

Hugo Leonardo Alves Pereira

**EFEITO AGUDO DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA SOBRE A
CAPACIDADE DE EXERCÍCIO EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2017

Hugo Leonardo Alves Pereira

**EFEITO AGUDO DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA SOBRE A
CAPACIDADE DE EXERCÍCIO EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora : Prof^ª. Dra. Verônica Franco Parreira

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Danielle Soares Rocha Vieira

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2017

P436e Pereira, Hugo Leonardo Alves
2017 Efeito agudo da pressão expiratória positiva sobre a capacidade de exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. [manuscrito] / Hugo Leonardo Alves Pereira – 2017.

90 f., enc.: il.

Orientadora: Verônica Franco Parreira
Co- Orientadora: Danielle Soares Rocha Vieira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 60-71

1. Pulmões – Doenças - Teses. 2. Sistema respiratório - Teses. 3. Exercícios Físicos – Aspectos fisiológicos – Teses. I. Parreira, Verônica Franco. II. Vieira, Danielle Soares Rocha. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 616.24

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL
SITE: www.eeffto.ufmg.br/mreab E-MAIL: mreab@eeffto.ufmg.br FONE/FAX: (31) 3409-4781/7395

ATA DE NÚMERO 260 (DUZENTOS E SESSENTA) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELO CANDIDATO **HUGO LEONARDO ALVES PEREIRA** PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.

Aos 28 (vinte e oito) dias do mês de abril do ano de dois mil e dezessete, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação “**EFEITO AGUDO DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA SOBRE A CAPACIDADE DE EXERCÍCIO EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**”. A banca examinadora foi constituída pelas seguintes Professoras Doutoras: Verônica Franco Parreira, Elaine Paulin Ferrazeane e Raquel Rodrigues Britto, sob a presidência da primeira. A Profa. Elaine Paulin Ferrazeane participou dessa sessão à distância, por meio de videoconferência/Skype. Os trabalhos iniciaram-se às 9h00min com apresentação oral do candidato, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. **Após avaliação, os examinadores consideraram o candidato aprovado e apto a receber o título de Mestre, após a entrega da versão definitiva da dissertação.** Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 28 de abril de 2017.

Professora Dra. Verônica Franco Parreira

Verônica Franco Parreira

Professora Dra. Elaine Paulin Ferrazeane

Elaine Paulin Ferrazeane

Professora Dra. Raquel Rodrigues Britto

Raquel Rodrigues Britto

Marilane Soares 084190

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
DA REABILITAÇÃO / EEFFTO

Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL
SITE: www.eeffto.ufmg.br/mreab E-MAIL: mreab@eeffto.ufmg.br
FONE/FAX: (31) 3409-4781

PARECER

Considerando que a dissertação de mestrado de HUGO LEONARDO ALVES PEREIRA intitulada “EFEITO AGUDO DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA SOBRE A CAPACIDADE DE EXERCÍCIO EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA”, defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível mestrado, cumpriu sua função didática, atendendo a todos os critérios científicos, a Comissão Examinadora **APROVOU** a defesa de dissertação, conferindo-lhe as seguintes indicações:

Nome dos Professores/Banca	Aprovação	Assinatura
Verônica Franco Parreira	Aprovado	<i>Verônica Franco Parreira</i>
Elaine Paulin Ferrazeano	Aprovado	<i>Elaine Paulin Ferrazeano</i>
Raquel Rodrigues Britto	Aprovado	<i>Raquel Rodrigues Britto</i>

Belo Horizonte, 28 de abril de 2017.

Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
DA REABILITAÇÃO / EEFFTO
AV. ANTÔNIO CARLOS, Nº 6627 - CAMPUS UNIVERSITÁRIO
PAMPULHA - CEP 31270-901 - BH / MG

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela conquista. Por permitir que eu faça aquilo que gosto. Por abençoar toda a minha trajetória de vida e ter colocado em meu caminho pessoas tão especiais ao longo desses dois anos.

Aos meus pais, meus maiores amores, Gilmar e Edina, que por muitas vezes abdicaram de seus sonhos em detrimento dos meus. Agradeço pelo apoio incondicional em todas as minhas decisões, por incentivarem meus estudos e torcerem sempre pela minha realização. Sem vocês nada disso seria possível.

Às minhas irmãs, Thais e Nathália, por estarem sempre ao meu lado. É maravilhoso saber que podemos contar uns com os outros. Que seja sempre assim!

À professora Verônica Franco Parreira, grande orientadora deste trabalho. Agradeço pela oportunidade de ter sido seu aluno de iniciação científica durante a graduação, pelos ensinamentos transmitidos, pelo incentivo ao meu crescimento e por toda a confiança depositada ao longo desse tempo. Sou extremamente grato, pelo cuidado e respeito em cada palavra e por não se preocupar apenas com a minha formação profissional, mas também pessoal. Você sempre foi além da sua função de orientadora intelectual. Tenho por você enorme admiração, pela professora, pesquisadora, mas principalmente pelo ser humano que és.

À professora Danielle Soares Rocha Vieira, minha coorientadora. Agradeço pelo interesse em contribuir com a realização desse trabalho. Saiba que mesmo à distância você conseguiu estar sempre presente e disponível para ajudar no desenvolvimento de cada etapa.

À Giane Amorim agradeço pelas valiosas discussões e envolvimento com meus dados. Obrigado por te ajudado a encontrar uma solução para um dos momentos mais complicados deste trabalho. Seu apoio, compreensão, paciência e a maneira como compartilha o seu conhecimento com os outros é admirável.

À professora Raquel Britto, pela convivência, gentileza e por ter contribuído para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À professora Danielle Gomes, pela forma sempre carinhosa e motivadora com a qual me tratou.

À professora Daniela Vaz, pelo convite para participar do projeto “*Ensinando para Aprender*”. Agradeço pela confiança, pelos ensinamentos e por promover questionamentos importantes sobre o processo de ensino na docência.

À professora Isabela Schlauser, por ter sido uma das responsáveis em despertar em mim o amor pela fisioterapia respiratória. Agradeço pela ajuda no recrutamento dos pacientes para a realização deste estudo.

Ao professor Marcelo Velloso, pela leitura cuidadosa do projeto desse trabalho e pelas valiosas sugestões. Agradeço, ainda, por todo o aprendizado durante o estágio em docência em parte da disciplina Fisioterapia Aplicada às Disfunções Pulmonares.

Agradeço a todos os membros do LabCare. Juntos, somos uma equipe de excelência! Agradeço especialmente à Liliane Mendes, pela contribuição em ajudar com a pletismografia optoeletrônica, pelo seu companheirismo, interesse e cuidado. Tenho em você um dos meus espelhos profissionais e me sinto extremamente honrado em ter a sua confiança. À Mariana Hoffman, pela leveza e alegria contagiante. Agradeço por compartilhar suas experiências e acreditar em meu trabalho. Às alunas de iniciação científica Bianca Carmona e Bruna Silveira pelo companheirismo e disponibilidade durante as coletas de dados. À Dayane Montemezzo pelo incentivo, à Susan Martins pelo carinho, à Maira Elisa pela organização do espaço, à Marcela Lemos, Marina Rodrigues, Larissa Borges, Betina França, Luana Santos e Layza Cruz por todo o apoio.

Ao Igor Noce e Antônio Sarmiento, pela ajuda com pneumotacógrafo. Sem vocês, certamente seria tudo ainda mais complicado.

Aos colegas do mestrado, especialmente à Fabiana Damasceno, Lilian Verardo, Giselle Faria, Marcela Tamiasso, Aline Castro, Marcela Fantauzzi, Diego Carvalho e Leonardo Drummond, por tornarem este caminho mais fácil.

Aos pacientes, que foram solidários e se disponibilizaram a comparecer para as coletas dos dados.

Às minhas amadas babus, Mariana Antunes, Maíra Vianna, Marina Godoy, Nayara Amorim, Roberta Freire e Tatiana Ribeiro. Agradeço pela amizade e torcida, pelo apoio incondicional e compreensão da minha ausência, pelos nossos encontros de vida, tão únicos e especiais. Espero que nossos caminhos sigam sempre na mesma direção ou se cruzem com enorme frequência.

Aos meus queridos amigos, Alan Martins, Eduardo Alves, Rodrigo Ribeiro, Leandro Souza e Viviane Souza, pelas palavras de incentivo e pelos momentos de descontração compartilhados.

Às queridas Joyce e Luana, por dividirem comigo momentos tão especiais de nossa formação. Encontrá-las no estágio obrigatório me fez amadurecer e me tornar um profissional mais qualificado. Saber que nossa relação profissional se estendeu para uma amizade tão profunda é motivo de muita felicidade.

Aos meus amigos e familiares que de alguma maneira torceram pelo meu sucesso, compreenderam os momentos de ausência e vibraram diante de cada vitória alcançada.

Às fisioterapeutas Larissa Faleiro e Mariana Barcala, pela oportunidade e confiança em meu trabalho. À Nathalia Elmiro e Ana Clara Lages por compartilharem o conhecimento.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pelos ensinamentos.

Aos funcionários da EEFFTO, especialmente à Marilane Soares pela disponibilidade em ajudar sempre que foi necessário.

Agradeço à Lailane Saturnino por percorrer parte dessa jornada ao meu lado. Participar de um projeto multicêntrico foi desafiador e nos proporcionou grande aprendizado. O período que passei em Natal foi muito especial e despertou em mim importantes reflexões. Sou grato a sua hospitalidade, cuidado e carinho comigo durante toda a estadia. Espero revê-la em breve e desejo que você tenha muito sucesso em cada de seus objetivos. À Marina Lyra, pela companhia agradável e ajuda desprendida durante esse período.

Ao professor Guilherme Fregonezi, por ter me recebido em Natal para a realização da missão no PneumoCardioVascularLab e a cada um de seus alunos pelo acolhimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro durante a realização do mestrado em Belo Horizonte e da missão em Natal.

Cada fim venta um começo.

Rubem Alves

RESUMO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença multissistêmica, prevenível e tratável que cursa com obstrução ao fluxo aéreo. Os pacientes acometidos por essa enfermidade possuem reduzida capacidade de exercício e a investigação de estratégias para melhora desta capacidade torna-se importante. Dentre os recursos instrumentais em fisioterapia respiratória utilizados para promover o aumento da ventilação alveolar destaca-se a EPAP (do inglês, *Expiratory Positive Airway Pressure*). Neste estudo, foi hipotetizado que o uso da EPAP durante, ou antes, do exercício de carga constante em cicloergômetro, poderia contribuir para o aumento da capacidade de exercício em pacientes com DPOC. Dessa maneira, o objetivo primário deste estudo foi avaliar o efeito agudo da EPAP sobre a capacidade de exercício em pacientes com DPOC, por meio do tempo de exercício no teste de carga constante em cicloergômetro. O objetivo secundário foi avaliar as repostas de algumas variáveis do padrão respiratório e dos volumes operacionais da parede torácica. Para isso, foi realizado um estudo quase-experimental, cujo cálculo de amostral foi de 34 sujeitos, sendo o presente estudo realizado com a participação de nove pacientes com DPOC classificada como moderada a muito grave, de ambos os sexos, com 66 ± 8 anos. Os pacientes foram submetidos a três testes de carga constante em cicloergômetro com 80% da carga máxima de exercício, a qual foi estimada por meio de equação obtida previamente pelo desempenho no *Incremental Shuttle Walking Test*. Os testes de carga constante foram realizados em três condições diferentes: EPAP 7,5 cmH₂O durante o teste (Protocolo 1 - P1), EPAP 7,5 cmH₂O antes do teste (Protocolo 2 - P2) e EPAP *sham* antes do teste (Protocolo 3 - P3). Durante os testes, o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal foram registrados por meio da pletismografia optoeletrônica e três momentos foram utilizados posteriormente para a análise: repouso (M1), metade do tempo do exercício de carga constante (M2) e tempo final do exercício de carga constante (M3). As comparações entre os diferentes protocolos (P1, P2 e P3), entre os diferentes momentos (M1, M2 e M3) e o efeito de interação (P x M) foram realizadas por meio de equações de estimação generalizadas. Foi considerado significativo um alfa de 5%. As comparações *post hoc* foram realizadas via teste de Bonferroni. Os dados foram analisados por meio do pacote estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 15.0, Chicago, IL, USA) e

foram apresentados como média e desvio padrão. O tempo de exercício no P1 ($124,44 \pm 48,65$ segundos) foi significativamente menor em relação ao P2 ($211,44 \pm 105,76$ segundos; $p=0,040$) e ao P3 ($228,22 \pm 104,57$ segundos; $p=0,017$), sem diferença significativa entre P2 e P3 ($p=0,186$). O grau de dispnéia observada no P1 ($7,78 \pm 1,99$) foi significativamente maior em relação ao P2 ($2,61 \pm 1,74$; $p<0,001$) e ao P3 ($2,72 \pm 1,62$; $p<0,001$) sem diferença significativa entre P2 e P3. A percepção de esforço em membros inferiores foi significativamente maior no P1 ($6,33 \pm 2,40$) em relação ao P2 ($3,78 \pm 2,53$; $p= 0,009$) e ao P3 ($3,55 \pm 2,30$; $p= 0,046$), sem diferença significativa entre P2 e P3. O volume corrente da parede torácica (VC_{pt}) a frequência respiratória (FR) e a ventilação minuto (VE) aumentaram significativamente com a progressão do exercício em todos os protocolos. O VC_{pt} no P2 e no P3 foi estatisticamente diferente do P1, independente do momento analisado. Houve aumento da FR ao longo do exercício em todos os protocolos, no entanto, sem aumento significativo na metade do exercício em relação ao repouso e na metade do exercício em relação ao final do exercício no P1. A VE aumentou significativamente em todos os protocolos. Em relação ao comportamento dos volumes operacionais da parede torácica (inspiratório e expiratório final), não foram encontradas diferenças significativas entre o repouso e o final do exercício em nenhum dos protocolos. Em conclusão, os resultados do presente estudo demonstraram que o uso da EPAP com carga de $7,5 \text{ cmH}_2\text{O}$, durante, ou antes, do teste de carga constante não foi capaz de aumentar a capacidade de exercício nos pacientes avaliados.

Palavras-chave: Doença pulmonar obstrutiva crônica. Capacidade de exercício. EPAP. Pressão expiratória positiva. Fisioterapia respiratória.

ABSTRACT

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a multisystem, preventable, and treatable disease characterized by persistent airflow limitation. Patients afflicted with this disease have reduced exercise capacity and an investigation of strategies to improve this capacity becomes important. Among the instrumental devices for chest physiotherapy used to promote alveolar ventilation increase, the EPAP (Expiratory Positive Airway Pressure) is highlighted. In this study, it was hypothesized that the use of EPAP during or before exercise of constant load on the cycle ergometer may contribute to the increase of exercise capacity in patients with COPD. Thus, the primary aim of this study was to evaluate the acute effects of EPAP on exercise capacity in patients with COPD, through exercise time of a constant-load test on the cycle ergometer. The secondary aim was to assess responses of some respiratory pattern variables and thoracic chest wall operating volumes. With these aims, a quasi-experimental study, whose sample size was 34 subjects, being the present study performed with the participation of nine patients with moderate to very severe COPD, of both sexes, and age of 66 ± 8 years. Patients underwent three constant-load tests on the cycle ergometer with 80% of maximal exercise load, which was estimated by equation obtained for performance an incremental shuttle walk test. The constant-load tests were performed in three different conditions: EPAP 7.5 cmH₂O during the test (Protocol 1 - P1), EPAP 7.5 cmH₂O before the test (Protocol 2 - P2) and EPAP sham before the test (Protocol 3 - P3). During the tests, the respiratory pattern and the thoracoabdominal movement were recorded by use of optoelectronic plethysmography, and three moments were analyzed later: rest (M1), half of the time of the constant-load exercise (M2) and end time of the constant-load exercise (M3). The comparisons between the different protocols (P1, P2 and P3), between the different moments (M1, M2 and M3) and interaction effect (P x M) were performed by use of generalized estimating equations. A 5% alpha was considered significant. The post hoc comparisons were performed using the Bonferroni test. Statistical Package for Social Sciences (SPSS 15.0, Chicago, IL, USA) was used to analyze data, and they were presented as average and standard deviation. The P1 exercise time (124.44 ± 48.65 seconds) was significantly lower comparing to P2 (211.44 ± 105.76 seconds, $p = 0.040$) and P3 (228.22 ± 104.57 seconds; $P = 0.017$), with no significant difference

between P2 and P3 ($p = 0.186$). The degree of dyspnea observed during P1 (7.78 ± 1.99) was significantly higher in relation to P2 (2.61 ± 1.74 , $p < 0.001$) and P3 (2.72 ± 1.62 ; $p < 0.001$) without significant difference between P2 and P3. The perception of effort in lower limbs was higher during P1 (6.33 ± 2.40) in relation to P2 (3.78 ± 2.53 , $p = 0.009$) and P3 (3.55 ± 2.30 ; $P = 0.046$), with no significant difference between P2 and P3. Chest wall tidal volume (V_{cw}), respiratory rate (RR) and minute ventilation (VE) increased significantly with exercise progression in all protocols. The V_{cw} during P2 and P3 was statistically different from P1, independent of the moment analyzed. There was an increase of RR throughout the exercise in all protocols, however, without significant increase in the half of the exercise comparing to the rest and in the half of the exercise comparing to the end of the exercise in the P1. The VE increased significantly in all protocols. Regarding the chest wall volumes (inspiratory and end expiratory), no significant differences were found between rest and end of exercise in any of the protocols. In conclusion, the results of the present study demonstrated that the use of EPAP, with load of $7.5 \text{ cmH}_2\text{O}$, during or before constant-load test was not able to increase the exercise capacity of the patients evaluated.

Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease. Exercise capacity. EPAP. Positive expiratory pressure. Chest physiotherapy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Ilustração da coleta de dados.....	28
FIGURA 2 - Diferentes componentes do sistema EPAP	34
FIGURA 3 (A) - Válvula com resistência pressórica	36
FIGURA 3 (B) - Válvula sem resistência pressórica	36
FIGURA 4 - Fluxograma do desenho do estudo	38
FIGURA 5 - Tempo de exercício de carga constante	42
FIGURA 6 (A) - Comparações entre os deltas do volume inspiratório final da parede torácica	47
FIGURA 6 (B) - Comparações entre os deltas do volume expiratório final da parede torácica	47
FIGURA 6 (C) - Comparações entre os deltas do volume expiratório final da caixa torácica e volume expiratório final do abdômen.....	47
FIGURA 7 (A) - Percentual de contribuição da caixa torácica pulmonar ($V_{ctp}\%$) para o volume corrente	49
FIGURA 7 (B) - Percentual de contribuição caixa torácica abdominal ($V_{cta}\%$) para o volume corrente	49
FIGURA 7 (C) - Percentual de contribuição do abdômen ($V_{ab}\%$) para o volume corrente	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Dados demográficos, antropométricos, espirométricos e clínicos dos pacientes	43
TABELA 2 - Comparações entre as variáveis do padrão respiratório nos três protocolos nos três diferentes momentos	45
TABELA 3 - Valores absolutos das variáveis do padrão respiratório nos três protocolos em dois diferentes momentos	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AB: abdômen
- AVD: atividades de vida diária
- CT: caixa torácica
- CTA: caixa torácica abdominal
- CTP: caixa torácica pulmonar
- CEP: comitê de ética e pesquisa
- CVF: capacidade vital forçada
- DP: desvio padrão
- DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica
- EAA: escore máximo de atividade
- EEFFTO: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
- EMA: escore ajustado de atividade
- EPAP: *expiratory positive airway pressure*
- F: frequência respiratória
- FC: frequência cardíaca
- FC_{máx}: frequência cardíaca máxima
- FIG: figura
- GOLD: *global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease*
- H: homens
- HD: hiperinsuflação dinâmica
- HUOL: Hospital Universitário Onofre Lopes
- Hz: hertz
- IMC: índice de massa corporal
- ISWT: *incremental shuttle walking test*
- i.r.p.m: incursões respiratórias por minuto
- Kg: quilograma
- L: litros
- LabCare: Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório

- M: mulheres
- MMII: membros inferiores
- MRC: *medical research council*
- O₂: oxigênio
- PAS: pressão arterial sistêmica
- PAH: perfil de atividade humana
- PEmáx: pressão expiratória máxima
- PImáx: pressão inspiratória máxima
- POE: pletismografia optoeletrônica
- RP: reabilitação pulmonar
- rpm: rotações por minuto
- SpO₂: saturação periférica da hemoglobina em oxigênio
- SPSS: statistical package for social sciences
- TAB: tabela
- TCLE: termo de consentimento livre e esclarecido
- UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais
- UFRN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- V_{ab}%: porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente
- VC: volume corrente
- VC_{pt}: volume corrente da parede torácica
- V_{cta}%: porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente
- V_{ctp}%: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente
- VE: ventilação minuto
- VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo
- VEF₁/CVF: razão entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada ou Índice de Tiffeneau
- Vef_{ab}: volume expiratório final do abdômen
- Vef_{ct}: volume expiratório final da caixa torácica
- Vef_{pt}: volume expiratório final da parede torácica
- Vif_{pt}: volume inspiratório final da parede torácica

- VNI: ventilação não invasiva
- VVM: ventilação voluntária máxima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Justificativa	21
1.2 Objetivos	22
1.2.1 Objetivo principal	22
1.2.2 Objetivo secundário	22
1.3 Hipóteses	23
1.3.1 Hipótese nula	23
1.3.2 Hipótese alternativa	23
2 MATERIAIS E MÉTODO	24
2.1 Delineamento da pesquisa	24
2.2 Local de realização	24
2.3 Amostra	24
2.3.1 Participantes	24
2.3.2 Critérios de inclusão	25
2.3.3 Critérios de exclusão	25
2.4 Aspectos éticos	25
2.5 Principais métodos e instrumentos de medida	26
2.5.1 Teste de capacidade de exercício – <i>Incremental Shuttle Walking Test (ISWT)</i>	26
2.5.2 Teste de carga constante em cicloergômetro	27
2.5.3 Pletismografia optoeletrônica (POE)	28
2.6 Instrumentos e métodos de medida complementares	29
2.6.1 Avaliação antropométrica	30
2.6.2 Estetoscópio e esfigmomanômetro	30
2.6.3 Oxímetro de pulso	30
2.6.4 Avaliação da função pulmonar	30
2.6.5 Avaliação da força muscular respiratória	31
2.6.6 Escala de Borg modificada	32
2.6.7 Ventilação voluntária máxima (VVM)	32
2.6.8 Perfil de atividade humana (PAH)	32
2.6.9 Escala Medical Research Council (MRC)	33

2.7 Intervenção	33
2.7.1 Pressão Expiratória Positiva	33
2.8 Procedimentos	34
2.8.1 Protocolos	35
2.8.2 Variáveis analisadas	39
2.9 Redução dos dados	39
2.10 Aspectos estatísticos	40
3 RESULTADOS	41
4 DISCUSSÃO	50
5 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE.....	72
ANEXOS	77

1 INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma doença multissistêmica, prevenível, tratável, heterogênea em sua apresentação clínica, que cursa com obstrução ao fluxo aéreo, com caráter progressivo e reversibilidade parcial¹.

A fisiopatologia da DPOC está relacionada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de partículas tóxicas, causada primariamente pelo tabagismo². Algumas mudanças estruturais ocorrem nas vias aéreas como a hiperplasia de células caliciformes e a hipertrofia de glândulas mucosas, o que provoca o aumento da produção de muco e a sua estase devido à diminuição do transporte mucociliar. Dessa maneira, um dos sintomas frequentemente apresentados pelos pacientes com DPOC é a tosse com expectoração³.

Além disso, pode ocorrer um desequilíbrio entre as proteases e as antiproteases ocasionando ruptura dos septos alveolares e aprisionamento aéreo, causando um quadro característico de hiperinsuflação pulmonar no qual ocorre aumento anormal do volume de ar que permanece nos pulmões ao final de uma expiração espontânea⁴. Por causa dessa alteração nos volumes pulmonares, o músculo diafragma pode ter o seu comprimento ótimo para gerar tensão diminuído e o trabalho muscular inspiratório muitas vezes se encontra aumentado, contribuindo muitas vezes, para a percepção de dispneia comumente referida por esses pacientes⁵. A dispneia está associada a um pior prognóstico, uma vez que prejudica a tolerância ao exercício, principalmente em função da diminuição da capacidade ventilatória, redução da qualidade de vida relacionada à saúde e comprometimento do desempenho nas AVD^{6,7}. Além do acometimento pulmonar, a DPOC é reconhecida por seu efeito sistêmico e suas comorbidades associadas, tendo destaque especial a disfunção muscular periférica⁸, a anemia, a caquexia, a ansiedade e a depressão⁹.

Segundo dados do estudo PLATINO (Projeto Latino-Americano de Investigação em Obstrução Pulmonar) somente na cidade de São Paulo, a prevalência da doença entre a população com idade igual ou maior que 40 anos equivale a 15,8%¹⁰. Há previsão de que a DPOC seja a terceira maior causa de morte em 2020¹¹. Apesar do forte impacto econômico e social essa ainda é uma doença

subdiagnosticada¹². Em estudo recente¹³ foi demonstrado que a taxa de subdiagnóstico para os novos casos da DPOC na cidade de São Paulo foi de 70,0%.

O principal exame utilizado para o diagnóstico da DPOC é a espirometria, também chamada de prova de função pulmonar, necessária para a confirmação daqueles pacientes que apresentam sintomas de dispneia, tosse crônica, produção de secreção e história de exposição aos fatores de risco para a doença¹⁴. Nesse contexto, caso a relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a capacidade vital forçada (CVF) apresente-se abaixo de 0,70 após o uso de broncodilatador, a presença de obstrução ao fluxo aéreo fica estabelecida¹⁵. O nível de gravidade é classificado em quatro estádios (leve, moderado, grave e muito grave) dependendo da VEF₁ em percentual do previsto¹.

Athayde *et al.*¹⁶ avaliaram os diferentes fatores que poderiam influenciar os domínios de atividade e impacto psicossocial do Questionário do Hospital Saint George na Doença Respiratória e observaram que os parâmetros funcionais de pacientes com DPOC podem ser parcialmente explicados por fatores clínicos e pessoais analisados pelos sintomas avaliados pelo questionário e que nenhuma variável, incluindo o grau de obstrução das vias aéreas, pode ser utilizada, isoladamente, para explicar a funcionalidade desses pacientes haja vista a complexidade da DPOC.

Em virtude das manifestações sistêmicas da DPOC, um importante componente a ser avaliado é a capacidade de exercício, a qual se encontra diminuída nesses pacientes e é uma queixa comumente relatada pelos mesmos¹⁷. A diminuição da capacidade de exercício tem impacto negativo no estado de saúde¹⁸ bem como é um dos principais preditores para a ocorrência de exacerbações da doença e de mortalidade desses pacientes¹⁹.

Vários recursos terapêuticos são utilizados para promover o aumento da tolerância ao exercício e a melhora do desempenho dos pacientes com DPOC. Entre estes destacam-se o uso de broncodilatadores,²⁰⁻²³ o uso do heliox,²⁴⁻²⁷ e da oxigenoterapia²⁸⁻³¹.

A reabilitação pulmonar (RP) é considerada crucial como intervenção para o aumento da capacidade de exercício de pacientes com DPOC³²⁻³⁵. Ela inclui diferentes componentes como a educação do paciente em relação à doença e atitudes que contribuem para o seu controle, orientação nutricional e psicológica além de

apresentar o exercício físico como parte central. A terapia por pressão positiva por ser utilizada como adjunta ao programa de RP. Os principais efeitos terapêuticos da pressão expiratória positiva consistem na redução do aprisionamento aéreo por meio do prolongamento do tempo expiratório, aumento do recrutamento alveolar, melhora da relação ventilação-perfusão pela redistribuição do líquido extravascular e maior eficiência na difusão de oxigênio, aumento da capacidade residual funcional além de auxiliar na mobilização e eliminação de secreção³⁶⁻³⁸.

Durante o exercício físico, alguns pacientes com DPOC apresentam aumento da ventilação minuto pelo aumento da frequência respiratória além do aumento do volume corrente acarretando uma diminuição do tempo expiratório e, assim, dificultando o esvaziamento pulmonar. Isso acarreta o aumento do volume expiratório final da parede torácica, conhecido como hiperinsuflação dinâmica (HD), levando os pacientes a respirarem em volumes pulmonares próximos à capacidade pulmonar total³⁹. A HD aumenta a pressão positiva intrínseca ao final da expiração e aumenta o trabalho respiratório provocando elevados níveis de dispneia e interrupção precoce do exercício em baixas cargas de trabalho^{6,39,40}.

Uma das formas de se gerar pressão positiva nas vias aéreas se dá por meio da ventilação não invasiva (VNI) cujos efeitos sobre a tolerância ao exercício físico e redução da dispneia em pacientes com DPOC já foram amplamente investigados⁴¹⁻⁴⁴.

Uma outra forma de aplicação de pressão positiva é a pressão expiratória positiva nas vias aéreas, do inglês *Expiratory Positive Airway Pressure* (EPAP), utilizada desde a década de 1970 com o objetivo de melhorar a oxigenação e promover o aumento dos volumes pulmonares³⁷. A EPAP consiste em uma máscara ou bocal, acoplado em uma válvula unidirecional na qual uma resistência de 5 a 20 cmH₂O é aplicada durante a fase expiratória, com o intuito de produzir pressão positiva nas vias aéreas. No caso da EPAP, essa geração de pressão é fluxo independente uma vez que a resistência à expiração é imposta por meio de uma válvula de resistência linear ajustável, também chamada de *spring-loaded*³⁶. Diferentes efeitos do uso da EPAP por pacientes com DPOC têm sido relatados na literatura, incluindo a influência de diferentes níveis pressóricos sobre a depuração de radioisótopos⁴⁵ e sobre o volume corrente e a atividade de músculos acessórios⁴⁶. No entanto, estudos

realizados para avaliar o uso da EPAP para melhorar a capacidade de exercício nestes pacientes ainda são escassos e controversos.

Van der Schans *et al.*⁴⁷ verificaram que a utilização da EPAP com uma pressão de 5 cmH₂O durante o exercício incremental em bicicleta ergométrica foi capaz de reduzir o custo energético e aumentar a eficiência ventilatória em pacientes com DPOC moderada a grave apesar de não alterar a carga pico atingida e aumentar a sensação de dispneia.

Goelzer *et al.*⁴⁸ observaram que o uso da EPAP (com pressão em torno de 7,5 cmH₂O) durante teste com carga constante em pacientes com DPOC grave e muito grave não aumentou a tolerância ao exercício, além de ter reduzido o tempo de exercício nos pacientes com disfunção diastólica ventricular esquerda associada. Eles também observaram aumento da dispneia e da sensação de esforço em MMII durante o uso da EPAP.

Mais recentemente, duas dissertações de mestrado abordaram este tema^{49,50}. Reis⁴⁹ demonstrou que o uso da EPAP com 5 cmH₂O quinze minutos antes ao teste de carga constante em cicloergômetro aumentou significativamente o tempo de exercício de pacientes com DPOC moderada a muito grave quando comparado ao EPAP *sham* (válvula sem a mola resistora). No entanto, não foram observadas diferenças significativas para as variáveis relacionadas à dispneia, percepção de esforço em membros inferiores e a saturação periférica da hemoglobina em oxigênio.

Zager⁵⁰ demonstrou que o uso da EPAP com 5 cmH₂O durante o teste de caminhada de 6 minutos aumentou a distância percorrida em pacientes com DPOC moderada a muito grave quando comparado ao EPAP placebo (uso de máscara sem “o artefato que produz EPAP”), porém sem diferença significativa em relação ao EPAP controle (sem uso da máscara).

1.1 Justificativa

A DPOC possui alta prevalência, morbidade e mortalidade em várias partes do mundo acarretando gastos significativos com a saúde, absenteísmo no trabalho, aposentadoria precoce, diminuição da capacidade funcional e da qualidade de vida desses pacientes.

Sabe-se que o exercício físico representa um papel fundamental no processo de reabilitação desses indivíduos e que a capacidade de exercício é considerada fator prognóstico importante da doença. No entanto, durante o treinamento físico, a HD, a disfunção muscular periférica, a dispneia e a saturação periférica de oxigênio são fatores que podem limitar a continuidade do exercício bem como a progressão das cargas de treinamento.

O uso da pressão expiratória positiva nas vias aéreas, gerada por meio de dispositivo resistido por mola acoplado a máscara facial, representa um recurso terapêutico simples, não invasivo e de baixo custo o qual poderia contribuir para a melhora da capacidade de exercício em indivíduos com DPOC. Até o presente momento, existem controvérsias em relação ao uso da EPAP, especialmente no que diz respeito a carga ideal e ao momento em que a EPAP deve ser utilizada (antes do exercício, durante o exercício ou na forma *sham*) assim como sobre seus efeitos no padrão respiratório e no movimento toracoabdominal nestas três condições.

Dessa maneira, a avaliação destas três formas de uso da EPAP sobre a capacidade de exercício em pacientes com DPOC justificam a realização desse estudo. Secundariamente será possível verificar a resposta de variáveis do padrão respiratório (volumes da parede torácica e de seus três compartimentos) e do movimento toracoabdominal.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo principal

Avaliar o efeito agudo da EPAP sobre a capacidade de exercício em pacientes com DPOC, por meio do tempo de exercício no teste de carga constante em cicloergômetro.

1.2.2 Objetivo secundário

Avaliar os volumes operacionais da parede torácica e de seus três compartimentos: caixa torácica pulmonar (CTP), caixa torácica abdominal (CTA) e abdômen (AB) em pacientes com DPOC durante o teste de carga constante em cicloergômetro em três condições: uso da EPAP durante o exercício, uso da EPAP antes do exercício e uso da EPAP *sham* antes do exercício.

1.3 Hipóteses

1.3.1 Hipótese nula

O uso da EPAP utilizada durante, ou antes, do teste de carga constante em cicloergômetro não contribui para o aumento da capacidade de exercício quando comparada à condição *sham*.

1.3.2 Hipótese alternativa

O uso da EPAP utilizada durante, ou antes, do teste de carga constante em cicloergômetro contribui para o aumento da capacidade de exercício em comparação à condição *sham*.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Delineamento da pesquisa

Trata-se de estudo do tipo quase-experimental, multicêntrico.

2.2 Local de realização

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare), da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e no PneumoCardioVascular LAB do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

2.3 Amostra

2.3.1 Participantes

Para a realização do estudo foram selecionados pacientes com diagnóstico clínico de DPOC moderada a muito grave, de ambos os sexos, com faixa etária entre 40 e 80 anos, provenientes da comunidade e com diagnóstico clínico emitido por pneumologista, no caso de Belo Horizonte/MG, e encaminhados do ambulatório de pneumologia do HUOL, em Natal/RN.

O cálculo amostral foi realizado considerando-se o desfecho primário do presente estudo (capacidade de exercício operacionalizada por meio do tempo de realização do teste de carga constante) e tamanho de efeito (d Cohen) de 0,5 estabelecido arbitrariamente, com um nível de significância alfa de 5% e um poder estatístico de 0,80. Foi estimado um n de 34 indivíduos. Para este cálculo, foi utilizado

o software G*Power - <http://www.gpower.hhu.de> - versão 3.1.9.2, Dusseldorf, Alemanha).

2.3.2 Critérios de inclusão

- Apresentar diagnóstico clínico de DPOC, comprovado pela espirometria, com grau da doença de moderado a muito grave (II, III e IV), de acordo com a classificação da *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD)¹;
- Estar em acompanhamento clínico regular com um pneumologista;
- Ausência de exacerbação clínica da doença nas seis semanas prévias à realização da coleta de dados⁵¹;
- Não fazer uso de oxigênio suplementar;
- Ausência de outras doenças cardiopulmonares autorrelatadas;
- Ausência de quaisquer limitações ortopédicas e/ou doenças neuromusculares que limitassem a realização dos protocolos de exercício;
- Assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE – Apêndice 1).

2.3.3 Critérios de exclusão

- Ser incapaz de compreender e/ou realizar algum procedimento;
- Apresentar agudização do quadro durante o período de coleta de dados;
- Desistir de participar do estudo durante o período de coleta de dados.

2.4 Aspectos éticos

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HUOL/UFRN como centro coordenador (CAAE: 52599315.1.1001.5292 – Anexo I), assim como pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG como centro participante (CAAE: 52599315.1.2001.5149).

2.5 Principais métodos e instrumentos de medida

2.5.1 Teste de capacidade de exercício – Incremental Shuttle Walking Test (ISWT)

O teste de caminhada com carga progressiva ou *incremental shuttle walking test* (ISWT), foi executado conforme descrito por Singh *et al.*⁵². Trata-se de um teste incremental válido e confiável⁵³ com estágios de até 12 níveis de velocidade que produz uma carga fisiológica similar a um teste incremental com bicicleta ergométrica. Os pacientes foram orientados a caminhar em terreno plano percorrendo de maneira repetida e com velocidade progressiva uma distância de 10 metros, delimitada por dois cones. Uma sonorização acústica única indicava o tempo em que o paciente deveria percorrer a distância predeterminada, alcançar o cone e mudar de direção, retornando ao outro cone, enquanto uma sinalização acústica tripla indicava a necessidade de aumentar a velocidade para percorrer a distância entre os cones. A cada minuto, o tempo entre os sinais acústicos era diminuído de tal maneira que o paciente deveria aumentar a velocidade da caminhada para alcançar o cone no momento indicado. O teste foi considerado finalizado quando o paciente foi incapaz de alcançar por duas vezes consecutivas o próximo cone no sinal sonoro indicado⁵⁴, devido ao desejo do mesmo em interromper o teste por sintomas desencadeados ao aumentar a velocidade da caminhada, incluindo dispneia ou ao ser atingido 85% da frequência cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}}$)⁵², calculada previamente por meio da fórmula $220 - \text{idade}$ ⁵⁵. A frequência cardíaca (FC) e a saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO_2) são monitoradas por meio de oxímetro de pulso portátil durante todo o teste.

No presente estudo seguimos as recomendações internacionais as quais orientam a realização de dois ISWT devido ao efeito aprendido do teste⁵³.

Posteriormente, o teste com a maior distância percorrida foi escolhido e a distância atingida foi comparada com os valores de referência propostos para a população brasileira⁵⁶.

A distância percorrida no ISWT poder ser utilizada para estimar a carga máxima de exercício, conforme demonstrado por Arnardóttir *et al.*⁵⁷ que realizaram um estudo sobre a validade desta estimativa. Estes autores avaliaram 93 pacientes com DPOC classificados como moderado a muito grave¹ durante o teste incremental em cicloergômetro e o ISWT e encontraram coeficiente de correlação intraclasse de alta magnitude e estatisticamente significativo ($r=0,88$; $p<0,0001$) para a correlação entre a distância percorrida no ISWT x massa corporal e a carga máxima de exercício no teste incremental em cicloergômetro. Os autores propuseram a seguinte equação para estimar a carga máxima de exercício em pacientes com DPOC, por meio da distância percorrida no ISWT: $W_{peak} = 0,0025 \times \text{distância (m)} \times \text{peso (kg)} + 10,19$. No presente estudo, a carga máxima de exercício em cicloergômetro foi calculada a partir da equação supracitada.

2.5.2 Teste de carga constante em cicloergômetro

O teste de carga constante foi realizado em cicloergômetro de frenagem eletromagnética (LODE® CORIVAL BV Medical Technology, Groningen - Holanda), com uma carga estimada em 80% da carga máxima obtida por meio da equação proposta por Arnardóttir *et al.*⁵⁷. Segundo alguns estudos essa carga de trabalho elevada produz maiores benefícios^{58,59} e atualmente é recomendada pelos consensos de reabilitação pulmonar para aqueles pacientes que consigam tolerar o treinamento aeróbico com essa resistência^{33,60,61}. Em ambos os protocolos de exercício de carga constante (Anexo II), os pacientes foram orientados a realizar o teste até a exaustão e os seguintes critérios de interrupção foram adotados: caso o paciente atingisse 85% da $FC_{máx}$, dessaturação grave ($SpO_2 \leq 80\%$), palidez súbita, perda de coordenação, confusão mental, tontura ou sinais de insuficiência respiratória⁵⁵ ou se não conseguisse manter o esforço por fadiga de membros inferiores (frequência de pedalagem menor que 50 rpm).

2.5.3 Pletismografia optoeletrônica (POE)

Para avaliação das variações de volume da parede torácica no repouso e durante o exercício em cicloergômetro foi utilizada a POE (*BTS Bioengineering*, Milão, Itália). Trata-se de sistema não invasivo que permite medidas acuradas e contínuas do volume absoluto total da parede torácica e seus três compartimentos: caixa torácica pulmonar (CTP), caixa torácica abdominal (CTA) e abdômen (AB).

A POE é um instrumento confiável⁶²⁻⁶⁴ e válido para medir as variações de volumes da parede torácica tanto no repouso⁶⁵⁻⁶⁹ quanto no exercício^{67,70,71} em diferentes populações^{51,72} e posições^{65,73,74}.

Neste estudo, foi utilizado um sistema formado por oito câmeras, as quais são fotossensíveis e emitem feixes de luz infravermelha e captam novamente a luz refletida por marcadores reflexivos posicionados na parede torácica do paciente em pontos anatômicos específicos. Um processador recebe o sinal enviado pelas câmeras e identifica a posição bidimensional (X e Y) de cada marcador em cada uma das câmeras e logo após o sistema computa a informação tridimensionalmente por esterofotogrametria^{75,76}.

A disposição dos marcadores reflexivos é responsável pela formação geométrica dos triângulos tetraedros que compõem a parede torácica bem como pela delimitação de cada um de seus compartimentos⁷⁷ os quais seguem limites anatômicos propostos por Ward e Macklem⁷⁸. Os volumes obtidos são determinados por meio de um modelo geométrico baseado no Teorema de Gauss, cuja integral de superfície é convertida na integral de volume por meio da soma da área de todos os triângulos tetraedros que compõem a parede torácica^{75,77}.

Neste estudo, foi utilizado o modelo de 89 pontos proposto por Gorini *et al.*⁷⁹ no qual marcadores reflexivos foram fixados na parede torácica do paciente ao longo de cinco linhas verticais e sete horizontais pré-definidas seguindo estruturas anatômicas^{76,77}. Dessa maneira, 42 marcadores reflexivos foram dispostos anteriormente, 37 posteriormente e dez lateralmente. O processo de calibração assim como a disposição dos marcadores já foram descritos em detalhes anteriormente⁸⁰. A FIG. 1 ilustra a coleta de dados realizada.

FIGURA 1 – Ilustração da coleta de dados.



Fonte: elaboração do autor.

Com a POE é possível analisar diferentes variáveis de volume e de tempo do ciclo respiratório, como o volume corrente, o volume inspiratório final e o volume expiratório final da parede torácica, a frequência respiratória, a ventilação minuto e a relação entre o tempo inspiratório e tempo total do ciclo respiratório além das porcentagens de contribuição da caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen para o volume corrente.

Em nosso estudo realizamos a coleta de dados por meio do *software SMART Capture* com uma frequência de 30 Hz e para a eventual reconstrução dos pontos necessária para a formação adequada do modelo tridimensional e posterior cálculo volumétrico foram utilizados os *softwares SMART Analyser* e *SMART Tracker*, respectivamente.

2.6 Instrumentos e métodos de medida complementares

2.6.1 Avaliação antropométrica

Para avaliação antropométrica, foram utilizadas as medidas de massa corporal e altura. Os participantes foram pesados e medidos, em posição ortostática, sem calçados e sem roupas pesadas, em uma balança calibrada com um estadiômetro acoplado (Filizola ind, Ltda, São Paulo, Brasil). Posteriormente, foi calculado o índice de massa corporal (IMC) por meio da seguinte fórmula: $IMC = \text{kg}/\text{m}^2$ ⁸¹.

2.6.2 Estetoscópio e esfigmomanômetro

Para a mensuração da pressão arterial sistêmica (PAS) foram utilizados um estetoscópio (*Littmann Classic 2, Minnesota, USA*) e um esfigmomanômetro (*BD, New Jersey, USA*).

2.6.3 Oxímetro de pulso

Para a mensuração da SpO₂ e da FC foi utilizado um oxímetro de pulso (*Ohmeda TuffSat, GE Healthcare, Finland*).

2.6.4 Avaliação da função pulmonar

A avaliação da função pulmonar foi realizada de acordo com os critérios técnicos de aceitabilidade e reprodutibilidade e seguiram as diretrizes para espirometria da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT)⁸². Antes da realização da prova de função pulmonar, os indivíduos foram previamente orientados

pelo examinador quanto à execução correta da manobra. Os mesmos foram orientados a executarem uma inspiração máxima próxima à capacidade pulmonar total, seguida de uma expiração rápida e sustentada até o comando de interrupção da manobra pelo examinador. Durante a espirometria, foram avaliadas as seguintes variáveis: Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF_1), Fluxo Expiratório Forçado entre 25 e 75% da CVF, Pico de Fluxo Expiratório, e a relação VEF_1/CVF . A espirometria foi realizada sem prova broncodilatadora e a avaliação foi considerada completa após os critérios técnicos de aceitabilidade e reprodutibilidade dos testes serem obtidos⁸².

O equipamento utilizado foi o espirômetro KoKo (*Ferraris Respiratory, EUA*) acoplado a um microcomputador com software do próprio aparelho cuja calibração foi realizada diariamente por meio da injeção de um volume de três litros de ar por meio de uma seringa (*Hans Rudolph® Inc., Minnesota, EUA*) em condições de temperatura, pressão e umidade relativa do ar previamente conhecidas. Para efeito de análise, os maiores valores espirométricos obtidos foram escolhidos. Os resultados obtidos foram comparados com os valores de referência previstos para população brasileira adulta de acordo com Pereira *et al.*⁸³.

2.6.5 Avaliação da força muscular respiratória

A avaliação da força muscular respiratória foi obtida por meio das pressões inspiratórias e expiratórias máximas ($P_{Imáx}$ e $P_{Emáx}$, respectivamente), utilizando-se o manovacuômetro digital NEPEB-LabCare (Belo Horizonte, Brasil). Antes do início de cada exame, os indivíduos foram orientados sobre cada um dos procedimentos. Os critérios técnicos de aceitabilidade e reprodutibilidade dos testes de pressões respiratórias máximas seguiram as diretrizes da SBPT⁸⁴. Inicialmente, os indivíduos foram orientados a executarem uma manobra para aprendizado e, posteriormente, realizaram pelo menos cinco manobras com intervalo de um minuto entre elas. Considerando o efeito aprendizado dessas manobras, a última medida não poderia ser a maior⁸⁴. A avaliação foi considerada completa quando se obteve três medidas aceitáveis (sem vazamento de ar e com duração de pelo menos um segundo e meio),

sendo pelo menos duas reprodutíveis (variação entre 10% do maior valor mensurado)⁸⁴. Os maiores valores de PImáx e PEmáx foram utilizados para a análise e comparados com os valores de referência propostos para a população brasileira por Pessoa *et al.*⁸⁵.

2.6.6 Escala de Borg modificada

A percepção subjetiva de esforço - dispneia e o cansaço nos membros inferiores - foi avaliada por meio da Escala de Borg modificada⁸⁶, a qual é constituída por uma escala gradual de 0 a 10, e possui expressões verbais que correspondem a um nível de percepção de esforço progressivo experimentado pelos indivíduos. Nessa escala, o número 0 corresponde a um nível de percepção de “absolutamente nada” enquanto o número 10 “extremamente forte”. A escala é válida e confiável, pode ser aplicada à pacientes com disfunções cardiorrespiratórias para a identificação do esforço⁸⁷ e foi utilizada tanto durante o ISWT bem como nos testes de carga constante em cicloergômetro.

2.6.7 Ventilação voluntária máxima (VVM)

A ventilação voluntária máxima de cada paciente foi estimada por meio da fórmula: $VEF_1 \times 37,5$ ⁸⁸.

2.6.8 Perfil de atividade humana (PAH)

Para a avaliação do nível de atividade física foi utilizado o questionário Perfil de Atividade Humana (PAH)⁸⁹. Este instrumento foi traduzido e adaptado transculturalmente por Souza *et al.*⁸⁹, e abrange questões sobre 94 atividades

rotineiras as quais têm variações entre um menor e um maior gasto energético. Para cada uma dessas atividades existem três possíveis respostas: “ainda faço”, “parei de fazer” ou “nunca fiz”. A partir dessas respostas, foram calculados o escore máximo de atividade (EMA) e o escore ajustado de atividade (EAA), sendo este último, utilizado para classificar o paciente como inativo ($EAA < 53$), moderadamente ativo ($53 < EAA < 74$) ou ativo ($EAA > 74$) - Anexo III.

2.6.9 Escala Medical Research Council (MRC)

Para a avaliação da dispneia como fator limitante das atividades de vida diária (AVD) foi utilizada a escala do *Medical Research Council*⁹⁰, a qual é composta por cinco itens dentre os quais o paciente deveria escolher aquele item que correspondesse ao quanto à dispneia limitava suas AVD. O paciente relatava o seu grau subjetivo de dispneia escolhendo um valor entre 1 e 5. Nessa escala, o número 1 representava o indivíduo que “só sofria de falta de ar durante exercícios intensos”, enquanto o número 5 correspondia o indivíduo que “sentia tanta falta de ar que não saía mais de casa, ou sentia falta de ar quando estava se vestindo” (Anexo IV).

2.7 Intervenção

2.7.1 Pressão expiratória positiva

No presente estudo, a EPAP foi operacionalizada por meio de uma máscara (*Hans Rudolph® Inc., Minnesota, USA*) associada a uma válvula unidirecional e conector (*Vital Signs Inc., Totowa, NJ, USA*) assim como a uma válvula *spring-loaded* (*Fazzini, Itália*) por meio da qual foi ajustada uma pressão de 7,5 cmH₂O. Este nível pressórico foi escolhido por ser relativamente superior ao observado durante a realização do freio labial⁹¹. O freio labial consiste na realização de uma expiração

suave contra a resistência imposta pelos lábios ou os dentes semicerrados. Isso provoca o aumento do tempo expiratório, gerando uma pressão positiva retrógrada. A FIG. 2 ilustra os componentes do sistema EPAP utilizado no estudo.

FIGURA 2 – Diferentes componentes do sistema EPAP.



Fonte: elaboração do autor.

2.8 Procedimentos

A coleta de dados foi realizada em três dias, com um intervalo mínimo de dois dias e máximo de 14 dias entre cada uma das avaliações.

No primeiro dia, após serem esclarecidos sobre os objetivos e os métodos que seriam empregados na pesquisa, os pacientes foram convidados a assinar o TCLE. Após a assinatura, os pacientes foram submetidos a uma avaliação inicial (Anexo V) que consistiu de entrevista com dados gerais e avaliação da dispneia durante as AVD (escala MRC), avaliação antropométrica, prova de função pulmonar (espirometria), capacidade de exercício por meio do ISWT (teste 1), nível de atividade física (questionário PAH), força da musculatura respiratória (manovacuometria) e novamente o ISWT (teste 2).

No segundo e terceiro dias de avaliação, os pacientes realizaram o teste em cicloergômetro com carga constante de 80% da carga máxima pré-estabelecida por meio do ISWT ao mesmo tempo em que tinham captados as variações volumétricas da parede torácica por meio da POE.

Por meio de sorteio randomizado em blocos de quatro, foi determinado qual o protocolo (1 ou 2/3) seria realizado no segundo ou no terceiro dia. Além disso, no caso dos protocolos 2/3, outro sorteio foi realizado para saber se seria feito primeiramente a EPAP com 7,5 cmH₂O ou a EPAP *sham*. Tanto os pacientes quanto o avaliador foram cegados em relação à ordem de utilização da EPAP com 7,5 cmH₂O ou *sham* no caso dos protocolos 2/3.

2.8.1 Protocolos

Protocolo 1

No protocolo 1, a EPAP foi utilizada pelos pacientes durante a realização do teste de carga constante em cicloergômetro. Foi utilizada uma válvula *spring-loaded* com carga ajustável manualmente com uma pressão de 7,5 cmH₂O acoplada a uma máscara a qual estava fixada ao rosto do paciente por meio do fixador cefálico (FIG. 1). O avaliador permaneceu posicionado ao lado do paciente e foi responsável por orientá-lo quanto à forma de respiração (puxar pelo nariz e soltar pela boca) e a manutenção da frequência de pedalagem entre 50 e 60 rotações por minuto (rpm) como recomendado⁹². Durante todo o teste o paciente manteve os braços apoiados em uma estrutura específica com angulação de ombros e cotovelos confortável evitando elevação excessiva dos membros superiores (FIG. 1). O protocolo 1 foi composto pelas seguintes etapas: dois minutos de respiração tranquila inicial (sentado na bicicleta, mas sem pedalagem, um minuto e meio de exercício sem carga, exercício de carga constante com 80% da carga máxima, obtida previamente pela equação proposta por Arnardóttir *et al.*⁵⁷ até a fadiga máxima, e dois minutos de respiração tranquila final (sem pedalagem). A FC e a SpO₂ foram monitoradas por oxímetro de

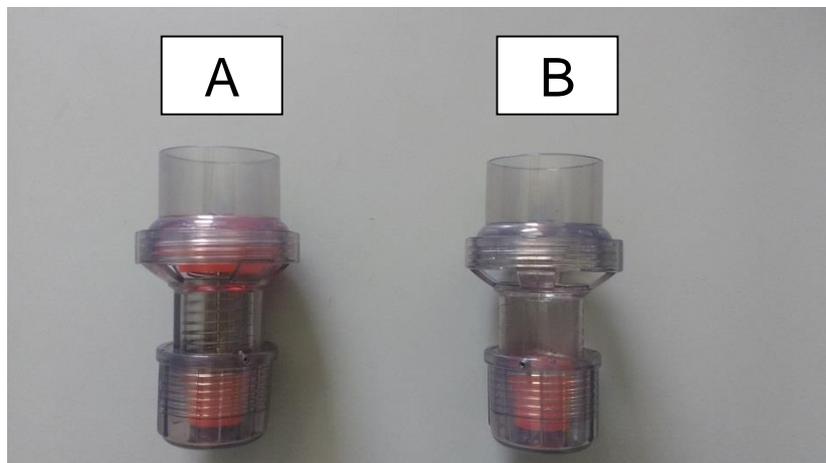
pulso durante todo o teste de carga constante. A dispneia e a fadiga dos membros inferiores foram avaliadas pela escala de Borg modificada⁸⁶ antes e ao final do teste.

Caso houvesse algum desconforto por parte do paciente o mesmo deveria levantar a mão direita e na sequência, a EPAP seria retirada e o teste interrompido imediatamente.

Protocolos 2 e 3

No protocolo 2, a utilização da EPAP com pressão de 7,5 cmH₂O (FIG. 3A) foi utilizada durante 15 minutos antes do teste de carga constante em cicloergômetro. No protocolo 3, a EPAP *sham* - equipamento com válvula mas sem a mola que promove a resistência geradora da pressão – (FIG. 3B) foi utilizada durante 15 minutos antes da realização do teste com carga constante em cicloergômetro.

FIGURA 3 – Válvula com resistência pressórica (A) e sem resistência pressórica (B).

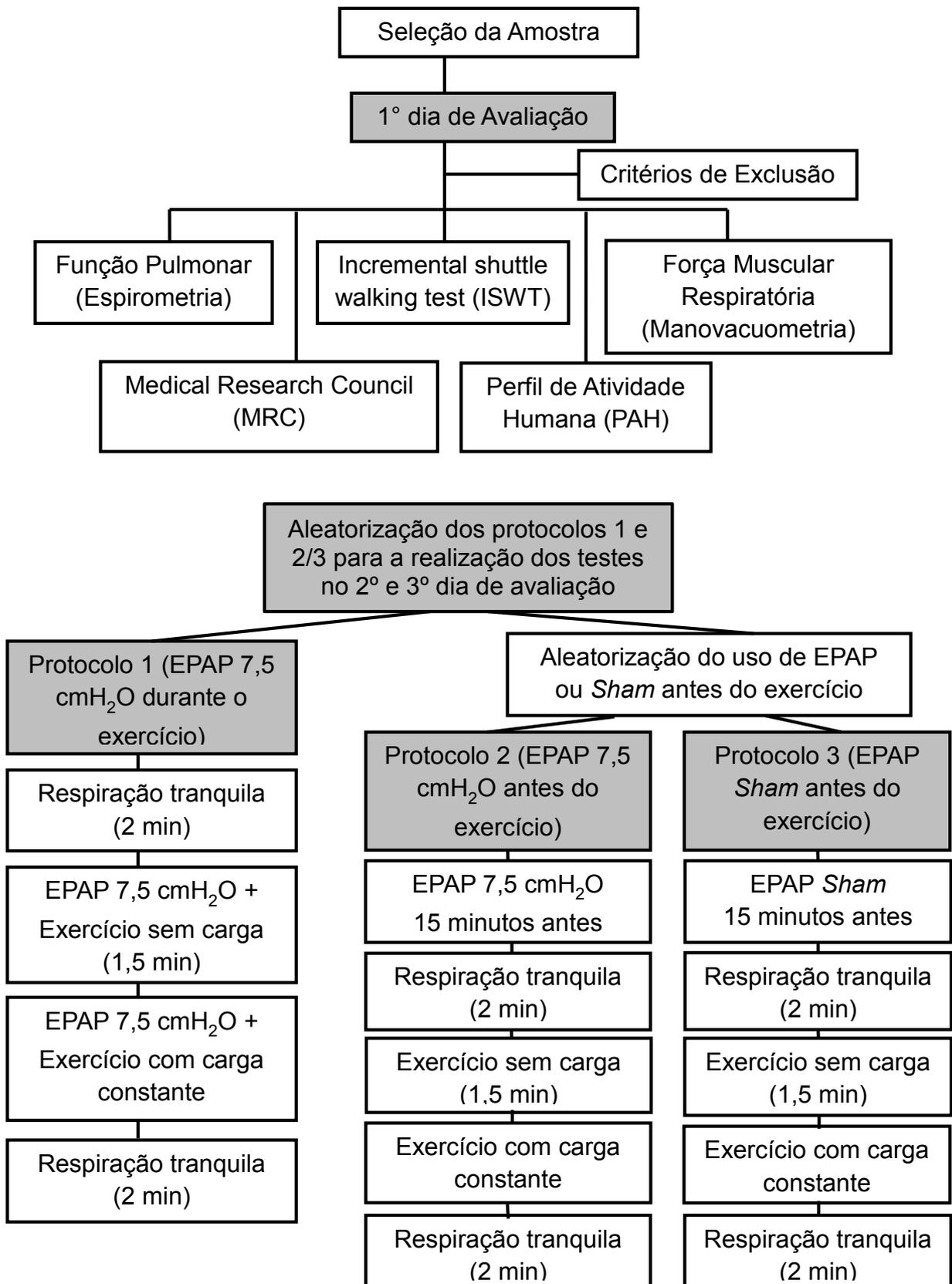


Fonte: elaboração do autor.

Aleatoriamente, ambas as válvulas foram utilizadas pelos pacientes, os quais permaneceram sentados confortavelmente e foram orientados a respirar tranquilamente com a máscara fixada ao rosto durante 15 minutos previamente a execução do teste de carga constante. Entre o uso da EPAP com 7,5 cmH₂O e da EPAP *sham*, houve um período de intervalo de no mínimo 30 minutos ou até que os dados vitais (PAS, FC, FR, SpO₂, e percepção de esforço) retornassem aos parâmetros basais. As avaliações foram realizadas por um único avaliador

previamente treinado. As etapas dos protocolos 2 e 3 foram idênticas às do protocolo 1. A FIG. 4 apresenta o fluxograma do desenho do estudo.

FIGURA 4 - Fluxograma do desenho do estudo.



2.8.2 Variáveis analisadas

Desfecho primário:

- Variável relacionada à capacidade de exercício: tempo de realização do teste de carga constante (em segundos).

Desfechos secundários:

- Variáveis relacionadas ao padrão respiratório: volume corrente da parede torácica ($V_{C_{pt}}$); frequência respiratória (FR); ventilação minuto (VE); volume inspiratório final da parede torácica ($V_{if_{pt}}$); volume expiratório final da parede torácica ($V_{ef_{pt}}$); volume expiratório final da caixa torácica ($V_{ef_{ct}}$) e o volume expiratório final do abdômen ($V_{ef_{ab}}$).
- Variáveis relacionadas ao movimento toracoabdominal: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente ($V_{ctp}\%$); porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente ($V_{cta}\%$); porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente ($V_{ab}\%$).
- Variáveis relacionadas à percepção de esforço: dispneia (Borg dispneia) e membros inferiores (Borg MMII).
- Variável relacionada à reserva ventilatória: VE/VVM.

2.9 Redução dos dados

Idealmente, foram analisados os ciclos respiratórios referentes aos 30 segundos intermediários da respiração tranquila inicial (45 aos 75 segundos) – momento 1; 30 segundos referentes à 50% da duração do teste de carga constante

com 80% da carga – momento 2; e os 40 segundos finais do teste de carga constante com exclusão dos dados obtidos nos 10 últimos segundos – momento 3.

2.10 Aspectos estatísticos

As comparações entre os diferentes protocolos (EPAP durante o exercício, EPAP antes do exercício e *SHAM*), entre os diferentes momentos (1, 2 e 3) e o efeito de interação entre protocolos e momentos foram realizadas por meio de equações de estimação generalizadas (*Generalized Estimating Equations - GEE*)⁹³. Para as variáveis desfecho tempo de exercício, Borg dispneia, Borg MMII e VE/VVM, os modelos foram analisados considerando os protocolos como variável independente. Nos modelos para as variáveis VC_{pt} , $V_{ctp}\%$, $V_{cta}\%$, $V_{ab}\%$, V_{ifpt} , V_{efpt} , V_{efct} , V_{efab} , FR e VE, os protocolos e os momentos foram analisados como variáveis independentes. A função de ligação utilizada nos modelos foi identidade, a probabilidade de distribuição normal e a matriz de correlação não estruturada. Foi considerado alfa de 5%. As comparações *post hoc* foram realizadas via teste de Bonferroni. Os dados foram analisados por meio do pacote estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 15.0, Chicago, IL, USA) e foram apresentados como média e desvio padrão.

3 RESULTADOS

Inicialmente, foram contatados 62 pacientes em Belo Horizonte e região metropolitana. Dentre eles, 27 não se encaixavam nos critérios de inclusão (dez utilizavam oxigenoterapia, oito possuíam outras doenças cardiopulmonares associadas, cinco apresentavam limitações físicas para a realização dos protocolos de exercício e quatro possuíam mais de 80 anos). Vinte e quatro se recusaram a participar do estudo. Dessa maneira, 11 pacientes foram avaliados, sendo dois excluídos após relatarem, durante a entrevista com o avaliador, a presença de insuficiência cardíaca associada à DPOC. Dessa forma, nove pacientes concluíram todos os protocolos do estudo. Até o momento não houve incorporação de dados de pacientes com DPOC recrutados em Natal.

Caracterização da amostra

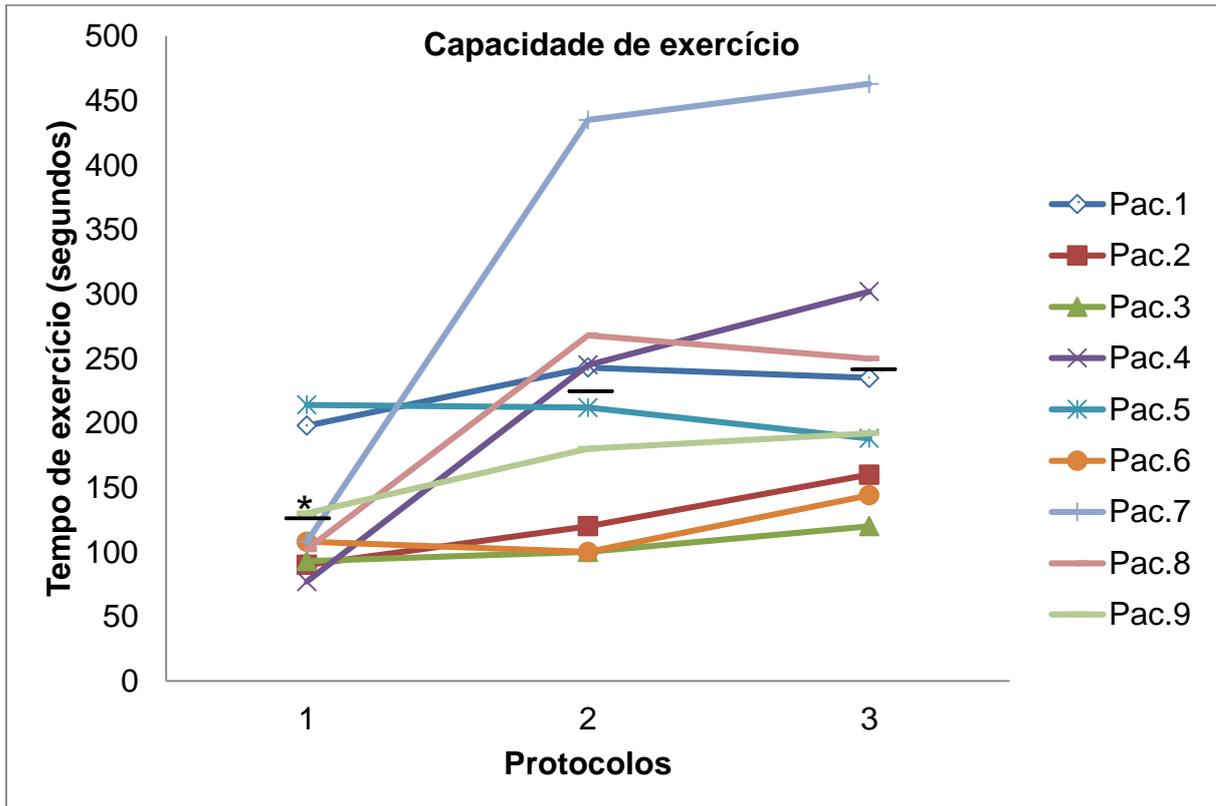
A TAB. 1 apresenta os dados demográficos, antropométricos, espirométricos e clínicos dos nove pacientes avaliados. A amostra, em sua maioria, foi constituída por homens com distúrbio obstrutivo de grau moderado e classificados como ativos. Em relação às pressões respiratórias máximas, todos os pacientes apresentaram valores dentro da normalidade. O teste de carga constante foi realizado com uma potência média de 61,44 watts.

Capacidade de exercício

A FIG. 5 representa os dados relativos à capacidade de exercício, operacionalizada pelo tempo de exercício de carga constante. Foi observado que no protocolo 1 - EPAP durante o teste de carga constante – os pacientes se mantiveram em exercício durante 124,44 (48,65) segundos. No protocolo 2 - EPAP antes do teste de carga constante - 211,44 (105,76) segundos e no protocolo 3 – EPAP *Sham* antes

do teste de carga constante - 228,22 (104,57) segundos; respectivamente. O tempo no protocolo 1 foi significativamente menor que nos protocolos 2 ($p=0,040$) e 3 ($p=0,017$). Não houve diferença significativa entre os protocolos 2 e 3 ($p=0,186$).

FIGURA 5 – Tempo de exercício de carga constante.



Dados apresentados como o tempo individual de exercício no teste de carga constante nos protocolos 1, 2 e 3. Pac.= paciente; média do tempo de exercício do grupo de pacientes em cada protocolo.

* Diferença significativa do protocolo 1 em relação aos protocolos 2 e 3.

TABELA 1. Dados demográficos, antropométricos, espirométricos e clínicos dos pacientes.

Variáveis	Média (DP)
Sexo	8H/1M
Idade (anos)	66,00 (8,34)
IMC (Kg/m²)	26,93 (4,39)
VEF₁ (L)	1,55 (0,34)
VEF₁ (% previsto)	50,66 (11,37)
CVF (% previsto)	73,36 (14,23)
VEF₁/CVF	0,54 (0,10)
MRC	1,89 (0,93)
PAH	
Inativo, n=2	41,00 (8,49)
Mod. Ativo, n=2	66,00 (11,31)
Ativo, n=5	78,80 (2,28)
Plmáx (cmH₂O)	91,51 (18,80)
Plmáx (%previsto)	107,86 (18,47)
PEmáx (cmH₂O)	140,00 (35,78)
PEmáx (%previsto)	113,32 (28,90)
ISWT (m)	362,22 (103,10)
ISWT (%previsto)	71,96 (19,67)
Potência (W)	61,44 (18,48)

Dados apresentados como média e desvio padrão (DP); H = homem; M = mulher; IMC = índice de massa corporal; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF = capacidade vital forçada; VEF₁/CVF = razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; MRC: *medical research council*; PAH: perfil de atividade humana; Plmáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima; ISWT: *incremental shuttle walking test*.

Padrão respiratório

A TAB. 2 mostra as comparações entre as variáveis VC_{pt} , FR e VE nos três protocolos e nos três momentos distintos (repouso, 50% do tempo de exercício e final do exercício). Em relação ao VC_{pt} , foi observada diferença significativa entre os protocolos 2 e 3 *versus* o protocolo 1. Houve aumento significativo do VC_{pt} no momentos 2 e 3 em relação ao momento 1 em todos os protocolos. Ao final do exercício, os valores de VC_{pt} também foram significativamente maiores em relação a 50% do exercício em todos os protocolos.

Houve efeito de interação apenas para a FR, sendo observado aumento significativo ao final do exercício *versus* o repouso nos três protocolos e em relação a 50% do tempo do exercício nos protocolos 2 e 3. Houve aumento significativo da FR em 50% do tempo de exercício *versus* repouso nos protocolos 2 e 3.

Em relação à VE, houve aumento significativo nos momentos 2 e 3 *versus* momento 1 assim como no momento 3 em relação ao momento 2 nos três protocolos. Não houve diferença entre os protocolos.

A TAB. 3 mostra os valores absolutos de $V_{if_{pt}}$, $V_{ef_{pt}}$, $V_{ef_{ct}}$ e $V_{ef_{ab}}$ nos três protocolos em dois momentos diferentes (repouso – momento 1 e ao final do exercício – momento 3). Estas variáveis foram analisadas considerando a variação entre estes dois momentos (delta entre o final do exercício – momento 3 e o repouso – momento 1). Não houve diferença significativa entre os protocolos 1, 2 e 3 para nenhuma das variáveis analisadas. A FIG. 5, na página 46, representa graficamente estas análises.

TABELA 2 - Comparações entre as variáveis do padrão respiratório nos três protocolos nos três diferentes momentos.

PROTOCOLOS	MOMENTOS	VARIÁVEIS		
		VC _{pt} (L)	FR (irpm)	VE (L/min)
Protocolo 1	Momento 1	0,97 (0,26)	13,19 (1,74)	11,75 (2,81)
	Momento 2	2,02 (0,52) *	17,22 (4,03)	34,28 (11,90) *
	Momento 3	2,06 (0,59) * ‡	20,03 (4,88) *	41,66 (16,52) * ‡
Protocolo 2	Momento 1	0,82 (0,27) #	14,52 (3,90)	10,99 (2,04)
	Momento 2	1,82 (0,47) # *	20,65 (2,56) *	34,85 (6,90) *
	Momento 3	1,91 (0,49) # * ‡	25,87 (2,34) * ‡	44,94 (13,51) * ‡
Protocolo 3	Momento 1	0,75 (0,14) #	14,09 (2,21)	10,13 (1,00)
	Momento 2	1,72 (0,38) # *	20,72 (1,98) *	33,75 (6,87) *
	Momento 3	1,82 (0,40) # * ‡	23,65 (2,44) * ‡	41,02 (11,12) * ‡
Efeito Protocolo (Wald χ^2 , gl=2); p-valor		12,69; 0,002	9,48; 0,009	1,98; 0,372
Efeito Momento (Wald χ^2 , gl=2); p-valor		63,17; <0,001	61,91; <0,001	110,16; <0,001
Efeito Interação (Wald χ^2 , gl=4); p-valor		1,95; 0,745	12,80; 0,012	3,50; 0,478

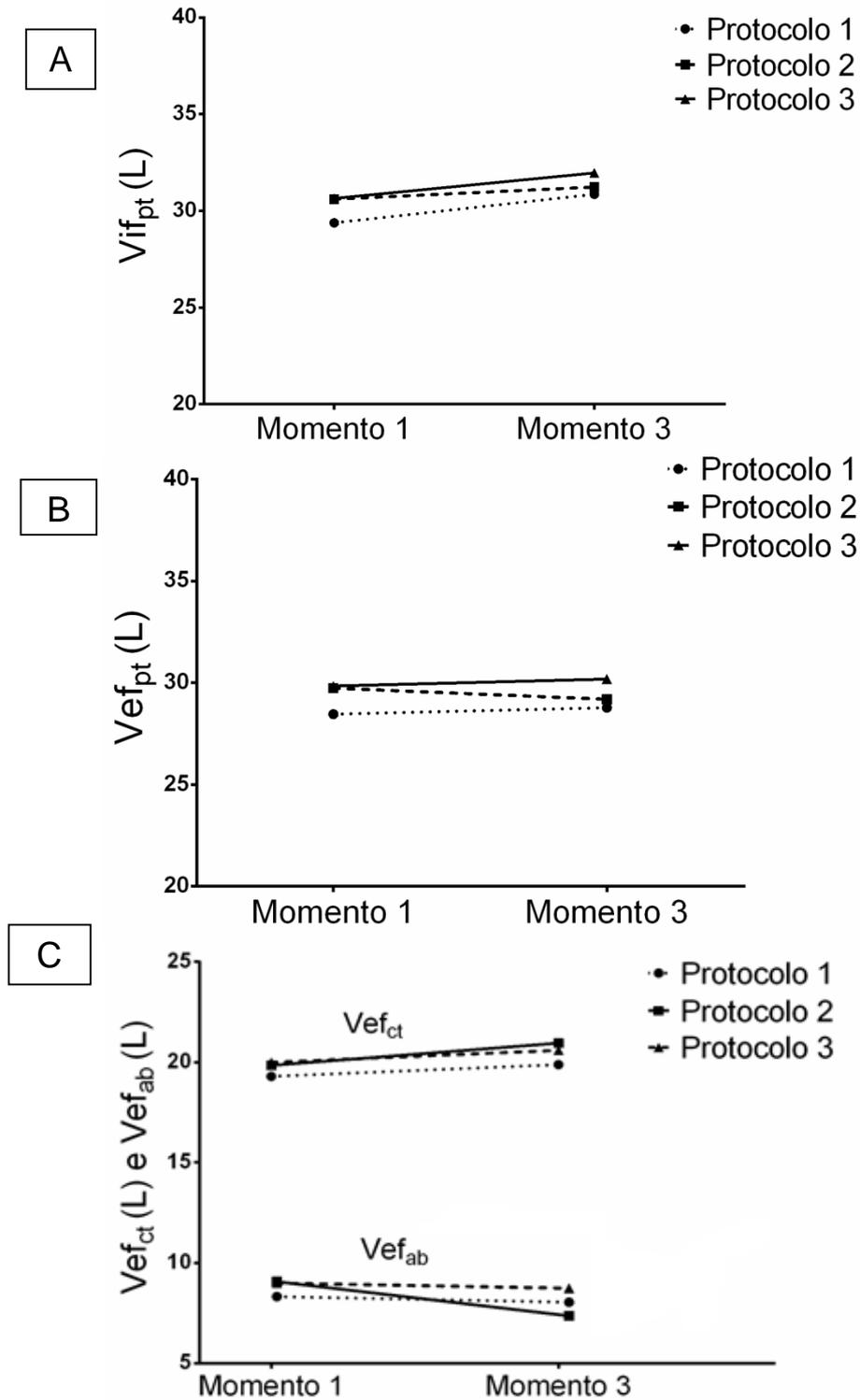
Dados apresentados como média (desvio padrão). VC_{pt}: volume corrente da parede torácica; FR: frequência respiratória; VE: ventilação minuto. #: diferença significativa versus protocolo 1; *: diferença significativa versus momento 1; ‡: diferença significativa versus momento 2.

TABELA 3 – Valores absolutos das variáveis do padrão respiratório nos três protocolos em dois diferentes momentos.

PROTOCOLOS	MOMENTOS	VARIÁVEIS			
		Vif _{pt} (L)	Vef _{pt} (L)	Vef _{ct} (L)	Vef _{ab} (L)
Protocolo 1	Momento 1	29,38 (5,33)	28,46 (5,28)	19,29 (3,40)	9,19 (2,05)
	Momento 3	30,86 (5,57)	28,78 (5,22)	19,88 (3,29)	8,91 (2,05)
Protocolo 2	Momento 1	30,60 (5,23)	29,74 (5,24)	19,84 (2,83)	9,91 (2,50)
	Momento 3	31,23 (4,46)	29,19 (4,20)	20,95 (3,79)	8,25 (2,14)
Protocolo 3	Momento 1	30,64 (5,80)	29,84 (5,83)	19,99 (3,20)	9,84 (2,73)
	Momento 3	31,96 (6,03)	30,18 (5,81)	20,59 (3,23)	9,59 (2,70)

Dados apresentados como média (desvio padrão). Vif_{pt}: volume inspiratório final da parede torácica; Vef_{pt}: volume expiratório final da parede torácica; Vef_{ct}: volume expiratório final da caixa torácica; Vef_{ab}: volume expiratório final do abdômen.

FIGURA 6 – Comparações entre os deltas do volume inspiratório final da parede torácica (A), volume expiratório final da parede torácica (B), volume expiratório final da caixa torácica e volume expiratório final do abdômen (C).



Movimento toracoabdominal

Houve efeito de interação para as variáveis: $V_{ctp}\%$ e $V_{ab}\%$. A $V_{ctp}\%$ foi significativamente menor ao final do exercício ($p= 0,007$) no protocolo 2 em relação ao protocolo 1. A $V_{ab}\%$ aumentou significativamente em 50% do tempo de exercício em relação ao repouso ($p= 0,001$) no protocolo 2. Houve uma tendência de diminuição da $V_{ab}\%$ ao final do exercício *versus* repouso ($p= 0,058$) no protocolo 2. A FIG. 6 representa as comparações entre as variáveis $V_{ctp}\%$, $V_{cta}\%$ e $V_{ab}\%$, nos três protocolos e nos três momentos distintos (repouso, 50% do tempo de exercício e final do exercício).

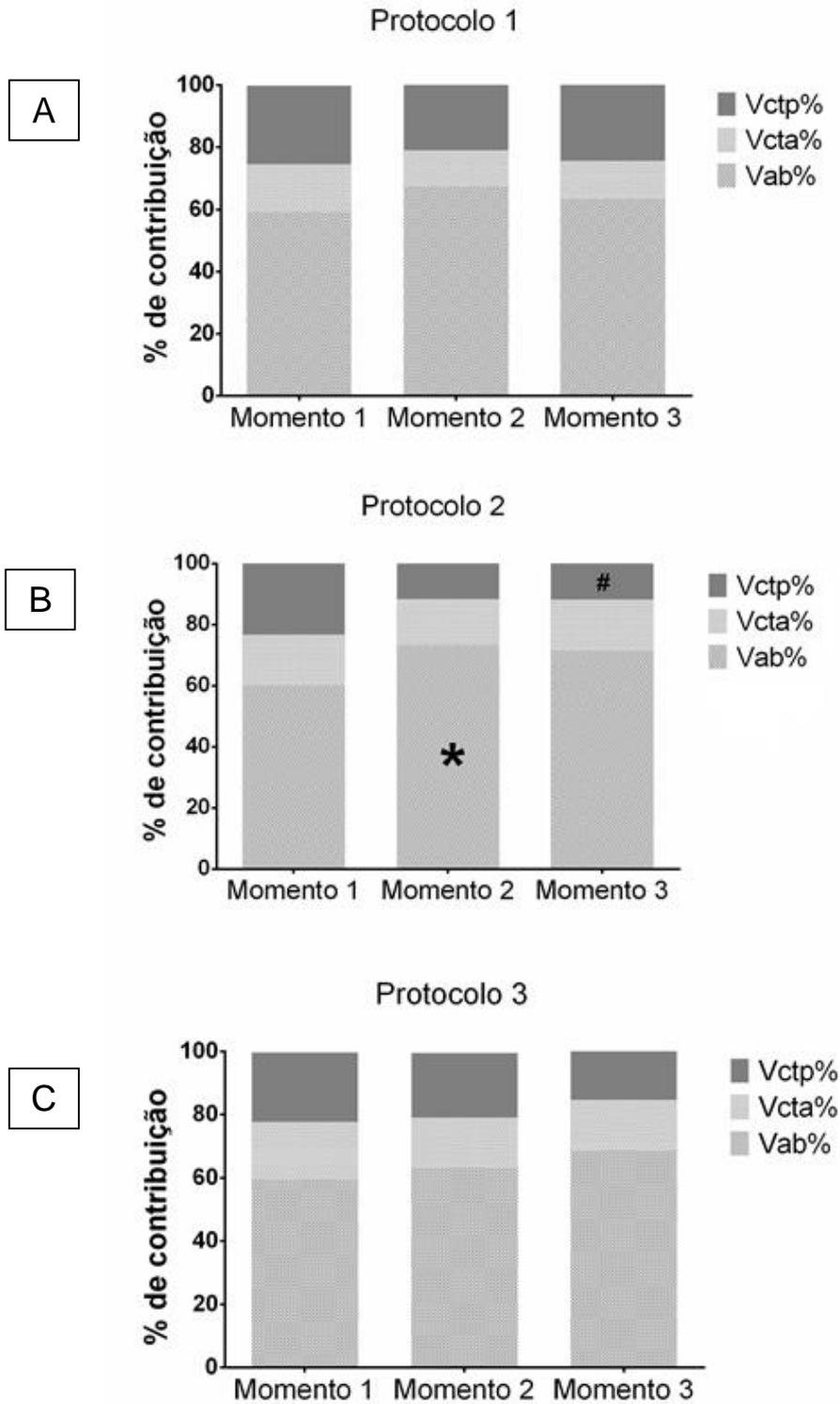
Percepção de dispneia e esforço em membros inferiores (MMII)

O grau de dispneia observado no protocolo 1 foi significativamente maior em relação ao protocolo 2 e ao protocolo 3 [7,78 (1,99) *versus* 2,61 (1,74) *versus* 2,72 (1,62); $p<0,001$, respectivamente]. A mesma resposta foi observada para a percepção de esforço em MMII, que foi significativamente maior no protocolo 1 em relação ao protocolo 2 [6,33 (2,40) *versus* 3,78 (2,53); $p= 0,009$] e ao protocolo 3 [6,33 (2,40) *versus* 3,55 (2,30); $p= 0,046$]. Tanto para o grau de dispneia quanto para a percepção de esforço em MMII não foram encontradas diferenças significativas entre os protocolos 2 e 3.

Reserva ventilatória

Não foi observada diferença significativa na VE/VVM em nenhum dos protocolos [0,78 (0,24) *versus* 0,76 (0,18) *versus* 0,72 (0,16); $p> 0,05$ para todas as comparações].

FIGURA 7 - Percentuais de contribuição da caixa torácica pulmonar - $V_{ctp}\%$ – (A), caixa torácica abdominal – $V_{cta}\%$ (B) e abdômen $V_{ab}\%$ – (C) para o volume corrente.



#: diferença significativa versus protocolo 1; *: diferença significativa versus momento 1.

4 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que: 1) o uso da EPAP com carga de 7,5 cmH₂O antes ou durante o exercício com carga constante em cicloergômetro não foi capaz de aumentar a capacidade de exercício em pacientes com DPOC quando comparado à realização da EPAP *sham*; 2) o uso da EPAP antes ou durante o exercício não produziu alterações significativas do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal quando comparado à realização da EPAP *sham*; 3) a utilização da EPAP com carga de 7,5 cmH₂O durante o exercício contribuiu para o aumento da sensação de dispneia bem como para a maior percepção de esforço em MMII em relação às outras duas condições (EPAP 7,5 cmH₂O e EPAP *sham* antes da realização do teste de carga constante).

Capacidade de exercício

Em relação à capacidade de exercício - desfecho principal do presente estudo - os resultados do presente estudo corroboram com alguns estudos anteriores^{47,48,50} e divergem de outros^{49,94}.

Van der Schans *et al.*⁴⁷ avaliaram oito pacientes com DPOC moderada a grave durante o exercício incremental em cicloergômetro em duas condições (respiração espontânea e uso da EPAP com 5 cmH₂O). Neste estudo, as variáveis foram analisadas para uma mesma carga de trabalho (isocarga). Os resultados mostraram que o uso da EPAP em relação à respiração espontânea promoveu diminuição da ventilação minuto, do consumo de oxigênio e da produção de gás carbônico; associado a um aumento da sensação de dispneia. Além disso, não houve diferença significativa para a carga de trabalho pico nas duas condições avaliadas. Isso demonstra que apesar do uso da EPAP ter proporcionado uma redução do gasto energético e uma melhor eficiência ventilatória para uma mesma carga de trabalho, a capacidade de exercício se manteve a mesma, além de ter ocorrido aumento significativo da sensação de dispneia. Assim como no presente estudo, não foi

observado aumento da capacidade de exercício apesar da diferença nos protocolos – carga máxima de exercício no teste incremental e tempo no teste de carga constante. Apesar de não termos encontrado diferença significativa na ventilação minuto nos diferentes protocolos, não podemos excluir que essa diferença não exista numa análise *isotime* entre os protocolos. Ademais, no presente estudo foi observada redução da capacidade de exercício com o uso da EPAP durante o teste de carga constante. A diferença na magnitude dos níveis pressóricos utilizados – 7,5 cmH₂O neste estudo e 5 cmH₂O no estudo de Van der Schans *et al.*⁴⁷ - pode ter contribuído para este achado.

Zager⁵⁰ investigou os efeitos da EPAP sobre a capacidade de exercício em 11 pacientes com DPOC moderada a muito grave os quais realizaram três testes de caminhada de 6 minutos em três diferentes condições: controle – sem uso de máscara, placebo (uso de máscara sem “... o artefato que produz EPAP...”) e experimental (uso de máscara com “... artefato para produção EPAP graduado em cinco cmH₂O...”). A distância percorrida nos testes foi o desfecho principal. Os resultados mostraram aumento significativo apenas para a distância percorrida durante o teste experimental em relação ao placebo, sem aumento significativo em relação ao controle. Portanto, apesar de inicialmente poder se considerar um ganho com o uso do EPAP deve ser enfatizado que não foi observado um ganho adicional com o uso da pressão positiva em relação a condição sem o uso de máscara. Pode-se hipotetizar que o uso da máscara sem o artefato pode ter aumentado o espaço morto e contribuído para a diminuição na distância percorrida no teste placebo.

Recentemente, Goelzer *et al.*⁴⁸ investigaram os efeitos da EPAP sobre a tolerância ao exercício em 16 pacientes com DPOC grave e muito grave com hiperinsuflação dinâmica previamente confirmada. É importante salientar que oito desses pacientes tinham suspeita de disfunção diastólica ventricular esquerda - avaliada por meio de exame ecocardiográfico – associada à DPOC. Todos os pacientes realizaram um teste de esforço cardiopulmonar (TECP) incremental e em seguida foram alocados em dois grupos distintos com oito pacientes cada: G1 (sem disfunção diastólica ventricular esquerda) e G2 (com disfunção diastólica ventricular esquerda). Posteriormente, os dois grupos foram submetidos a dois novos TECP com carga constante entre 70 e 80% da velocidade máxima do teste incremental em duas condições: utilizando a EPAP (com pressão em torno de 7,5 cmH₂O) *versus* EPAP

sham durante o TECP. Os resultados sugeriram que a EPAP não foi capaz de aumentar a tolerância ao exercício em nenhum dos dois grupos avaliados (com e sem disfunção diastólica ventricular esquerda) como também o seu uso durante o teste de carga constante diminuiu significativamente o tempo de exercício no G2 (763 ± 410 segundos *versus* 476 ± 271 segundos; $p < 0,05$), indicando um possível efeito deletério nos pacientes com disfunção diastólica ventricular esquerda. Além disso, neste mesmo grupo, a EPAP provocou aumento da dispneia e da sensação de esforço em MMII, resultados também similares aos observados no presente estudo. No grupo de DPOC sem a disfunção diastólica, a EPAP possibilitou uma redução da hiperinsuflação dinâmica sem, no entanto, gerar um aumento no tempo de exercício. Não pode ser descartada a possibilidade dos pacientes avaliados no presente estudo terem alguma disfunção cardíaca desconhecida, uma vez que a presença de tal condição na DPOC não é incomum⁹⁵⁻⁹⁸.

Tendo por base os resultados observados no presente estudo e no estudo Goelzer *et al.*⁴⁸, cabe hipotetizar que níveis de pressão expiratória positiva superiores a 5 cmH₂O podem influenciar negativamente a capacidade de exercício em pacientes com DPOC. Apesar de a pressão expiratória positiva evitar o colapso precoce das vias aéreas e dessa maneira contribuir para a redução da hiperinsuflação dinâmica durante o exercício, alguns estudos observaram uma diminuição do débito cardíaco ocasionada provavelmente pelo aumento da pressão alveolar e da pressão atrial direita e da diminuição do retorno venoso⁹⁹⁻¹⁰¹. Isto pode ser potencialmente prejudicial na presença de disfunção diastólica ventricular esquerda, uma vez que a redistribuição do fluxo sanguíneo está comprometida por uma diminuição do débito cardíaco.

Reis⁴⁹ avaliou 12 pacientes com DPOC moderada a muito grave durante o teste de carga constante em cicloergômetro com 75% da carga máxima em duas condições em que a EPAP foi utilizada por um período de 15 minutos previamente ao teste: na condição 1 a EPAP foi realizada com 5 cmH₂O e na condição 2 foi utilizada uma válvula *sham* (válvula sem a mola resistora...). Os resultados deste estudo demonstraram que houve aumento significativo no tempo de exercício ($1444,67 \pm 962,65$ *versus* $1765,92 \pm 876,54$ segundos; $p = 0,02$) após o uso da EPAP em relação à EPAP *sham*. As diferenças observadas nos resultados de Reis⁴⁹ podem estar relacionadas a alguns aspectos. No presente estudo foi utilizado um nível pressórico

mais elevado (7,5 cmH₂O versus 5,0 cmH₂O), nível pressórico semelhante ao desenvolvido durante a realização do freio labial⁹¹. Está bem documentado que este tipo de expiração promove o aumento da capacidade de exercício em pacientes com DPOC¹⁰²⁻¹⁰⁴. Pode-se hipotetizar que o nível mais elevado de pressão utilizado no presente estudo tenha contribuído para a ausência de um resultado favorável, pois pode ter havido um aumento da demanda ventilatória que não foi suprida em função da ausência de um suporte ventilatório na fase inspiratória, como acontece, por exemplo, durante o uso da ventilação não invasiva associada ao exercício^{41,42,105,106}. Outro aspecto a ser considerado é o de que o teste de carga constante foi realizado em cicloergômetro de frenagem eletromagnética com 80% da carga máxima calculada por meio de uma equação proveniente da estimativa da distância percorrida no *ISWT*⁵⁷, enquanto Reis⁴⁹ utilizou 75% da carga máxima obtida em um teste incremental em cicloergômetro. Além disto, o nível de gravidade dos pacientes estudados tendo por base o % VEF₁ previsto aponta que no presente estudo somente 44% da amostra foi classificada como grave e muito grave enquanto no estudo de Reis⁴⁹ essa amostra foi de 75%. Talvez, o efeito da EPAP sobre a capacidade de exercício seja positivo em pacientes com maior gravidade da obstrução.

Deve-se considerar ainda que os diferentes estudos utilizaram diferentes testes para estimar a carga máxima de exercício dos pacientes. Enquanto Reis⁴⁹ realizou o teste incremental em cicloergômetro, Goelzer *et al.*⁴⁸ optaram por determinar a carga máxima por meio do teste de esforço cardiopulmonar realizado em esteira ergométrica. No presente estudo, a carga máxima de exercício foi estimada por meio de uma equação proposta por Arnardóttir *et al.*⁵⁷. Apesar deste estudo ter encontrado forte correlação entre a distância percorrida no *ISWT* x massa corporal e a carga máxima de exercício realizada no teste incremental em cicloergômetro, pode-se hipotetizar que as diferenças na determinação da carga máxima de exercício em cada estudo possam ter influenciado nas porcentagens dos testes subsequentes. Se isto ocorreu, talvez os pacientes do presente estudo tenham realizado o exercício com uma porcentagem da carga máxima de exercício superestimada.

Um segundo estudo encontrou efeito benéfico com uso da pressão expiratória positiva. Nicolini *et al.*⁹⁴ avaliaram os efeitos de um dispositivo de pressão positiva utilizado durante o teste de caminhada de seis minutos (TC6) em 100 pacientes com DPOC moderada a grave. Tal dispositivo era constituído por uma

válvula pressórica ajustada com 5 cmH₂O conectada por um tubo de um metro de comprimento e bocal. Os pacientes fizeram uso de clipe nasal durante o TC6. No dia anterior aos testes experimentais, os pacientes realizaram dois TC6 e aquele com maior distância percorrida foi escolhido para posterior comparação. Logo após, foram alocados em dois grupos diferentes: 50 pacientes realizaram o TC6 utilizando o dispositivo enquanto 50 realizaram o TC6 sem utilizá-lo. Os autores encontraram aumento significativo da distância percorrida em metros pelos pacientes que utilizaram o dispositivo em relação àqueles que não utilizaram ($61,66 \pm 4,28$ versus $3,23 \pm 0,59$; $p < 0,001$). No entanto, esses resultados são difíceis de serem discutidos tendo em vista que o TC6 desencadeia respostas fisiológicas diferentes dos testes de carga constante e, além disso, esse dispositivo composto por um tubo de um metro é completamente diferente dos sistemas utilizados nos outros estudos (máscara).

Em pacientes com DPOC, a capacidade de exercício pode estar reduzida pela limitação ventilatória. No presente estudo, os valores de reserva ventilatória observados nas três situações avaliadas (EPAP durante o exercício, EPAP antes do exercício e EPAP *sham*) foram semelhantes e não atingiram o percentual de 85% da VVM¹⁰⁷ considerado como indicativo de limitação ventilatória. Assim, é possível que principal limitação desses pacientes à continuidade do exercício tenha sido periférica e não ventilatória, considerando que a DPOC é sabidamente uma doença multissistêmica¹ associada à importante disfunção muscular periférica⁸.

Padrão respiratório e movimento toracoabdominal

Como era esperado, as variáveis VC_{pt}, FR e VE aumentaram com a progressão do exercício em todos os protocolos. A variável VC_{pt}, se comportou de maneira diferente quando a EPAP foi utilizada durante o exercício em relação ao uso da EPAP antes e EPAP *sham*. Não foi possível identificar em quais momentos a diferença está presente tendo em vista a ausência de interação protocolo x momento. Em relação à variável FR, quando a EPAP foi utilizada durante o exercício - protocolo 1, não houve aumento significativo entre o repouso e a metade do exercício nem entre a metade e o final do exercício, sendo a única diferença significativa observada entre

o repouso e o final do exercício. O produto do VC_{pt} e da FR, a VE, aumentou de maneira significativa em todos os protocolos, demonstrando que o aumento do VC_{pt} foi suficiente para contrabalançar a ausência de mudança significativa da FR entre os momentos 1 e 2 no protocolo 1.

Em concordância com Van der Schans *et al.*⁴⁷, nossos resultados também demonstraram que o uso da EPAP durante o exercício contribuiu para o aumento significativo da dispneia sentida por esses pacientes. A dispneia é um sintoma importante para a limitação do exercício e contribui para a piora do estado de saúde na DPOC¹⁸. Sua intensidade aumenta com o esforço inspiratório, hipoxemia e hipercapnia¹⁰⁸ e esses fatores contribuem para o desconforto respiratório de maneira variável entre os pacientes.

Poucos estudos avaliaram a cinemática da parede torácica e de seus respectivos compartimentos em pacientes com DPOC durante o exercício em cicloergômetro^{51,63,64,109-112}. Além disso, dentro de nosso conhecimento, o presente estudo foi o primeiro a analisar as respostas dos volumes da parede torácica durante o exercício mediante o uso prévio ou concomitante da EPAP.

No que se refere aos valores de volume inspiratório final da parede torácica (Vif_{pt}), volume expiratório final da parede torácica (Vef_{pt}), volume expiratório final da caixa torácica (Vef_{ct}) e volume expiratório final do abdômen (Vef_{ab}), os resultados do presente estudo estão próximos aos valores encontrados por Bianchi *et al.*¹¹³ durante o repouso. Esses autores avaliaram pacientes com DPOC classificada como grave na posição sentada por meio da POE e encontraram valores de Vif_{pt} ($30,24 \pm 3,71$ L), Vef_{pt} ($29,50 \pm 3,66$ L), Vef_{ct} ($18,71 \pm 2,28$ L) e Vef_{ab} ($10,79 \pm 2,16$ L), respectivamente.

No presente estudo, não foram observadas diferenças significativas nas variações (deltas entre o repouso e o final do exercício) tanto para o Vif_{pt} quanto para o Vef_{pt} , Vef_{ct} e Vef_{ab} . A literatura relacionada às respostas dessas variáveis é controversa.

Takara *et al.*¹⁰⁹ avaliaram os volumes final e compartimental da parede torácica em 30 homens com DPOC moderada a grave durante o exercício de carga constante entre 70 e 80% da carga máxima. Neste estudo, foram encontradas respostas heterogêneas dos volumes da parede torácica durante o exercício. Enquanto 17 pacientes, chamados de hiperinsufladores, apresentaram aumento Vef_{pt} , 13 pacientes apresentaram diminuição desse volume (não hiperinsufladores). Além

disso, o grupo de hiperinsufladores apresentou respostas nos percentuais de contribuição dos compartimentos significativamente distintos entre si ao final do exercício. Enquanto oito pacientes apresentaram leve redução do $V_{f_{ab}}$ para o $V_{f_{pt}}$, em nove deles o $V_{f_{ab}}$ permaneceu estável. Em contraste, os pacientes que não hiperinsuflaram ao final do exercício apresentaram diminuição marcante do $V_{f_{ab}}$ associado a leve aumento do $V_{f_{pt}}$. Este estudo identificou ainda que no grupo de pacientes cuja hiperinsuflação não ocorreu, o tempo de realização de exercício foi significativamente maior. Provavelmente, a redução do volume do compartimento abdominal favoreceu essa continuidade ao exercício uma vez que as variáveis metabólicas, ventilatórias, cardiovasculares assim como a carga máxima de exercício alcançada pelos grupos não apresentou diferença significativa.

Aliverti *et al.*⁵¹ avaliaram os volumes da parede torácica e de seus compartimentos em 20 pacientes com DPOC grave durante o exercício incremental em cicloergômetro. Neste estudo, foi observado aumento do $V_{f_{pt}}$ em 12 pacientes (hiperinsufladores) e diminuição do $V_{f_{pt}}$ em oito (não hiperinsufladores). No grupo de hiperinsufladores, houve aumento significativo do $V_{f_{ct}}$ enquanto o $V_{f_{ab}}$ se manteve constante. Contrariamente, no grupo de não hiperinsufladores, o $V_{f_{pt}}$ diminuiu gradativamente desde o início até final do exercício. Além disso, neste estudo, foi observado que a hiperinsuflação dinâmica (HD) pode ser uma estratégia adotada por alguns pacientes para continuarem o exercício, uma vez que os mesmos atingiram carga média e tempo de exercício significativamente maiores em relação aos pacientes que não hiperinsuflaram e com percepção de dispneia semelhante.

Georgiadou *et al.*⁶⁴ observaram que após um programa de reabilitação pulmonar, a VE, a FR e o $V_{f_{pt}}$ para uma mesma carga de trabalho diminuíram significativamente em relação ao período anterior à reabilitação. Essa redução do $V_{f_{pt}}$ foi atribuída a uma diminuição do volume abdominal e não do volume da caixa torácica. Encontraram ainda, uma melhora da capacidade de exercício, por meio da carga média atingida durante a reabilitação, tanto nos pacientes que hiperinsuflaram quanto naqueles que não.

Estes estudos demonstram que a intolerância ao exercício na DPOC não está associada necessariamente à HD. Além dos componentes metabólicos e cardiovasculares envolvidos no exercício físico, diferentes estratégias de recrutamento muscular expiratório e acomodação dos volumes nos compartimentos

da parede torácica parecem influenciar a capacidade de exercício desses pacientes^{51,63,110,111}. Sabe-se que o aumento substancial do $V_{ef_{pt}}$ é mais comumente observado em pacientes com níveis grave e muito grave da doença, e que dificilmente esses pacientes conseguem reduzir o volume abdominal final durante o exercício¹¹¹. Entretanto, os estudos apontam para uma importância do compartimento abdominal a fim de que este controle ou não a HD nos pacientes com DPOC. Este compartimento se relaciona com o músculo diafragma o qual pode estar encurtado e em desvantagem mecânica frente aos músculos do compartimento torácico e dessa maneira ter a sua geração de força comprometida¹¹⁴.

Pode-se hipotetizar ainda que a amostra avaliada no presente estudo, com maioria composta por pacientes cuja gravidade da doença foi classificada como moderada, não tenha apresentado HD durante o exercício, já que essa característica é mais comumente observada em pacientes graves e muito graves¹¹¹.

Os resultados do presente estudo mostraram que apesar da EPAP não ter contribuído para o aumento no tempo de exercício em cicloergômetro, o seu uso prévio parece ter influenciado o percentual de contribuição dos compartimentos da caixa torácica. A $V_{ctp}\%$ para a VC_{pt} foi menor ao final do exercício no protocolo 2 – EPAP antes do exercício – em relação ao protocolo 1 – EPAP durante o exercício. A $V_{ab}\%$ para o VC_{pt} foi maior na metade do exercício – momento 2 – em relação ao repouso – momento 1 – quando a EPAP foi utilizada antes do exercício.

No entanto, no presente estudo, o uso da EPAP *sham* poderia apresentar certa superioridade em relação às outras duas condições no que se refere aos percentuais de contribuição da caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen (FIG. 7). Na amostra avaliada, o comportamento uniforme e progressivo de redução na contribuição da caixa torácica e de aumento do abdômen para o VC_{pt} ao longo do exercício, pode ter favorecido um tempo maior de exercício no protocolo 3 – EPAP *sham*. A ausência de diferença significativa pode estar relacionada ao erro tipo II.

Percepção de dispneia e esforço em membros inferiores

Dentro do nosso conhecimento, nenhum outro estudo comparou o uso da EPAP nessas três condições. Fisiologicamente, o uso da EPAP favorece a redução do aprisionamento aéreo e a prevenção do colapso precoce das vias aéreas e pode resultar em uma ventilação mais homogênea do parênquima pulmonar e assim contribuir para o aumento do volume corrente³⁷. Apesar do aumento do VC_{pt} durante a progressão do exercício nos três protocolos, no protocolo 1 – EPAP durante o exercício – a percepção de dispneia e esforço em MMII foram significativamente maiores. Isto pode indicar a ocorrência de uma limitação importante que pode estar associada ao tempo reduzido de exercício neste protocolo e que não está necessariamente relacionada à uma limitação ventilatória.

O aumento da resistência ao fluxo aéreo, imposto pela máscara e pela EPAP durante o exercício, pode ter contribuído para uma maior percepção de dispneia e esforço em MMII resultando em um tempo de exercício significativamente menor em relação ao uso da EPAP antes do exercício e da EPAP *sham*.

Limitações do estudo

Dentre as limitações do presente estudo destaca-se o número reduzido de pacientes avaliados, abaixo no cálculo amostral inicial. Assim sendo, o erro tipo II pode ter ocorrido. Além disso, a amostra foi composta prioritariamente por homens com gravidade moderada da DPOC o que dificulta a generalização dos dados para grupos mais heterogêneos, incluindo pacientes com outros níveis de gravidade e mulheres.

Um dos fatores que pode ter contribuído para dificuldade no recrutamento de pacientes indicados pelo cálculo amostral foi a quantidade de dias necessários para a realização de todos os testes (três dias de avaliação), a necessidade de que os pacientes com DPOC não apresentassem doença cardíaca associada (critério de inclusão) e também a falta de interesse dos pacientes em participar de projetos de pesquisa. Cabe ressaltar que foram contados 62 pacientes inicialmente.

5 CONCLUSÃO

A hipótese alternativa do presente estudo foi que uso da EPAP com 7,5 cmH₂O utilizada durante, ou antes, do teste de carga constante em cicloergômetro em comparação à condição *sham*, contribuiria para o aumento da capacidade de exercício em pacientes com DPOC moderada a muito grave. Os resultados observados no presente estudo sugerem que a EPAP durante o exercício em cicloergômetro ou imediatamente antes não foi capaz de aumentar a capacidade de exercício nos pacientes avaliados, apontando que a hipótese nula deve ser aceita.

Além disso, deve ser considerado que a utilização da EPAP com 7,5 cmH₂O durante o exercício em cicloergômetro parece ser prejudicial para esses pacientes em relação ao uso da EPAP previamente ou EPAP *sham* visto que o tempo de exercício foi menor e associado a uma percepção de dispneia e esforço em membros inferiores maiores.

REFERÊNCIAS

- 1 GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE - GOLD. **Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease**, updated 2017.
- 2 SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA - SBPT. II Consenso Brasileiro sobre DPOC. **J Bras Pneumol**, v. 30, p. 1-42, 2004.
- 3 RUFINO, R.; COSTA, C. H. D. Etiopatogenia da DPOC. **Pulmão RJ**, v. 22, n. 2, p. 9-14, 2013.
- 4 MIRAVITLLES, M.; CALLE, M.; CATALUÑA, J. J. S. Fenotipos clínicos de la EPOC. Identificación, definición e implicaciones para las guías de tratamiento. **Arch Bronconeumol**, v. 48, n. 3, p. 12, 2012.
- 5 CASTRO, A. A. *et al.* Daily activities are sufficient to induce dynamic pulmonary hyperinflation and dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease patients. **Clinics (Sao Paulo)**, v. 67, n. 4, p. 319-25, 2012. ISSN 1980-5322.
- 6 MARIN, J. M. *et al.* Inspiratory capacity, dynamic hyperinflation, breathlessness, and exercise performance during the 6-minute-walk test in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 163, n. 6, p. 1395-9, May 2001. ISSN 1073-449X.
- 7 SCLAUSER PESSOA, I. *et al.* Análise da hiperinsuflação pulmonar dinâmica (HD) após atividade de vida diária em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, p. 469-474, 2007. ISSN 1413-3555.
- 8 BARREIRO, E.; GEA, J. Molecular and biological pathways of skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. **Chron Respir Dis**, v. 13, n. 3, p. 297-311, Aug 2016. ISSN 1479-9731.
- 9 MACNEE, W. Systemic inflammatory biomarkers and co-morbidities of chronic obstructive pulmonary disease. **Ann Med**, v. 45, n. 3, p. 291-300, May 2013. ISSN 1365-2060.

- 10 MENEZES, A. M. *et al.* Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. **Cad Saude Publica**, v. 21, n. 5, p. 1565-73, 2005 Sep-Oct 2005. ISSN 0102-311X.
- 11 MURRAY, C. J.; LOPEZ, A. D. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study. **Lancet**, v. 349, n. 9064, p. 1498-504, May 1997. ISSN 0140-6736.
- 12 MONTES DE OCA, M. *et al.* Health status perception and airflow obstruction in five Latin American cities: the PLATINO study. **Respir Med**, v. 103, n. 9, p. 1376-82, Sep 2009. ISSN 1532-3064.
- 13 MOREIRA, G. L. *et al.* PLATINO, estudo de seguimento de nove anos sobre DPOC na cidade de São Paulo: o problema do subdiagnóstico. **J Bras Pneumol**, v. 40, n. 1, p. 30-37, 2013.
- 14 RABE, K. F. *et al.* Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 176, n. 6, p. 532-55, Sep 2007. ISSN 1073-449X.
- 15 MILLER, M. R. *et al.* Standardisation of spirometry. **Eur Respir J**, v. 26, n. 2, p. 319-38, Aug 2005. ISSN 0903-1936.
- 16 ATHAYDE, F. T. *et al.* Functional outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a multivariate analysis. **Braz J Phys Ther**, v. 18, n. 1, p. 63-71, 2014 Jan-Feb 2014. ISSN 1809-9246.
- 17 GOSSELINK, R.; TROOSTERS, T.; DECRAMER, M. Exercise training in COPD patients: the basic questions. **Eur Respir J**, v. 10, n. 12, p. 2884-91, Dec 1997. ISSN 0903-1936.
- 18 JONES, P. W. Health status measurement in chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 56, n. 11, p. 880-7, Nov 2001. ISSN 0040-6376.
- 19 SOLER-CATALUÑA, J. J. *et al.* Severe acute exacerbations and mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 60, n. 11, p. 925-31, Nov 2005. ISSN 0040-6376.

- 20 CASABURI, R. *et al.* Effects of tiotropium on hyperinflation and treadmill exercise tolerance in mild to moderate chronic obstructive pulmonary disease. **Ann Am Thorac Soc**, v. 11, n. 9, p. 1351-61, Nov 2014. ISSN 2325-6621.
- 21 JAYARAM, L. *et al.* Combined therapy with tiotropium and formoterol in chronic obstructive pulmonary disease: effect on the 6-minute walk test. **COPD**, v. 10, n. 4, p. 466-72, Aug 2013. ISSN 1541-2563.
- 22 SINGH, D. New combination bronchodilators for chronic obstructive pulmonary disease: current evidence and future perspectives. **Br J Clin Pharmacol**, v. 79, n. 5, p. 695-708, May 2015. ISSN 1365-2125.
- 23 WATZ, H. *et al.* Effects of indacaterol/glycopyrronium (QVA149) on lung hyperinflation and physical activity in patients with moderate to severe COPD: a randomised, placebo-controlled, crossover study (The MOVE Study). **BMC Pulm Med**, v. 16, n. 1, p. 95, Jun 2016. ISSN 1471-2466.
- 24 PALANGE, P. *et al.* Effect of heliox on lung dynamic hyperinflation, dyspnea, and exercise endurance capacity in COPD patients. **J Appl Physiol (1985)**, v. 97, n. 5, p. 1637-42, Nov 2004. ISSN 8750-7587.
- 25 CHIAPPA, G. R. *et al.* Heliox improves oxygen delivery and utilization during dynamic exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 179, n. 11, p. 1004-10, Jun 2009. ISSN 1535-4970.
- 26 LOUVARIS, Z. *et al.* Heliox increases quadriceps muscle oxygen delivery during exercise in COPD patients with and without dynamic hyperinflation. **J Appl Physiol (1985)**, v. 113, n. 7, p. 1012-23, Oct 2012. ISSN 1522-1601.
- 27 PECCHIARI, M. Effects of Heliox in Stable COPD Patients at Rest and during Exercise. **Pulm Med**, v. 2012, p. 593985, 2012. ISSN 2090-1844.
- 28 O'DONNELL, D. E.; D'ARSIGNY, C.; WEBB, K. A. Effects of hyperoxia on ventilatory limitation during exercise in advanced chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 163, n. 4, p. 892-8, Mar 2001. ISSN 1073-449X.
- 29 SOMFAY, A. *et al.* Effect of hyperoxia on gas exchange and lactate kinetics following exercise onset in nonhypoxemic COPD patients. **Chest**, v. 121, n. 2, p. 393-400, Feb 2002. ISSN 0012-3692.

- 30 SIQUEIRA, A. C. *et al.* Effects of hyperoxia on the dynamics of skeletal muscle oxygenation at the onset of heavy-intensity exercise in patients with COPD. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 172, n. 1-2, p. 8-14, Jun 2010. ISSN 1878-1519.
- 31 CRANSTON, J. M. *et al.* Domiciliary oxygen for chronic obstructive pulmonary disease. **Cochrane Database Syst Rev**, n. 4, p. CD001744, Oct 2005. ISSN 1469-493X.
- 32 GARVEY, C. *et al.* Pulmonary Rehabilitation Exercise Prescription in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Review of Selected Guidelines: AN OFFICIAL STATEMENT FROM THE AMERICAN ASSOCIATION OF CARDIOVASCULAR AND PULMONARY REHABILITATION. **J Cardiopulm Rehabil Prev**, v. 36, n. 2, p. 75-83, 2016 Mar-Apr 2016. ISSN 1932-751X.
- 33 SPRUIT, M. A. *et al.* An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 188, n. 8, p. e13-64, Oct 2013. ISSN 1535-4970.
- 34 BOLTON, C. E. *et al.* British Thoracic Society guideline on pulmonary rehabilitation in adults. **Thorax**, v. 68 Suppl 2, p. ii1-30, Sep 2013. ISSN 1468-3296.
- 35 TROOSTERS, T. *et al.* Pulmonary rehabilitation. **Clin Chest Med**, v. 35, n. 1, p. 241-9, Mar 2014. ISSN 1557-8216.
- 36 AMERICAN ASSOCIATION FOR RESPIRATORY CARE - AARC. Clinical practice guideline. Use of positive airway pressure adjuncts to bronchial hygiene therapy. American Association for Respiratory Care. **Respir Care**, v. 38, n. 5, p. 516-21, May 1993. ISSN 0020-1324.
- 37 FINK, J. B. Positive pressure techniques for airway clearance. **Respir Care**, v. 47, n. 7, p. 786-96, Jul 2002. ISSN 0020-1324.
- 38 MESTRINER, R. G. *et al.* Optimum design parameters for a therapist-constructed positive-expiratory-pressure therapy bottle device. **Respir Care**, v. 54, n. 4, p. 504-8, Apr 2009. ISSN 0020-1324.
- 39 O'DONNELL, D. E.; REVILL, S. M.; WEBB, K. A. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 164, n. 5, p. 770-7, Sep 2001. ISSN 1073-449X.

- 40 BABB, T. G. *et al.* Effect of mild-to-moderate airflow limitation on exercise capacity. **J Appl Physiol (1985)**, v. 70, n. 1, p. 223-30, Jan 1991. ISSN 8750-7587.
- 41 BARAKAT, S. *et al.* Effect of a noninvasive ventilatory support during exercise of a program in pulmonary rehabilitation in patients with COPD. **Int J Chron Obstruct Pulmon Dis**, v. 2, n. 4, p. 585-91, 2007. ISSN 1176-9106.
- 42 HAWKINS, P. *et al.* Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 57, n. 10, p. 853-9, Oct 2002. ISSN 0040-6376.
- 43 TOLEDO, A. *et al.* The impact of noninvasive ventilation during the physical training in patients with moderate-to-severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Clinics (Sao Paulo)**, v. 62, n. 2, p. 113-20, Apr 2007. ISSN 1807-5932.
- 44 BORGHI-SILVA, A. *et al.* Adjuncts to physical training of patients with severe COPD: oxygen or noninvasive ventilation? **Respir Care**, v. 55, n. 7, p. 885-94, Jul 2010. ISSN 0020-1324.
- 45 ALBUQUERQUE, I. M. D. *et al.* Effects of positive expiratory pressure on pulmonary clearance of aerosolized technetium-99m-labeled diethylenetriaminepentaacetic acid in healthy individuals. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 42, p. 404-408, 2016. ISSN 1806-3713.
- 46 CARDOSO, D. M. *et al.* Acute effects of Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP) on different levels in ventilation and electrical activity of sternocleidomastoid and parasternal muscles in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) patients: a randomized controlled trial. **Braz J Phys Ther**, v. 20, n. 6, p. 525-534, 2016 Nov-Dec 2016. ISSN 1809-9246.
- 47 VAN DER SCHANS, C. P. *et al.* Effects of positive expiratory pressure breathing during exercise in patients with COPD. **Chest**, v. 105, n. 3, p. 782-9, Mar 1994. ISSN 0012-3692.
- 48 GOELZER, L. S. *et al.* Effects of EPAP on exercise tolerance in COPD patients with dynamic hyperinflation and suspected abnormal left ventricular filling pressure by echocardiography. **Int J Cardiol**, v. 203, p. 888-90, Jan 2016. ISSN 1874-1754.

- 49 REIS, A. F. D. C. **Efeitos da pressão positiva expiratória sobre a tolerância ao exercício e na hiperinsuflação dinâmica em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica.** 2009. 112 (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil.
- 50 ZAGER, M. **Uso do EPAP melhora a tolerância ao esforço em indivíduos com limitação ao fluxo aéreo.** 2007. 79 (Dissertação de Mestrado). Programa de Mestrado em Ciências do Movimento, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil.
- 51 ALIVERTI, A. *et al.* Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 59, n. 3, p. 210-6, Mar 2004. ISSN 0040-6376.
- 52 SINGH, S. J. *et al.* Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. **Thorax**, v. 47, n. 12, p. 1019-24, Dec 1992. ISSN 0040-6376.
- 53 SINGH, S. J. *et al.* An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. **European Respiratory Journal**, v. 44, n. 6, p. 1447-1478, 2014. ISSN 0903-1936.
- 54 DA CUNHA-FILHO, I. T. *et al.* The reliability of walking tests in people with claudication. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 86, n. 7, p. 574-82, Jul 2007. ISSN 0894-9115.
- 55 AMERICAN THORACIC ASSOCIATION/ AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS - ATS/ACCP. Statement on cardiopulmonary exercise testing. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 167, n. 2, p. 211, 2003. ISSN 1073-449X.
- 56 JÜRGENSEN, S. P. *et al.* The Incremental Shuttle Walk Test in Older Brazilian Adults. **Respiration**, v.81, n.3, p. 223-28, Feb 2011. ISSN 0025-7931.
- 57 ARNARDÓTTIR, R. H. *et al.* Peak exercise capacity estimated from incremental shuttle walking test in patients with COPD: a methodological study. **Respir Res**, v. 7, p. 127, Oct 2006. ISSN 1465-993X.

- 58 MALTAIS, F. *et al.* Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 155, n. 2, p. 555-61, Feb 1997. ISSN 1073-449X.
- 59 CASABURI, R. *et al.* Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. **Am Rev Respir Dis**, v. 143, n. 1, p. 9-18, Jan 1991. ISSN 0003-0805.
- 60 RIES, A. L. *et al.* Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. **Chest**, v. 131, n. 5 Suppl, p. 4S-42S, May 2007. ISSN 0012-3692.
- 61 LANGER, D. *et al.* Guia para prática clínica: fisioterapia em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 13, p. 183-204, 2009. ISSN 1413-3555.
- 62 VIEIRA, D. S. *et al.* Optoelectronic plethysmography: intra-rater and inter-rater reliability in healthy subjects. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 189, n. 3, p. 473-6, Dec 01 2013. ISSN 1569-9048.
- 63 ALIVERTI, A. *et al.* Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. **Eur Respir J**, v. 33, n. 1, p. 49-60, Jan 2009. ISSN 0903-1936.
- 64 GEORGIADOU, O. *et al.* Effects of rehabilitation on chest wall volume regulation during exercise in COPD patients. **Eur Respir J**, v. 29, n. 2, p. 284-91, Feb 2007. ISSN 0903-1936.
- 65 CALA, S. J. *et al.* Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **J Appl Physiol (1985)**, v. 81, n. 6, p. 2680-9, Dec 1996. ISSN 8750-7587.
- 66 ALIVERTI, A. *et al.* Optoelectronic plethysmography in intensive care patients. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 161, n. 5, p. 1546-52, May 2000. ISSN 1073-449X.
- 67 KENYON, C. M. *et al.* Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. **J Appl Physiol (1985)**, v. 83, n. 4, p. 1242-55, Oct 1997. ISSN 8750-7587.

- 68 MERIC, H. *et al.* Comparison of Two Methods to Compute Respiratory Volumes Using Optoelectronic Plethysmography. **J Appl Biomech**, v. 32, n. 2, p. 221-6, Apr 2016. ISSN 1065-8483.
- 69 VIEIRA, D. S. R. *et al.* Is optoelectronic plethysmography a valid instrument to measure inspiratory capacity? **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 22, p. 155-160, 2015. ISSN 1809-2950.
- 70 VOGIATZIS, I. *et al.* Respiratory kinematics by optoelectronic plethysmography during exercise in men and women. **Eur J Appl Physiol**, v. 93, n. 5-6, p. 581-7, Mar 2005. ISSN 1439-6319.
- 71 LAYTON, A. M. *et al.* Optoelectronic plethysmography compared to spirometry during maximal exercise. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 185, n. 2, p. 362-368, 2013. ISSN 1569-9048.
- 72 DELLACA, R. L. *et al.* Measurement of total and compartmental lung volume changes in newborns by optoelectronic plethysmography. **Pediatr Res**, v. 67, n. 1, p. 11-6, Jan 2010. ISSN 0031-3998.
- 73 ALIVERTI, A. *et al.* Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. **Ann Biomed Eng**, v. 29, n. 1, p. 60-70, Jan 2001. ISSN 0090-6964.
- 74 NOZOE, M. *et al.* Measurements of chest wall volume variation during tidal breathing in the supine and lateral positions in healthy subjects. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 193, p. 38-42, Mar 01 2014. ISSN 1569-9048.
- 75 ALIVERTI, A. Opto-electronic plethysmography: new findings in chronic obstructive pulmonary disease. **International Journal of Respiratory Care**, v. 4, n. 2, p. 45-50, 2008.
- 76 BORGHESE, N. A.; FERRIGNO, G. An algorithm for 3-D automatic movement detection by means of standard TV cameras. **IEEE Trans Biomed Eng**, v. 37, n. 12, p. 1221-5, Dec 1990. ISSN 0018-9294.
- 77 ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Arch Chest Dis**, v. 59, n. 1, p. 12-6, Jan-Mar 2003. ISSN 1122-0643.

- 78 WARD, M. E.; WARD, J. W.; MACKLEM, P. T. Analysis of human chest wall motion using a two-compartment rib cage model. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, n. 4, p. 1338-1347, 1992. ISSN 8750-7587.
- 79 GORINI, M. *et al.* Chest wall hyperinflation during acute bronchoconstriction in asthma. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 160, n. 3, p. 808-16, Sep 1999. ISSN 1073-449X..
- 80 PARREIRA, V. F. *et al.* Optoelectronic plethysmography: a review of the literature. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 16, n. 6, p. 439-453, 2012. ISSN 1413-3555.
- 81 WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Global database on body mass index: an interactive surveillance tool for monitoring nutrition transition., <http://apps.who.int/bmi/index.jsp>, 2004. Acesso em: 30/06/2015.
- 82 PEREIRA, C.; JANSEN, J.; BARRETO, S. Espirometria. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Bras Pneumol**, v. 28, n. 3, p. S1-82, 2002.
- 83 PEREIRA, C. A. D. C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **J Bras Pneumol**, v. 33, p. 397-406, 2007. ISSN 1806-3713.
- 84 SOUZA, R. B. Pressões respiratórias estáticas máximas. **J Bras. Pneumol**, v. 28, p. 155-65. 2002.
- 85 PESSOA, I. M. B. S. *et al.* Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, p. 410-418, 2014. ISSN 1413-3555.
- 86 BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med sci sports exerc**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982. ISSN 0195-9131.
- 87 CULLEN, D. L.; RODAK, B. Clinical utility of measures of breathlessness. **Respir Care**, v. 47, n. 9, p. 986-93, Sep 2002. ISSN 0020-1324.
- 88 PALANGE, P. *et al.* Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. **Eur Respir J**, v. 29, n. 1, p. 185-209, Jan 2007. ISSN 0903-1936.

- 89 SOUZA, A. C.; MAGALHÃES, L. D. C.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 2623-2636, 2006. ISSN 0102-311X.
- 90 BESTALL, J. C. *et al.* Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 54, n. 7, p. 581-6, Jul 1999. ISSN 0040-6376.
- 91 RODENSTEIN, D. O.; STANESCU, D. C. Absence of nasal air flow during pursed lips breathing. The soft palate mechanisms. **Am Rev Respir Dis**, v. 128, n. 4, p. 716-8, Oct 1983. ISSN 0003-0805.
- 92 NEDER, J. A.; NERY, L. E. Ergômetros. In: NEDER, J. e NERY, L. **Fisiologia Clínica do Exercício: teoria e prática**. 1.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2002. cap. 155-163, p.155-163.
- 93 STIGER, T. R. *et al.* Anova for repeated ordinal data with small sample size? A comparison of Anova, Manova, WLS and GEE methods by simulation. . **Communications in Statistics - Simulation and Computation**, v. 27, n. 2, p. 357-375, 1998.
- 94 NICOLINI, A.; MERLIAK, F.; BARLASCINI, C. Use of positive expiratory pressure during six minute walk test: results in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. **Multidiscip Respir Med**, v. 8, n. 1, p. 19, Mar 2013. ISSN 1828-695X.
- 95 YU, Y. H. *et al.* Airflow obstruction and left ventricular filling pressure in suspected chronic obstructive pulmonary disease. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 192, p. 85-9, Feb 2014. ISSN 1878-1519.
- 96 FUNK, G. C. *et al.* Left ventricular diastolic dysfunction in patients with COPD in the presence and absence of elevated pulmonary arterial pressure. **Chest**, v. 133, n. 6, p. 1354-9, Jun 2008. ISSN 0012-3692.
- 97 LÓPEZ-SÁNCHEZ, M. *et al.* High Prevalence of Left Ventricle Diastolic Dysfunction in Severe COPD Associated with A Low Exercise Capacity: A Cross-Sectional Study. **PLoS One**, v. 8, n. 6, p. e68034, 2013. ISSN 1932-6203.
- 98 SCHOOS, M. M. *et al.* Echocardiographic predictors of exercise capacity and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. **BMC Cardiovasc Disord**, v. 13, p. 84, Oct 2013. ISSN 1471-2261.

- 99 CASSIDY, S. S.; MITCHELL, J. H. Effects of positive pressure breathing on right and left ventricular preload and afterload. **Fed Proc**, v. 40, n. 8, p. 2178-81, Jun 1981. ISSN 0014-9446.
- 100 STARK-LEYVA, K. N.; BECK, K. C.; JOHNSON, B. D. Influence of expiratory loading and hyperinflation on cardiac output during exercise. **J Appl Physiol (1985)**, v. 96, n. 5, p. 1920-7, May 2004. ISSN 8750-7587.
- 101 MONTEIRO, M. B. *et al.* Effects of expiratory positive airway pressure on dynamic hyperinflation during exercise in patients with COPD. **Respir Care**, v. 57, n. 9, p. 1405-12, Sep 2012. ISSN 0020-1324.
- 102 FAAGER, G.; STÅHLE, A.; LARSEN, F. F. Influence of spontaneous pursed lips breathing on walking endurance and oxygen saturation in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. **Clin Rehabil**, v. 22, n. 8, p. 675-83, Aug 2008. ISSN 0269-2155.
- 103 GARROD, R. *et al.* An evaluation of the acute impact of pursed lips breathing on walking distance in nonspontaneous pursed lips breathing chronic obstructive pulmonary disease patients. **Chron Respir Dis**, v. 2, n. 2, p. 67-72, 2005. ISSN 1479-9723.
- 104 SPAHIJA, J.; DE MARCHIE, M.; GRASSINO, A. Effects of imposed pursed-lips breathing on respiratory mechanics and dyspnea at rest and during exercise in COPD. **Chest**, v. 128, n. 2, p. 640-50, Aug 2005. ISSN 0012-3692.
- 105 BORGHI, S. A. *et al.* Efeitos Agudos da Aplicação do BIPAP sobre a tolerância ao exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Rev Bras Fisioter**, v. 9, n. 3, p. 273-280, 2005.
- 106 VAN 'T HUL, A. *et al.* Training with inspiratory pressure support in patients with severe COPD. **Eur Respir J**, v. 27, n. 1, p. 65-72, Jan 2006. ISSN 0903-1936.
- 107 SUE, D. Y.; HANSEN, J. E. Normal values in adults during exercise testing. **Clin Chest Med**, v. 5, n. 1, p. 89-98, Mar 1984. ISSN 0272-5231.
- 108 LEBLANC, P. *et al.* Breathlessness and exercise in patients with cardiorespiratory disease. **Am Rev Respir Dis**, v. 133, n. 1, p. 21-5, Jan 1986. ISSN 0003-0805.

- 109 TAKARA, L. S. *et al.* Dynamics of chest wall volume regulation during constant work rate exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Braz J Med Biol Res**, v. 45, n. 12, p. 1276-83, Dec 2012. ISSN 1414-431X.
- 110 VOGIATZIS, I. *et al.* Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 60, n. 9, p. 723-729, 2005. ISSN 1468-3296.
- 111 VOGIATZIS, I. *et al.* Chest wall volume regulation during exercise in COPD patients with GOLD stages II to IV. **Eur Respir J**, v. 32, n. 1, p. 42-52, Jul 2008. ISSN 1399-3003.
- 112 BRUNI, G. I. *et al.* Dyspnea, chest wall hyperinflation, and rib cage distortion in exercising patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Med Sci Sports Exerc**, v. 44, n. 6, p. 1049-56, Jun 2012. ISSN 1530-0315.
- 113 BIANCHI, R. *et al.* Patterns of chest wall kinematics during volitional pursed-lip breathing in COPD at rest. **Respir Med**, v. 101, n. 7, p. 1412-8, Jul 2007. ISSN 0954-6111.
- 114 DECRAMER, M. Hyperinflation and respiratory muscle interaction. **Eur Respir J**, v. 10, n. 4, p. 934-41, Apr 1997. ISSN 0903-1936.

APÊNDICE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (A) Sr. (a) está sendo convidado (a) para participar do estudo: “EFEITO AGUDO DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA SOBRE A CAPACIDADE DE EXERCÍCIO E HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA (DPOC)”.

Justificativa e objetivo:

Esta é uma pesquisa cujo objetivo é avaliar os efeitos imediatos do uso da pressão positiva expiratória na hiperinsuflação pulmonar dinâmica e no tempo total de realização do exercício físico em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Além disso, o estudo pretende contribuir para o desenvolvimento de uma nova estratégia que favoreça a manutenção do exercício físico em indivíduos com DPOC por um maior período de tempo.

Responsáveis na UFMG:

1- Prof^ª. Dra. Verônica Franco Parreira do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

2- Hugo Leonardo Alves Pereira, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pela UFMG, nível mestrado.

Este projeto também acontecerá na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) tendo como pesquisadores responsáveis o Prof^º. Dr. Guilherme Augusto de Freitas Fregonezi do Departamento de Fisioterapia da UFRN e da discente de mestrado Lailane Saturnino da Silva, aluna do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFRN.

Caso o (a) Sr. (a) aceite participar desta pesquisa, abaixo estão algumas informações:

Procedimentos:

O (a) Sr. (a) deverá comparecer ao Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG três vezes.

No primeiro dia, o (a) Sr. (a) receberá informações sobre a pesquisa e sua altura e peso serão medidos, bem como sua frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e a saturação periférica de hemoglobina em oxigênio (SaO₂). A partir de então o (a) Sr. (a) realizará o teste de função pulmonar (Espirometria), para medir a quantidade de ar que entra e sai dos pulmões e um outro teste para avaliar a força dos músculos respiratórios (Manovacuometria). Após esses testes, serão aplicados dois breves questionários: um para avaliar o seu nível de atividade física e outro a sua limitação na realização das atividades de vida diária devido à sensação de falta de ar. Logo após, será realizado um segundo teste chamado *Shuttle Walking Test* no qual o (a) Sr. (a) deverá caminhar por um circuito delimitado por dois cones com uma distância de nove metros entre eles e tentar percorrer essa distância dentro de um intervalo de sinais sonoros por várias vezes. Os intervalos entre esses sinais sonoros ficarão cada vez menores, o que indica que o (a) Sr. (a) deverá caminhar cada vez mais rápido. Esse teste servirá para determinar qual a carga será utilizada na bicicleta ergométrica na qual o (a) Sr.(a) realizará o exercício físico nos próximos dois dias de avaliação.

No segundo dia haverá um sorteio inicial onde ficará definido se o (a) Sr. (a) utilizará a máscara antes ou durante o exercício.

No caso da máscara ser utilizada antes do exercício o (a) Sr. (a) será posicionado (a) numa poltrona e irá respirar com a máscara durante 15 minutos antes da realização da atividade na bicicleta. Após o repouso de pelo menos 30 minutos o (a) Sr. (a) utilizará uma outra máscara por mais 15 minutos antes de realizar um outro teste na bicicleta.

No caso da máscara ser utilizada durante o exercício o (a) Sr. (a) será posicionado (a) na bicicleta com a máscara acoplada no rosto.

No segundo e no terceiro dia, o (a) Sr. (a) realizará o exercício físico em uma bicicleta ergométrica, utilizando 89 marcadores reflexivos pregados com fita adesiva e antialérgica nas regiões anterior e posterior de seu tronco diante de um sistema de câmeras que irá captar os volumes e capacidades pulmonares durante a realização do exercício.

O (a) Sr. (a) realizará todos os testes e será monitorado durante todo o período de realização dos testes. Todos os métodos de medida não provocam dor e não são invasivos.

Riscos e desconforto:

O estudo não oferece riscos significativos, já que não há nenhum procedimento invasivo ou muito desgastante para os participantes.

Durante a realização do teste de caminhada e na realização de exercício na bicicleta existe um risco de queda, pode ocorrer uma respiração mais rápida, sensação de falta de ar, leve desconforto durante a utilização da máscara, cansaço nas pernas bem como o aumento dos batimentos cardíacos. Estas alterações são normais durante a realização do exercício físico. Os testes serão imediatamente interrompidos diante de qualquer sinal ou sintoma diferente do esperado ou se o (a) Sr. (a) quiser interrompê-lo. Além disto, o (a) Sr. (a) poderá se recusar a responder os questionários caso se sinta constrangido (a).

Benefícios esperados:

O (A) Sr. (a) receberá um exame com os dados da sua função pulmonar e um relatório com os resultados dos testes, tendo desta maneira conhecimento de sua tolerância ao exercício físico. Além disso, os resultados encontrados no estudo poderão contribuir para o conhecimento científico, para orientar outros profissionais

na prática clínica e para estabelecer melhores condutas de intervenção que ajudem outros indivíduos que tenham a mesma doença que o (a) Sr. (a).

Forma de acompanhamento e assistência:

Os procedimentos do estudo serão realizados pelo aluno de mestrado Hugo Leonardo Alves Pereira no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare). A supervisão dos testes será realizada pela pesquisadora responsável, a Prof^a. Dra. Verônica Franco Parreira.

Garantia de esclarecimento:

Em qualquer momento do estudo, o (a) Sr. (a) tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos testes que serão realizados e em caso de dúvidas poderá entrar em contato com os pesquisadores e com o comitê de ética em pesquisa (CEP). Os contatos estão ao final desse termo de consentimento.

Garantia de sigilo:

Os dados obtidos durante a pesquisa são confidenciais e seu nome será mantido em anonimato. Os dados obtidos serão utilizados apenas para fins científicos.

Direito de recusa:

O (A) Sr. (a), como voluntário, pode recusar a participar ou pode retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo.

Ressarcimento e indenização:

O (A) Sr. (a) não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração pela sua participação.

CONSENTIMENTO: Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas. Desta forma, eu _____ concordo em participar deste estudo.

Assinatura do responsável

Assinatura do pesquisador

Belo Horizonte, _____ de _____ de 201_____

Telefones e endereços para contato:

Professora Dra. Verônica Franco Parreira

Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha. Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Telefone: 3409-4794 / 99975-0523.

Hugo Leonardo Alves Pereira

Rua Ipuera, 272 – Novo Eldorado – Contagem – CEP: 32341-240 Telefone: (31) 99547-2644.

Comitê de Ética em Pesquisa / UFMG:

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II - 2º andar – Sala 2005. CEP: 31270-901 BH – MG. Telefax: (31) 3409-4592.

ANEXOS

HOSPITAL UNIVERSITARIO
ONOFRE LOPES-HUOL/UFRN



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO AGUDO DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA SOBRE A CAPACIDADE DO EXERCÍCIO E HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

Pesquisador: Lailane Saturnino da Silva

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 52599315.1.1001.5292

Instituição Proponente: Hospital Universitário Onofre Lopes-HUOL/UFRN

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.556.651

Apresentação do Projeto:

Estudo comparativo prospectivo realizado em 2 centros em pacientes com DPOC recrutados no ambulatório de doenças pulmonares do HUOL que pretende avaliar o efeito de ventilação com pressão expiratória positiva sobre a capacidade de exercício e sobre a hiperinsuflação dinâmica na DPOC moderada a grave.

Objetivo da Pesquisa:

1) Estudar as alterações nos volumes da parede torácica e seus compartimentos, caixa torácica pulmonar (CTP), caixa torácica abdominal (CTA) e Abdômen (AB), induzidos pela EPAP em pacientes com DPOC – antes, durante e depois de teste de carga constante; 2) Avaliar o efeito agudo do uso prévio da EPAP sobre a capacidade de exercício no teste de carga constante; 3) Estudar as repercussões da EPAP sobre a atividade sinérgica dos músculos da parede torácica – sincronia respiratória – em função do teste de carga constante.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos envolvem a possibilidade de sensação de desconforto e fadiga durante os exercícios. Os autores do projeto identificaram os riscos e indicaram medidas para a sua minimização.

Endereço: Avenida Nilo Peçanha, 620 - Prédio Administrativo - 1º Andar - Espaço João Machado
Bairro: Petrópolis **CEP:** 59.012-300
UF: RN **Município:** NATAL
Telefone: (84)3342-5003 **Fax:** (84)3202-3941 **E-mail:** cep_huol@yahoo.com.br

HOSPITAL UNIVERSITARIO
ONOFRE LOPES-HUOL/UFRN



Continuação do Parecer: 1.556.651

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

É um estudo que pretende avaliar de forma bastante compreensiva o efeito da EPAP sobre diversos aspectos da clínica e fisiopatologia da DPOC. O projeto foi descrito de forma bastante detalhada e a sua relevância é evidente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados todos os termos obrigatórios.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Foram feitas as alterações necessárias para responder a todas as pendências do CEP. O parecer é favorável.

Considerações Finais a critério do CEP:

1. Apresentar relatório parcial da pesquisa, semestralmente, a contar do início da mesma.
2. Apresentar relatório final da pesquisa até 30 dias após o término da mesma.
3. O CEP HUOL deverá ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo.
4. Quaisquer documentações encaminhadas ao CEP HUOL deverão conter junto uma Carta de Encaminhamento, em que conste o objetivo e justificativa do que esteja sendo apresentado.
5. Caso a pesquisa seja suspensa ou encerrada antes do previsto, o CEP HUOL deverá ser comunicado, estando os motivos expressos no relatório final a ser apresentado.
6. O TCLE deverá ser obtido em duas vias, uma ficará com o pesquisador e a outra com o sujeito de pesquisa.
7. Em conformidade com a Carta Circular nº. 003/2011CONEP/CNS, faz-se obrigatório a rubrica em todas as páginas do TCLE pelo sujeito de pesquisa ou seu responsável e pelo pesquisador.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_606243.pdf	02/05/2016 20:44:24		Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.pdf	02/05/2016 20:43:51	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_multicentrico_atualizado.pdf	13/04/2016 22:27:08	Lailane Saturnino da Silva	Aceito

Endereço: Avenida Nilo Peçanha, 620 - Prédio Administrativo - 1º Andar - Espaço João Machado
Bairro: Petrópolis **CEP:** 59.012-300
UF: RN **Município:** NATAL
Telefone: (84)3342-5003 **Fax:** (84)3202-3941 **E-mail:** cep_huol@yahoo.com.br

HOSPITAL UNIVERSITARIO
ONOFRE LOPES-HUOL/UFRN



Continuação do Parecer: 1.556.651

Cronograma	CRONOGRAMA_DE_ATIVIDADES_atualizado.pdf	13/04/2016 22:26:24	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_atualizado.pdf	13/04/2016 22:26:02	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMADEATIVIDADES.pdf	19/01/2016 20:13:50	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	10/11/2015 08:42:32	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
Orçamento	ORcAMENTO.pdf	31/10/2015 10:37:02	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
Outros	CartadeAnuencia_HUOL.pdf	31/10/2015 10:33:23	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
Declaração de Pesquisadores	identificacaodopesquisador.pdf	31/10/2015 10:31:02	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_multicentrico.pdf	31/10/2015 10:28:12	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoinstitucional.pdf	31/10/2015 10:27:15	Lailane Saturnino da Silva	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	28/10/2015 23:02:44	Lailane Saturnino da Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

NATAL, 23 de Maio de 2016

Assinado por:
HELIO ROBERTO HEKIS
(Coordenador)

Endereço: Avenida Nilo Peçanha, 620 - Prédio Administrativo - 1º Andar - Espaço João Machado
Bairro: Petrópolis **CEP:** 59.012-300
UF: RN **Município:** NATAL
Telefone: (84)3342-5003 **Fax:** (84)3202-3941 **E-mail:** cep_huol@yahoo.com.br

PROTOCOLO DE EXERCÍCIO – PROTOCOLO 1 (EPAP DURANTE)

DATA: _____

ID Paciente: _____

DADOS VITAIS INICIAIS					
PA (mmHg):	FC (bpm):	FR (irpm):	BORG Dispneia:	BORG MMII:	SpO ₂ (%):

FC máx: _____ 85%FCmáx: _____ Wmáx: _____ 80%Wmáx: _____

Tempo/Parâmetros	SpO ₂ (%)	FC(bpm)	BORG		Tempo na POE (seg)
			DISPNEIA	MMII	
Respiração tranquila (2 min)					
Ex. Sem Carga (1,5 min)			-	-	
Ex. Carga Constante (80% Wmáx)			-	-	
1 min			-	-	
2 min			-	-	
3 min			-	-	
4 min			-	-	
5 min			-	-	
6 min			-	-	
7 min			-	-	
8 min			-	-	
9 min			-	-	
10 min			-	-	
QB Final - 2 min					

DADOS VITAIS FINAIS					
PA (mmHg):	FC (bpm):	FR (irpm):	BORG Dispneia:	BORG MMII:	SpO ₂ (%):

PROTOCOLO – PROTOCOLO 2 (EPAP ANTES) e PROTOCOLO 3 (EPAP SHAM)

DATA: _____

ID Paciente: _____

DADOS VITAIS INICIAIS					
PA (mmHg):	FC (bpm):	FR (irpm):	BORG Dispneia:	BORG MMII:	SpO ₂ (%):

FC máx: _____ **85%FCmáx:** _____ **Wmáx:** _____ **80%Wmáx:** _____

Tempo/Paramêtros	SpO ₂ (%)	FC(bpm)	BORG		Tempo na POE (seg)
			DISPNEIA /	MMII	
Respiração tranquila (2 min)					
Ex. Sem Carga (1,5 min)			-	-	
Ex. Carga Constante (80% Wmáx)			-	-	
1 min			-	-	
2 min			-	-	
3 min			-	-	
4 min			-	-	
5 min			-	-	
6 min			-	-	
7 min			-	-	
8 min			-	-	
9 min			-	-	
10 min			-	-	
Respiração tranquila (2 min)					

DADOS VITAIS FINAIS					
PA (mmHg):	FC (bpm):	FR (irpm):	BORG Dispneia:	BORG MMII:	SpO ₂ (%):

PERFIL DE ATIVIDADE HUMANA (PAH)

ID PACIENTE: _____

Atividades	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)			
2. Ouvir rádio			
3. Ler livros, revistas ou jornais			
4. Escrever cartas ou bilhetes			
5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha			
6. Ficar de pé por mais que um minuto			
7. Ficar de pé por mais que cinco minutos			
8. Vestir e tirar a roupa sem ajuda			
9. Tirar roupas de gavetas ou armários			
10. Entrar e sair do carro sem ajuda			
11. Jantar num restaurante			
12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa			
13. Tomar banho de banheira sem ajuda			
14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar			
15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos			
16. Caminhar 27 metros (um minuto)			
17. Caminhar 27 metros sem parar (um minuto)			
18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar			
19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158km ou menos).			
20. Utilizar transporte público ou dirigir por ± 2 hora (160km ou mais).			
21. Cozinhar suas próprias refeições			
22. Lavar ou secar vasilhas			
23. Guardar mantimentos em armários			
24. Passar ou dobrar roupas			
25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro			
26. Tomar banho de chuveiro			
27. Subir 6 degraus			
28. Subir 6 degraus sem parar			
29. Subir 9 degraus			
30. Subir 12 degraus			
31. Caminhar metade de um quarteirão no plano			
32. Caminhar metade de um quarteirão no plano sem parar			
33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)			
34. Limpar as janelas			
35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves			
36. Carregar uma sacola leve de mantimentos			
37. Subir 9 degraus sem parar			
38. Subir 12 degraus sem parar			

39. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira			
40. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira, sem parar			
41. Fazer compras sozinho			
42. Lavar roupa sem ajuda (pode ser com máquina)			
43. Caminhar um quarteirão no plano			
44. Caminhar dois quarteirões no plano			
45. Caminhar um quarteirão no plano, sem parar			
46. Caminhar dois quarteirões no plano, sem parar			
47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carros			
48. Arrumar a cama trocando os lençóis			
49. Varrer o chão			
50. Varrer o chão por 5 minutos, sem parar			
51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche			
52. Aspirar o pó de carpetes			
53. Aspirar o pó de carpetes por 5 minutos sem parar			
54. Pintar o interior ou o exterior da casa			
55. Caminhar 6 quarteirões no plano			
56. Caminhar 6 quarteirões no plano, sem parar			
57. Colocar o lixo para fora			
58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos			
59. Subir 24 degraus			
60. Subir 36 degraus			
61. Subir 24 degraus, sem parar			
62. Subir 36 degraus, sem parar			
63. Caminhar 1,6 quilômetro (± 20 minutos)			
64. Caminhar 1,6 quilômetro (± 20 minutos), sem parar			
65. Correr 100 metros ou jogar peteca, vôlei, baseball			
66. Dançar socialmente			
67. Fazer exercícios calistênicos ou dança aeróbia por cinco minutos, sem parar			
68. Cortar grama com cortadeira elétrica			
69. Caminhar 3,2 quilômetros (± 40 minutos)			
70. Caminhar 3,2 quilômetros sem parar (± 40 minutos)			
71. Subir 50 degraus (2 andares e meio)			
72. Usar ou cavar com a pá			
73. Usar ou cavar com a pá por 5 minutos, sem parar			
74. Subir 50 degraus (2 andares e meio), sem parar			
75. Caminhar 4,8 quilômetros (± 1 hora) ou jogar 18 buracos de golf			
76. Caminhar 4,8 quilômetros (± 1 hora), sem parar			

77. Nadar 25 metros			
78. Nadar 25 metros, sem parar			
79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (2 quarteirões)			
80. Pedalar 3,2 quilômetro de bicicleta (4 quarteirões)			
81. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta, sem parar			
82. Pedalar 3,2 quilômetro de bicicleta, sem parar			
83. Correr 400 metros (meio quarteirão)			
84. Correr 800 metros (um quarteirão)			
85. Jogar tênis/frescobol ou peteca			
86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol			
87. Correr 400 metros, sem parar			
88. Correr 800 metros, sem parar			
89. Correr 1,6 quilômetro (2 quarteirões)			
90. Correr 3,2 quilômetro (4 quarteirões)			
91. Correr 4,8 quilômetro (6 quarteirões)			
92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos			
93. Correr 3,2 quilômetro em 20 minutos ou menos			
94. Correr 4,8 quilômetro em 30 minutos ou menos			

EMA = (Escore Máximo de Atividade): Numeração da atividade com a mais alta demanda de O₂ que o indivíduo ainda faz, não sendo necessário cálculo matemático.

EAA = (Escore Ajustado de Atividade): EMA – n^o de itens que o indivíduo parou de fazer anteriores ao último que ele ainda faz.

Classificação (EAA):

<53 Debilitado (inativo), 53-74 Moderadamente ativo, >74 ativo.

MEDICAL RESEARCH COUNCIL (MRC)

1. Só sofre de falta de ar durante exercícios intensos.	
2. Sofre de falta de ar quando andando apressadamente ou subindo uma rampa leve.	
3. Anda mais devagar do que pessoas da mesma idade por causa de falta de ar ou tem que parar para respirar mesmo quando andando devagar.	
4. Pára para respirar depois de andar menos de 100 metros ou após alguns minutos.	
5. Sente tanta falta de ar que não sai mais de casa, ou quando está se vestindo.	

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório

(LabCare)

Ficha de avaliação inicial

Pesquisador Responsável: _____ **Data:** ____/____/____

DADOS PESSOAIS

Nome: _____

Sexo: () M () F

ID do Sujeito: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Idade: ____anos

Profissão: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ Estado: _____

Telefones de Contato: _____

DADOS VITAIS (REPOUSO) E ANTROPOMÉTRICOS

PA:	mmHg	FC:	bpm	FR:	irpm	SpO₂:	%
Peso:	Kg	Altura:	cm	IMC:	Kg/m²		
				Circunferência Abdominal:			cm

HISTÓRIA ATUAL E PREGRESSA

Diagnóstico: _____ Tempo de Diagnóstico: _____

Queixa Principal: _____

Expectoração: () ausente () presente

Aspecto: _____

Tabagismo: _____anos/maço; _____ anos/término.

Medicamentos em uso (dose, frequência, duração): _____

Atividade Física ou Participação em Programa de Reabilitação Pulmonar (vezes por semana): _____

Comorbidades: _____

PROVA DE FUNÇÃO PULMONAR

Variável	Limite Inferior	Previsto	Encontrado	%Previsto
CVF				
VEF₁				
VEF₁/CVF				
PFE				
FEF 25-75%				

MANOVACUOMETRIA

PI_{máx}		PE_{máx}	
Encontrado	%Previsto	Encontrado	%Previsto