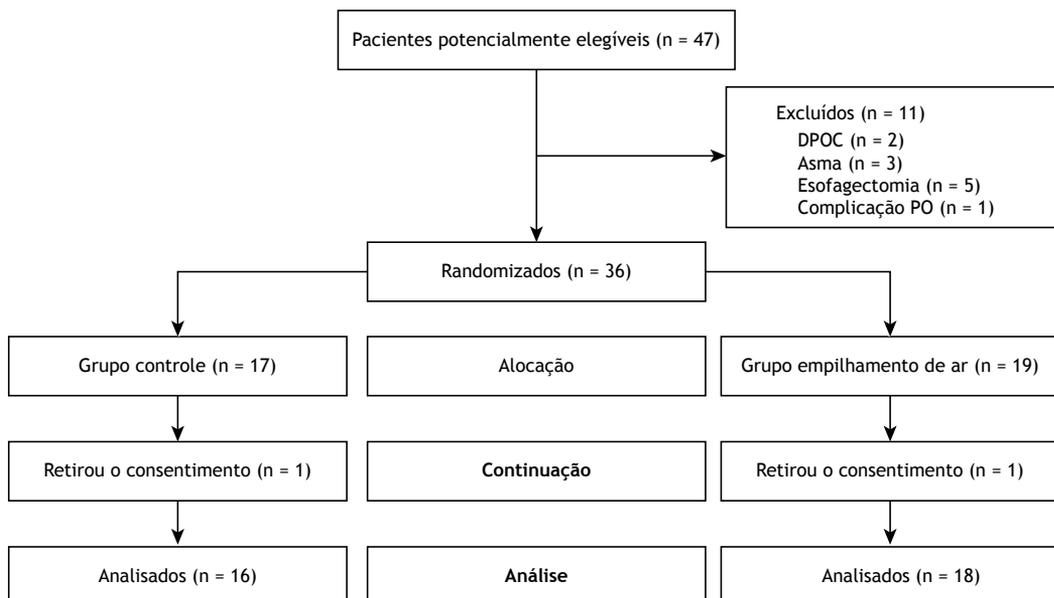


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção de pacientes. PO: pós-operatória.

Houve uma diminuição significativa da FR e da temperatura corporal e um aumento significativo da  $SpO_2$  no grupo BS no momento da alta hospitalar, porém não no grupo controle. Não houve alterações em outros sinais vitais em nenhum dos dois grupos (Tabela 3).

A mobilidade toracoabdominal e a percepção da dor avaliada por algometria foram semelhantes em ambos os grupos. Houve uma diminuição significativa da percepção da dor pela escala visual analógica em ambos os grupos, mas não houve diferença significativa entre os grupos (Tabela 4).

Os achados referentes à segurança da técnica de BS são apresentados na Tabela 5. Houve um aumento da  $SpO_2$  como resposta aguda ao BS; entretanto, não houve alterações nem no grau de dispneia nem nos sinais vitais. Não houve alterações significativas nem nos sinais de desconforto respiratório nem nos sintomas gastrointestinais. Com base nos relatos, apenas 1 paciente (2,9%) apresentou dor abdominal leve antes do BS, que cessou logo após sua realização, e 2 permaneceram com náusea (5,8%). Durante o estudo, não houve necessidade de interrupção do protocolo, e não foram observados eventos adversos relacionados aos dados coletados.

## DISCUSSÃO

Os principais achados deste ensaio clínico mostraram que o uso de BS com fisioterapia de rotina após a CAA favoreceu a recuperação da função pulmonar, melhorou as pressões respiratórias máximas e a oxigenação e reduziu a FR no momento da alta hospitalar.

Nossos resultados mostraram uma recuperação significativa da CVF em ambos os grupos, mas o efeito foi mais significativo no grupo BS. Em comparação com

o grupo controle, o grupo BS apresentou respostas significativamente favoráveis no  $VEF_1$ ,  $VEF_1/CVF$ , PFE e  $FEF_{25-75\%}$ . Como sugeriram Baker et al.,<sup>(18)</sup> o BS permite a mobilização de volumes pulmonares maiores, provavelmente em virtude do aumento da complacência pulmonar e da diminuição da resistência do sistema respiratório, resultando no recrutamento de alvéolos colapsados e re-expansão de áreas de atelectasia. Inspirações sucessivas aumentam progressivamente o volume pulmonar até que os volumes inspiratórios máximos sejam atingidos involuntariamente, atingindo maior expansão pulmonar, da capacidade residual funcional para a capacidade pulmonar plena.<sup>(13)</sup> Nesse contexto, a recuperação da CVF parece estar relacionada ao aumento do volume de ar mobilizado. A melhoria do  $VEF_1$  e da relação  $VEF_1/CVF$  em resposta ao BS também sugere que a técnica é capaz de mobilizar volumes pulmonares maiores.<sup>(22)</sup>

Como se demonstrou em um estudo anterior,<sup>(23)</sup> a geração de fluxos expiratórios mais elevados parece estar relacionada ao momento de insuflação máxima alcançada pela técnica de BS, o que pode explicar o aumento do PFE e do  $FEF_{25-75\%}$  após a técnica. Uma vez que se alcança isso, o volume de ar comprimido é liberado sob a força dos músculos expiratórios, melhorando assim a fase explosiva da tosse com a retração dos pulmões, distensão da parede torácica e alongamento dos músculos expiratórios,<sup>(23)</sup> isto é, quanto maior for o volume inspirado, maior será a pressão de recolhimento elástico e o PFE.<sup>(28)</sup> Por isso, fica evidente em nosso estudo o impacto positivo da manobra na evolução do PFE e do  $FEF_{25-75\%}$ .

Outras investigações demonstraram os efeitos favoráveis do BS na CVF e no pico de fluxo da tosse em pacientes com esclerose lateral amiotrófica<sup>(21)</sup> e no declínio da função pulmonar naqueles com distrofia muscular de

**Tabela 1.** Características clínicas e antropométricas dos pacientes (N = 34).<sup>a</sup>

Variável	Grupo		p
	Controle (n = 16)	Empilhamento de ar (n = 18)	
Sexo masculino, n (%)	8 (50,0)	10 (55,5)	0,75
Idade, anos	53,0 ± 13,1	45,6 ± 12,5	0,10
IMC, kg/m <sup>2</sup>	26,7 (24,2-34,2)	25,0 (22,2-29,0)	0,08
Tempo de internação hospitalar, dias	7,0 (6,0-8,8)	6,5 (5,0-8,3)	0,40
Duração do protocolo, dias	4 (3-5)	4 (4-4)	0,61
Tempo cirúrgico, min	177,0 ± 75,0	161,5 ± 59,2	0,50
Tempo de anestesia, min	229,7 ± 83,7	201,9 ± 62,7	0,28
Exames laboratoriais			
Hemoglobina, g/dL	12,1 ± 2,4	11,6 ± 2,3	0,55
Eritrócitos, × 10 <sup>5</sup> mm <sup>3</sup>	4,1 ± 0,7	4,1 ± 0,8	0,78
Leucócitos, × 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	10,530 ± 6,355	9,611 ± 4,198	0,62
Plaquetas, × 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	194 (151-286)	215 (169-307)	0,52
Creatinina, mg/dL	0,9 (0,8-1,2)	0,8 (0,7-1,3)	0,54
Ureia, mg/dL	44,0 ± 21,5	35,7 ± 11,7	0,20
TP, s	14,3 (14,0-17,2)	15,3 (14,1-16,5)	0,83
TTP, s	37,6 (34,9-41,0)	36,7 (32,0-45,1)	0,90

TP: tempo de protrombina; e TTP: tempo de tromboplastina parcial. <sup>a</sup>Valores expressos em forma de média ± dp ou mediana (IIQ), exceto onde indicado.

**Tabela 2.** Comparação dos grupos controle e empilhamento de ar quanto à função pulmonar, ventilação e força muscular respiratória no 2º dia do pós-operatório e no momento da alta.<sup>a</sup>

Variável	Grupo						ΔBS – Controle
	Controle			BS			
	2º DPO	Alta	ΔAlta – 2º DPO	2º DPO	Alta	ΔAlta – 2º DPO	
CVF, % do prev.	47,0 ± 15,3	59,8 ± 26,0	12,8 (0,7-24,9)*	47,3 ± 18,1	77,7 ± 25,2	30,4 (19,0-41,8)*	17,6 (3,4-31,8)*
VEF <sub>1</sub> , % do prev.	43,6 ± 15,0	55,6 ± 24,6	12,1 (-0,2 to 24,3)	42,4 ± 17,3	74,7 ± 17,1	32,3 (20,8-43,8)*	20,2 (5,9-34,5)*
VEF <sub>1</sub> /CVF, % do prev.	99,0 ± 16,4	99,4 ± 11,8	0,4 (-7,0 to 7,8)	93,9 ± 15,6	104,0 ± 12,2	10,1 (3,1-17,1)*	9,7 (1,3-18,1)*
PFE, % do prev.	30,6 ± 10,9	34,1 ± 16,3	3,6 (-6,8 to 14,0)	31,3 ± 10,0	55,4 ± 12,3	24,1 (14,3-33,9)*	20,5 (8,3-32,7)*
FEF <sub>25-75%</sub> , % do prev.	39,9 ± 14,5	47,8 ± 19,6	7,9 (-4,2 to 20,0)	37,6 ± 17,1	64,3 ± 19,0	26,7 (15,3-38,1)*	18,8 (4,9 to 32,7)*
Ve, L/min	10,4 ± 3,0	11,7 ± 4,6	1,3 (-1,5 to 4,1)	9,0 ± 3,5	12,3 ± 5,9	3,3 (0,5-6,1)*	2,0 (-0,9 to 4,9)
Vt, L	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,3	0,1 (-0,1 to 0,2)	0,5 ± 0,3	0,7 ± 0,3	0,2 (0,0-0,3)*	0,1 (-0,1 to 0,2)
PImáx, % do prev.	46,0 ± 33,3	59,0 ± 34,8	13,0 (0,1-25,9)*	48,8 ± 40,9	78,7 ± 38,1	29,8 (17,7-42,0)*	16,8 (2,4-31,2)*
PEmáx, % do prev.	23,1 ± 11,7	33,1 ± 19,4	10,0 (1,1-18,9)*	31,0 ± 20,0	51,5 ± 28,8	20,5 (12,1-28,9)*	10,5 (0,5-20,5)*

BS: *breath stacking*; 2º DPO: 2º dia do pós-operatório; e % do prev.: % do valor previsto. <sup>a</sup>Valores expressos em forma de média ± dp ou Δ (IC95%). \*p < 0,05.

**Tabela 3.** Comparação dos grupos controle e *breath stacking* quanto aos sinais vitais e saturação periférica de oxigênio no 2º dia do pós-operatório e no momento da alta.<sup>a</sup>

Variável	Grupo						ΔBS – Controle
	Controle			BS			
	2º DPO	Alta	ΔAlta – 2º DPO	2º DPO	Alta	ΔAlta – 2º DPO	
FC, bpm	86,3 ± 13,9	83,8 ± 15,0	-2,5 (-9,0 to 4,0)	90,8 ± 12,8	85,1 ± 12,6	-5,7 (-11,8 to 0,5)	-3,2 (-10,7 to 4,3)
FR, ciclos/min	17,8 ± 3,7	18,1 ± 3,4	0,3 (-1,5 to 2,0)	20,1 ± 3,3	18,4 ± 3,2	-1,7 (-3,3 to 0,0)*	-2,0 (-4,0 to 0,0)*
PAS, mmHg	134,4 ± 15,0	136,3 ± 18,9	1,9 (-9,9 to 13,7)	124,4 ± 16,9	127,8 ± 18,7	3,4 (-7,8 to 14,4)	1,4 (-11,8 to 14,6)
PAD, mmHg	80,0 ± 9,7	80,6 ± 12,9	0,6 (-8,3 to 9,5)	77,2 ± 15,3	81,7 ± 10,4	4,4 (-3,9 to 12,8)	3,8 (-6,1 to 13,7)
PAM, mmHg	98,1 ± 10,4	99,2 ± 13,5	1,1 (-8,2 to 10,3)	93,0 ± 15,2	97,0 ± 12,8	4,0 (-4,6 to 12,8)	3,1 (-7,2 to 13,4)
Temperatura corporal, °C	36,3 ± 0,4	36,3 ± 0,3	0,0 (-0,4 to 0,3)	36,5 ± 0,6	36,2 ± 0,4	-0,3 (-0,6 to 0,0)*	-0,3 (-0,7 to 0,1)
SpO <sub>2</sub> , %	95,0 ± 1,8	95,4 ± 2,3	0,4 (-1,1 to 1,8)	95,1 ± 1,6	97,4 ± 1,9	2,3 (1,0-3,7)*	1,9 (0,3-3,5)*

BS: *breath stacking*; 2º DPO: 2º dia do pós-operatório; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; e PAM: pressão arterial média. <sup>a</sup>Valores expressos em forma de média ± dp ou Δ (IC95%). \*p < 0,05.

Duchenne.<sup>(22)</sup> Um estudo<sup>(19)</sup> com pacientes submetidos a cirurgia cardíaca mostrou que o BS promoveu volumes inspiratórios maiores entre o 1º e o 5º dia do pós-operatório em comparação com a espirometria-padrão e a espirometria de incentivo, mas teve efeito semelhante na CVF durante o mesmo período. Dias et al.,<sup>(27)</sup> em um ensaio clínico cruzado, relataram o efeito agudo do BS na geração e manutenção de volumes inspiratórios, que se mostrou superior à espirometria de incentivo no 1º dia do pós-operatório de CAA.

Nossos resultados também mostraram uma tendência de aumento do V<sub>T</sub> e do V<sub>E</sub> no grupo BS. Sabendo que o V<sub>E</sub> resulta do produto entre V<sub>T</sub> e FR, podemos sugerir que o aumento do V<sub>E</sub> após a técnica de BS ocorre em virtude da elevação do V<sub>T</sub>, já que a FR não aumentou. O aumento do V<sub>T</sub> pode resultar do aumento do gradiente de pressão transpulmonar, que permite a re-expansão de alvéolos colapsados, melhorando a ventilação pulmonar.<sup>(36)</sup> Esse achado também parece estar relacionado à oclusão do ramo expiratório na

**Tabela 4.** Comparação dos grupos controle e *breath stacking* quanto à mobilidade toracoabdominal e percepção de dor no 2º dia do pós-operatório e no momento da alta.<sup>a</sup>

Variável	Controle			BS			ΔBS – Controle
	2º DPO	Alta	ΔAlta – 2º DPO	2º DPO	Alta	ΔAlta – 2º DPO	
Cirtometria axilar, cm	1,5 ± 1,4	2,0 ± 0,8	0,5 (-0,8 a 1,8)	1,9 ± 2,7	2,4 ± 1,6	0,4 (-0,8 a 1,7)	-0,1 (-1,5 a 1,3)
Cirtometria xifoide, cm	0,7 ± 1,2	1,3 ± 1,7	0,6 (-0,5 a 1,8)	0,6 ± 1,8	1,4 ± 1,9	0,8 (-0,3 a 1,9)	0,2 (-1,1 a 1,5)
Cirtometria umbilical, cm	0,4 ± 1,5	0,3 ± 1,5	-0,2 (-1,5 a 1,2)	-0,1 ± 1,6	0,1 ± 2,8	0,2 (-1,0 a 1,4)	0,4 (-1,1 a 1,9)
Algotmetria, kgf/cm <sup>2</sup>	1,4 ± 0,5	1,7 ± 1,1	0,3 (-0,2 a 0,9)	1,1 ± 0,6	1,6 ± 1,0	0,4 (-0,1 a 0,9)	0,1 (-0,5 a 0,7)
EVA	4,2 ± 2,0	2,4 ± 1,9	-1,8 (-3,1 a -0,5)*	4,7 ± 2,5	1,9 ± 2,0	-2,8 (-4,0 a -1,5)*	-1,0 (-2,5 a 0,5)

BS: *breath stacking*; 2º DPO: 2º dia do pós-operatório; e EVA: escala visual analógica. <sup>a</sup>Valores expressos em forma de média ± dp ou Δ (IC95%). \*p < 0,05.

**Tabela 5.** Avaliação da segurança da técnica *breath stacking*.<sup>a</sup>

Variável	Primeira intervenção		ΔPós – Pré
	Pré	Pós	
Escala de Borg	0,5 ± 0,8	0,2 ± 0,5	-0,3 (-0,7 a 0,1)
SpO <sub>2</sub> , %	96,1 ± 1,7	97,3 ± 1,40	1,2 (0,5 a 1,8)*
FR, ciclos/min	19,1 ± 2,7	19,4 ± 2,8	0,3 (-0,3 a 1,0)
FC, bpm	85,3 ± 9,9	85,6 ± 10,8	0,3 (-1,4 a 1,9)
PAS, mmHg	127,8 ± 15,1	125,6 ± 14,2	-2,2 (-5,9 a 1,5)
PAD, mmHg	82,2 ± 11,7	81,7 ± 11,0	-0,6 (-4,9 a 3,8)
PAM, mmHg	97,4 ± 11,5	96,3 ± 10,9	-1,1 (-4,8 a 2,6)

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; e PAM: pressão arterial média. <sup>a</sup>Valores expressos em forma de média ± dp ou Δ (IC95%). \*p < 0,05.

máscara, que evoca mecanismos compensatórios para a manutenção do V<sub>T</sub>, estimulando progressivamente o centro respiratório a acumular volumes pulmonares e favorecendo a ventilação colateral.<sup>(17)</sup> Outro estudo já havia aventado a hipótese de que os volumes pulmonares induzidos pela técnica de BS são maiores que os induzidos pela espirometria de incentivo, pois a válvula unidirecional permite que os músculos inspiratórios relaxem, sem perder a expansão pulmonar.<sup>(35)</sup> Além disso, já se sugeriu que a respiração cumulativa permite o apoio da pressão intrapulmonar, a redistribuição do volume por forças interdependentes e a abertura de áreas hipoventiladas por meio de ventilação colateral nas bases pulmonares e regiões periféricas, mais predispostas a complicações no pós-operatório.<sup>(35)</sup>

Observamos melhoria da PImáx e da PEmáx após o BS, ambas as quais são indicadores de força muscular respiratória.<sup>(33)</sup> Esse achado pode ser explicado, pelo menos em parte, pelo tempo inspiratório prolongado (hiperinsuflação) somado às pausas entre os esforços inspiratórios durante as manobras de BS, que permitem o relaxamento fásico dos músculos inspiratórios, principalmente do diafragma, reduzindo a carga sobre esse músculo e otimizando seu desempenho.<sup>(18)</sup> É plausível sugerir que o BS pode ser benéfico para os músculos respiratórios após a CAA. No entanto, seus efeitos na força muscular como desfecho primário devem ser testados em investigações futuras.

A redução da FR em resposta ao protocolo de BS pode ser explicada pela diminuição das necessidades energéticas desencadeada pelo aumento do volume pulmonar e da complacência torácica e pulmonar, bem como pelo recrutamento alveolar.<sup>(26)</sup> Portanto, sugere-se que a diminuição da FR reflete-se na redução do trabalho respiratório, em menor gasto energético muscular ventilatório e, consequentemente, em maior conforto para o paciente no momento da alta hospitalar. Somente o grupo BS apresentou resultados significativamente superiores quanto à SpO<sub>2</sub> no momento da alta hospitalar. Segundo um grupo de autores,<sup>(37)</sup> a inspiração máxima gerada pela aplicação da máscara provoca um aumento da pressão transpulmonar e mantém a pressão alveolar, contribuindo para o aumento da Pao<sub>2</sub>. Assim, é provável que a melhoria da SpO<sub>2</sub> reflita o efeito da máscara na Pao<sub>2</sub>, mas essa variável não foi avaliada em nosso estudo.

Não houve alteração significativa da mobilidade toracoabdominal no momento da alta hospitalar em nenhum dos dois grupos. Sugere-se que essa pequena variação observada na cirtometria ocorra em virtude do próprio procedimento cirúrgico, pois a disfunção diafragmática, a dor, a incisão cirúrgica, o efeito da anestesia e o medo do paciente de respirar fundo são fatores que contribuem para sua limitação.<sup>(38,39)</sup> A redução da dor relacionada à incisão cirúrgica em ambos os grupos é um achado esperado, especialmente

em virtude do curso normal do pós-operatório.<sup>(6)</sup> Além disso, todos os pacientes receberam analgésicos regularmente, conforme prescrição médica. Assim, observamos que o BS, apesar de recrutar volumes e capacidades pulmonares maiores, não induziu maior dor no local da incisão, o que aponta para aspectos favoráveis relacionados à segurança e conforto da técnica. O BS mostrou-se seguro desde a primeira intervenção, pois não induziu alterações da percepção de esforço, FR, FC ou PA, e não provocou maiores sintomas respiratórios ou gastrointestinais. A melhoria da SpO<sub>2</sub> logo após o uso da técnica de BS aponta de forma contundente para sua eficácia.

Uma das limitações do estudo é o curto tempo de permanência em nosso hospital após a CAA, com consequente redução do número de sessões de BS, o que restringe nossos resultados a uma intervenção de curto prazo. Um aumento do tamanho da amostra pode ajudar a reduzir os IC95% em estudos futuros. Qualquer demanda específica de um paciente poderia interferir na fisioterapia de rotina ou no BS, mas isso não aconteceu em nosso estudo. Os efeitos continuados da técnica de BS, avaliados após a alta hospitalar, podem ser considerados em investigações futuras. A aplicabilidade clínica e validade externa deste estudo podem ser consideradas, já que o protocolo de BS foi descrito minuciosamente, é de fácil aplicação,

tem baixo custo e pode ser usado de forma segura e eficaz em pacientes hospitalizados submetidos a CAA, bem como em pacientes submetidos a outros tipos de cirurgia abdominal.

Até onde sabemos, o presente estudo é o primeiro ensaio clínico randomizado a investigar a eficácia e segurança da técnica de BS em pacientes submetidos a CAA. O BS mostrou-se uma alternativa segura, aliado à fisioterapia de rotina, para a recuperação da função pulmonar, melhorando os volumes pulmonares, as pressões respiratórias máximas e a oxigenação periférica, além de reduzir o trabalho respiratório de pacientes no pós-operatório de CAA.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

DLF, LUS e AMVS: concepção e planejamento do estudo; interpretação das evidências; redação e revisão das versões preliminares e da versão final do manuscrito; aprovação da versão final. NCR: concepção e planejamento do estudo; interpretação das evidências; aprovação da versão final. LJRJN, JMB, CMP, CZMR e LFIN: concepção e planejamento do estudo; aprovação da versão final.

## CONFLITO DE INTERESSES

Nenhum conflito declarado.

## REFERÊNCIAS

- Boden I, Browning L, Skinner EH, Reeve J, El-Ansary D, Robertson IK, et al. The LIPPSMack POP (Lung Infection Prevention Post Surgery - Major Abdominal - with Pre-Operative Physiotherapy) trial: study protocol for a multi-centre randomised controlled trial. *Trials*. 2015;16:573 <https://doi.org/10.1186/s13063-015-1090-6>
- Khyati S, Amaravdi SK, Rajan Samuel S, Augustine AJ, Singh V. Effectiveness of inspiratory muscle training (IMT) on pulmonary function and functional capacity in chronic smoker's v/s non-smokers patients undergoing open abdominal surgery - A study protocol. *Int J Surg Protoc*. 2020;24:31-35. <https://doi.org/10.1016/j.isjp.2020.10.005>
- Arruda KA, Cataneo DC, Cataneo AJ. Surgical risk tests related to cardiopulmonary postoperative complications: comparison between upper abdominal and thoracic surgery. *Acta Cir Bras*. 2013;28(6):458-466. <https://doi.org/10.1590/S0102-86502013000600010>
- Katsura M, Kuriyama A, Takeshima T, Fukuhara S, Furukawa TA. Preoperative inspiratory muscle training for postoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(10):CD010356. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010356.pub2>
- Jeong BH, Shin B, Eom JS, Yoo H, Song W, Han S, et al. Development of a prediction rule for estimating postoperative pulmonary complications. *PLoS One*. 2014;9(12):e113656. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113656>
- Beaussier M, Genty T, Lescot T, Aissou M. Influence of pain on postoperative ventilatory disturbances. Management and expected benefits. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2014;33(7-8):484-486 <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2014.07.005>
- Esquinas AM, Jover JL, Úbeda A, Belda FJ; International Working Group on Critical and Noninvasive Mechanical Ventilation Anesthesiology. Non-invasive mechanical ventilation in postoperative patients. A clinical review [Article in Spanish]. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2015;62(9):512-522. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2015.03.005>
- Kumar AS, Alaparthy GK, Augustine AJ, Pazhyoattayil ZC, Ramakrishna A, Krishnakumar SK. Comparison of Flow and Volume Incentive Spirometry on Pulmonary Function and Exercise Tolerance in Open Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(1):KC01-KC6. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2016.PA4429>
- Grams ST, Ono LM, Noronha MA, Schivinski Cl, Paulin E. Breathing exercises in upper abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Fisioter*. 2012;16(5):345-353. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000052>
- Canet J, Sabaté S, Mazo V, Gallart L, De Abreu MG, Belda J, et al. Development and validation of a score to predict postoperative respiratory failure in a multicentre European cohort: A prospective, observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2015;32(7):458-470. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000223>
- Souza Possa S, Braga Amador C, Meira Costa A, Takahama Sakamoto E, Seiko Kondo C, Maida Vasconcellos AL, et al. Implementation of a guideline for physical therapy in the postoperative period of upper abdominal surgery reduces the incidence of atelectasis and length of hospital stay. *Rev Port Pneumol*. 2014;20(2):69-77. <https://doi.org/10.1016/j.rppneu.2013.07.005>
- Kamble KG, Vishnu Vardhan GD. Effect of Threshold Inspiratory Muscle Training Versus Incentive Spirometry in Upper Abdominal Surgeries: a Comparative Study. *Int J Physiother Res*. 2019;7(3):3077-3084. DOI:10.16965/ijpr.2019.125 <https://doi.org/10.16965/ijpr.2019.125>
- Barcelar Jde M, Aliverti A, Rattes C, Ximenes ME, Campos SL, Brandão DC, et al. The expansion of the pulmonary rib cage during breath stacking is influenced by age in obese women. *PLoS One*. 2014;9(11):e110959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110959>
- Westerdahl E. Optimal technique for deep breathing exercises after cardiac surgery. *Minerva Anesthesiol*. 2015;81(6):678-683.
- Colucci DB, Fiore JF Jr, Paisani DM, Rizzo TT, Colucci M, Chiavegato LD, et al. Cough impairment and risk of postoperative pulmonary complications after open upper abdominal surgery. *Respir Care*. 2015;60(5):673-678. <https://doi.org/10.4187/respcare.03600>
- Tyson AF, Kendig CE, Mabedi C, Cairns BA, Charles AG. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary function following laparotomy: a randomized clinical trial. *JAMA Surg*. 2015;150(3):229-236. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2014.1846>

17. Marini JJ, Rodriguez RM, Lamb VJ. Involuntary breath-stacking. An alternative method for vital capacity estimation in poorly cooperative subjects. *Am Rev Respir Dis.* 1986;134(4):694-698. <https://doi.org/10.1164/jarrd.1986.134.5.902>
18. Baker WL, Lamb VJ, Marini JJ. Breath-stacking increases the depth and duration of chest expansion by incentive spirometry. *Am Rev Respir Dis.* 1990;141(2):343-346. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/141.2.343>
19. Dias CM, Vieira Rde O, Oliveira JF, Lopes AJ, Menezes SL, Guimarães FS. Three physiotherapy protocols: effects on pulmonary volumes after cardiac surgery. *J Bras Pneumol.* 2011;37(1):54-60. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132011000100009>
20. Jenkins HM, Stocki A, Kriellaars D, Pasterkamp H. Breath stacking in children with neuromuscular disorders. *Pediatr Pulmonol.* 2014;49(6):544-553. <https://doi.org/10.1002/ppul.22865>
21. Cleary S, Misiaszek JE, Kalra S, Wheeler S, Johnston W. The effects of lung volume recruitment on coughing and pulmonary function in patients with ALS. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener.* 2013;14(2):111-115. <https://doi.org/10.3109/17482968.2012.720262>
22. McKim DA, Katz SL, Barrowman N, Ni A, LeBlanc C. Lung volume recruitment slows pulmonary function decline in Duchenne muscular dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(7):1117-1122. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.02.024>
23. Rafiq MK, Bradburn M, Proctor AR, Billings CG, Bianchi S, McDermott CJ, et al. A preliminary randomized trial of the mechanical insufflator-exsufflator versus breath-stacking technique in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener.* 2015;16(7-8):448-455. <https://doi.org/10.3109/21678421.2015.1051992>
24. Dorça A, Alcântara LA, Diniz DS, Sarmet M, Menezes Mateus SR, Franco Oliveira LV, et al. Comparison between breath stacking technique associated with expiratory muscle training and breath stacking technique in amyotrophic lateral sclerosis patients: Protocol for randomized single blind trial. *Contemp Clin Trials Commun.* 2020;19:100647. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2020.100647>
25. Porto EF, Tavorolo KC, Kumpel C, Oliveira FA, Sousa JF, Carvalho GV, et al. Comparative analysis between the alveolar recruitment maneuver and breath stacking technique in patients with acute lung injury. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2014;26(2):163-168. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20140024>
26. Vaz S, Matos T, Mendes M, Preto L, Fernandes H, Novo A. Effectiveness of the breath-stacking technique in the respiratory function of women undergoing bariatric surgery. *Rev Enferm Ref.* 2019;19(23):49-58. <https://doi.org/10.12707/RIV19046>
27. Dias CM, Plácido TR, Ferreira MFB, Guimarães FS, Menezes SLS. Incentive spirometry and breath stacking: effects on the inspiratory capacity of individuals submitted to abdominal surgery. *Braz J Phys Ther.* 2008;12(2):94-99. <https://doi.org/10.1590/S1413-3552008000200004>
28. Chicayban LM, Hemétrio AC, Azevedo LTR. Comparison of the effects of voluntary and involuntary breath stacking techniques on respiratory mechanics and lung function patterns in tracheostomized patients: a randomized crossover clinical trial. *J Bras Pneumol.* 2020;46(4):e20190295. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20190295>
29. Pascotini FS, Ramos MC, Silva AMV, Trevisan ME. Incentive spirometry volume-oriented versus flow-oriented on respiratory parameters in elderly people. *Fisioter Pesqui.* 2013;20(4):355-360. <https://doi.org/10.1590/S1809-29502013000400009>
30. Silvério-Lopes S, Mota MPG. Influence of acupuncture on the pain perception threshold of muscles submitted to repetitive strain [Article in Portuguese]. *BrJP.* 2018;1(3):207-211. <https://doi.org/10.5935/2595-0118.20180041>
31. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test [published correction appears in *Am J Respir Crit Care Med.* 2016 May 15;193(10):1185]. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-117. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
32. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol.* 2002;28(Suppl 3):S1 S82. <https://doi.org/10.1023/A:1021836204655>
33. Pessoa IM, Hourri Neto M, Montemezzo D, Silva LA, Andrade AD, Parreira VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Braz J Phys Ther.* 2014;18(5):410-418. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0044>
34. Mador MJ, Rodis A, Magalang UJ. Reproducibility of Borg scale measurements of dyspnea during exercise in patients with COPD. *Chest.* 1995;107(6):1590-1597. <https://doi.org/10.1378/chest.107.6.1590>
35. de Sá Feitosa LA, Barbosa PA, Pessoa MF, Rodrigues-Machado Mda G, de Andrade AD. Clinimetric properties of breath-stacking technique for assessment of inspiratory capacity. *Physiother Res Int.* 2012;17(1):48-54. <https://doi.org/10.1002/pri.512>
36. Ribeiro R, Brandão D, Noronha J, Lima C, Fregonezi G, Resqueti V, et al. Breath-stacking and incentive spirometry in Parkinson's disease: Randomized crossover clinical trial. *Respir Physiol Neurobiol.* 2018;255:11-16. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2018.04.011>
37. Alcântara ES. Técnicas instrumentais para expansão pulmonar. In: Programa de Atualização em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória: Ciclo 2. Artmed Panamericana: Porto Alegre; 2016. p. 111-148.
38. Barbalho-Moulim MC, Miguel GPS, Forti EMP, Costa D. Comparison between incentive spirometry and expiratory positive airway pressure on pulmonary function after bariatric surgery [Article in Portuguese]. *Fisioter Pesqui.* 2009;16(2):166-172. <https://doi.org/10.1590/S1809-29502009000200013>
39. Trevisan ME, Soares JC, Rondinel TZ. Effects of two respiratory incentive techniques on chest wall mobility after upper abdominal surgery [Article in Portuguese]. *Fisioter Pesqui.* 2010;17(4):322-326. <https://doi.org/10.1590/S1809-29502010000400007>