



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA
MESTRADO EM FISIOTERAPIA

ADRIANE BORBA CARDIM

**EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO DOS MÚSCULOS DA CAIXA
TORÁCICA SOBRE A MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA E A CINEMÁTICA
TORACOABDOMINAL DE PACIENTES COM DPOC DURANTE O EXERCÍCIO:
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO.**

RECIFE, 2015

ADRIANE BORBA CARDIM

**EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO DOS MÚSCULOS DA CAIXA
TORÁCICA SOBRE A MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA E A CINEMÁTICA
TORACOABDOMINAL DE PACIENTES COM DPOC DURANTE O EXERCÍCIO:
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do título de mestre em Fisioterapia.

Linha de pesquisa: Instrumentação e Avaliação Fisioterapêutica

Orientadora: Armêle Dornelas de Andrade

Co-orientadora: Patrícia Érika de Melo Marinho

RECIFE, 2015

Ficha catalográfica elaborada pela
Bibliotecária Mônica Uchôa, CRB4-1010

C267e Cardim, Adriane Borba.
Efeitos agudos do alongamento dos músculos da caixa torácica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC durante o exercício: ensaio clínico randomizado / Adriane Borba Cardim. – Recife: O autor, 2015.
101 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Armêle Domelas de Andrade.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, 2015.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Exercícios de alongamento muscular. 2. Tolerância ao exercício.
3. Vibração. 4. Metanálise. I. Andrade, Armêle Domelas de (Orientadora).
II. Título.

615.8 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2016-006)

“EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO DOS MÚSCULOS DA CAIXA TORÁCICA SOBRE A MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA E A CINEMÁTICA TORACOABDOMINAL DE PACIENTES COM DPOC DURANTE O EXERCÍCIO: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”

ADRIANE BORBA CARDIM

APROVADO EM: 20/08/2015

ORIENTADOR: PROF^a. DR^a. ARMÈLE DORNELAS DE ANDRADE

COORIENTADOR: PROF^a. DR^a. PATRÍCIA ÉRIKA DE MELO MARINHO

COMISSÃO EXAMINADORA:

PROF^a. DR^a. DANIELLA CUNHA BRANDÃO– FISIOTERAPIA / UFPE

PROF^a. DR^a. SHIRLEY LIMA CAMPOS – FISIOTERAPIA / UFPE

PROF^o. DR. VERÔNICA FRANCO PARREIRA – FISIOTERAPIA / UFMG

Visto e permitida à impressão

Coordenadora do PPGFISIOTERAPIA/DEFISIO/UFPE

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é “muito” para ser insignificante. ”

Augusto Branco

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo que eu vivi e que me possibilitou chegar até aqui, pelos bons momentos que me fizeram celebrar a vida e também pelos momentos difíceis que me fizeram crescer.

À minha mãe, Luciene Cardim, minha proteção, pela dedicação, orações, renúncias e amor incondicional, sempre ao meu lado me dando segurança, conforto e colo.

Ao meu pai, Marcos Cardim, meu herói, aquele em que me espelho, que com amor e carinho me fortalece e me incentiva a continuar, nunca desistir e lutar pelos meus sonhos.

À minha irmã, Luciane Cardim, meu apanhado e minha sócia, pelo exemplo de determinação, pela paciência e esforço despendido para me ajudar a finalizar essa etapa.

À minha vó, Rita Borba, pelo zelo, pela gentileza, pelas bênçãos, por sempre estar disponível para ajudar, incentivar e conversar.

Ao meu noivo, Gustavo Lima, meu porto seguro, pelo companheirismo, cuidado, amor e atenção, por suportar meus dramas, acreditar em nós acima de tudo e conseguir me tirar um sorriso mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus tios e primos, família querida que me acompanha, me alegra e me estimula.

À minha afilhada, Júlia Beatriz, pela ingenuidade, leveza e simpatia que me encanta.

Aos irmãos que a vida me deu, companheiros e amigos incríveis com quem sempre posso contar mesmo à distância, especialmente Águida Foerster, Leandro Wanderley, Michelle Tâmara, Bruna Caiado, Larissa Carvalho, Mariana Queiroz, Déborah Carthagenes e Priscila Melo.

Aos companheiros de laboratório que direta ou indiretamente me ajudaram e me incentivaram, em especial à Rosália Souza, minha querida IC e orientanda, pelo suporte e pela troca de aprendizado; à Marcelly Barros, pela disponibilidade e parceria; à Catarina Rattes pelo socorro oferecido sempre que eu precisava e as contribuições com a estatística; e à Larissa Sayão, pela entrega, luz e amizade, fazendo meus dias no mestrado mais felizes.

À Jasiel Frutuoso, minha dupla e confidente que esteve sempre ao meu lado me dando apoio, dividindo frustrações e alegrias, e que tornou tudo isso possível.

Aos professores do programa, pelas inspirações e conhecimentos doados.

À Niége Melo e Carol Henriques, pelos galhos quebrados, apoio e colaboração.

Às professoras, Daniella Cunha, Shirley Campos e Cyda Reinaux pela atenção, pelas palavras de incentivo, pelas muitas dúvidas sanadas e pelos conselhos imprescindíveis.

À minha co-orientadora, professora Patrícia Érika Marinho, que me acompanhou desde a graduação, sempre disponível, criteriosa e exigente, sem perder a doçura.

À minha orientadora, a professora Armèle Dornelas de Andrade, pelo exemplo de profissional, pelo aprendizado constante, por acreditar no meu potencial e me guiar para alcançar esse título.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos do Mestrado.

Aos meus queridos pacientes, pelo respeito ao nosso aprendizado, disponibilidade e momentos de sabedoria, que me estimulam a continuar a pesquisar e buscar novos conhecimentos e assim retribuir o apoio recebido contribuindo mais para seu bem-estar.

RESUMO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma desordem respiratória associada à disfunção muscular esquelética e ao desenvolvimento de hiperinsuflação pulmonar o que contribui para dispneia e redução da tolerância ao exercício. O alongamento dos músculos da caixa torácica e a vibração de corpo inteiro surgem como terapias alternativas para recuperar a função muscular e melhorar a capacidade funcional. Os objetivos desta dissertação foram: 1. Avaliar os efeitos agudos de um programa de alongamentos da musculatura da caixa torácica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC durante o exercício; 2. Avaliar a qualidade da evidência da literatura dos efeitos da vibração de corpo inteiro (VCI) sobre a capacidade funcional de pacientes com DPOC. Foi realizado um ensaio clínico composto por 14 pacientes com DPOC, 6 hiperinsufladores severos (HS) e 8 não hiperinsufladores (NH). Os pacientes foram divididos em dois grupos: Alongamento (GA) e Controle (GC) e tiveram avaliadas a mobilidade diafragmática bem como o padrão ventilatório e os volumes da parede torácica antes da intervenção (GA ou GC) e após exercício de carga constante em bicicleta ergométrica. Os resultados mostraram aumentos no volume corrente abdominal ($p<0,001$), mobilidade diafragmática ($p=0,030$), além de maiores valores de saturação periférica de oxigênio ($p=0,024$) no GA em relação ao GC nos pacientes com HS; e redução da frequência respiratória ($p=0,023$), aumento do volume inspiratório final ($p=0,004$) e menor sensação de fadiga de membros inferiores ($p=0,043$) no GA em relação ao GC nos pacientes NH. A sessão de alongamentos não foi capaz de aumentar a tolerância ao exercício. Também foi desenvolvida uma revisão sistemática e metanálise que incluiu quatro artigos envolvendo 185 pacientes, todos os estudos mostraram aumento na distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos no grupo com VCI em relação ao controle (57,85 m; IC 95% 16,33-99,33). A qualidade da evidência foi moderada. Concluímos que o alongamento dos músculos da caixa torácica pode trazer benefícios agudos para os pacientes com DPOC, principalmente naqueles que apresentam hiperinsuflação dinâmica severa e que a vibração de corpo inteiro é capaz de melhorar a capacidade funcional de pacientes com DPOC.

Palavras-chave: Exercícios de Alongamento Muscular. Tolerância ao Exercício. Vibração. Metanálise.

ABSTRACT

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a respiratory disorder associated with skeletal muscle dysfunction and the development of lung hyperinflation which contributes to dyspnea and reduced exercise tolerance. Stretching the muscles of the rib cage and the whole body vibration emerge as alternative therapies to restore muscle function and improve functional capacity. The objectives of this study were: 1. To assess the acute effects of a stretching program for the muscles of the rib cage on the diaphragmatic motion and kinematics thoracoabdominal patients with COPD during exercise; 2. To assess the quality of evidence from the literature of the effects of whole body vibration (WBV) on the functional capacity of patients with COPD. It conducted a clinical trial comprising 14 patients with COPD, 6 severe hyperinflators (SH) and 8 non hyperinflators (NH). Patients were divided into two groups: Stretching (SG) and control (CG) and were evaluated diaphragmatic mobility and the ventilatory pattern and volume of the chest wall before the intervention (SG or CG) and after constant load exercise bicycle exercise. The results showed increases in abdominal tidal volume ($p < 0.001$), diaphragmatic mobility ($p = 0.030$), as well as higher peripheral oxygen saturation values ($p = 0.024$) in SG than the CG in patients with SH; and reduced respiratory rate ($p = 0.023$), increased end-inspiratory volume ($p = 0.004$) and less sense of fatigue of the lower limbs ($p = 0.043$) in SG than the CG in NH patients. The stretching session was not able to increase exercise tolerance. It was also developed a systematic review and meta-analysis that included four articles involving 185 patients, all studies showed an increase in the distance covered on the six-minute walk test in the group with VCI compared to the control (57.85 m; 95% CI 16.33 to 99.33). The quality of evidence was moderate. We conclude that the stretching of the muscles of the rib cage can bring benefits for acute COPD patients, particularly those with severe dynamic hyperinflation and the whole-body vibration can improve the functional capacity of patients with COPD.

Keywords: Muscle Stretching Exercises. Exercise Tolerance. Vibration. Meta-analysis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. REVISÃO DE LITERATURA	12
1.1.1. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica	12
1.1.2. O impacto da DPOC sobre os músculos respiratórios	13
1.1.3. O impacto da DPOC sobre a tolerância ao exercício	14
1.1.4. Alongamentos musculares e a função respiratória	16
2. OBJETIVOS	17
3. HIPÓTESES	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1. DESENHO DO ESTUDO.....	18
4.1.1. Local e período do estudo.....	18
4.1.2. População e Amostra.....	18
4.1.3. Critérios de elegibilidade	18
4.1.4. Tamanho da Amostra	19
4.1.5. Método de randomização.....	19
4.2. AVALIAÇÃO	21
4.2.1. Medidas de Desfecho	21
4.2.2. Protocolos de Medidas	22
4.2.2.1. Dados antropométricos e composição corporal.....	22
4.2.2.2. Prova de Função Pulmonar.....	22
4.2.2.3. Força muscular respiratória.....	23
4.2.2.4. Mobilização Diafragmática.....	24
4.2.2.5. Padrão ventilatório e cinemática toracoabdominal.....	25
4.3. PROTOCOLO EXPERIMENTAL	26
4.4. TESTES DE ESFORÇO	29

4.5. ASPECTOS ÉTICOS	30
4.6. ANÁLISE DOS DADOS	30
5. RESULTADOS	31
5.1. ARTIGO 01 – ARTIGO ORIGINAL	32
5.2. ARTIGO 02 – REVISÃO SISTEMÁTICA	60
6. CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICES.....	91
APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	92
APÊNDICE B – Ficha de avaliação	94
ANEXOS	97
ANEXO A – Aprovação pelo CEP	98
ANEXO B – Aprovação do relatório parcial pelo CEP	100

1. INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo, resultando em um ônus socioeconômico substancial e crescente. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 2,5 milhões de pessoas morrem da doença a cada ano e a expectativa é que esse número continue a aumentar. O impacto dessa doença sobre o indivíduo e a sociedade é grande e vem aumentando diretamente com o envelhecimento da população, com a poluição ambiental e com o tabagismo (GOLD, 2015; LOPEZ et al., 2006; MATHERS; LONCAR, 2006; SRIVASTAVA et al., 2015).

Trata-se de uma desordem respiratória comum, evitável e tratável, caracterizada por aprisionamento de ar e por persistente limitação do fluxo aéreo, geralmente progressiva, e associada a uma avançada resposta inflamatória crônica (GOLD, 2015). Normalmente esses pacientes cursam com hiperinsuflação pulmonar, o que coloca os músculos respiratórios em desvantagem mecânica, e reduz sua capacidade de gerar pressões inspiratórias. (LAGHI; TOBIN, 2003; TUDORACHE; OANCEA; MLĂDINESCU, 2010). Como consequência, a disfunção dos músculos respiratórios contribui para a hipercapnia, dispneia, dessaturação do oxigênio e redução da tolerância aos exercícios. (MCKENZIE; BUTLER; GANDEVIA, 2009; NICI et al., 2006).

Em resposta ao exercício esses indivíduos geralmente evoluem com aumento do trabalho respiratório, maior uso dos músculos do tórax e pescoço, e/ou assincronias entre os movimentos da caixa torácica e do abdômen (ALIVERTI, 2004; LANGER et al., 2009; MARTINEZ; COUSER; CELLI, 1990). Somado a essas modificações, o aprisionamento de ar e a resistência aumentada das vias aéreas tem efeitos diretos também sobre o músculo diafragmático. A mobilidade diafragmática pode-se apresentar reduzida, consequentemente contribuindo para a diminuição da capacidade física e ventilatória (KANG et al., 2011; PAULIN et al., 2007; YAMAGUTI et al., 2008).

As terapias manuais são frequentemente utilizadas na prática clínica como uma abordagem terapêutica adjuvante no tratamento de pacientes com doenças

respiratórias crônicas. No entanto, devido à diversidade das técnicas e da baixa confiabilidade e reprodutibilidade desses estudos, ainda não há evidências que suportem ou refutem o seu uso para melhorar a função pulmonar de pacientes com DPOC (HENECHAN et al., 2012).

Dentre essas terapias, o alongamento dos músculos da caixa torácica tem sido aplicado com o objetivo de recuperar a função dos músculos respiratórios, aumentar a mobilidade torácica e reduzir o trabalho respiratório em pacientes com DPOC (CUNHA et al., 2005; LEELARUNGRAYUB et al., 2009; MINOGUCHI et al., 2002; PUTT et al., 2008; SÁ et al., 2013). Em virtude das várias alterações biomecânicas decorrentes da DPOC que modificam a mecânica respiratória tanto em repouso como durante o exercício tornam-se relevantes pesquisas que suportem o uso dessa intervenção e que possam comprovar seus possíveis benefícios sobre esses pacientes.

1.1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

A DPOC está entre as principais causas de morbidade crônica e mortalidade, representando um importante desafio para a saúde pública mundial. Embora previsível e tratável, a exposição contínua aos fatores de risco como o fumo, a poluição ambiental e/ou ocupacional e o aumento da expectativa de vida populacional fundamentam a prevalência ascendente dessa doença a nível global (GOLD, 2015; SALVI; BARNES, 2009). Novas projeções avaliam que em 2030 a DPOC será a quarta maior causa de morte no mundo (LOPEZ et al., 2006; MATHERS; LONCAR, 2006).

Caracterizada por persistente limitação ao fluxo aéreo, a DPOC é potencializada por uma importante inflamação crônica em resposta às partículas e gases nocivos (GOLD, 2015). Diversos mecanismos patofisiológicos estão envolvidos, como o estresse oxidativo, a degradação proteolítica da matriz celular e a apoptose de células alveolares. Somados a esses, a resposta defeituosa pelos macrófagos alveolares da imunidade inata e a inibição da proliferação e migração dos fibroblastos

contribuem para comprometer a reparação tecidual após a injúria pulmonar (D'ANNA et al., 2015; FISCHER; VOYNOW; GHIO, 2015; SHAPIRO; INGENITO, 2005).

As significativas mudanças patológicas decorrentes dessa resposta inflamatória, como a destruição do parênquima pulmonar e o desenvolvimento de fibrose de pequenas vias aéreas, levam a dispneia e a tosse crônica com ou sem produção de expectoração que são os principais sintomas encontrados nesses doentes (GOLD, 2015; QASEEM et al., 2011). No entanto, as manifestações clínicas da doença não estão restritas à inflamação pulmonar e ao remodelamento das vias aéreas (TKACOVA, 2010).

A DPOC está associada a várias complicações locais e sistêmicas, entre elas a caquexia, as anormalidades nutricionais e perda de peso, a osteoporose, a disfunção muscular esquelética, a depressão e o câncer. A elevada frequência de exacerbações e as múltiplas comorbidades que acompanham a doença contribuem para a gravidade desses pacientes. Dentro desse contexto, os aspectos extrapulmonares da DPOC são cada vez mais reconhecidos como importantes contribuintes para a morbidade e mortalidade, sendo a disfunção do músculo esquelético de particular interesse, uma vez que influencia diretamente o desempenho no exercício (DECRAMER et al., 2005; DONALDSON et al., 2012; GAN, 2004; SIN; MAN, 2006).

1.1.2. O impacto da DPOC sobre os músculos respiratórios

Em pacientes com DPOC, a disfunção muscular esquelética é uma manifestação sistêmica comum, altamente prevalente, que afeta os músculos respiratórios e periféricos mesmo em condições clínicas estáveis. Devido ao aumento do esforço respiratório, os músculos ventilatórios se encontram em um estado de sobrecarga crônica. Do ponto de vista clínico, essa disfunção está associada ao aumento nos sintomas, à redução na tolerância ao exercício e na qualidade de vida, sendo um fator independente dos marcadores tradicionais, tais como a função pulmonar, a idade e o fumo, e responsável por elevar o risco de mortalidade nessa população. (KIM; MOFARRAHI; HUSSAIN, 2008; SCHOLS et al., 2005; VILARÓ et al., 2010).

A hiperinsuflação pulmonar, a limitação ao fluxo aéreo e o aumento da complacência são os principais fatores que induzem consequências mecânicas nos pacientes com DPOC. A soma das forças elásticas, derivadas das mudanças na parede torácica e no parênquima pulmonar, e resistivas, causadas pelo estreitamento das vias aéreas, juntamente com o aumento na pressão positiva intrínseca no final da expiração (PEEPi) impõem um aumento no trabalho respiratório e consequente sobrecarga muscular. Todos esses fatores levam ao desequilíbrio entre os requisitos mecânicos do sistema respiratório e a capacidade funcional dos músculos ventilatórios, afetando também as demandas metabólicas e os suprimentos de energia (GEA; AGUSTI; ROCA, 2013; LAGHI; TOBIN, 2003; MCKENZIE; BUTLER; GANDEVIA, 2009).

As alterações da caixa torácica decorrentes principalmente da obstrução das vias aéreas e da hiperinsuflação pulmonar levam ao encurtamento do diafragma, afetando a sua mobilidade, a sua capacidade de gerar força e prejudicando a coordenação entre as porções costais e crurais desse músculo. Como resultado há a presença de movimentos paradoxais e/ou limitados característicos dessa doença (ETLIK et al., 2004; GEA; AGUSTI; ROCA, 2013; IWASAWA et al., 2002, 2011; KANG et al., 2011).

O estudo realizado por KANG et al. (2011) com pacientes com DPOC demonstrou através de ultrassonografia diafragmática correlação entre o deslocamento da lâmina diafragmática, a obstrução das vias aéreas e a hiperinsuflação pulmonar, além de associação entre a redução da mobilidade e a retenção de dióxido de carbono. Somado a esses achados, a pesquisa desenvolvida por PAULIN et al. (2007) em pacientes com a mesma doença encontrou também redução da capacidade funcional e aumento da dispnéia. Esses resultados ratificam a relação entre a redução da mobilidade diafragmática e a diminuição das capacidades físicas e ventilatórias dos pacientes com DPOC.

1.1.3. O impacto da DPOC sobre a tolerância ao exercício

A redução da tolerância ao exercício ocorre em geral nas doenças respiratórias que apresentam simultaneamente alterações das vias aéreas e das propriedades

elásticas dos pulmões, como na DPOC. A limitação do fluxo aéreo causa hiperinsuflação dinâmica associada a má resposta cardiovascular ao exercício e também pode afetar a bomba ventilatória através da influência no controle da dinâmica dos músculos respiratórios, na eliminação do dióxido de carbono, na circulação e na entrega de Oxigênio (O₂) para o trabalho respiratório e músculos locomotores (ALIVERTI, 2008; GOSSELINK, 2003; PROBST et al., 2006; TZANI et al., 2011).

A resposta ao exercício também envolve a distribuição da ventilação para diferentes compartimentos da parede torácica o que implica na atividade de diferentes grupos de músculos respiratórios. Os pacientes com DPOC geralmente apresentam aumento do trabalho respiratório com maior uso da musculatura acessória da respiração e movimentação assíncrona entre o tórax e o abdome (ALIVERTI, 2004; LANGER et al., 2009; MARTINEZ; COUSER; CELLI, 1990).

Estudos em pacientes com DPOC utilizando a pletismografia optoeletrônica mostram que o grau de obstrução das vias aéreas, a limitação ao fluxo expiratório e a hiperinsuflação dinâmica estão relacionados com diferentes padrões de comportamento em relação às variações de volumes nos compartimentos toracoabdominais (ALIVERTI, 2004). O volume da parede torácica é continuamente regulado durante o exercício com o objetivo de adiar (ou até evitar) o incremento até altos volumes pulmonares, caracterizando um processo dinâmico que é fortemente dependente do compartimento abdominal. (TAKARA et al., 2012).

Enquanto alguns pacientes exibem hiperinsuflação dinâmica durante o exercício, caracterizada por aumento no volume da parede torácica no final da expiração, outros evitam a hiperinsuflação contraindo fortemente os músculos abdominais consequentemente reduzindo a variação de volume abdominal no final da expiração e aumentando as variações no volume da caixa torácica no final da expiração. (ALIVERTI, 2004; LOUVARIS et al., 2012; TAKARA et al., 2012; VOGIATZIS et al., 2008). Esses achados apresentam relação casual com o recrutamento dos músculos abdominais e consequente aumento do trabalho respiratório e/ou redução do retorno venoso (ALIVERTI, 2008; CALVERLEY; KOULOURIS, 2005).

Dado o exposto entende-se que a hiperinsuflação dinâmica durante o exercício não é o único mecanismo limitante da capacidade de exercício de pacientes com DPOC. Existem variações na estratégia de recrutamento muscular que resultam em mudanças nos compartimentos de volume da parede torácica (VOGIATZIS et al., 2005). Essas respostas mecânicas variadas do sistema respiratório exercem forte influência sobre a efetividade ou não de uma intervenção aplicada a essa população.

1.1.4. Alongamentos musculares e a função respiratória

As terapias manuais são técnicas adjuvantes que podem ser aplicadas em pacientes com doenças respiratórias, no entanto ainda são poucas as evidências de sua efetividade em pacientes com DPOC. Dentre essas técnicas, os alongamentos musculares são frequentemente utilizados na prática clínica e poucos estudos mostram os seus benefícios na DPOC (HENEGHAN et al., 2012).

Os estudos que se propuseram a avaliar os efeitos dos alongamentos dos músculos da caixa torácica em pacientes com DPOC relataram melhora da função respiratória através da redução da rigidez torácica e consequente aumento da mobilidade torácica, redução do trabalho respiratório e aumento da capacidade funcional. (CUNHA et al., 2005; MINOGUCHI et al., 2002; PUTT et al., 2008; YAMADA et al., 1996). Embora muitos desses trabalhos avaliassem os efeitos crônicos, o estudo conduzido por LEELARUNGRAYUB et al. (2009) foi capaz de mostrar benefícios clínicos agudos sobre o volume expiratório final, expansão torácica e dispneia em um estudo de caso com paciente com DPOC.

O estudo de YAMADA et al. (1996), do tipo antes e depois, relatou também melhora na qualidade de vida através de um questionário específico para doenças respiratórias (Chronic Respiratory Disease Questionnaire) após um programa de alongamentos. Em relação à tolerância ao exercício, YAMADA et al. (1996) e MINOGUCHI et al. (2002) demonstraram redução da dispneia e aumento na distância percorrida em teste de caminhada de seis minutos em indivíduos com DPOC após serem submetidos a um programa de alongamentos.

Diversos recursos têm sido utilizados para investigar os efeitos dessa terapêutica sobre a mecânica respiratória desses pacientes, dentre eles a espirometria e a ventilometria juntamente com a avaliação da expansibilidade torácica e da força muscular respiratória. (CUNHA et al., 2005; MINOGUCHI et al., 2002; PUTT et al., 2008). No entanto, não foram identificados na literatura atual os efeitos dos alongamentos dos músculos da caixa torácica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC, nem a sua relação com a tolerância ao exercício dos que desenvolvem ou não a hiperinsuflação dinâmica durante o exercício.

2. OBJETIVOS

- Investigar os efeitos agudos do alongamento dos músculos da caixa torácica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC durante o exercício.

3. HIPÓTESES

- O alongamento dos músculos da caixa torácica de forma aguda é capaz de melhorar a tolerância ao exercício de pacientes com DPOC.
- O efeito agudo do alongamento dos músculos da caixa torácica aumenta a mobilidade diafragmática de pacientes com DPOC.
- Pacientes com DPOC que apresentam hiperinsuflação dinâmica durante o exercício apresentam respostas mecânicas diferentes no padrão ventilatório e na cinemática toracoabdominal em comparação aos que não exibem hiperinsuflação após o alongamento agudo dos músculos da caixa torácica.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. DESENHO DO ESTUDO

Foi realizado um ensaio clínico randomizado, cego, do tipo *crossover*.

4.1.1. Local e período do estudo

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de outubro de 2014 a março de 2015.

4.1.2. População e Amostra

A população-alvo foi constituída de indivíduos com diagnóstico clínico-funcional de DPOC, oriundos de hospitais de referência da região metropolitana de Recife-PE no tratamento de doenças pulmonares: Hospital das Clínicas e Hospital Otávio de Freitas.

4.1.3. Critérios de elegibilidade

Os critérios de inclusão foram indivíduos adultos na faixa etária de 50 - 80 anos com os seguintes aspectos: história de fumo, exposição ambiental ou ocupacional de poluente e/ou sintomas de tosse, hipersecreção ou dispneia; $VEF_1 < 80\%$ do previsto pós-broncodilatador e relação $VEF_1/CVF < 70\%$ para confirmar o diagnóstico de obstrução das vias aéreas não completamente reversível a terapia broncodilatadora; ausência de comorbidades que não permitissem a realização de esforço (hipertensão arterial sistêmica não controlada, hipertensão pulmonar severa, infarto do miocárdio recente, insuficiência cardíaca congestiva, dispneia intensa); funcionamento cognitivo preservado; sedentários e clinicamente estáveis durante o período do estudo.

Foram excluídos do estudo os pacientes que apresentarem: deficiência cognitiva, auditiva ou visual; alterações do aparelho neuro-musculo-esquelético que comprometa ou impeça a avaliação física; necessidade de oxigenoterapia; obesos e os que não foram capazes de alcançar pelo menos três estágios do teste incremental.

4.1.4. Tamanho da Amostra

O tamanho da amostra foi determinado através de cálculo amostral realizado a partir dos dados coletados durante um estudo piloto com 10 participantes. Foi definido através da calculadora específica para estudos *crossovers* do Centro de Pesquisas Clínicas do Hospital Geral de Massachusetts, disponível em: <http://www.massgeneral.org>. Foi considerado um alfa de 0,05 e um poder de 0,80 para o desfecho clínico tempo de endurance. Baseando-se no desvio padrão da diferença entre os dois valores para o mesmo paciente e a média da mínima diferença detectável (MMDD) de 196,6, foi detectada uma probabilidade de 91% que um total de 12 pacientes seja suficiente para que o estudo detecte uma diferença entre os grupos. Para os outros desfechos principais foi calculado um total de 4 pacientes (MMDD = 12,5) para o deslocamento da lâmina diafragmática e 5 pacientes (MMDD = 0,230) para volume corrente da parede torácica. Para o fechamento da amostra-alvo foi considerado o maior valor calculado com percentual de 20% de perda.

4.1.5. Método de randomização

A amostra foi selecionada de forma consecutiva e após a avaliação inicial os participantes foram randomizados por investigador não envolvido com o recrutamento e a intervenção através de uma sequência aleatória gerada em blocos pelo site www.randomization.com. A sequência de intervenção ao qual o mesmo paciente foi submetido foi armazenada em envelopes seriados opacos e numerados, assegurando o sigilo de alocação. Para a avaliação dos efeitos agudos do tratamento os pacientes foram alocados para os dois grupos com tempo de *wash out* de no mínimo 48 horas entre eles, sendo o pesquisador responsável pela avaliação cego em relação ao tipo de intervenção: alongamento + exercício ou controle + exercício.

- Alongamento + Exercício
- Controle + Exercício

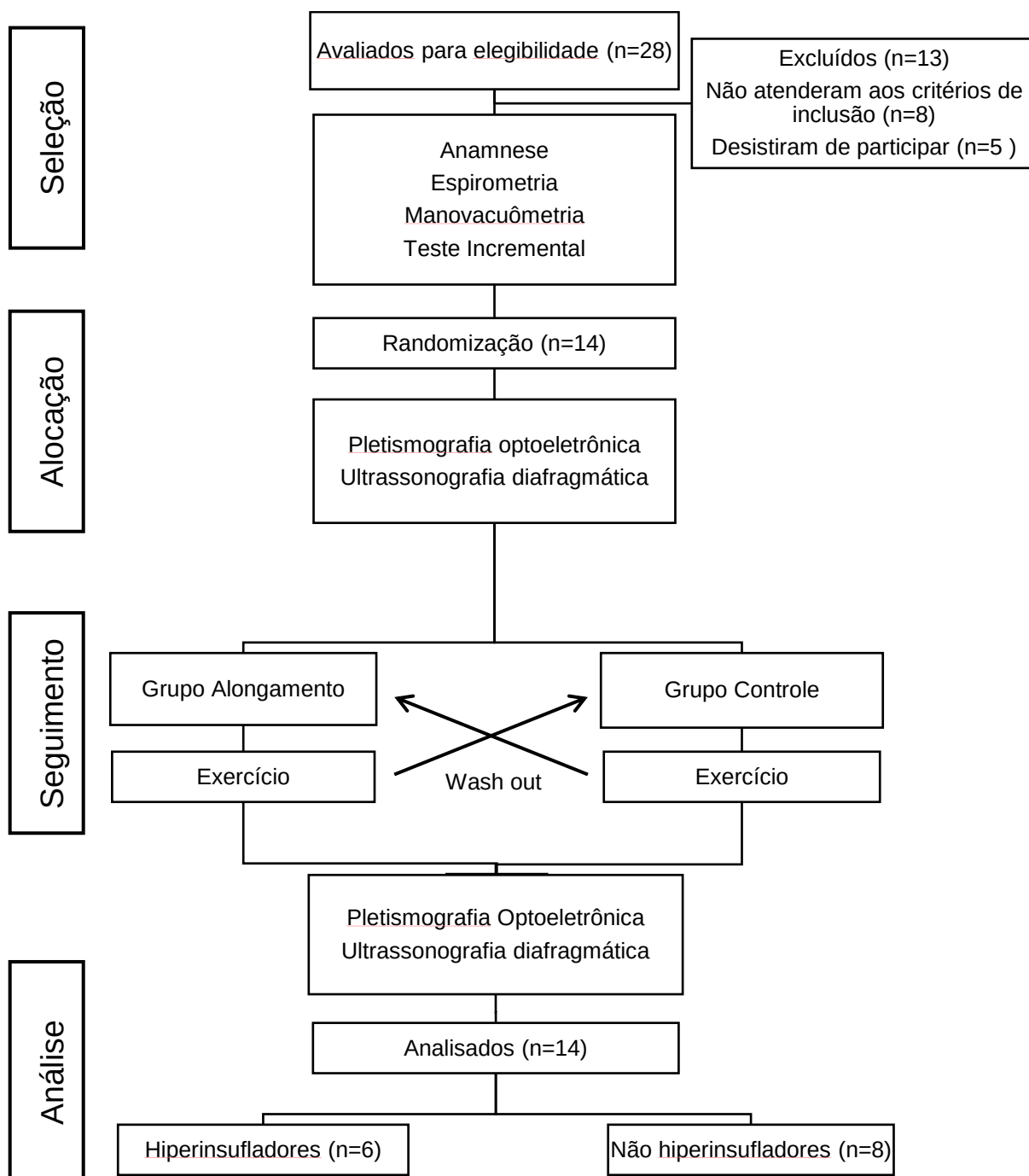


Figura 01. Fluxograma de participantes

4.2. AVALIAÇÃO

Os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1) e foram submetidos a avaliação clínica composta por antropometria, espirometria e manovacuometria a partir de uma ficha de avaliação padronizada (Apêndice 2). No mesmo dia os pacientes realizaram o teste incremental em bicicleta ergométrica para definição da carga máxima de trabalho. A seguir os indivíduos foram randomizados quanto ao início da intervenção em dois grupos:

Grupo Alongamento (GA) - Este grupo foi submetido a uma sessão de alongamentos visando à flexibilidade da caixa torácica e posteriormente a um teste de exercício com carga constante até o limite da tolerância em bicicleta ergométrica.

Grupo Controle (GC) - Este grupo realizou o teste de exercício com carga constante até o limite da tolerância em bicicleta ergométrica após um período de repouso sob as mesmas condições ambientais e de tempo do grupo experimental. Durante esse período o terapeuta posicionou as mãos como no grupo experimental, mas não realizou o estiramento muscular (*efeito sham*).

Durante ambos os grupos os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal e lateral e estimulados a realizarem expirações prolongadas com lábios semicerrados (freio labial). A primeira intervenção composta pelo protocolo de alongamentos e o exercício de carga constante foi realizada em um período mínimo de 48h após o teste incremental. Após a definição da sequência de alocação os pacientes tinham avaliados a mobilidade diafragmática antes e imediatamente após a intervenção ou controle, e os dados de padrão ventilatório e cinemática toracoabdominal, registrados antes e durante o exercício. Após um período de *wash out* de no mínimo 48h os pacientes eram novamente avaliados e realizavam o teste de exercício após a intervenção ou controle.

4.2.1. Medidas de Desfecho

Desfechos Primários: tolerância ao exercício através do tempo de endurance durante um teste de exercício de carga constante, padrão ventilatório e volumes da parede

torácica através da pletismografia optoeletrônica e mobilidade diafragmática através de ultrassonografia.

Desfechos Secundários: sensação de dispneia através da escala de Borg modificada; sensação de fadiga de membros inferiores através da escala de Borg modificada; saturação periférica de oxigênio através de oximetria de pulso.

4.2.2. Protocolos de Medidas

4.2.2.1. Dados antropométricos e composição corporal

A altura dos pacientes foi avaliada através de estadiômetro e as medidas de composição corporal foram realizadas através de bioimpedância elétrica (*BIA, modelo InBodyR20, Korea*). O exame foi realizado com o paciente na posição ortostática. Foram coletados o índice de massa corporal (IMC), a massa gorda (MG), o percentual de massa gorda (MG%), a massa magra (MM) e o percentual de massa magra (MM%). Os valores de referência para o índice de massa corporal (IMC) adotado foi o proposto pela OMS, a saber: (1) baixo peso ($< 18,5 \text{ kg/m}^2$), (2) peso normal ($18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$), (3) sobrepeso ($25 - 29,9 \text{ kg/m}^2$) e (4) obeso ($>30 \text{ kg/m}^2$) (WHO, 2000).

4.2.2.2. Prova de Função Pulmonar

A prova de função pulmonar foi obtida através de um espirômetro portátil do tipo pneumotacógrafo de fluxo com incentivador de manobra (*Microloop® MK8, Micro Medical, England*) que determina a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a relação VEF₁/CVF em valores absolutos e percentuais do previsto, de acordo com o esperado para a população brasileira (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007). O espirômetro foi calibrado com uma seringa de 3 l antes da realização das medidas. Foram realizadas 3 medidas, com os pacientes sentados utilizando um clipe nasal, e os valores aceitos quando duas medidas diferiam em menos de 5%. As maiores medidas de CVF e VEF₁ foram adotadas para a análise. A classificação do nível de obstrução foi assim considerada: obstrução leve (VEF₁ $\geq 80\%$), moderada ($50\% \leq \text{VEF}_1 < 80\%$), severa ($30\% \leq \text{VEF}_1 < 50\%$) e muito severa (VEF₁ $\leq 30\%$) (GOLD, 2015).



Figura 01: espirômetro portátil

4.2.2.3. Força muscular respiratória

A força muscular respiratória, mensurada através das pressões respiratórias máximas, foi verificada entre os músculos inspiratórios e expiratórios e para cada foram realizadas três manobras. Os pacientes foram avaliados na posição sentada e foram orientados a respirar através de uma boquilha acoplada ao manovacuômetro (*modelo MD-300, Globalmed, Brasil*) utilizando um clipe nasal. A pressão inspiratória máxima (P_{imáx}) foi mensurada a partir da capacidade residual funcional (CRF) e a pressão expiratória máxima (P_{emáx}) partindo-se da capacidade inspiratória máxima para em seguida executar a fase expiratória. As manobras foram repetidas após um intervalo de aproximadamente 1 minuto, ou tempo suficiente para permitir repouso. A boquilha utilizada continha um orifício de 2mm de diâmetro e 5 cm de comprimento acoplada diretamente ao manovacuômetro com o objetivo de reduzir a utilização dos músculos da face durante as manobras de aferição (ATS, 2002; SOUZA, 2002).

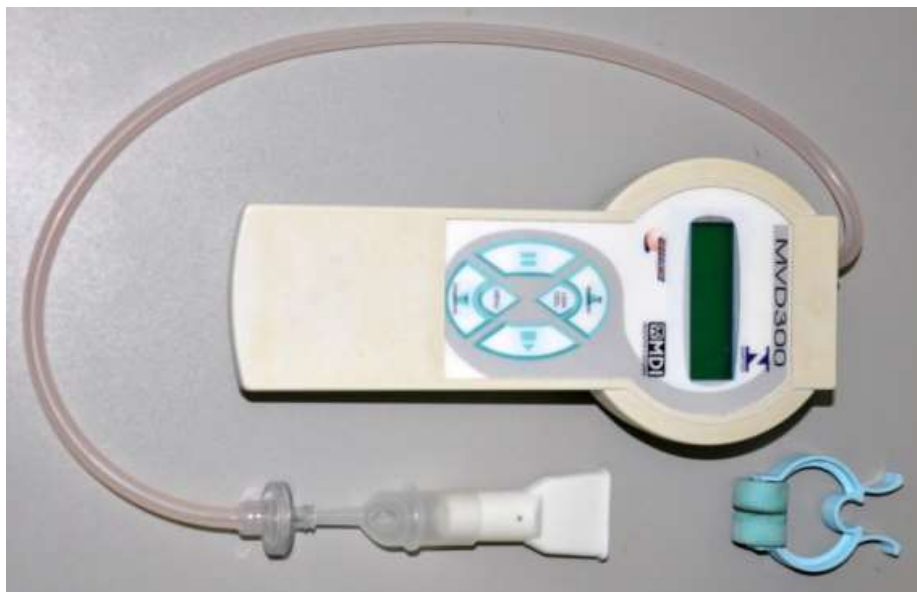


Figura 02: manovacuômetro digital.

4.2.2.4. Mobilização Diafragmática

Para a avaliação ultrassonográfica da mobilidade do diafragma foi utilizado o ultrassom de alta resolução modelo SonoaceR3 (*Samsung Medison – Coréia do Sul*), com um transdutor convexo de 3,5 MHz posicionado na região subcostal direita, em incidência perpendicular ao eixo craniocaudal. O protocolo utilizado foi sugerido por Testa *et al.* (2011). Os voluntários receberam o comando verbal para realizar manobras de capacidade inspiratória (CI), onde a medição de cada curva, distância essa registrada em milímetros, referente ao deslocamento da lâmina diafragmática, foi realizada imediatamente após a obtenção das imagens. As manobras foram repetidas até a obtenção de 5 imagens satisfatórias. Foi utilizada a maior medida entre os 3 maiores valores apresentados, sem que estes difiram em mais de 10 % do seu valor, um dos outros.



Figura 03: Linha de referência para o modo-M, B: Diafragma, C: Posicionamento dos marcadores para medição do deslocamento do diafragma na manobra de Capacidade Inspiratória. TO: Tempo decorrido durante a inspiração (em segundos), DO: Distância deslocada pelo diafragma durante a manobra (em mm), VO: Velocidade do deslocamento (em mm/s).

4.2.2.5. Padrão ventilatório e cinemática toracoabdominal

Para avaliação do padrão ventilatório, obtenção dos volumes pulmonares e da contribuição dos compartimentos foi utilizado o Pletismógrafo Óptico-eletrônico (POE) (BTS Bioengineering®, Italy). O protocolo seguiu as recomendações de Cala *et al.* (1996), na qual foram fixados 89 marcadores na superfície anterior e posterior da parede torácica, das clavículas às espinhas ilíacas anterossuperiores, ao longo de linhas horizontais e verticais pré-definidas. As 8 câmeras do POE captam o sinal infravermelho gerado por elas mesmas e refletido pelos marcadores afixados no tórax do indivíduo e fornecem as coordenadas para um computador. Através do software *OEP Tracker*® foi construído o modelo da caixa torácica subdividida nos compartimentos caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen e calculado o volume. Após cálculo do volume, no programa *DIAMOV*® foram

mensurados o volume corrente (VC), a contribuição de cada compartimento para o volume corrente, os volumes finais inspiratórios e expiratórios, o tempo total do ciclo, tempos inspiratório (Tins) e expiratório (Tex), a frequência respiratória (FR) e o volume minuto (VM) dos pacientes. A hiperinsuflação dinâmica foi avaliada através do aumento do volume expiratório final da parede torácica (VEE_{cw}) (ALIVERTI, 2004), foram considerados hiperinsufladores severos (HS) os pacientes que apresentaram um aumento do VEE_{cw} acima de 300mL.



Figura 04: Modelo tridimensional da Pletismografia Optoeletrônica mostrando a divisão tricompartimental da parede torácica.

4.3. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

A intervenção foi adaptada a partir de SÁ et al. (2013), protocolo já utilizado em pesquisas recentes que foram desenvolvidas no Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco. Os alongamentos foram realizados com os pacientes posicionados em decúbito dorsal, com joelhos fletidos, reposicionamento da cintura escapular (rebaixamento) e adução das escápulas e braços, com o objetivo de prevenir compensações posturais. Os indivíduos foram devidamente esclarecidos a realizar expirações lentas e com os lábios semicerrados (freno labial), afim de promover um padrão desinsuflativo. Os

alongamentos ocorreram durante toda a fase expiratória, levando o músculo ao comprimento máximo, com exceção apenas do alongamento dos intercostais, no qual o estiramento foi realizado no momento da inspiração e acompanhamento das costelas durante a expiração (POSTIAUX, 2000).

Foram realizadas duas séries de dez incursões consecutivas para cada músculo, com intervalo de cinco segundos entre cada série. Os alongamentos foram desenvolvidos da seguinte forma:

- Trapézio superior: paciente posicionado, o terapeuta apoiou uma mão na região occipital, realizando a flexão da cabeça para o lado oposto ao que será alongado, e, com a outra mão, desloca o ombro no sentido craniocaudal;
- Esternocleidomastóideo: paciente posicionado, o terapeuta realizou a flexão com rotação lateral da cabeça para o lado oposto ao que será alongado. Promoveu o alongamento com uma das mãos na região occipital e a outra na região superior do tórax, deslocando-a no sentido craniocaudal;
- Escaleno: paciente posicionado, o terapeuta apoiou uma mão na região occipital e a outra na região superior do tórax, promovendo o deslocamento dos dois pontos de apoio, sendo o primeiro no sentido superior e o segundo no sentido inferior;
- Peitoral maior: paciente posicionado, com o braço a ser alongado abduzido, o antebraço fletido e a mão na região occipital, o terapeuta apoiou uma mão no terço superior do braço e a outra na região lateral do tórax superior, deslocando-a no sentido craniocaudal, seguindo a orientação das fibras musculares.
- Intercostais: paciente posicionado em decúbito lateral sobre um rolo de espuma em formato de meia lua em região infra-axilar, os antebraços flexionados e as mãos apoiadas na região occipital, o terapeuta realizou com as duas mãos a mobilização das costelas nos sentidos craniocaudal (VIBBEK, 1986).



Figura 05. Posicionamento lateral para alongamento dos intercostais.



Figura 06. Posicionamento em decúbito dorsal.



Figura 07. Alongamento do músculo trapézio superior.



Figura 08. Alongamento do músculo esternocleidomastoideo.



Figura 09. Alongamento do músculo escaleno.



Figura 10. Alongamento do músculo peitoral maior.

4.4. TESTES DE ESFORÇO

O teste de exercício cardiopulmonar foi realizado em bicicleta ergométrica. Todos os indivíduos foram inicialmente familiarizados com o teste ergométrico. Primeiramente os pacientes realizaram o teste incremental com uma carga inicial de 10 watts, que foi progressivamente aumentada em 5-10 watts a cada minuto até a exaustão para determinação da carga máxima de trabalho. Em outro dia, os pacientes que foram submetidos ao alongamento ou controle realizaram um teste de exercício com carga constante (70% da carga máxima de trabalho) até o limite da tolerância em bicicleta ergométrica (tempo de endurance), que foi precedido por um minuto sem carga. (BOREL et al., 2013; TAKARA et al., 2012).

Os dados da pletismografia optoeletrônica foram registrados durante todo o exercício de carga constante. Os seguintes parâmetros também foram mensurados durante o experimento: pressão arterial (PA), saturação periférica de oxigênio (SpO₂), frequência cardíaca (FC) e sensação de dispneia e de fadiga de membros inferiores pela Escala de Borg modificada (BORG, 1990). Foram utilizados para análise dessas variáveis os valores iniciais; os do *isotime*, que corresponde a um intervalo de tempo igual para todos os pacientes (5º minuto) e os valores finais.

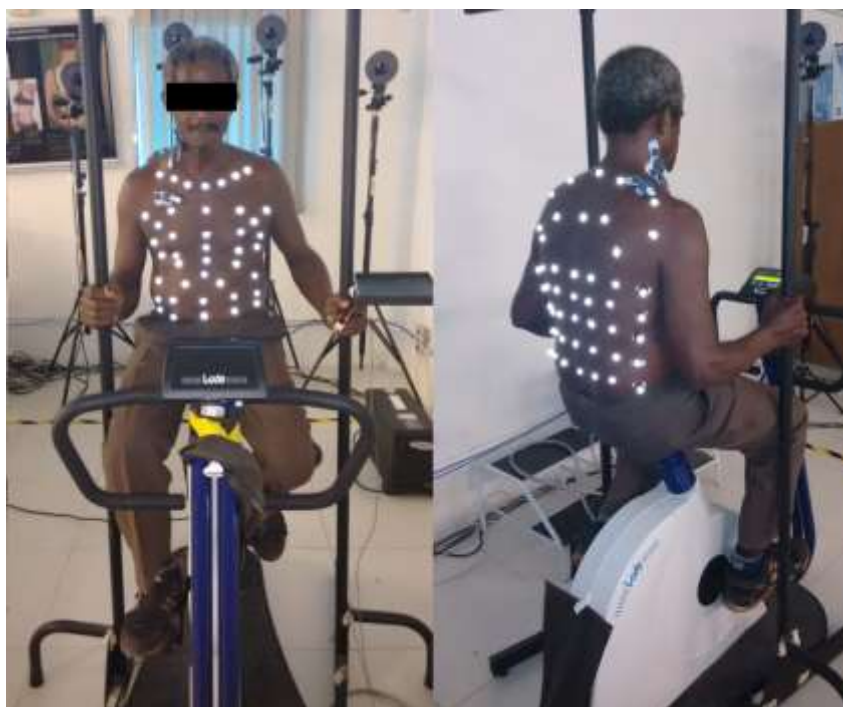


Figura 11: Paciente realizando o teste de exercício em bicicleta ergométrica durante a avaliação com pletismografia optoeletrônica.

4.5. ASPECTOS ÉTICOS

Todos os pacientes foram esclarecidos sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e participaram voluntariamente assinando um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com a resolução 466/12 do CONEP. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CAAE: 24611113.0.0000.5208). O estudo foi registrado no banco de ensaios clínicos (Clinicaltrials.gov) com o número NCT 02383277.

4.6. ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados das características iniciais da amostra e análise estatística dos dados foram apresentados em média e desvio padrão. Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados. O teste T para amostras independentes e o teste Mann-Whitney foram utilizados para comparar as características de base dos grupos. Para avaliar o tempo de endurance entre as duas intervenções dentro do mesmo grupo foi utilizado o teste T pareado. Para as variáveis com distribuição normal foi utilizada a análise de variância (ANOVA) Two way para medidas repetidas com post-hoc pelo método de Holm-Sidak com o objetivo de investigar os efeitos no tempo (antes e depois do exercício) e entre as intervenções (alongamento e controle) dentro de cada grupo (hiperinsufladores e não hiperinsufladores). Nas variáveis não paramétricas foi utilizado o teste de Friedman com post-hoc de Tukey. A análise foi conduzida pelo programa SigmaPlot 12.0 sendo estabelecido um nível de significância de $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

A dissertação de mestrado resultou em dois artigos científicos, sendo um artigo original (Artigo 01) e uma revisão sistemática (Artigo 02).

ARTIGO 01: Efeitos agudos do alongamento dos músculos da caixa torácica sobre a cinemática toracoabdominal e a mobilidade diafragmática de pacientes com DPOC durante o exercício: um ensaio clínico randomizado do tipo *crossover*.

O ensaio clínico avaliou os efeitos de uma sessão de alongamentos dos músculos da caixa torácica no desempenho no exercício, mobilidade diafragmática e cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC que hiperinsuflam ou não durante o exercício. Nos pacientes que hiperinsuflam o alongamento melhorou a saturação periférica de oxigênio, aumentou a mobilidade diafragmática e o volume abdominal em relação ao controle. Nos que não hiperinsuflam o alongamento reduziu a frequência respiratória durante o exercício em relação ao controle. Não houve alteração significativas na tolerância ao exercício.

ARTIGO 02: A vibração com corpo inteiro é capaz de melhorar a capacidade funcional de pacientes com DPOC? – uma metanálise.

A revisão sistemática teve o objetivo de avaliar a qualidade de evidência da literatura vigente sobre os efeitos da vibração de corpo inteiro na capacidade funcional de pacientes com DPOC. Foi realizada uma pesquisa nos bancos de dados eletrônicos e uma síntese qualitativa com quatro estudos e uma metanálise utilizando como desfecho a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos. A vibração de corpo pode beneficiar os pacientes com DPOC melhorando sua capacidade funcional e sem produzir efeitos adversos, sendo a qualidade da evidência moderada.

5.1. ARTIGO 01 – ARTIGO ORIGINAL

TÍTULO:

Efeitos agudos do alongamento dos músculos da caixa torácica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC durante o exercício: um ensaio clínico randomizado.

Será submetido ao:

Journal of Physiotherapy

Qualis: A1 na área 21 da CAPES

Fator de Impacto: 3.708

RESUMO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) está comumente associada ao desenvolvimento de hiperinsuflação pulmonar, o que coloca os músculos respiratórios em desvantagem mecânica, consequentemente contribuindo para dispneia e redução da tolerância ao exercício. O alongamento dos músculos da caixa torácica surge com uma terapia alternativa para recuperar a função dos músculos respiratórios e melhorar a capacidade funcional. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos agudos de um programa de alongamentos da musculatura da caixa torácica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC que desenvolvem ou não hiperinsuflação dinâmica severa durante o exercício. Foi realizado um ensaio clínico controlado, randomizado, cego e crossover, composto por 14 pacientes com DPOC, 6 hiperinsufladores severos (HS) e 8 não hiperinsufladores (NH). Os pacientes foram divididos em dois grupos: Alongamento (GA) e Controle (GC). Foi avaliada a mobilidade diafragmática através da ultrassonografia, bem como o padrão ventilatório e os volumes da parede torácica através da pletismografia optoeletrônica antes da intervenção (GA ou GC) e após exercício de carga constante em bicicleta ergométrica. Os resultados mostraram aumentos no volume corrente abdominal ($p < 0,001$), mobilidade diafragmática ($p = 0,030$), além de maiores valores de saturação periférica de oxigênio ($p = 0,024$) no GA em relação ao GC nos pacientes com HS; e redução da frequência respiratória ($p = 0,023$), aumento do volume inspiratório final ($p = 0,004$) e menor sensação de fadiga de membros inferiores ($p = 0,043$) no GA em relação ao GC nos pacientes NH. A sessão de alongamentos não foi capaz de aumentar a tolerância ao exercício. Concluímos que o alongamento dos músculos da caixa torácica pode trazer benefícios agudos para os pacientes com DPOC, principalmente naqueles que apresentam hiperinsuflação dinâmica severa.

Palavras-chave: Exercícios de Alongamento Muscular. Tolerância ao Exercício. Ultrassom. Pletismografia Optoeletrônica.

ABSTRACT

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is commonly associated with the development of lung hyperinflation, which puts the respiratory muscles at a mechanical disadvantage, thus contributing to dyspnea and reduced exercise tolerance. Stretching the muscles of the rib cage comes up with an alternative therapy to restore function of the respiratory muscles and improve functional capacity. The objective of this study was to evaluate the acute effects of a stretching program of the muscles of the rib cage on diaphragmatic mobility and kinematics thoracoabdominal of COPD patients who develop or not severe dynamic hyperinflation during exercise. We conducted a controlled, randomized, blind and crossover clinical trial, consisting of 14 patients with COPD, 6 severe hyperinflators (SH) and 8 not hyperinflators (NH). Patients were divided into two groups: Stretching (SG) and control (CG). Diaphragmatic mobility was evaluated by ultrasound and the respiratory pattern and chest wall's volume by optoelectronic plethysmography before the intervention (SG or CG) and after a constant load exercise on bike. The results showed increases in abdominal tidal volume ($p < 0.001$), diaphragmatic mobility ($p = 0.030$), as well as higher peripheral oxygen saturation values ($p = 0.024$) in SG compared to CG in patients with SH; and reduced respiratory rate ($p = 0.023$) increase in end-inspiratory volume ($p = 0.004$) and less sense of fatigue of the lower limbs ($p = 0.043$) in SG than the CG in NH patients. The stretching session was not able to increase exercise tolerance. We conclude that the stretching of the muscles of the rib cage can bring benefits for acute COPD patients, particularly those with severe dynamic hyperinflation.

Keywords: Muscle Stretching Exercises. Exercise Tolerance, Ultrasound. Optoelectronic Plethysmography.

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) está comumente associada ao desenvolvimento de hiperinsuflação pulmonar, o que coloca os músculos respiratórios em desvantagem mecânica e reduz sua capacidade de gerar pressões inspiratórias.¹⁻³ Essa disfunção da musculatura respiratória contribui para hipercapnia, dispneia e redução da tolerância ao exercício, sintomas normalmente encontrados nesses pacientes.^{4,5}

Essa redução da tolerância aos exercícios ocorre em geral nas doenças respiratórias que apresentam simultaneamente alterações das vias aéreas e das propriedades elásticas dos pulmões, como na DPOC. Esses indivíduos geralmente evoluem com aumento do trabalho respiratório, maior uso dos músculos do tórax e pescoço, e/ou assincronias entre os movimentos da caixa torácica e do abdômen.⁶⁻⁸

Somado a essas modificações, o aprisionamento de ar e a resistência aumentada das vias aéreas tem efeitos diretos também sobre o músculo diafragmático. A mobilidade diafragmática pode-se apresentar reduzida, consequentemente contribuindo para a diminuição da capacidade física e ventilatória, assim como a dispneia aos esforços e a hipercapnia.⁹⁻¹¹

As terapias manuais são frequentemente utilizadas na prática clínica como uma abordagem terapêutica adjuvante no tratamento de pacientes com doenças respiratórias crônicas. No entanto, devido à diversidade das técnicas e da baixa confiabilidade e reprodutibilidade desses estudos, ainda não há evidências que suportem ou refutem o seu uso para melhorar a função pulmonar de pacientes com DPOC.¹² Dentre essas terapias, o alongamento dos músculos da caixa torácica tem sido aplicado com o objetivo de recuperar a função dos músculos respiratórios, aumentar a mobilidade torácica, diminuir o trabalho respiratório e melhorar a capacidade funcional em pacientes com DPOC.¹³⁻¹⁸

Os recursos utilizados para investigar os efeitos dessa terapêutica sobre a mecânica respiratória desses pacientes são diversos, dentre eles a espirometria e a

ventilometria juntamente com a avaliação da expansibilidade torácica e da força muscular respiratória.^{13,14} Entretanto não foram identificados na literatura atual os efeitos agudos dessa técnica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal durante o exercício, nem a sua relação com os que desenvolvem ou não hiperinsuflação dinâmica.

Tendo em vista que o desenvolvimento de hiperinsuflação dinâmica severa pode levar a respostas mecânicas variadas do sistema respiratório, exercendo assim forte influência sobre a efetividade ou não dessa intervenção, faz-se necessário a separação entre os pacientes que hiperinsuflam daqueles que não hiperinsuflam. Sendo assim, a hipótese do nosso estudo é de que o alongamento dos músculos da caixa torácica traz benefícios agudos para os pacientes com DPOC aumentando os volumes pulmonares, proporcionando um maior deslocamento diafragmático e melhorando a capacidade de exercício. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos agudos de um programa de alongamentos da musculatura da caixa torácica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC que desenvolvem ou não hiperinsuflação dinâmica severa durante o exercício.

MÉTODOS

Desenho do Estudo

Trata-se de um ensaio clínico do tipo *crossover*, randomizado, duplo cego e com sigilo de alocação. Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de outubro de 2014 a março de 2015.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, conforme a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CAAE: 24611113.0.0000.5208) e registrada no banco de ensaios clínicos (*Clinicaltrials.gov*) com o número NCT 02383277.

Participantes

Foram incluídos quatorze indivíduos com diagnóstico clínico-funcional de DPOC, determinados de acordo com os critérios do Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD 2015), com idade entre 50 - 80 anos, ausência de comorbidades que não permitissem a realização de esforço, funcionamento cognitivo preservado, sedentários e clinicamente estáveis durante o período do estudo. Foram excluídos do estudo os pacientes que apresentaram: deficiência cognitiva, auditiva ou visual; alterações do aparelho neuro-musculo-esquelético que comprometa ou impeça a avaliação; obesos e os que não foram capazes de alcançar pelo menos três estágios do teste incremental.

O tamanho da amostra foi calculado a partir de software específico para estudo *crossover* desenvolvido pelo Centro de Pesquisas Clínicas do Hospital Geral de Massachusetts (<http://www.massgeneral.org>), com os primeiros 10 pacientes avaliados utilizando como variável principal o desfecho clínico tempo de endurance. Foi considerado um erro alfa de 0,05 com distribuição bilateral e um poder de 0,90 com a diferença mínima detectável de 196,6, sendo necessário um n de 12 participantes para entrar no estudo.

Os pacientes foram triados na comunidade e em hospitais de referência da região metropolitana de Recife-PE no tratamento de doenças pulmonares. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos e medidas de desfechos

Os pacientes foram inicialmente submetidos a avaliação clínica composta por antropometria, espirometria e manovacuometria. No mesmo dia, realizaram o teste incremental em bicicleta ergométrica para definição da carga máxima de trabalho. A seguir os indivíduos foram randomizados quanto ao início da intervenção em dois grupos: alongamento e controle.

A randomização dos participantes foi realizada por investigador não envolvido com o recrutamento e/ou a intervenção através de uma sequência aleatória gerada em blocos pelo site www.randomization.com. A sequência de intervenção ao qual o

mesmo paciente foi submetido foi armazenada em envelopes seriados opacos e numerados, assegurando o sigilo de alocação. O pesquisador responsável pela avaliação era cego em relação aos grupos alocados:

Grupo Alongamento (GA) - Este grupo foi submetido a uma sessão de alongamentos visando à flexibilidade da caixa torácica e posteriormente a um teste de exercício com carga constante até o limite da tolerância em bicicleta ergométrica.

Grupo Controle (GC) - Este grupo realizou o teste de exercício com carga constante até o limite da tolerância em bicicleta ergométrica após um período de repouso sob as mesmas condições ambientais e de tempo do grupo experimental. Durante esse período o terapeuta posicionou as mãos como no grupo experimental, mas não realizou o estiramento muscular (efeito *sham*).

Em ambos os grupos os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal e lateral e estimulados a realizarem expirações prolongadas com lábios semicerrados (freno labial). O primeiro dia de intervenção composto pelo protocolo de alongamentos ou controle e o exercício de carga constante foi realizado em um período mínimo de 48h após o teste incremental. Após a definição da sequência de alocação da intervenção (iniciar com alongamento ou controle) os pacientes eram avaliados quanto à mobilidade diafragmática, antes da intervenção e imediatamente após o exercício; e os dados de padrão ventilatório e cinemática toracoabdominal registrados antes da intervenção e durante o exercício. Após um período de *wash out* de no mínimo 48h os pacientes eram novamente avaliados e realizavam o teste de exercício após a segunda intervenção alocada.

Os desfechos primários foram a tolerância ao exercício através do tempo de endurance, a mobilidade diafragmática, o padrão ventilatório e os volumes pulmonares da caixa torácica; e os secundários foram as variáveis clínicas como frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO₂), sensação de dispneia e de fadiga de membros inferiores durante o teste de exercício.

Composição corporal

A altura dos pacientes foi avaliada através de estadiômetro e as medidas de composição corporal foram realizadas através de bioimpedância elétrica (*BIA, modelo InBodyR20, Korea*). O exame foi realizado com o paciente na posição ortostática. Foram coletados o índice de massa corporal (IMC), a massa gorda (MG), o percentual de massa gorda (MG%), a massa magra (MM), o percentual de massa magra (MM%).

Prova de função pulmonar

A prova de função pulmonar foi obtida através de um espirômetro portátil do tipo pneumotacógrafo de fluxo com incentivador de manobra (*Microloop® MK8, Micro Medical, England*) que registrou o melhor valor da capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a relação VEF₁/CVF após 3 medidas aceitáveis em valores absolutos e percentuais do previsto, de acordo com o esperado para a população brasileira¹⁹. A classificação do nível de obstrução foi assim considerada: obstrução leve (VEF₁ ≥ 80%), moderada (50% ≤ VEF₁ < 80%), severa (30% ≤ VEF₁ < 50%) e muito severa (VEF₁ ≤ 30%) seguindo os critérios do GOLD (2015)²⁰.

Força muscular respiratória

A força muscular respiratória, mensurada através das pressões respiratórias máximas em manovacuômetro (*modelo MD-300, Globalmed, Brasil*), foi verificada entre os músculos inspiratórios e expiratórios e para cada foram realizadas três manobras. A pressão inspiratória máxima (Pimáx) foi mensurada a partir da capacidade residual funcional (CRF) e a pressão expiratória máxima (Pemáx) partindo-se da capacidade inspiratória máxima para em seguida executar a fase expiratória.^{21,22}

Mobilização diafragmática

Para a avaliação ultrassonográfica da mobilidade do diafragma (MD) foi utilizado o ultrassom de alta resolução modelo SonoaceR3 (*Samsung Medison – Coréia do Sul*), com um transdutor convexo de 3,5 MHz posicionado na região

subcostal direita, em incidência perpendicular ao eixo craniocaudal. Os pacientes foram avaliados antes da intervenção e após o exercício com carga constante. O protocolo utilizado foi sugerido por Testa *et al.* (2011). Os voluntários receberam o comando verbal para realizar manobras de capacidade inspiratória (CI), onde a medição de cada curva, distância essa registrada em milímetros, referente ao deslocamento da lâmina diafragmática, foi realizada imediatamente após a obtenção das imagens. As manobras foram repetidas até a obtenção de 5 imagens satisfatórias. Foi utilizada a maior medida entre os 3 maiores valores apresentados, sem que estes difiram em mais de 10 % do seu valor, um dos outros.

Cinemática toracoabdominal

Para avaliação do padrão ventilatório, obtenção dos volumes pulmonares e da contribuição dos compartimentos foi utilizado o Pletismógrafo Óptico-eletrônico (POE) (*BTS Bioengineering®, Italy*). Os pacientes foram avaliados antes da intervenção e durante o exercício. O protocolo seguiu as recomendações de Cala *et al.* (1996). Através do software *OEP Tracker®* foi construído o modelo da caixa torácica subdividida nos compartimentos caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen e calculado o volume. Após cálculo do volume, no programa *DIAMOV®* foram mensurados o volume corrente (VC); a contribuição de cada compartimento para o volume corrente, como volume da caixa torácica pulmonar (V_{ctp}), volume da caixa torácica abdominal (V_{cta}) e volume abdominal (V_{ab}); os volumes finais inspiratórios (VIF), expiratórios (VEF) e divisões compartimentais: caixa torácica pulmonar (VIF_{ctp} e VEF_{ctp}), caixa torácica abdominal (VIF_{cta} e VEF_{cta}) e abdome (VIF_{ab} e VEF_{ab}); o tempo total de ciclo (Tot), os tempos inspiratórios (T_i) e expiratórios (T_e); além da frequência respiratória (FR) e o volume minuto (VM) dos pacientes. A hiperinsuflação dinâmica foi avaliada através do aumento do VEF^8 , foram considerados hiperinsufladores severos (HS) os pacientes que apresentaram um aumento do VEF acima de 300mL.

Protocolo experimental

O protocolo de alongamento foi adaptado a partir de CUNHA et al., (2005).¹⁸ Os alongamentos foram realizados com os pacientes posicionados em decúbito dorsal, com joelhos fletidos, reposicionamento da cintura escapular (rebaixamento) e adução das escápulas e braços, com o objetivo de prevenir compensações posturais. Os indivíduos foram devidamente esclarecidos a realizar expirações lentas e com os lábios semicerrados (freio labial), a fim de promover um padrão desinsuflativo.

Os alongamentos ocorreram durante toda a fase expiratória, levando o músculo ao comprimento máximo, com exceção apenas do alongamento dos intercostais, no qual o estiramento foi realizado no momento da inspiração e acompanhamento das costelas durante a expiração.^{25,26} Foram realizadas duas séries de dez incursões consecutivas para cada músculo, com intervalo de cinco segundos entre cada série. Os alongamentos foram desenvolvidos da seguinte forma:

- Trapézio superior: paciente posicionado, o terapeuta apoiou uma mão na região occipital, realizando a flexão da cabeça para o lado oposto ao que será alongado, e, com a outra mão, desloca o ombro no sentido craniocaudal;
- Esternocleidomastóideo: paciente posicionado, o terapeuta realizou a flexão com rotação lateral da cabeça para o lado oposto ao que será alongado. Promoveu o alongamento com uma das mãos na região occipital e a outra na região superior do tórax, deslocando-a no sentido craniocaudal;
- Escaleno: paciente posicionado, o terapeuta apoiou uma mão na região occipital e a outra na região superior do tórax, promovendo o deslocamento dos dois pontos de apoio, sendo o primeiro no sentido superior e o segundo no sentido inferior;
- Peitoral maior: paciente posicionado, com o braço a ser alongado abduzido, o antebraço fletido e a mão na região occipital, o terapeuta apoiou uma mão no terço superior do braço e a outra na região lateral do tórax superior, deslocando-a no sentido craniocaudal, seguindo a orientação das fibras musculares.
- Intercostais: paciente posicionado em decúbito lateral sobre um rolo de espuma em formato de meia lua em região infra-axilar, os antebraços flexionados e as

mãos apoiadas na região occipital, o terapeuta realizou com as duas mãos a mobilização das costelas nos sentidos craniocaudal.²⁶

Testes de esforço

O teste de exercício cardiopulmonar foi realizado em bicicleta ergométrica. Todos os indivíduos foram inicialmente familiarizados com o teste ergométrico. No primeiro dia os pacientes realizaram o teste incremental com uma carga inicial de 10 watts, que foi progressivamente aumentada em 5-10 watts a cada minuto até a exaustão para determinação da carga máxima de trabalho. Nos dias seguintes, os pacientes que foram submetidos ao alongamento/controle realizaram um teste de exercício com carga constante (70% da carga máxima de trabalho) até o limite da tolerância em bicicleta ergométrica (tempo de endurance), que foi precedido por um minuto sem carga.^{27,28}

Os dados de padrão ventilatório e cinemática toracoabdominal foram registrados durante todo o exercício de carga constante. Os seguintes parâmetros também foram mensurados durante o experimento: pressão arterial (PA), saturação periférica de oxigênio (SpO₂), frequência cardíaca (FC) e sensação de dispneia (Borg D) e de fadiga de membros inferiores (Borg MMII) pela Escala de Borg modificada²⁹. Foram utilizados para análise dessas variáveis os valores iniciais; os do *isotime*, que corresponde ao intervalo de tempo igual para todos os pacientes (5º minuto) e os valores finais.

Análise estatística

Os resultados das características iniciais da amostra e análise estatística dos dados foram apresentados em média e desvio padrão. Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados. O teste T para amostras independentes e o teste Mann-Whitney foram utilizados para comparar as características de base dos HS e dos não hiperinsufladores (NH). Para avaliar o tempo de endurance entre o grupo alongamento e o controle foi utilizado o teste T pareado. Para as variáveis com distribuição normal foi utilizada a análise de variância (ANOVA) Two way para medidas repetidas com post-hoc pelo método de

Holm-Sidak com o objetivo de investigar os efeitos no tempo (antes e depois do exercício) e entre as intervenções (alongamento e controle) dentro de cada grupo (HS e NH). Nas variáveis não paramétricas foi utilizado o teste de Friedman com post-hoc de Tukey com o mesmo objetivo. A análise foi conduzida pelo programa SigmaPlot 12.0 sendo estabelecido um nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram avaliados inicialmente 28 pacientes com DPOC, destes, 8 não se enquadraram nos critérios de inclusão e 5 não quiseram participar do estudo. Dessa forma 14 voluntários com idade de $64,93 \pm 6,46$ anos concluíram as avaliações. A figura 1 mostra o fluxograma de seleção e captação dos sujeitos. Dentre esses pacientes 71,43% eram do sexo masculino, 28,57% estavam no estadiamento II, 57,14% no III e 14,29% no IV de acordo com o GOLD (2015).

A tabela 01 mostra as características dos pacientes de acordo com a presença ou não de HS. Dos 14 pacientes avaliados, 6 apresentaram HS. A comparação entre os grupos mostrou que os que desenvolvem hiperinsuflação dinâmica severa apresentavam menor força muscular inspiratória ($p=0,005$) e alcançaram menor carga máxima de trabalho ($p=0,028$) em relação ao NH (tabela 01).

Padrão ventilatório e cinemática toracoabdominal

As comparações entre grupos das variáveis de padrão ventilatório, volumes e distribuição tricompartimental estão descritas na tabela 02. As comparações entre o grupo alongamento e controle das variáveis de volumes expiratórios finais e inspiratórios finais estão expressas nas figuras 02 e 03, respectivamente.

Em relação às variações de volumes e distribuição nos compartimentos, os HS apresentaram aumento da VM ($p < 0,001$), Vctp ($p=0,044$), Vab ($p < 0,001$), VEF ($p < 0,001$), VIF ($p < 0,001$), VIFcta ($p < 0,001$) e VIFab ($p=0,001$) durante o exercício nos dois grupos. O grupo alongamento apresentou também aumentos no VC ($p=0,002$) e VEFab ($p=0,006$) enquanto o controle aumentou o VIFctp ($p=0,004$). Na análise entre grupos, foi observada maior elevação do Vab no grupo alongamento em relação ao

controle ($p < 0,001$) durante o exercício, o que contribuiu para o aumento do VC apenas no grupo alongado.

Dentre os NH, houve redução do Tot ($p = 0,002$) e do Te ($p < 0,001$) e aumento das variáveis FR ($p = 0,004$), VM ($p < 0,001$), Vab ($p < 0,001$) e VC ($p < 0,001$) durante o exercício. O grupo alongado apresentou também aumento do VIF ($p = 0,005$) enquanto o grupo controle foi observado redução no Ti ($p = 0,012$) e aumento do VEF ($p = 0,034$) e VEFct ($p = 0,032$). Em relação às diferenças entre os grupos, o alongamento levou a redução da FR ($p = 0,023$) e ao aumento do VIF ($p = 0,004$) durante o exercício em relação ao controle.

Mobilidade Diafragmática

Conforme exposto na figura 04, imediatamente após o exercício foi encontrado aumento na MD do grupo alongamento em relação ao controle ($p = 0,030$) apenas no grupo dos HS. Não houve diferenças entre os valores iniciais e finais nesse grupo ($p = 0,354$).

Tolerância ao exercício

As variáveis clínicas avaliadas durante o teste de carga constante como FC, Borg D e Borg MMII aumentaram em *isotime* e no final do exercício em relação ao basal nos dois grupos (figura 05). Nos NH o grupo que realizou o alongamento apresentou menores valores de Borg MMII em relação ao controle no *isotime* ($p = 0,023$) e no final do exercício ($p = 0,043$). A redução da SpO_2 foi significativa apenas no grupo controle dos HS em comparação com o grupo alongamento ($p = 0,024$). Independente do desenvolvimento ou não da hiperinsuflação, o TE não diferiu entre os grupos. No grupo dos HS, o TE foi de $430,83 \pm 154,12$ segundos no GA versus $565,33 \pm 261,75$ no GC ($p = 0,095$); no grupo dos NH, o TE foi de $562,00 \pm 227,80$ segundos no GA versus $562,75 \pm 23,65$ segundos no GC ($p = 0,993$).

DISCUSSÃO

Nossos resultados sugerem que uma sessão de alongamentos dos músculos da caixa torácica é capaz de aumentar a mobilidade diafragmática, prevenir a redução

da saturação periférica de oxigênio e elevar o volume corrente abdominal dos pacientes com DPOC que hiperinsuflam durante o exercício. Nos pacientes que não hiperinsuflam o alongamento atuou na redução da frequência respiratória, no aumento do volume inspiratório final e na menor sensação de fadiga dos membros inferiores. Entretanto os efeitos agudos do alongamento não foram capazes de aumentar a tolerância ao exercício desses pacientes.

Dentro do nosso conhecimento, esse estudo foi o primeiro a avaliar os efeitos agudos do alongamento dos músculos da caixa torácica sobre o desempenho no exercício, a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal de pacientes com DPOC. Os critérios de qualidade metodológica como randomização, cegamento do avaliador, grupo controle, efeito *sham* e sigilo de alocação foram realizados com o objetivo de minimizar os vieses envolvidos. O protocolo de alongamento foi descrito e realizado sempre pelo mesmo terapeuta, o mesmo avaliador realizava as intervenções antes e depois do exercício e não houve perdas durante as avaliações.

Durante o exercício, 42,8% dos pacientes apresentaram hiperinsuflação dinâmica severa e como consequência maior fraqueza muscular inspiratória e menor capacidade de exercício. Essas repercussões já foram descritas na literatura.^{27,30} Em estudo recente Zhao *et al.* (2015)³¹ avaliaram o desempenho no exercício de pacientes com DPOC e embora tenham utilizado uma metodologia diferente, caracterizando como hiperinsufladores dinâmicos severos aqueles que apresentassem volume expiratório final máximo/ capacidade pulmonar total $\geq 75\%$, seus resultados foram semelhantes, ratificando a heterogeneidade dessas duas condições e o impacto da hiperinsuflação na redução da capacidade máxima de exercício dos pacientes com DPOC.

Estudos em pacientes com DPOC utilizando a pletismografia optoeletrônica mostraram que durante o exercício o volume da parede torácica foi continuamente regulado com o objetivo de adiar o incremento até altos volumes pulmonares.²⁷ Enquanto alguns pacientes exibem hiperinsuflação dinâmica durante o exercício outros evitam a hiperinsuflação contraindo fortemente os músculos abdominais.^{8,32,33} Esses achados apresentam relação casual com o recrutamento dos músculos

abdominais e consequente aumento do trabalho respiratório e/ou redução do retorno venoso.^{34,35}

No nosso estudo, os HS e os NH apresentaram padrões de comportamento distintos durante o exercício o que repercutiu em respostas variadas em relação à intervenção aplicada. Nos HS, o VEF e o VIF aumentaram consideravelmente tanto no grupo alongado quanto no controle, apresentando também incremento do Vab e da Vctp. Esses achados assemelham-se ao encontrado por outros estudos utilizando pletismografia optoeletrônica.^{8,36} Não foi evidenciada redução da hiperinsuflação após a intervenção.

Em relação ao volume corrente, apenas o grupo alongamento aumentou essa variável em relação ao basal, uma vez que o incremento do volume abdominal foi significativamente maior nesse grupo do que no controle. O estudo de Cunha *et al.* (2005)¹³ analisou, além da atividade elétrica muscular, a mecânica respiratória de pacientes com DPOC após um programa de alongamento muscular composto por 16 sessões e também observou um aumento no VC no grupo alongado comparando início e término do tratamento, porém, por utilizar a ventilometria como instrumento não foi possível saber quais compartimentos contribuíram para esse aumento.

Somado a esse incremento no Vab, os HS apresentaram maior MD após a sessão de alongamentos. O estudo de Aliverti *et al.* (2003)³⁷, realizado com indivíduos saudáveis, conclui que deslocamentos da zona de aposição do diafragma podem ser estimados pelos deslocamentos do Vab, tanto no repouso quanto no exercício, independentemente da presença de limitação ao fluxo expiratório. Dessa forma, a mobilidade do diafragma está intimamente relacionada com as variações do Vab, o que pode explicar o aumento concomitante dessa e da MD.

A principal causa da redução da MD dos pacientes com DPOC é o encurtamento da zona de aposição e sua relação com a obstrução das vias aéreas e a hiperinsuflação pulmonar.^{9,11} Essa condição está associada a redução das capacidades físicas e ventilatórias, ao aumento da dispneia aos esforços e ao maior risco de mortalidade comparados aqueles sem disfunção diafragmática.^{10,38} Dessa forma, o aumento da MD no grupo que realizou o alongamento beneficiou os pacientes

com HS, inclusive repercutindo em variáveis clínicas como a prevenção da hipoxemia, uma vez que a redução da SpO₂ ocorreu apenas no grupo controle durante o exercício.

A redução da SpO₂ ocorre principalmente em pacientes mais graves devido à desigualdade da relação ventilação/perfusão, ao aumento da extração periférica de oxigênio e à hiperinsuflação dinâmica que contribuem para a hipoventilação alveolar e consequente hipoxemia de esforço³⁹. A dessaturação de esforço tem sido considerada um preditor independente de declínio da função pulmonar rápida em pacientes com DPOC de moderado a muito grave, repercutindo inclusive na taxa de mortalidade⁴⁰.

Nos NH houve aumento no VC e Vab nos dois grupos, sem repercussões sobre a mobilidade diafragmática e a SpO₂. Nesses pacientes o alongamento levou a menor FR e ao aumento do VIF. Em relação ao basal o grupo controle reduziu o VEF através do VEF_{ctf} e não elevou a VIF. Esses resultados diferiram do encontrado por Aliverti *et al.* (2004)⁸, na qual os não hiperinsufladores também não elevaram a VIF através da redução do VEF, porém esses achados foram acompanhados por diminuição do VEF_{ab} que ocorre quando há uso ativo da musculatura abdominal.

O estudo de Vogiatzis *et al.* (2005)³⁶, cujo objetivo foi investigar os padrões de hiperinsuflação dinâmica durante o exercício e recuperação de pacientes com DPOC, encontrou resultados semelhantes ao nosso, porém classificou os pacientes como os que hiperinsuflavam logo no início do exercício e os hiperinsufladores tardios. Dentre os tardios, houve o aumento do VIF, porém com menor contribuição do VEF. Segundo o autor, isso ocorre devido à diferença na gravidade dos pacientes, sendo a sua amostra composta de pacientes em estadiamento severo com o aumento no grau de obstrução acompanhado por menor recrutamento abdominal e maior hiperinsuflação dinâmica.

Existem discrepâncias em relação aos efeitos deletérios do recrutamento da musculatura do abdome durante o exercício nesses pacientes, enquanto alguns estudos relacionam ao aumento do trabalho respiratório³⁴, Takara *et al.* (2012)²⁷ destacaram os efeitos positivos da redução do VEF em reduzir o VIF. No presente

estudo não houve indicações de uso ativo dos músculos abdominais, entretanto apenas o grupo que foi alongado apresentou aumentos na VIF.

Em relação a fadiga de membros inferiores, como a carga máxima atingida foi maior em relação aos HS, a carga para o teste de carga constante foi mais elevada o que levou a variações na sensação de fadiga de membros inferiores entre o grupo alongamento e o controle. Como os NH mantiveram os níveis de SpO₂ estáveis durante todo o exercício nos dois grupos, não houve hipoxemia que justificasse maior fadiga no grupo controle. Por se tratar de uma avaliação subjetiva, seria necessário instrumento mais acurado que permitisse a mensuração da entrega de oxigênio para o músculo quadríceps para melhor esclarecer essa questão.

Em relação a tolerância ao exercício, não houve diferenças entre os grupos tanto nos pacientes com HS quanto nos NH. Diferindo dos nossos resultados, alguns artigos^{15,16} apresentaram melhora da performance no exercício. Esses estudos avaliaram a capacidade funcional através da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos. O protocolo de teste de exercício com carga constante utilizado no nosso estudo é considerado mais sensível que o teste incremental e o teste de caminhada de seis minutos na avaliação de uma resposta terapêutica em pacientes com DPOC.²⁸ Além disso, os estudos citados anteriormente avaliaram os efeitos crônicos dos alongamentos antes e depois, sem grupo controle.

O presente estudo apresentou algumas limitações. A divisão dos grupos de acordo com o comportamento no exercício foi importante, embora tenha tornado a amostra reduzida, especialmente entre os HS. Em relação ao grupo de NH, foi observado comportamento heterogêneo quanto ao VEF, por incluir pacientes que reduziram, mantiveram ou o elevaram ligeiramente.

CONCLUSÃO

Nosso estudo mostrou que uma sessão de alongamento dos músculos da caixa torácica pode trazer benefícios agudos aos pacientes com DPOC especialmente naqueles que apresentam hiperinsuflação dinâmica severa durante o exercício. Nesses pacientes a técnica aumentou o volume corrente abdominal, a mobilidade

diafragmática e preveniu a hipoxemia. Nos pacientes que não hiperinsuflam severamente os alongamentos levaram a redução da frequência respiratória e ao aumento do volume inspiratório final com menor sensação de fadiga de membros inferiores. No entanto, uma sessão de alongamentos não foi capaz de aumentar a tolerância ao exercício desses pacientes.

REFERÊNCIAS

- 1 Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; **168**: 10–48.
- 2 Tudorache V, Oancea C, Mădănescu OF. Clinical relevance of maximal inspiratory pressure: determination in COPD exacerbation. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2010; **5**: 119–23.
- 3 Rossi A, Aisanov ZR, Avdeev S, Di Maria G, Donner CF, Izquierdo JL *et al.* Mechanisms, assessment and therapeutic implications of lung hyperinflation in COPD. *Respir Med* 2015; : 1–18.
- 4 Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J *et al.* American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; **173**: 1390–413.
- 5 McKenzie DK, Butler JE, Gandevia SC. Respiratory muscle function and activation in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol* 2009; **107**: 621–9.
- 6 Martinez FJ, Couser JI, Celli BR. Factors influencing ventilatory muscle recruitment in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1990; **142**: 276–82.
- 7 Langer D, Hendriks E, Burtin C, Probst V, van der Schans C, Paterson W *et al.* A clinical practice guideline for physiotherapists treating patients with chronic obstructive pulmonary disease based on a systematic review of available evidence. *Clin Rehabil* 2009; **23**: 445–62.
- 8 Aliverti A, Stevenson N, Dellacà RL, Mauro a Lo, Pedotti a, Calverley PM a. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2004; **59**: 210–216.
- 9 Yamaguti WP, Paulin E, Shibao S, Chammas MC, Salge JM, Ribeiro M *et al.* Air trapping: The major factor limiting diaphragm mobility in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Respirology* 2008; **13**: 138–144.
- 10 Paulin E, Yamaguti WPS, Chammas MC, Shibao S, Stelmach R, Cukier a *et al.*

Influence of diaphragmatic mobility on exercise tolerance and dyspnea in patients with COPD. *Respir Med* 2007; **101**: 2113–2118.

- 11 Kang HW, Kim TO, Lee BR, Yu JY, Chi SY, Ban HJ *et al.* Influence of Diaphragmatic Mobility on Hypercapnia in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Korean Med Sci* 2011; **26**: 1209–1213.
- 12 Heneghan NR, Adab P, Balanos GM, Jordan RE. Manual therapy for chronic obstructive airways disease: a systematic review of current evidence. *Man Ther* 2012; **17**: 507–18.
- 13 Cunha APN, Marinho PEM, Silva TNS, França EÉT, Amorim C, Filho VCG *et al.* Efeito do Alongamento sobre a Atividade dos Músculos Inspiratórios na DPOC. *Saúde em Rev* 2005; **7**: 13–19.
- 14 Putt MT, Watson M, Seale H, Paratz JD. Muscle stretching technique increases vital capacity and range of motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; **89**: 1103–1107.
- 15 Minoguchi H, Shibuya M, Miyagawa T, Kokubu F, Yamada M, Tanaka H *et al.* Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. *Intern Med* 2002; **41**: 805–12.
- 16 Yamada M, Kakizaki F, Sibuya M, Nakayama H, Tsuzura Y, Tanaka K *et al.* Clinical effects of four weeks of respiratory muscle stretch gymnastics in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi* 1996; **34**: 646–52.
- 17 Leelarungrayub D, Pothongsunun P, Yankai A, Pratanaphon S. Acute clinical benefits of chest wall-stretching exercise on expired tidal volume, dyspnea and chest expansion in a patient with chronic obstructive pulmonary disease: a single case study. *J Bodyw Mov Ther* 2009; **13**: 338–343.
- 18 Sá RB, Campos SL, Pessoa MF, Cavalcanti AG, Reinaux C, Aliverti A *et al.* Chest wall muscles stretching promotes changes in electromiographic activity and volume variation of thoracoabdominal wall in COPD elderly. In: American Thoracic Society International Conference. *Am J Respir Crit Care Med* 2013; **187**: p. A1794.
- 19 Pereira CADC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol* 2007; **33**: 397–406.
- 20 GOLD. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2015. 2015; : 1–97.
- 21 Souza RB de. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol* 2002; **28**: 155–165.

- 22 ATS. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; **166**: 518–624.
- 23 Testa A, Soldati G, Giannuzzi R, Berardi S, Portale G, Gentiloni Silveri N. Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound Med Biol* 2011; **37**: 44–52.
- 24 Cala SJ, Kenyon CM, Ferrigno G, Carnevali P, Aliverti A, Pedotti A *et al.* Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. *J Appl Physiol* 1996; **81**: 2680–9.
- 25 Postiaux G. La kinésithérapie respiratoire du poumon profond. Les techniques inspiratoires lentes pour l'épuration des voies aériennes périphériques. *Rev Mal Respir* 2000; **17**: 315–318.
- 26 Vibbek P. Chest mobilization and respiratory function. *Respir Care* 1986; **6**: 103–119.
- 27 Takara LS, Cunha TM, Barbosa P, Rodrigues MK, Oliveira MF, Nery LE *et al.* Dynamics of chest wall volume regulation during constant work rate exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Brazilian J Med Biol Res* 2012; **45**: 1276–1283.
- 28 Borel B, Provencher S, Saey D, Maltais F. Responsiveness of Various Exercise-Testing Protocols to Therapeutic Interventions in COPD. *Pulm Med* 2013; **2013**: 410748.
- 29 Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Heal* 1990; **16**: 55–58.
- 30 Tzani P, Aiello M, Elia D, Boracchia L, Marangio E, Olivieri D *et al.* Dynamic hyperinflation is associated with a poor cardiovascular response to exercise in COPD patients. *Respir Res* 2011; **12**: 150.
- 31 Zhao L, Bu X, Wang C. Effects of Dynamic Hyperinflation on Exercise Capacity and Quality of Life in Stable COPD Patients. *Clin Respir J* 2015. doi:10.1111/crj.12260.
- 32 Vogiatzis I, Stratakis G, Athanasopoulos D, Georgiadou O, Golemati S, Koutsoukou A *et al.* Chest wall volume regulation during exercise in COPD patients with GOLD stages II to IV. *Eur Respir J* 2008; **32**: 42–52.
- 33 Louvaris Z, Zakynthinos S, Aliverti A, Habazettl H, Vasilopoulou M, Andrianopoulos V *et al.* Heliox increases quadriceps muscle oxygen delivery during exercise in COPD patients with and without dynamic hyperinflation. *J Appl Physiol* 2012; **113**: 1012–23.

- 34 Aliverti A. Lung and chest wall mechanics during exercise: effects of expiratory flow limitation. *Respir Physiol Neurobiol* 2008; **163**: 90–9.
- 35 Calverley PM a, Koulouris NG. Flow limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology. *Eur Respir J* 2005; **25**: 186–99.
- 36 Vogiatzis I, Aliverti A, Golemati S, Georgiadou O, Lomauro A, Kosmas E *et al*. Respiratory kinematics by optoelectronic plethysmography during exercise in men and women. *Eur J Appl Physiol* 2005; **93**: 581–7.
- 37 Aliverti a, Ghidoli G, Dellaca R. Chest wall kinematic determinants of diaphragm length by optoelectronic plethysmography and ultrasonography. *J Appl ...* 2003; **94**: 621–630.
- 38 Yamaguti WPS, Paulin E, Salge JM, Chammas MC, Cukier A, Carvalho CRF. Diaphragmatic dysfunction and mortality in patients with COPD. *J Bras Pneumol* 2009; **35**: 1174–1181.
- 39 Kent BD, Mitchell PD, McNicholas WT. Hypoxemia in patients with COPD: cause, effects, and disease progression. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2011; **6**: 199–208.
- 40 Kim C, Park YB, Park SY, Park S, Kim CH, Park SM *et al*. COPD patients with exertional desaturation are at a higher risk of rapid decline in lung function. *Yonsei Med J* 2014; **55**: 732–738.

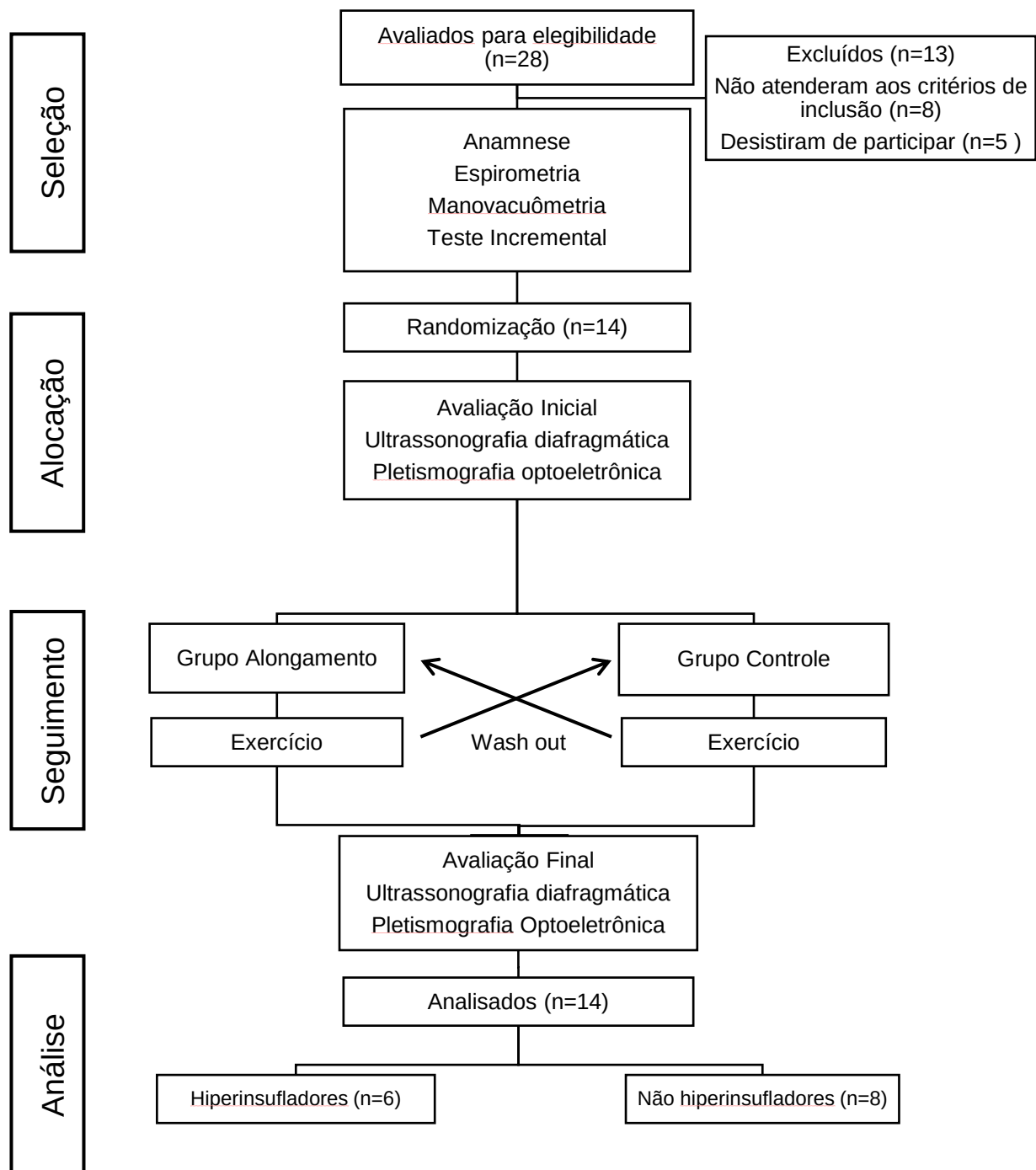


Figura 01. Fluxograma de seleção e alocação dos sujeitos.

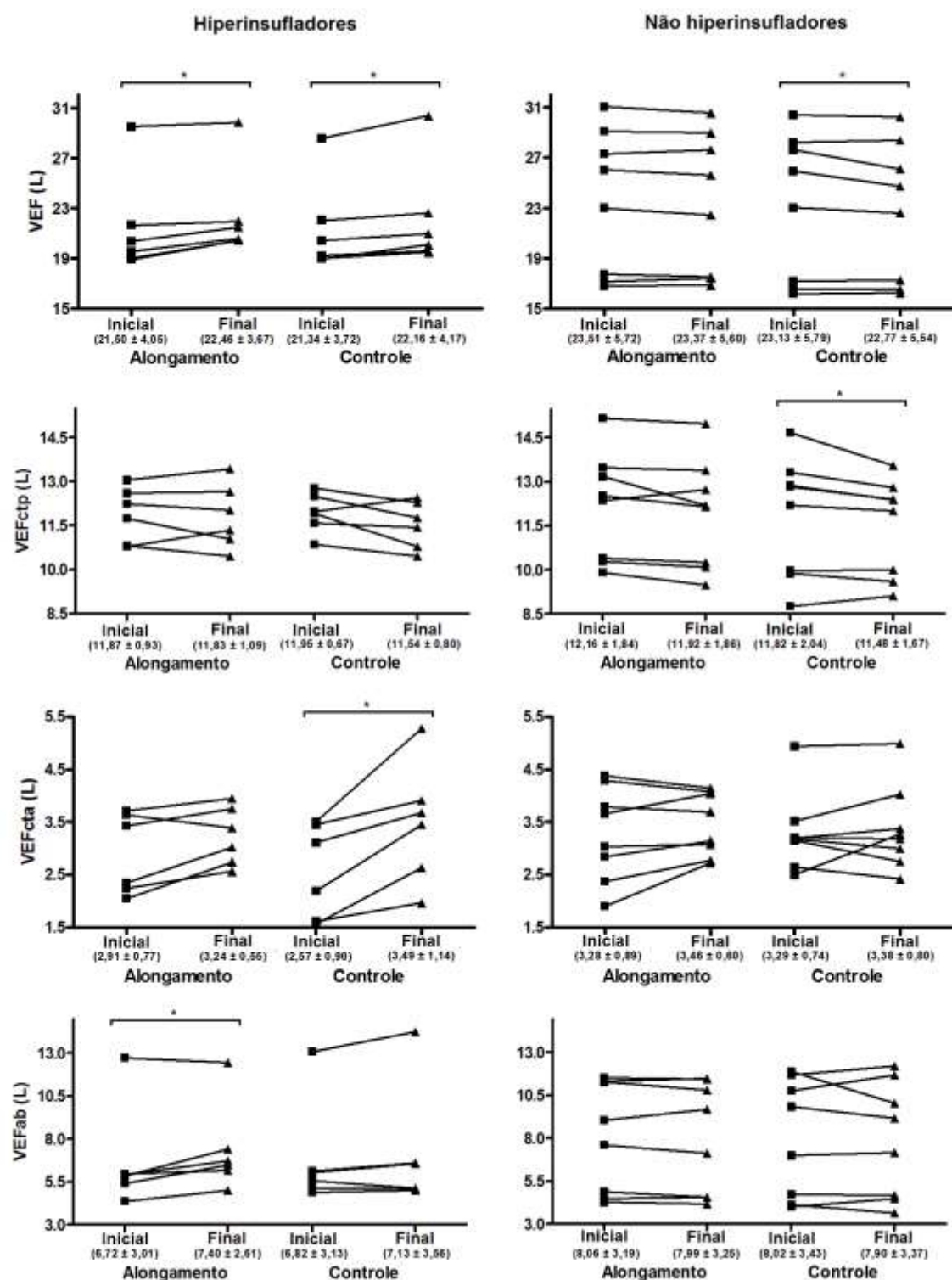


Figura 02. Comparação das variáveis de volumes expiratórios finais (VEF) entre os grupos alongamento e controle no início e no final do exercício. *p<0,05 em relação ao basal; valores em média e desvio padrão.

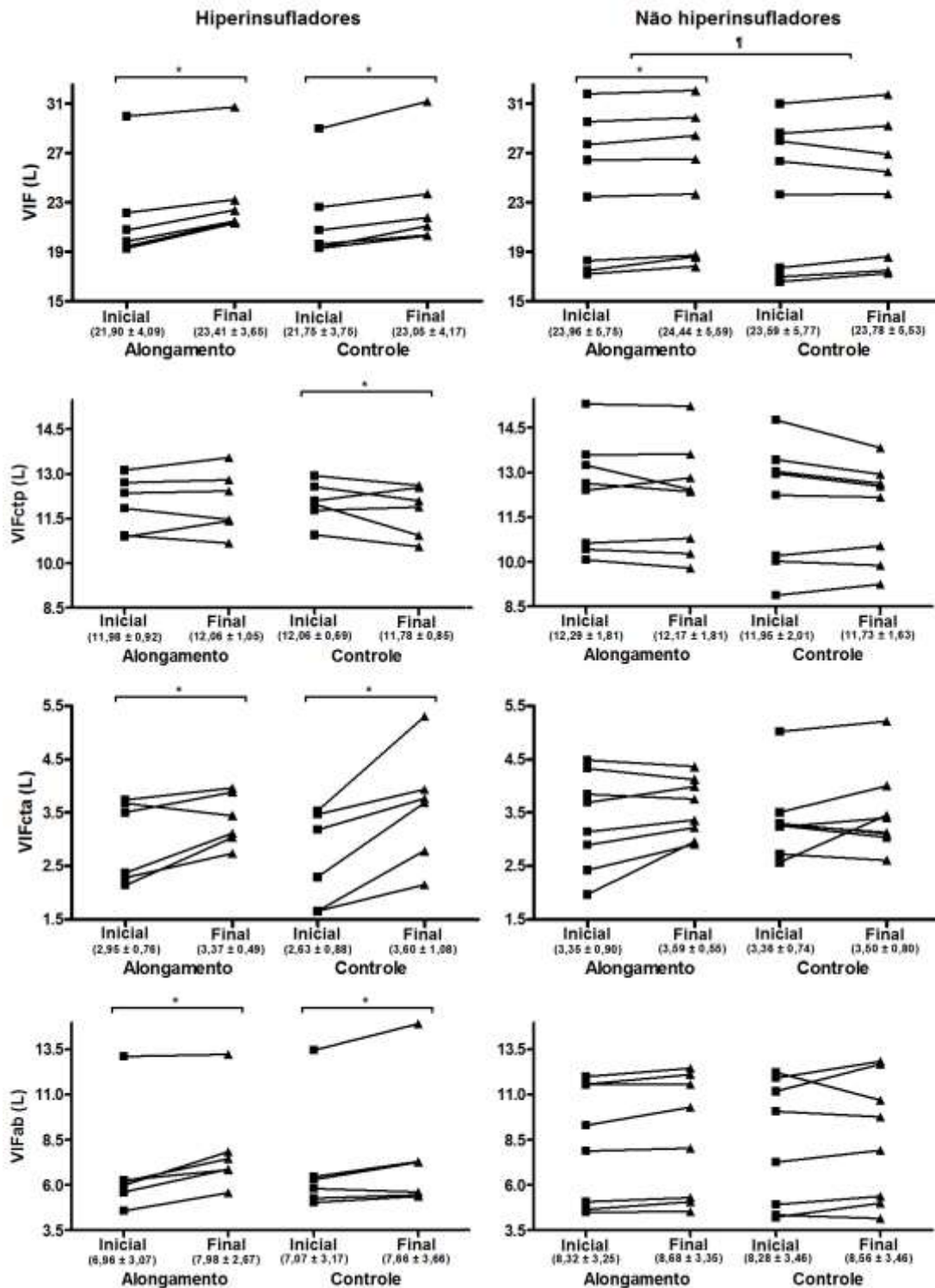


Figura 03. Comparação das variáveis dos volumes inspiratórios finais (VIF) entre os grupos alongamento e controle no início e no final do exercício. * $p < 0,05$ em relação ao basal; † $p < 0,05$ em relação ao controle no final do exercício; valores em média e desvio padrão.

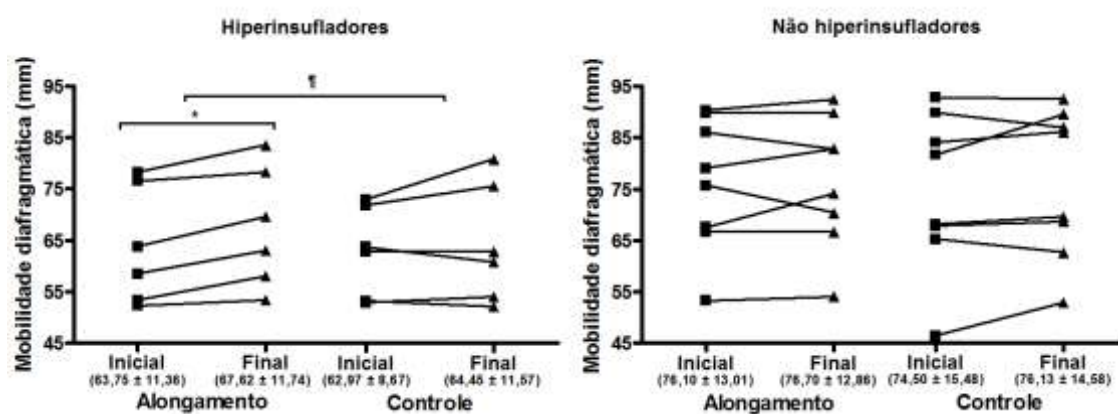


Figura 04. Comparação da mobilidade diafragmática entre os grupos alongamento e controle no início e no final do exercício. Nenhuma diferença foi encontrada nos NH. * $p < 0,05$ em relação ao basal; † $p < 0,05$ em relação ao controle no final do exercício; valores em média e desvio padrão.

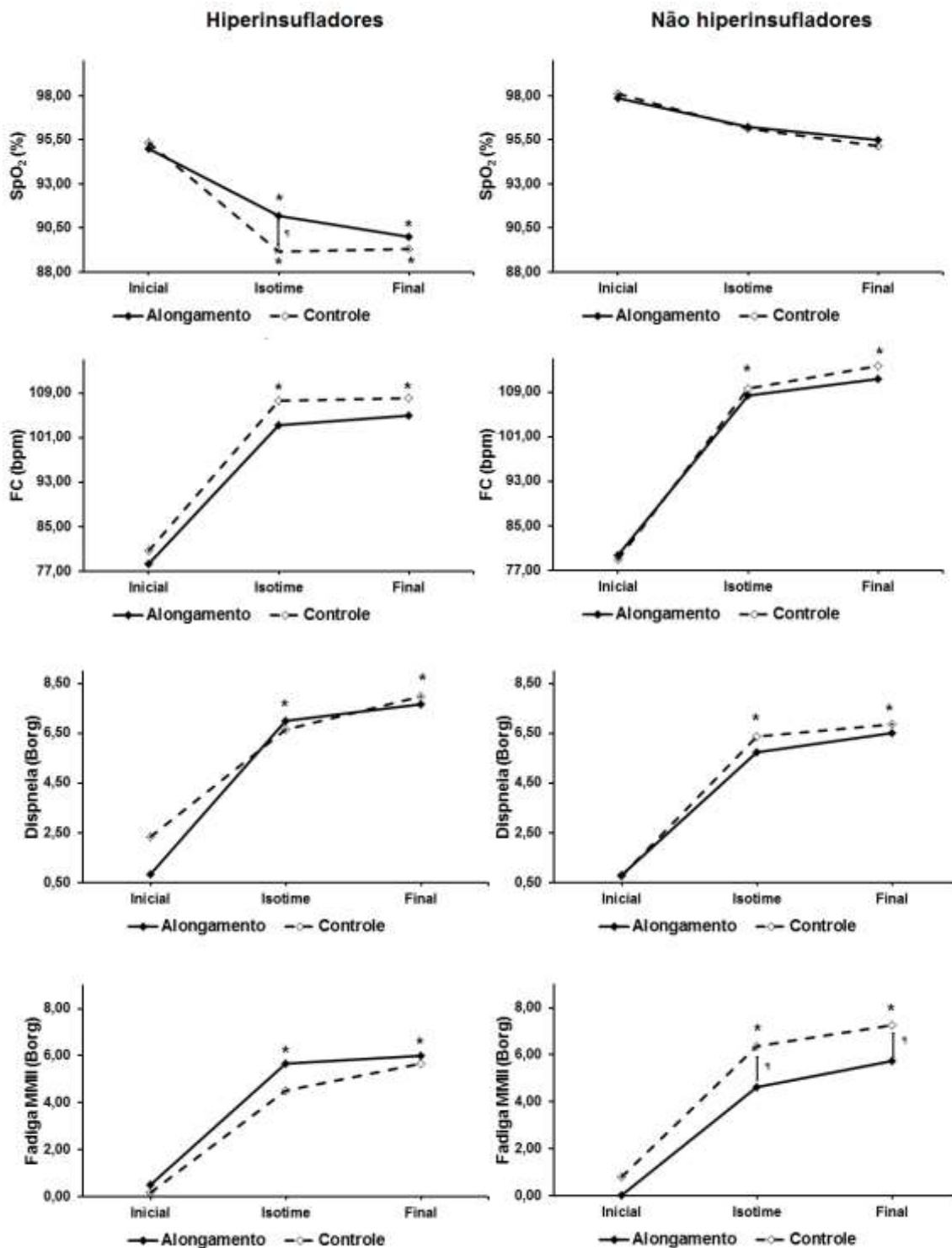


Figura 05. Comparação de saturação periférica de oxigênio, frequência cardíaca, sensação de dispneia e sensação de fadiga de membros inferiores entre o grupo alongamento e controle antes, em isotime e ao final do exercício com carga constante. * $p < 0,05$ em relação ao basal; † $p < 0,05$ em relação ao controle.

Tabela 01. Características dos pacientes com DPOC que participaram do estudo de acordo com a presença/ausência de hiperinsuflação dinâmica severa.

	Não Hiperinsufladores (n=8)	Hiperinsufladores (n=6)	
Variáveis	MD ± DP	MD ± DP	P
Idade (anos)	65 ± 7,5	64,83 ± 5,46	NS
Sexo (M/F)	7/1	3/3	
Anos de fumo	37,63 ± 8,57	39,33 ± 7,58	NS
Cigarros/dia	28,38 ± 17,44	30,83 ± 16,86	NS
Função Pulmonar			
VEF ₁ (%)	42,63 ± 9,77	37,17 ± 11,96	NS
CVF (%)	62,88 ± 15,46	62,17 ± 13,47	NS
VEF ₁ /CVF	54 ± 8,32	47,83 ± 11,62	NS
Pressões respiratórias			
Pimax (cmH ₂ O)	81 ± 22,51	44 ± 15,72	0,005
Pemax (cmH ₂ O)	91 ± 34,52	81 ± 23,17	NS
Composição corporal			
IMC	23,60 ± 3,98	24,98 ± 3,00	NS
MM%	38,99 ± 5,44	33,37 ± 6,27	NS
Wmáx	51,88 ± 6,51	39,17 ± 12,42	0,028

VEF₁, volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF, capacidade vital forçada; Pimax, pressão inspiratória máxima; Pemax, pressão expiratória máxima; IMC, índice de massa corporal; MM, massa magra; Wmáx, carga máxima de trabalho obtida no teste incremental.

Tabela 02. Comparação das variáveis do padrão ventilatório e cinemática toracoabdominal entre os grupos alongamento e controle no início e final do exercício
 *p<0,05 em relação ao basal; ¶p<0,05 em relação ao controle no final do exercício.

Variáveis	NÃO HIPERINSUFLADORES (n=8)				HIPERINSUFLADORES (n=6)			
	ALONGAMENTO		CONTROLE		ALONGAMENTO		CONTROLE	
	Inicial MD ± DP	Final MD ± DP	Inicial MD ± DP	Final MD ± DP	Inicial MD ± DP	Final MD ± DP	Inicial MD ± DP	Final MD ± DP
Ttot (s)	3,39 ± 0,70	2,64 ± 0,56*	3,31 ± 0,50	2,48 ± 0,53*	2,56 ± 0,45	2,30 ± 0,34	2,74 ± 0,59	2,27 ± 0,71
Ti (s)	1,30 ± 0,31	1,19 ± 0,27	1,28 ± 0,27	1,12 ± 0,24*	1,01 ± 0,17	0,96 ± 0,19	1,08 ± 0,25	0,95 ± 0,31
Te (s)	2,09 ± 0,56	1,46 ± 0,33*	2,02 ± 0,31	1,36 ± 0,34*	1,56 ± 0,35	1,33 ± 0,23	1,66 ± 0,37	1,32 ± 0,45
FR (ipm)	18,53 ± 3,67	23,85 ± 5,00*¶	18,88 ± 3,08	25,25 ± 5,01*	24,65 ± 5,18	27,01 ± 4,07	23,79 ± 7,54	29,04 ± 9,27
VM (L/min)	8,11 ± 1,56	24,95 ± 5,28*	8,33 ± 1,58	24,57 ± 3,62*	9,58 ± 2,14	25,51 ± 4,74*	9,31 ± 2,46	25,09 ± 6,94*
VC (L)	0,45 ± 0,12	1,07 ± 0,23*	0,46 ± 0,10	1,01 ± 0,27*	0,40 ± 0,07	0,95 ± 0,14*	0,41 ± 0,09	0,89 ± 0,13
VCctp (L)	0,13 ± 0,05	0,25 ± 0,13	0,13 ± 0,07	0,24 ± 0,14	0,11 ± 0,02	0,24 ± 0,15*	0,11 ± 0,04	0,24 ± 0,15*
VCcta (L)	0,06 ± 0,03	0,13 ± 0,11	0,07 ± 0,04	0,12 ± 0,12	0,05 ± 0,03	0,13 ± 0,10	0,06 ± 0,03	0,12 ± 0,09
VCab (L)	0,26 ± 0,09	0,69 ± 0,20*	0,26 ± 0,06	0,65 ± 0,16*	0,24 ± 0,07	0,59 ± 0,15*¶	0,25 ± 0,09	0,53 ± 0,17*

MD, média; DP, desvio padrão; Tot, tempo total do ciclo; Ti, tempo inspiratório; Te, tempo expiratório; FR, frequência respiratória; VM, ventilação minuto; VC, volume corrente; Vctp, volume corrente da caixa torácica pulmonar; Vcta, volume corrente da caixa torácica abdominal

5.2. ARTIGO 02 – REVISÃO SISTEMÁTICA

TÍTULO:

Is the whole body vibration able to improve the functional capacity of patients with COPD? – a meta-analysis.

Será submetido ao:

Respiratory Care

Qualis: A2 na área 21 da CAPES

Fator de Impacto: 1.84

ABSTRACT

Question: Is the whole body vibration able to improve the functional capacity of patients with COPD? **Design:** Systematic review with meta-analysis of randomised trials. **Participants:** The use of whole body vibration (WBV) has been proposed as a promising mode of exercise for patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). **Intervention:** Original articles that compared the training with WBV x control were selected, whose main outcomes included functional capacity. Biases risks were classified based on the Cochrane Collaboration tool, the meta-analysis was conducted by RevMan 5.3 program and the level of evidence was evaluated using the GRADE system. **Outcome measures:** Primary outcome functional capacity, secondary outcomes were considered: quality of life, performance in activities of daily living, muscle strength of lower limbs and possible adverse effects clinically assessed or by patient reports. **Results:** It included four articles involving 185 patients for analysis, all showed improvement in distance walked in six-minute walk test in the group with the WBV compared to the control (57.85 m; 95% CI: 16.33-99.33). Regarding the secondary endpoints just one article reported improved quality of life and activities of daily living. The only selected article that evaluated muscle strength found no difference among the groups. The quality of evidence for the functional capacity outcome was considered moderate. **Conclusion:** The WBV seems to benefit COPD patients by improving their functional capacity and without producing adverse effects, the quality of evidence is moderate, but the degree of recommendation is strong.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease; exercise therapy; meta-analysis; vibration/therapeutic use

INTRODUCTION

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is among the leading causes of chronic morbidity and mortality, representing a major challenge to global public health. Although preventable and treatable, continuous exposure to risk factors such as smoking, environmental pollution and/or occupational and the increase in life expectancy of population underlie the rising prevalence of COPD globally.¹⁻³ Characterized by persistent airflow limitation, this disease is enhanced by a major chronic inflammation.⁴

COPD is associated with various local and systemic complications, the high frequency of exacerbations and multiple comorbidities that accompany the disease contribute to the severity of these patients. In this context, the extra pulmonary aspects of COPD are increasingly recognized as important contributors to morbidity and mortality. As the skeletal muscle dysfunction of particular interest, since it directly influences exercise performance.⁵⁻⁷

Recently the whole body vibration (WBV) has gained popularity in the rehabilitation of several populations.⁸⁻¹¹ The whole body vibration is a form of physical activity during which an individual is on a platform that generates vertical sinusoidal vibrations. The oscillations are transmitted to the body and stimulate muscle spindles to produce muscle contractions, with physiological responses similar to other modes of physical activity such as aerobic conditioning and strength training.^{12,13} Based on the assumption that an increase in muscle strength and performance are considered the main effects of whole body vibration,¹⁴ this may be a promising mode of exercise in patients with COPD.¹⁵⁻²²

However, a recent systematic review on the topic²³ showed no conclusive data on the effectiveness of WBV at improving exercise capacity in these patients. In the review presented by these authors, one can observe the absence of important aspects for a review of this nature,

such as linguistic restriction and analysis of biases risks of the selected studies and the lack of summarizing the results and quantitative analysis through meta-analysis, compromising thus the interpretation of the data.

Thus, this systematic review and meta-analysis aimed to evaluate the quality of evidence from the literature on the effects of whole body vibration on the functional capacity of patients with COPD.

The research questions:

Is the whole body vibration able to improve the functional capacity of patients with COPD?

METHOD

Identification and selection of studies:

Two independent reviewers selected by electronic search, articles of PUBMED/MEDLINE, LILACS, CINAHL, WEB OF SCIENCE, SCOPUS and COCHRANE LIBRARY databases during the period from February to March 2015. For surveying the following descriptors were used: “*Chronic Obstructive Pulmonary Disease*”; “*Vibration/therapeutic use*”; “*Exercise tolerance*”; “*Dyspnea*”; “*Quality of life*”; “*Activities of daily living*” e “*Muscle strength*”. The terms and their combinations were used in the search for each database field, being used the refining tools when these were available, such as in the bases PUBMED/MEDLINE (Mesh) and LILACS (Decs). A Systematic Review was recorded in PROSPERO (<http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO>) under the CRD 42015027659 number. The lists of references of each article selected were examined to identify other potentially relevant studies. Studies were considered for inclusion if they met the criteria presented in Box 1.

Assessment of characteristics of studies:

Inclusion criteria were original articles such as randomized clinical trial without language restriction, with planned research to evaluate the effects of whole body vibration training compared to the control in exercise capacity of patients with clinical and functional diagnosis of COPD. They were considered articles whose main outcome included functional capacity tests. Now as secondary outcomes were considered: quality of life, performance in activities of daily living, muscle strength of lower limbs and possible adverse effects clinically assessed or by patient reports. Articles that were excluded presented only acute effects or that compared with other interventions.

The titles and abstracts obtained were screened to weed out irrelevant studies. Original articles were requested and read in detail to assess the eligibility when the summary suggested a relevant study or when the summary was incomplete. To assess the concordance inter evaluator of the selected studies to enter the qualitative assessment we used the Kappa index.

Characteristics of the sample, intervention and measured outcomes

The main aspects of the selected articles were extracted and summarized in tables. These data included the study design, the characteristics of the samples, the characteristics of the intervention and the control group, the measured outcomes and relevant results. Analytical data missing from the primary reports were requested from the authors.

Training characteristics with whole body vibration, when they were described by the respective authors, were also obtained for comparison: type of activity to be performed on the vibration platform, frequency (Hertz), amplitude (mm), cycles (number of series and period of each series), repetitions (number of sessions performed) and cumulative dose (total training time in minutes).

Data analysis

Our study followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses statement.²⁴ All data and statistical analyzes were combined and conducted by RevMan 5.3 program (The Cochrane Collaboration, SoftwareUpdate, Oxford, United

Kingdom). The continuous variable distance covered on the six-minute walk test was expressed in the meta-analysis in mean difference with 95% confidence interval. All measurements were collected through the random effects model. The heterogeneity among the studies was tested by measuring the inconsistency (I^2), the result was expressed in percentage, and inconsistencies of up to 25% are considered low, between 50-75% moderate and over 75% high.²⁵ Data for each group are presented as mean ($\pm$ standard deviation), and set a significance level of $p < 0.05$. The effect size of the treatment was compared to its minimum clinically important difference.

RESULTS

Flow of studies through the review

The systematic search result is summarized in figure 1. From 5,325 articles identified, following the established criteria after the withdrawal of repeated articles and reading the title and abstract, only seven were selected to read the full text and potentially considered for the review, from these, three were excluded because they do not fit in inclusion criteria. The reasons for exclusion of studies were the comparison to another intervention²¹ (one study) and failure to assess the primary endpoint^{17,18} (two studies). The concordance index of articles selected among the evaluators was $k = 0.72$.

Characteristics of included studies:

Authors and year of publication, type of study, sample characteristics, outcomes and main results found are described in Table 1. The training characteristics of whole body vibration are summarized in Table 2.

All included studies showed improved functional capacity in the group with the whole body vibration training compared to the control. One study¹⁶ also showed improvement in the performance of activities of daily living through the test of sit-to-stand from the chair.

Regarding the quality of life one study¹⁶ showed improvement through the Saint George Respiratory Questionnaire (SGRQ) compared with the control group. However other study²⁰ found no difference in the final scores of the questionnaire between the two groups.

The study¹⁵ that compared the training in vibrating platform associated with the pulmonary rehabilitation program (PRP) with only the PRP, showed improvement in all parameters investigated in both groups. The test of sit-to-stand from the chair as well as the quality of life questionnaire (Chronic Respiratory Questionnaire) showed no improvement at the end of the program.

Regarding the muscle strength of the lower limbs, only one study¹⁹ investigated this outcome found no differences between groups with WBV and control.

Quality

The risk of bias of the selected articles were classified based on the Cochrane collaboration tool through the RevMan 5.3 program. Two authors subjectively reviewed all the studies and assigned a value of “high”, “low” or “unclear” to the following: selection bias, blinding, attrition bias, reporting bias and other bias. The meta-analysis was conducted using

RevMan 5.3 program. The level of evidence was evaluated using the GRADE system (Grading of recommendations, assessment, development and evaluation) by GRADEpro program. It was considering the following items: study design, risk of bias, inconsistency, indirectness, imprecision and magnitude of treatment effect.

Effect of intervention:

Regarding the methodological quality of the studies, Figures 2 and 3 respectively show the chart and summary of each risk of bias for each selected study. As the type of intervention does not allow the masking of the patient, it was determined that for this domain, the non-blinding is not a source of high risk of bias. For the other biases, the presence or absence of sample calculation and/or small sample size was the main determining factor for their classification.

The quality of evidence by the GRADE system was determined taking into account both the risk of bias, inconsistency and inaccuracy of the results, indirect comparisons and the possibility of publication bias. The quality of evidence for the outcome of the WBV functional capacity, measured by the distance walked in six-minute walk test , was determined as MODERATE (Figure 4).

Meta-analysis

The meta-analysis of the functional capacity outcome through the six-minute walk distance (6MWD) (Figure 5) favored treatment with the vibrating platform compared to the control. The analyzed studies showed a substantial level of heterogeneity.

DISCUSSION

The use of whole body vibration has been adopted in order to improve exercise capacity in patients with COPD, but there is still little evidence regarding their effectiveness. Only four studies compared the effectiveness of using the WBV with a control group in the functional capacity of patients with COPD, all four articles showed an increase in distance parameter covered in the six-minute walk test. The studies found were conducted in Germany(2), Spain and Brazil being the oldest of them published in 2012, which indicates the recent interest in the use of WBV in this specific population.

As for the characteristics of the training, each study has its own protocol, differing with regard to amplitude, frequency, cycles and repetitions. Only one study¹⁶ that did not document the number of repetitions and the cumulative dose due to its development during hospitalization.¹⁴

Functional Capacity

One study¹⁵ investigated the effects of WBV in COPD patients, assessing the effectiveness of this intervention in relation to exercise capacity and observed improvement in walk distance compared to control. Because it is an intervention associated with a pulmonary rehabilitation program the two groups were able to increase the 6MWD above the minimum clinically important difference (MCID) of 35m.²⁶ The PRP consists of an interdisciplinary intervention, including structured physical training and behavioral interventions, and is currently established as a gold standard of care for patients with COPD,²⁷ which explains the effectiveness of treatment in both groups.

The Studies^{16,19,20} showed more significant increase in the distance walked on the treatment effect above the MCID²⁶. The three studies had as a characteristic the control group

without exercise training which may explain this gain. When the intervention was compared with other types of training, such as in the one study²¹ which compared training with whole body vibration with a resistance training, both associated with aerobic training, it obtained improved functional capacity, muscle strength and quality of life in both groups with no differences between them.

Quality of life

The study conducted²⁰ showed a reduction in the total score of the quality of life questionnaire specific for respiratory diseases (Saint George Respiratory Questionnaire - SGRQ) over time in the WBV group, but at the end of the study there was no difference regarding the control group. Other study¹⁵ also showed improvement in the questionnaire for chronic diseases (Chronic Respiratory Questionnaire - CRQ) and did not differ from the control group which carried out the isolated PRP.

According to the meta-analysis²⁸ published the improvement of exercise tolerance is due to neuromuscular adaptations and, above all, the sensation of dyspnea relief in this case after a rehabilitation program, which may indirectly provide a better quality of life. Therefore, dyspnea is the main factor associated with quality of life in patients with COPD.^{28,29}

The WBV consists of a way of physical activity free of dyspnea,¹⁸ allowing you to benefit the most critically ill patients who would not endure an intervention with greater intensity. Although the analyzed studies did not show a reduction of dyspnea during the walk test, one study¹⁶ showed the improvement in functional capacity parameters reflected in the subjective questionnaire of quality of life with improvement for the WBV group compared to the control.

Daily activities

The study¹⁶ showed reduction in the test time to sit-to-stand from the chair indicating an improvement in the performance of daily activities. The clinical trial¹⁷ which compared the effect of six weeks of training in vibrating platform with the sham training in a crossover study corroborates this result. However, it could not be found in other study¹⁵ compared with the control group that carried out the pulmonary rehabilitation program.

Muscle strength

One study¹⁹ showed no improvement in peripheral skeletal muscle strength of flexion and knee extension. The increase in muscle strength of the lower limbs is well documented in the literature as one of the main benefits of using WBV, especially in the elderly population.^{30,31} Although performed with healthy individuals a study¹⁴ concluded that frequencies and higher amplitudes are more effective for improving muscle strength of knee extension.

However, skeletal muscle dysfunction observed in patients with COPD is caused by a complex series of interactions and many systemic and clinical inflammatory factors.^{7,32,33} These changes reflect in varying responses in relation to physical activity which makes it necessary to create its own protocol that meets the needs of this specific population. The conflicting findings may be due to differences in protocols WBV in different studies, especially on the duration, amplitude and frequency.

Adverse effects

No serious adverse events such as injury, cardiac symptoms or increasing respiratory distress were observed according to the protocol of the four studies discussed. Only one the study¹⁹ two patients reported knee pain, which was solved with the administration of an anti-

inflammatory drug and did not require discontinuation of training in vibrating platform. The training was well accepted by patients and has not been reported changes in treatment costs.

Quality of Evidence

Regarding the methodological quality, studies^{16,19} showed no sample calculation featuring the sampling bias, the small sample size combined with the high confidence interval, especially in the first, indicates inaccuracy of the results. In addition to this inaccuracy, other study¹⁹ also presented selection bias. One study¹⁵ besides not having undergone the allocation concealment was the only study that did not make the evaluator blinding, which featured the detection bias.

For the functional capacity outcome, the level of evidence of WBV was considered moderate. Although the risk of bias, inaccuracy and inconsistency has led to a reduction in quality, direct comparison, the non-detection of publication bias and especially the effect size above the minimal clinically significant difference determined a moderate quality of evidence, that is, the true effect seems to be close to the estimate, but there is still a possibility that it can be substantially different.

The criteria for methodological quality and the presence of two independent evaluators, the calculation of the reliability coefficient, a wide search in multiple databases without language or year restriction, and the use of specific tools for the analyzes were carried out in order to minimize the biases involved in this review. However, they were not included in the research database of theses and dissertations, we could not rule out the publication bias. Based on this systematic review and meta-analysis using whole body vibration on training brings benefits to patients with COPD improving their functional capacity and not generating significant adverse effects. Different protocols of intervention, the risks of biases and

heterogeneity make moderate quality of evidence. However, the magnitude of the treatment effect combined to the low risk of undesirable consequences determine a strong degree of recommendation for the use of WBV in COPD patients.

What is already known on this topic: The use of whole body vibration (WBV) has been proposed as a promising mode of exercise for patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD).

What this study adds: The WBV seems to benefit COPD patients by improving their functional capacity and without producing adverse effects

Box 1. Inclusion Criteria

Design

- Randomized clinical trial without language restriction

Population

- Clinical diagnosis (Chronic Obstructive Pulmonary Disease)

Intervention

- Training with WBV

Outcomes

- Main outcome: functional capacity
- Secondary outcome: were considered quality of life, performance in activities of daily living, muscle strength of lower limbs and possible adverse effects clinically assessed or by patient reports.

Comparisons

- Control grup
-

WBV: whole body vibration

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- 1 Lopez a D, Shibuya K, Rao C, Mathers CD, Hansell a L, Held LS, Schmid V, Buist S. Chronic obstructive pulmonary disease: current burden and future projections. *Eur Respir J* 2006; **27**: 397–412.
- 2 Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med* 2006; **3**: e442.
- 3 Salvi SS, Barnes PJ. Chronic obstructive pulmonary disease in non-smokers. *Lancet* 2009; **374**: 733–743.
- 4 Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2015. Available from: <http://www.golcopd.org/>.
- 5 Gan WQ. Association between chronic obstructive pulmonary disease and systemic inflammation: a systematic review and a meta-analysis. *Thorax* 2004; **59**: 574–580.
- 6 Sin DD, Man SFP. Skeletal muscle weakness, reduced exercise tolerance, and COPD: is systemic inflammation the missing link? *Thorax* 2006; **61**: 1–3.
- 7 Donaldson A V, Maddocks M, Martolini D, Polkey MI, Man WD-C. Muscle function in COPD: a complex interplay. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2012; **7**: 523–35.
- 8 Lam FMH, Lau RWK, Chung RCK, Pang MYC. The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas* 2012; **72**: 206–13.
- 9 Sharififar S, Coronado RA, Romero S, Azari H, Thigpen M. The effects of whole body vibration on mobility and balance in Parkinson disease: a systematic review. *Iran J Med Sci* 2014; **39**: 318–26.
- 10 Wysocki A, Butler M, Shamliyan T, Kane RL. Whole-body vibration therapy for osteoporosis: state of the science. *Ann Intern Med* 2011; **155**: 680–6, W206–13.
- 11 Sitjà Rabert M, Rigau Comas D, Fort Vanmeerhaeghe A, Santoyo Medina C, Roqué i Figuls M, Romero-Rodríguez D, Bonfill Cosp X. Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease. *Cochrane database Syst Rev* 2012; **Issue 2**. Art. No.: CD009097. DOI: 10.1002/14651858.CD009097.pub2
- 12 Rønnestad BR. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *J Strength Cond Res* 2004; **18**: 839–45.
- 13 Merkert J, Butz S, Nieczaj R, Steinhagen-Thiessen E, Eckardt R. Combined whole body vibration and balance training using Vibrosphere®: improvement of trunk stability,

- muscle tone, and postural control in stroke patients during early geriatric rehabilitation. *Z Gerontol Geriatr* 2011; **44**: 256–61.
- 14 Petit P-D, Pensini M, Tessaro J, Desnuelle C, Legros P, Colson SS. Optimal whole-body vibration settings for muscle strength and power enhancement in human knee extensors. *J Electromyogr Kinesiol* 2010; **20**: 1186–95.
 - 15 Gloeckl R, Heinzelmann I, Baeuerle S, Damm E, Schwedhelm A-L, Diril M, Buhrow D, Jerrentrup A, Kenn K. Effects of whole body vibration in patients with chronic obstructive pulmonary disease--a randomized controlled trial. *Respir Med* 2012; **106**: 75–83.
 - 16 Greulich T, Nell C, Koepke J, Fechtel J, Franke M, Schmeck B, Haid D, Apelt S, Filipovic S, Kenn K, Janciauskiene S, Vogelmeier C, Koczulla A R. Benefits of whole body vibration training in patients hospitalised for COPD exacerbations - a randomized clinical trial. *BMC Pulm Med* 2014; **14**: 60.
 - 17 Furness T, Joseph C, Naughton G, Welsh L, Lorenzen C. Benefits of whole-body vibration to people with COPD: a community-based efficacy trial. *BMC Pulm Med* 2014; **14**: 38.
 - 18 Furness T, Joseph C, Welsh L, Naughton G, Lorenzen C. Whole-body vibration as a mode of dyspnoea free physical activity: a community-based proof-of-concept trial. *BMC Res Notes* 2013; **6**: 452.
 - 19 Pleguezuelos E, Pérez ME, Guirao L, Samitier B, Costea M, Ortega P, Gonzáles MV, Del Carmen VA, Ovejero L, Moreno E, Miravittles M. Effects of whole body vibration training in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology* 2013; **18**: 1028–34.
 - 20 Braz Júnior D, Dornelas de Andrade A, Teixeira AS, Cavalcanti CA, Morais AB, Marinho PE. Whole-body vibration improves functional capacity and quality of life in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a pilot study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2015; **10**: 125–132.
 - 21 Salhi B, Meerbeeck J van, Joos GF, Derom E. Effects Of Whole Body Vibration In Patients With COPD: A Randomized Study. In: *ATS 2011*. 2011, p 17192.
 - 22 Furness T, Bate N, Welsh L, Naughton G, Lorenzen C. Efficacy of a whole-body vibration intervention to effect exercise tolerance and functional performance of the lower limbs of people with chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Pulm Med* 2012; **12**: 71.
 - 23 Gloeckl R, Heinzelmann I, Kenn K. Whole body vibration training in patients with COPD: A systematic review. *Chron Respir Dis* 2015; : 1–10.
 - 24 Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, John PA. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions explanation and elaboration. *BMJ* 2009; **339**: b2700 doi:10.1136/bmj.b2700.

- 25 Higgins JPT, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ Br Med J* 2003; **327**: 557–560.
- 26 Puhan M a, Mador MJ, Held U, Goldstein R, Guyatt GH, Schünemann HJ. Interpretation of treatment changes in 6-minute walk distance in patients with COPD. *Eur Respir J Off J Eur Soc Clin Respir Physiol* 2008; **32**: 637–43.
- 27 Nici L, ZuWallack RL. Pulmonary rehabilitation: future directions. *Clin Chest Med* 2014; **35**: 439–44.
- 28 Salman GF, Mosier MC, Beasley BW, Calkins DR. Rehabilitation for Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Gen Intern Med* 2003; **18**: 213–221.
- 29 Dourado VZ, Antunes LCDO, Tanni SE, Godoy I. Factors associated with the minimal clinically important difference for health-related quality of life after physical conditioning in patients with COPD. *J Bras Pneumol* 2009; **35**: 846–853.
- 30 Sitjà-Rabert M, Rigau D, Fort Vanmeerghaeghe A, Romero-Rodríguez D, Bonastre Subirana M, Bonfill X. Efficacy of whole body vibration exercise in older people: a systematic review. *Disabil Rehabil* 2012; **34**: 883–93.
- 31 Lau RWK, Liao L-R, Yu F, Teo T, Chung RCK, Pang MYC. The effects of whole body vibration therapy on bone mineral density and leg muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2011; **25**: 975–88.
- 32 Barreiro E, Sieck GC. Muscle Dysfunction in Copd. *J Appl Physiol* 2013; **114**: 1220–1221.
- 33 Gea J, Agusti A, Roca J. Pathophysiology of muscle dysfunction in COPD. *J Appl Physiol* 2013; **114**: 1222–1234.

Table 01. Summary description of the studies.

Variables				
	Gloeckl <i>et al.</i> ; 2012 ¹⁵ .	Pleguezuelos <i>et al.</i> ; 2013 ¹⁹	Greulich <i>et al.</i> ; 2014 ¹⁶ .	Braz Junior <i>et al.</i> ; 2015 ²⁰
Design	Randomized clinical trial	Randomized clinical trial	Randomized clinical trial	Randomized clinical trial crossover
Groups	GE: PRP + WBV GC : PRP	GE: WBV GC : Recommendations	GE: Physiotherapy + WBV GC : Physiotherapy	GE: WBV GC : No physical activity
Sample	72 COPD patients EG (n=36) FEV1(%prev): 39 ± 11 Age: 64 ± 11 years old Gender (M/F): 18/18 GC (n=36) FEV1(%prev): 38 ± 12 Age: 65 ± 7 years old Gender (M/F): 19/17	51 COPD patients EG (n= 26) FEV1(%prev): 37.1 ± 11.9 Age: 68.4 ± 8.9 years old Gender (M/F): 26/0 GC (n=25) FEV1(%prev): 32.0 ± 6.8 Age: 71.3 ± 8.0 years old Gender (M/F): 25/0	40 COPD patients EG (n=20) FEV1(%prev): 32.71 ± 13.18 Age: 66.4 ± 9.93 years old Gender (M/F): 14/6 GC (n = 20) FEV1(%prev): 38.4 ± 17.82 Age: 70.4 ± 10.1 years old Gender (M/F): 12/8	11 COPD patients EG and GC (n=11) FEV1(%prev): 14.63 ± 11.14 Age: 62.9 ± 8.82 Gender (M/F): 8/3
Outcomes	Functional Capacity Performance in daily activities Quality of life	Functional Capacity Performance in daily activities Muscle strength of the lower limbs	Functional Capacity Performance in daily activities Quality of life	Functional Capacity Quality of life
Results	6MWD: ↑EG > ↑GC (p=0.046) Test sit/stand from the chair: ↓EG and ↓GC CRQ: ↑EG and ↑GC	6MWD: EG > GC . (p<0.001) Isokinetic test of flexion and knee extension: ns.	6MWD: EG > GC (p=0.007) Test sit/stand from the chair: EG < GC (p=0.003) SGRQt: EG < GC (p=0.049)	6MWD: EG > GC (p=0.005) SGRQt: ↓EG

EG , experimental group; GC , control group; WBV, Whole Body Vibration; PRP, pulmonary rehabilitation program; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; FEV1, forced expiratory volume in the first second; M, male; F, female; 6MWD, six-minute walk distance; CI, confidence interval; CRQ, Chronic Respiratory Questionnaire; SGRQt, Saint's George Respiratory Questionnaire total.

Table 02. Overview of whole body vibration parameters.

Variables				
	Gloeckl <i>et al.</i> ; 2012.	Pleguezuelos <i>et al.</i> ; 2013	Greulich <i>et al.</i> ; 2014.	Braz Junor <i>et al.</i> ; 2015
Activity	Dynamic squats	Static squat	Static squat	Static squat
Amplitude	6mm	2 mm	1,5-3mm	2-4mm
Frequency	24-26Hz	35Hz	12-26Hz	35Hz
Cycles	3 series of 3 minutes	6 series of 30 seconds	3 series of 2 minutes	Start: 20 series of 30 seconds Progression: 15-20 series of 1 minute.
Repetitions	9 (For 3 weeks)	18 (For 6 weeks)	-	36 (For 12 weeks)
Cumulative dose	81 minutes	54 minutes	-	540 minutes

Mm, millimeters; Hz, hertz;

Figure 01. Search strategy and flow chart for studies included in the meta-analysis.

Figure 02. Risk of bias graph: the authors' judgements on each risk-of-bias item presented as percentages across all included studies.

Figure 03. Risk of bias summary: the authors' judgements on each risk of bias item for each included studies.

Figure 04. GRADE evidence profile of the outcome functional capacity measured by distance covered on the six-minute walk test.

Figure 05. Meta-analysis of randomized controlled trials in evaluating the effects of WBV on distance covered on the six-minute walk test by the random-effects model. Each block represents a study, and the area of each block is proportional to the precision of the mean treatment effect in the said study. The horizontal line represents the 95% CI for the treatment effect in each study. The centre of the diamond is the average treatment effect across studies, whereas the width diamond denotes its 95% CI. CI, confidence interval; RCT, randomized controlled trial; WBV, whole body vibration.

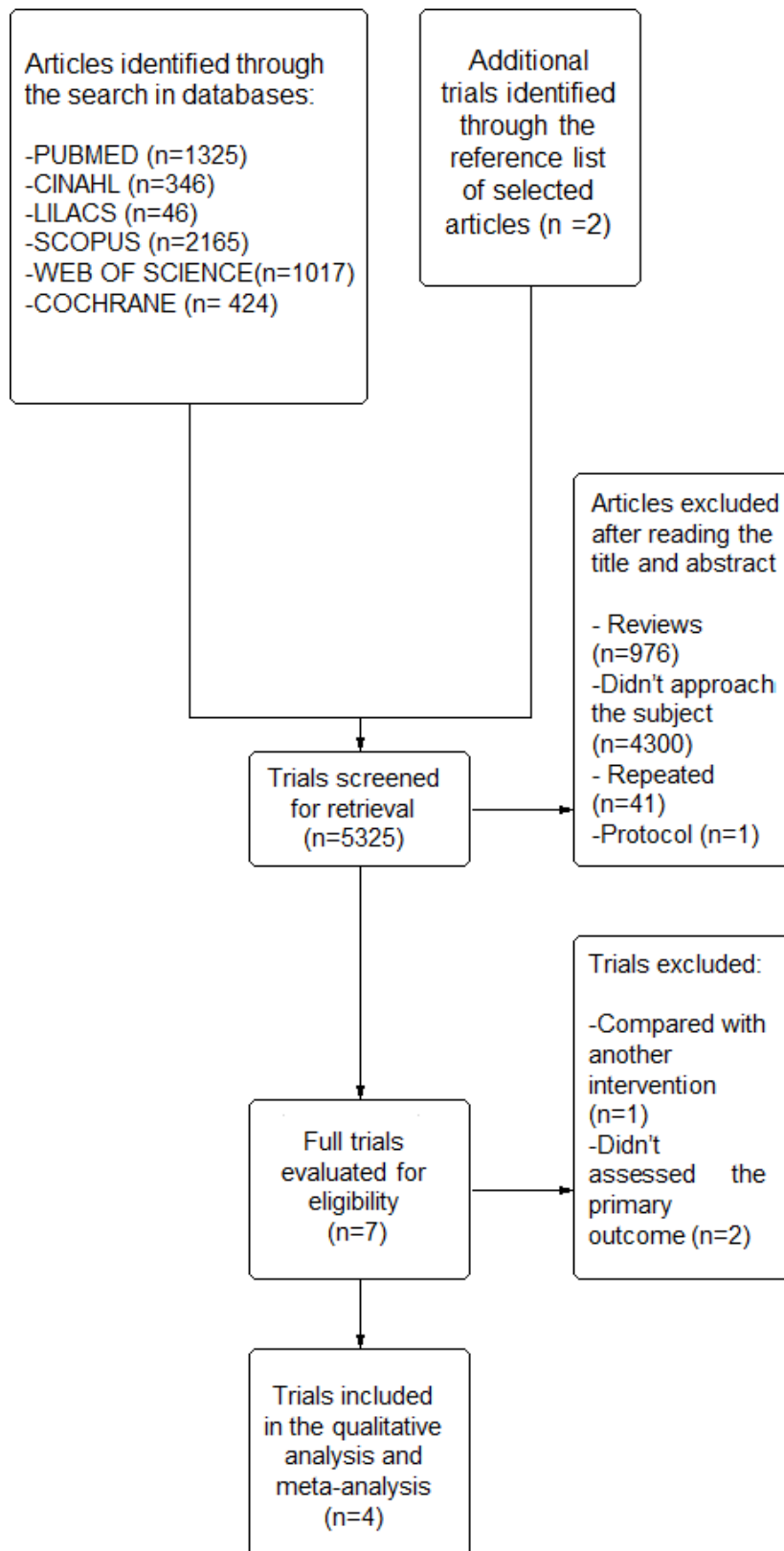


Figure 1.

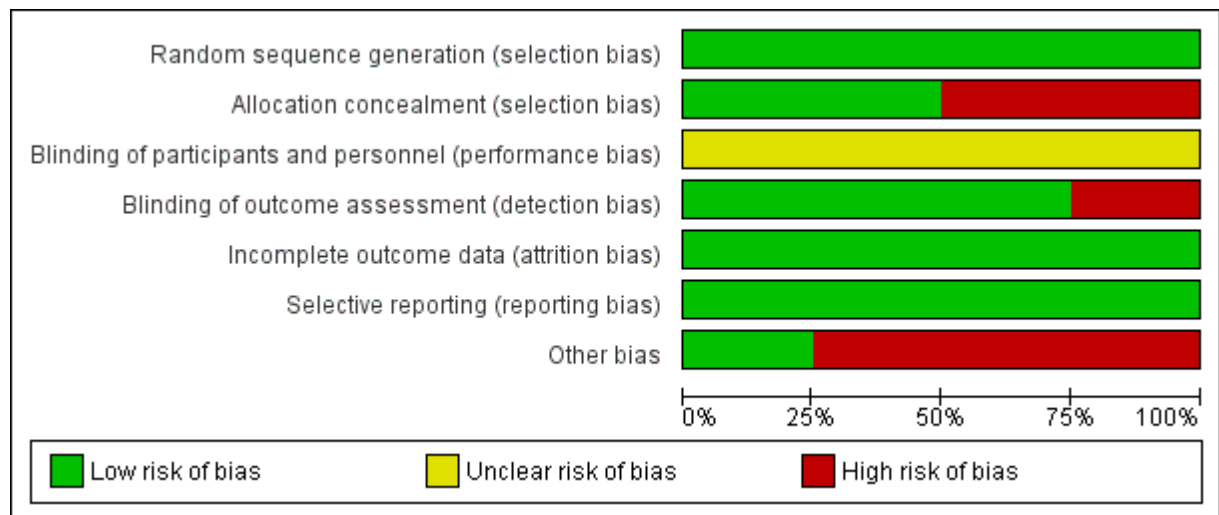


Figure 2.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Braz Junior et al.	+	+	?	+	+	+	-
Gloeckl et al.	+	-	?	-	+	+	+
Greulich et al.	+	+	?	+	+	+	-
Pleguezuelos et al.	+	-	?	+	+	+	-

Figure 3.

Question: Should Whole Body Vibration be used for COPD?

Quality assessment							No of patients		Effect		Quality	Importance
No of studies	Design	Risk of bias	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Other considerations	Whole Body Vibration	Control	Relative (95% CI)	Absolute		
Capacidade Funcional (measured with: Distance on six-minute walk test ; Better indicated by higher values)												
4	randomised trials	serious ¹	serious ²	no serious indirectness	serious ³	very strong association ⁴	93	92	-	MD 57.85 higher (16.36 to 99.33 higher)	95% MODERATE	CRITICAL

¹ Studies without allocation concealment, blinding and /or sample size calculation

² Meta-analysis with overlap in confidence intervals, statistical significance in heterogeneity test and high I^2

³ Studies with high confidence intervals and small sample size

⁴ Magnitude of treatment effect above the minimally significant clinical difference

Figure 4.

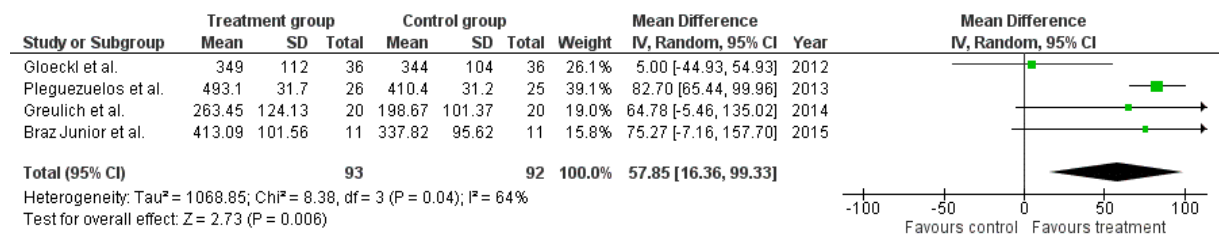


Figure 5.

6. CONCLUSÃO

Nosso estudo mostrou através de um ensaio clínico randomizado que uma sessão de alongamento dos músculos da caixa torácica pode trazer benefícios agudos aos pacientes com DPOC especialmente naqueles que apresentam hiperinsuflação dinâmica severa durante o exercício. Nesses pacientes a técnica aumentou o volume corrente abdominal, a mobilidade diafragmática e preveniu a hipoxemia. Nos pacientes que não hiperinsuflam severamente os alongamentos levaram a redução da frequência respiratória e ao aumento do volume inspiratório final com menor sensação de fadiga de membros inferiores. No entanto, uma sessão de alongamentos não foi capaz de aumentar a tolerância ao exercício desses pacientes.

Baseado em uma revisão sistemática da literatura e metanálise, concluímos também que o uso do treinamento com vibração de corpo inteiro traz benefícios para os pacientes com DPOC melhorando a sua capacidade funcional e não produzindo efeitos adversos importantes. Os diferentes protocolos da intervenção, os riscos de vieses e a heterogeneidade tornam a qualidade da evidência moderada. No entanto, a magnitude do efeito de tratamento somados ao baixo risco de consequências indesejadas determinam um forte grau de recomendação para a utilização da VCI em pacientes com DPOC.

REFERÊNCIAS

- ALIVERTI, A. et al. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 59, n. 3, p. 210–216, 1 mar. 2004.
- ALIVERTI, A. Lung and chest wall mechanics during exercise: effects of expiratory flow limitation. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 163, n. 1-3, p. 90–9, 30 nov. 2008.
- ATS. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 166, n. 4, p. 518–624, 15 ago. 2002.
- BOREL, B. et al. Responsiveness of Various Exercise-Testing Protocols to Therapeutic Interventions in COPD. **Pulmonary medicine**, v. 2013, n. Mid, p. 410748, jan. 2013.
- BORG, G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. **Scandinavian Journal of Work, Environment and Health**, v. 16, n. c, p. 55–58, 1990.
- CALA, S. J. et al. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **Journal of applied physiology**, v. 81, n. 6, p. 2680–9, dez. 1996.
- CALVERLEY, P. M. A; KOULOURIS, N. G. Flow limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology. **The European respiratory journal**, v. 25, n. 1, p. 186–99, jan. 2005.
- CUNHA, A. P. N. et al. Efeito do Alongamento sobre a Atividade dos Músculos Inspiratórios na DPOC. **Saúde em Revista**, v. 7, n. 17, p. 13–19, 2005.
- D'ANNA, C. et al. Cigarette smoke alters cell cycle and induces inflammation in lung fibroblasts. **Life Sciences**, p. 1–9, 2015.
- DECRAMER, M. et al. Systemic effects of COPD. **Respiratory medicine**, v. 99 Suppl B, p. S3–10, dez. 2005.
- DONALDSON, A. V et al. Muscle function in COPD: a complex interplay. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease**, v. 7, p. 523–35, jan. 2012.
- ETLIK, O. et al. Demonstrating the effect of theophylline treatment on diaphragmatic movement in chronic obstructive pulmonary disease patients by MR-fluoroscopy. **European Journal of Radiology**, v. 51, n. 2, p. 150–154, 2004.
- FISCHER, B. M.; VOYNOW, J. A.; GHIO, A. J. COPD: balancing oxidants and antioxidants. **International journal of COPD**, v. 10, p. 261–276, 2015.
- GAN, W. Q. Association between chronic obstructive pulmonary disease and systemic inflammation: a systematic review and a meta-analysis. **Thorax**, v. 59, n. 7, p. 574–580, 1 jul. 2004.

GEA, J.; AGUSTI, A.; ROCA, J. Pathophysiology of muscle dysfunction in COPD. **Journal of applied physiology**, v. 114, p. 1222–1234, 21 mar. 2013.

GOLD. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2015. n. from www.goldcopd.org, p. 1–97, 2015.

GOSSELINK, R. Controlled breathing and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Journal of rehabilitation research and development**, v. 40, n. 5 Suppl 2, p. 25–33, 2003.

HENEGHAN, N. R. et al. Manual therapy for chronic obstructive airways disease: a systematic review of current evidence. **Manual therapy**, v. 17, n. 6, p. 507–18, dez. 2012.

IWASAWA, T. et al. Magnetic resonance analysis of abnormal diaphragmatic motion in patients with emphysema. **European Respiratory Journal**, v. 19, p. 225–231, 2002.

IWASAWA, T. et al. Influence of the distribution of emphysema on diaphragmatic motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Japanese journal of radiology**, v. 29, n. 4, p. 256–264, maio 2011.

KANG, H. W. et al. Influence of Diaphragmatic Mobility on Hypercapnia in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Journal of korean medical science**, v. 26, p. 1209–1213, 2011.

KIM, H. C.; MOFARRAHI, M.; HUSSAIN, S. N. A. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease**, v. 3, n. 4, p. 637–58, jan. 2008.

LAGHI, F.; TOBIN, M. J. Disorders of the respiratory muscles. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 168, n. 1, p. 10–48, 1 jul. 2003.

LANGER, D. et al. A clinical practice guideline for physiotherapists treating patients with chronic obstructive pulmonary disease based on a systematic review of available evidence. **Clinical rehabilitation**, v. 23, n. 5, p. 445–62, maio 2009.

LEELARUNGRAYUB, D. et al. Acute clinical benefits of chest wall-stretching exercise on expired tidal volume, dyspnea and chest expansion in a patient with chronic obstructive pulmonary disease: a single case study. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 13, n. 4, p. 338–343, out. 2009.

LOPEZ, A D. et al. Chronic obstructive pulmonary disease: current burden and future projections. **European Respiratory Journal**, v. 27, n. 2, p. 397–412, fev. 2006.

LOUVARIS, Z. et al. Heliox increases quadriceps muscle oxygen delivery during exercise in COPD patients with and without dynamic hyperinflation. **Journal of applied physiology**, v. 113, n. 7, p. 1012–23, out. 2012.

MARTINEZ, F. J.; COUSER, J. I.; CELLI, B. R. Factors influencing ventilatory muscle recruitment in patients with chronic airflow obstruction. **The American review of respiratory disease**, v. 142, n. 2, p. 276–82, ago. 1990.

MATHERS, C. D.; LONCAR, D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. **PLoS medicine**, v. 3, n. 11, p. e442, nov. 2006.

MCKENZIE, D. K.; BUTLER, J. E.; GANDEVIA, S. C. Respiratory muscle function and activation in chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of applied physiology**, v. 107, n. 2, p. 621–9, ago. 2009.

MINOGUCHI, H. et al. Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. **Internal medicine**, v. 41, n. 10, p. 805–12, out. 2002.

NICI, L. et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 173, n. 12, p. 1390–413, 15 jun. 2006.

Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. **World Health Organization technical report series**, v. 894, p. i–xii, 1–253, jan. 2000.

PAULIN, E. et al. Influence of diaphragmatic mobility on exercise tolerance and dyspnea in patients with COPD. **Respiratory Medicine**, v. 101, n. 10, p. 2113–2118, out. 2007.

PEREIRA, C. A. D. C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **Jornal brasileiro de pneumologia**, v. 33, n. 4, p. 397–406, 2007.

POSTIAUX, G. La kinésithérapie respiratoire du poumon profond. Les techniques inspiratoires lentes pour l'épuration des voies aériennes périphériques. **Revue des Maladies Respiratoires**, v. 17, p. 315–318, 2000.

PROBST, V. S. et al. Cardiopulmonary stress during exercise training in patients with COPD. **The European respiratory journal**, v. 27, n. 6, p. 1110–8, jun. 2006.

PUTT, M. T. et al. Muscle stretching technique increases vital capacity and range of motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 89, n. 6, p. 1103–1107, jun. 2008.

QASEEM, A. et al. Diagnosis and management of stable chronic obstructive pulmonary disease: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. **Annals of Internal Medicine**, v. 155, p. 179–191, 2011.

SÁ, R. B. et al. Chest wall muscles stretching promotes changes in electromiographic activity and volume variation of thoracoabdominal wall in COPD elderly. In: American Thoracic Society International Conference. **American Journal of Respiratory and**

Critical Care Medicine, v. 187, p. p. A1794, 2013.

SALVI, S. S.; BARNES, P. J. Chronic obstructive pulmonary disease in non-smokers. **The Lancet**, v. 374, n. 9691, p. 733–743, 2009.

SCHOLS, A. M. W. J. et al. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. **The American journal of clinical nutrition**, v. 82, n. 1, p. 53–59, 2005.

SHAPIRO, S. D.; INGENITO, E. P. The pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease: advances in the past 100 years. **American journal of respiratory cell and molecular biology**, v. 32, n. 5, p. 367–72, maio 2005.

SIN, D. D.; MAN, S. F. P. Skeletal muscle weakness, reduced exercise tolerance, and COPD: is systemic inflammation the missing link? **Thorax**, v. 61, n. 1, p. 1–3, jan. 2006.

SOUZA, R. B. DE. Pressões respiratórias estáticas máximas. **Jornal de Pneumologia**, v. 28, n. Supl 3, p. 155–165, 2002.

SRIVASTAVA, K. et al. Systematic Review of Humanistic and Economic Burden of Symptomatic Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **PharmacoEconomics**, 7 fev. 2015.

TAKARA, L. S. et al. Dynamics of chest wall volume regulation during constant work rate exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 45, n. 12, p. 1276–1283, 2012.

TESTA, A. et al. Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. **Ultrasound in medicine & biology**, v. 37, n. 1, p. 44–52, jan. 2011.

TKACOVA, R. Systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease: may adipose tissue play a role? Review of the literature and future perspectives. **Mediators of inflammation**, v. 2010, p. 585989, jan. 2010.

TUDORACHE, V.; OANCEA, C.; MLĂDINESCU, O. F. Clinical relevance of maximal inspiratory pressure: determination in COPD exacerbation. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease**, v. 5, p. 119–23, jan. 2010.

TZANI, P. et al. Dynamic hyperinflation is associated with a poor cardiovascular response to exercise in COPD patients. **Respiratory research**, v. 12, n. 1, p. 150, jan. 2011.

VIBBEK, P. Chest mobilization and respiratory function. **Respiratory care**, v. 6, p. 103–119, 1986.

VILARÓ, J. et al. Global muscle dysfunction as a risk factor of readmission to hospital due to COPD exacerbations. **Respiratory medicine**, v. 104, n. 12, p. 1896–902, dez.

2010.

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. 723–9, set. 2005.

VOGIATZIS, I. et al. Chest wall volume regulation during exercise in COPD patients with GOLD stages II to IV. **The European respiratory journal**, v. 32, n. 1, p. 42–52, jul. 2008.

YAMADA, M. et al. Clinical effects of four weeks of respiratory muscle stretch gymnastics in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Nihon Kyōbu Shikkan Gakkai zasshi**, v. 34, n. 6, p. 646–52, jun. 1996.

YAMAGUTI, W. P. et al. Air trapping: The major factor limiting diaphragm mobility in chronic obstructive pulmonary disease patients. **Respirology**, v. 13, n. 1, p. 138–144, jan. 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTU SENSU (NÍVEL MESTRADO) EM FISIOTERAPIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa “Efeitos de um programa de alongamento dos músculos da caixa torácica sobre a distribuição regional da ventilação e a mobilidade diafragmática de indivíduos com DPOC durante o exercício: uma ensaio clínico randomizado”, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Adriane Borba Cardim (Endereço: Av. Jorn. Anibal Fernandes, s/n, Cidade Universitária CEP: 50740-560, Recife – PE; Telefone para contato: (81)9863-8413/8862-9931; e-mail: adrianecardim@gmail.com) e está sob a orientação de: Prof. Dr^a Armêle de Fátima Dornelas de Andrade Telefones para contato: (81) 2126-8496, e-mail armeledornelas@yahoo.com. Também participam desta pesquisa: Prof. Dr^a Patrícia Érika de Melo Marinho, Telefone para contato: (81) 2126-8490, e-mail patmarinho@yahoo.com e Maria Inês Remígio Aguiar, Telefone: (81) 2126-8496, e-mail miremigio@yahoo.com.br.

Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que o/a senhor/a não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que o/a senhor/a esteja bem esclarecido (a) sobre tudo que está respondendo. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, caso aceite em fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o (a) Sr. (a) não será penalizado (a) de forma alguma. Também garantimos que o (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

☐ ☐ O objetivo desse estudo é avaliar os efeitos de um programa de alongamento dos músculos da caixa torácica em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) durante o exercício. Serão avaliados a função pulmonar, a força dos músculos respiratórios, a mobilidade do músculo diafragmático e o padrão ventilatório. Os pacientes serão divididos em dois grupos: Intervenção (Alongamento + Exercício) e Controle (Exercício sem Alongamento).

☐ ☐ Essa pesquisa será realizada em duas etapas: a primeira etapa (2 dias) para a avaliação dos efeitos agudos e a segunda etapa (6 dias) para os efeitos crônicos. No primeiro dia será realizado uma avaliação inicial e um teste de exercício máximo em esteira ergométrica. No segundo dia será feita uma sessão de alongamentos dos músculos da caixa torácica seguida de exercício em bicicleta ergométrica. A segunda etapa será composta por seis sessões de alongamentos (duas vezes por semana) e na última sessão os pacientes serão novamente reavaliados durante e após o exercício. Sua participação na pesquisa durará aproximadamente um mês.

☐ ☐ A realização dessa pesquisa pode gerar alguns riscos diretos como: cansaço físico e/ou falta de ar durante os exercícios e dor e/ou desconforto durante os alongamentos. Porém em todos os momentos os pacientes estarão sendo monitorados por equipamentos específicos e acompanhados por profissionais experientes e habilitados até o período de recuperação total para minimizar qualquer desconforto apresentado, podendo ser interrompido ou suspenso se necessário.

☐ ☐ Os benefícios diretos de um programa de alongamentos já é conhecido e amplamente aplicado na prática clínica e tem oferecido melhora do cansaço e maior tolerância para realizar os exercícios, os benefícios indiretos desse estudo poderão contribuir para aprimorar o conhecimento sobre os efeitos dessa técnica, podendo ser um importante instrumento para reduzir as limitações causadas pela DPOC. Imediatamente após a coleta dos dados todos os pacientes serão orientados a participar de um programa de reabilitação pulmonar que conterá todos os alongamentos.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Adriane Cardim, no endereço: Av. Jorn. Anibal Fernandes, s/n, Cidade Universitária CEP: 50740-560, Recife – PE, pelo período de 6 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidos pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

(Assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do “Efeitos de um programa de alongamento dos músculos da caixa torácica sobre a distribuição regional da ventilação e a mobilidade diafragmática de indivíduos com DPOC durante o exercício: uma ensaio clínico randomizado”, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE B – Ficha de avaliação

Universidade Federal de Pernambuco –UFPE

Programa de Pós-graduação em Fisioterapia – Nível Mestrado

Projeto: “Efeitos de um programa de alongamento dos músculos da caixa torácica sobre a distribuição regional da ventilação e a mobilidade diafragmática de indivíduos com DPOC durante o exercício: um ensaio clínico randomizado.”

Responsável: Ft. Adriane Borba Cardim

FICHA DE AVALIAÇÃO

DATA: ____ / ____ / ____

Nome: _____

Data de Nascimento: ____ / ____ / ____ Idade: _____ Sexo: () F () M

Telefone: _____ Celular: _____

Endereço: _____

Profissão: _____

Hábitos de fumo: Fuma: Sim () Não () Tempo de fumo: _____

Quantidade de cigarros/dia: _____ Se parou, a quanto tempo? _____

Medicações: _____

Atividade física: () Sim () Não Participa de um PRP: () Sim () Não

Escala de dispneia MRC modificada:

0	Tenho falta de ar ao realizar exercício intenso.
1	Tenho falta de ar quando apresso o meu passo ou subo escadas e/ou ladeira
2	Preciso parar algumas vezes quando ando no meu passo ou ando mais devagar que outras pessoas da minha idade.
3	Preciso parar muitas vezes devido à falta de ar quando ando em torno de 100 metros, ou poucos minutos de caminhada no plano.
4	Sinto tanta falta de ar que não saio de casa ou preciso de ajuda para me vestir ou tomar banho sozinho.

DIA 1

Espirometria

	VEF ₁	CVF	PFE	VEF ₁ / CVF	FEF ₂₅₋₇₅
Medido					
% prev					

Manovacuometria

Pimáx			
Pemáx			

Bioimpedância

Altura	Peso	IMC	MG%
--------	------	-----	-----

Teste incremental - Ergoespirometria

	Inicial	Pós-exercício		Inicial	Pós-exercício
PAS/PAD			IPEd		
FC			IPEf		
SpO ₂			W _{máx}		

DIA 2

DATA: ____ / ____ / ____

Ultrassonografia diafragmática

	Inicial			Pós-exercício		
MD						

Teste de exercício com carga constante

	Inicial	Pós-exercício		Inicial	Pós-exercício
PAS/PAD			IPEd		
FC			IPEf		
SpO ₂			TE		

POE: _____

DIA 3

DATA: ____ / ____ / ____

Ultrassonografia diafragmática

	Inicial			Pós-exercício		
MD						

Teste de exercício com carga constante

	Inicial	Pós-exercício		Inicial	Pós-exercício
PAS/PAD			IPEd		
FC			IPEf		
SpO ₂			TE		

POE: _____

TESTE DE EXERCÍCIO INCREMENTAL

Data:

	Inicial	2min	4min	6min	8min	10min	12min	14min	Final
SpO ₂									
FC									
PA									
IPEd									
IPEf									
Wmáx									

TESTE DE EXERCÍCIO CARGA CONSTANTE 1

Data:

	Inicial	2min	4min	6min	8min	10min	12min	14min	Final
SpO ₂									
FC									
PA									
IPEd									
IPEf									

TESTE DE EXERCÍCIO CARGA CONSTANTE 2

Data:

	Inicial	2min	4min	6min	8min	10min	12min	14min	Final
SpO ₂									
FC									
PA									
IPEd									
IPEf									

ANEXOS

ANEXO A – Aprovação pelo CEP

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Serres Humanos	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-	
--	---	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE ALONGAMENTO DOS MÚSCULOS DA CAIXA TORÁCICA SOBRE A DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DA VENTILAÇÃO E A MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA DE INDIVÍDUOS COM DPOC DURANTE O EXERCÍCIO: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO.

Pesquisador: ADRIANE BORBA CARDIM

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 24611113.0.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 610.661

Data da Relatoria: 15/04/2014

Apresentação do Projeto:

Indicado na relatoria inicial.

Objetivo da Pesquisa:

Indicado na relatoria inicial.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Indicado na relatoria inicial.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Indicado na relatoria inicial.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Indicado na relatoria inicial.

Recomendações:

S/recomendação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-800
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 Fax: (81)2126-8588 E-mail: cepcca@ufpe.br

Continuação do Parecer: 010.001

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado aprova o parecer do protocolo em questão e o pesquisador está autorizado para iniciar a coleta de dados.

Projeto foi avaliado e sua APROVAÇÃO definitiva será dada, após a entrega do relatório final, na PLATAFORMA BRASIL, através de "Notificação " e, após apreciação, será emitido Parecer Consubstanciado .

RECIFE, 09 de Abril de 2014.

Assinador por:
GERALDO BOSCO LINDOSO COUTO
(Coordenador)

ANEXO B – Aprovação do relatório parcial pelo CEP

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos 1521-8758-1000	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-	
---	---	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE ALONGAMENTO DOS MÚSCULOS DA CAIXA TORÁCICA SOBRE A DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DA VENTILAÇÃO E A MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA DE INDIVÍDUOS COM DPOC DURANTE O EXERCÍCIO: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO.

Pesquisador: ADRIANE BORBA CARDIM

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 24611113.0.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DA NOTIFICAÇÃO

Tipo de Notificação: Envio de Relatório Parcial

Detalhe:

Justificativa: Envio de relatório parcial ao comitê de ética em pesquisa com seres humanos

Data do Envio: 03/08/2015

Situação da Notificação: Parecer Consubstanciado Emitido

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.173.548

Data da Relatoria: 25/08/2015

Apresentação da Notificação:

A notificação foi apresentada para avaliação do relatório parcial.

Endereço: Av. de Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS	
Bairro: Cidade Universitária	CEP: 50.740-800
UF: PE	Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588	E-mail: cepccs@ufpe.br

Continuação do Parecer: 1.173.545

Objetivo da Notificação:

O pesquisador solicita a avaliação do relatório parcial.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O TCLE foi utilizado durante o trabalho parcial com os Riscos e Benefícios.

Comentários e Considerações sobre a Notificação:

A notificação foi o relatório parcial.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos adequados no relatório parcial.

Recomendações:

s/recomendação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O Relatório Parcial foi analisado e APROVADO pelo colegiado do CEP.

RECIFE, 06 de Agosto de 2015

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador)

Endereço: Av. de Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.740-800

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (51)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br