



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

HELENA MEDEIROS ROCHA

**EFEITO DAS TÉCNICAS DE MOBILIZAÇÃO COSTAL E LIBERAÇÃO
DIAFRAGMÁTICA NA MOBILIDADE DO DIAFRAGMA, CINEMÁTICA
TORACOABDOMINAL E VARIABILIDADE DE FREQUÊNCIA CARDÍACA EM
PACIENTES COM DPOC: ensaio clínico randomizado**

RECIFE

2018

HELENA MEDEIROS ROCHA

**EFEITO DAS TÉCNICAS DE MOBILIZAÇÃO COSTAL E LIBERAÇÃO
DIAFRAGMÁTICA NA MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA, CINEMÁTICA
TORACOABDOMINAL E VARIABILIDADE DE FREQUÊNCIA CARDÍACA EM
PACIENTES COM DPOC: ensaio clínico randomizado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia

Área de concentração: Instrumentação e Avaliação Fisioterapêutica

Orientadora: Prof. Dra. Armêle Dornelas de Andrade

RECIFE

2018

Catálogo na fonte:
Bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4:1895

R672e Rocha, Helena Medeiros.

Efeito das técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática na mobilidade do diafragma, cinemática toracoabdominal e variabilidade de frequência cardíaca em pacientes com DPOC: ensaio clínico randomizado / Helena Medeiros Rocha. - Recife: o autor, 2018.

107 f.; il.; 30 cm.

Orientadora: Armêle Dornelas de Andrade.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em Fisioterapia.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Doença pulmonar obstrutiva crônica. 2. Diafragma. 3. Sistema nervoso autônomo. 4. Frequência cardíaca. 5. Terapia manual. I. Andrade, Armêle Dornelas de (orientadora). II. Título.

615.8 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2018 - 296)

HELENA MEDEIROS ROCHA

**EFEITO DAS TÉCNICAS DE MOBILIZAÇÃO COSTAL E LIBERAÇÃO
DIAFRAGMÁTICA NA MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA, CINEMÁTICA
TORACOABDOMINAL E VARIABILIDADE DE FREQUÊNCIA CARDÍACA EM
PACIENTES COM DPOC: ensaio clínico randomizado**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Fisioterapia da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Fisioterapia

Aprovada em: 29/08/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Daniela Cunha Brandão (Examinadora Interna)
FISIOTERAPIA – CCS – UFPE

Prof.^a Dr.^a Patrícia Érika de Melo Marinho (Examinadora Interna)
FISIOTERAPIA – CCS - UFPE

Prof.^a Dr.^a Catarina Souza Ferreira Rattes Lima (Examinadora Externa)
FACOL – CS -PE

AGRADECIMENTOS

À Deus, que guia meus passos nessa estrada da vida sempre me dando forças nos momentos difíceis e ensinamentos com o decorrer do tempo;

À minha mãe, Rosinete Costa, minha amiga, minha companheira, meu porto seguro, sempre ao meu lado, sempre apoiando, sempre torcendo, com seu amor incondicional;

Ao meu marido, Marcus Alves, meu companheiro, obrigada pela compreensão e apoio em todos os momentos, você foi fundamental nessa jornada;

A minha filha, Júlia Rocha que se queixou da minha ausência nos momentos de estudo, mas isso também é por você, minha vida;

A família que herdei: minha Sogra, Telma Carvalho; minha cunhada Carolina Sá; Maria José, meu cunhado Fernando Antônio Alves e sobrinhas queridas;

As minhas amigas, em especial Amanda Pompílio e Cristiana Santos que reclamavam da minha ausência, mas sempre me incentivaram;

À Rodrigo Vianna, parceiro de pesquisa e meu “avaliador”, juntos nessa jornada em todos os momentos de café e aperreio;

Aos amigos conhecidos neste Programa de Pós-Graduação, pela oportunidade de conhecê-los e pelos inúmeros momentos bem vividos juntos especialmente aos companheiros de Laboratório: Cláudia Thais, Livia Rocha, Wagner Leite e Bruna Araújo;

À família Lacap, em especial, Renata Pereira, Helen Fuzari e Maíra Florentino. Obrigada pelo acolhimento, pelos cafés, pelo pronto atendimento sempre que precisei e pela amizade que construímos;

A Luciana Alcoforado, pela ajuda com os pacientes e pelos conselhos nessa trajetória;

Aos meus gurus Taciano Rocha, Catarina Rattes, Helga Muniz pelas discussões, análises estatísticas... não teria evoluído como “pesquisadora” sem vocês ao meu lado;

Aos professores, pelo conhecimento doado, em especial a Cyda Reinaux, com quem conversei tanto sobre biomecânica do diafragma e da caixa torácica;

À Niége Melo, secretária do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia sempre me socorrendo na última hora;

Aos meus pacientes, que me proporcionaram o prazer de tratá-los e de aprender de uma maneira tão gratificante.

Em especial à Armèle Dornelas, pela oportunidade de ser sua orientanda, sempre respeitando minha essência de Terapeuta Manual mas ao mesmo tempo me fazendo descobrir o lado “Manual da Fisioterapia Respiratória”. Obrigada pelo acolhimento, pela paciência e aprendizado! Minha mãe científica!

A Universidade Federal de Pernambuco, instituição responsável pela minha formação acadêmica e agora pela minha Pós-Graduação sempre com excelência.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência
são como os timoneiros que entram no navio sem timão
nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

(Leonardo da Vinci)

RESUMO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresenta comprometimento da mecânica ventilatória e repercussões no sistema nervoso autonômico. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da associação das técnicas de mobilização costal e de liberação diafragmática sobre a mobilidade do diafragma, cinemática da caixa torácica, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e variabilidade de frequência cardíaca de pacientes com DPOC. Critérios de elegibilidade: diagnóstico de DPOC, sedentários, idade entre 50 e 75 anos e clinicamente estável. Não participaram pacientes com doenças cardíacas, outras comorbidades respiratórias e IMC $>30\text{kg/m}^2$. Participaram 14 pacientes com DPOC, alocados aleatoriamente em dois grupos: grupo mobilização costal e liberação diafragmática (TMC+TLD) e grupo liberação diafragmática (TLD). Este trabalho resultou em dois artigos originais. No primeiro artigo, a avaliação da variabilidade de frequência cardíaca através do cardiófrequencímetro foi realizada imediatamente antes e após a intervenção. Resultados: O grupo TLD reduziu a frequência cardíaca média de repouso em 5 bpm ($p=0,03$) enquanto o grupo TMC+TLD apresentou uma redução em 3bpm ($p=0,07$) imediatamente após a intervenção ao qual foram alocados. Quanto a variabilidade de frequência cardíaca, houve aumento significativo na VFC no grupo TLD imediatamente após a intervenção com $p=0,04$. Conclusão: uma única sessão da técnica de Liberação diafragmática gerou uma redução clinicamente importante na frequência cardíaca média de repouso e aumentou a variabilidade de frequência cardíaca em pacientes com DPOC. No segundo artigo, os pacientes receberam intervenção durante 6 sessões em dias alternados. Os voluntários foram avaliados em 4 momentos: antes da aleatorização (Pré) e após a primeira sessão (Pós1), após a 6ª sessão (Pós 6) e uma semana após a última sessão (*Follow up*). Os desfechos avaliados foram: cinemática toracoabdominal (pletismografia optoeletrônica), mobilidade diafragmática (ultrassonografia), distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos, pressões respiratórias máximas (manovacuometro) e percepção de melhora do paciente. Resultados: O grupo TMC+TLD apresentou diferença quanto a mobilidade diafragmática no Pós 1 ($p=0,03$), Pós 6 ($p=0,04$) e follow up ($p=0,03$); em relação a pressão inspiratória máxima no Pós 1 ($p=0,02$) e Pós 6 ($p=0,02$). Não foram observadas mudanças na distância percorrida do teste de caminhada de 6 minutos em nenhum dos grupos avaliados. Não houve diferença entre

os grupos nos tempos avaliados para mobilidade diafragmática, pressões respiratórias e cinemática toracoabdominal. Conclusão: A associação da técnica de mobilização costal e mobilização diafragmática é capaz de aumentar a mobilidade do diafragma e a pressão inspiratória máxima. Contudo, é relevante ponderar, não há evidência neste estudo para recomendar estas intervenções com a finalidade de ganho de mobilidade da caixa torácica em pacientes com DPOC. Novos estudos com foco na mobilização costal associada ao alongamento dos músculos respiratórios em diferentes graus de severidade devem ser realizados com o objetivo de elucidar as respostas da mecânica respiratória em relação ao estadiamento da DPOC.

Palavras-chave: Doença pulmonar obstrutiva crônica. Diafragma. Sistema nervoso autônomo. Frequência cardíaca. Terapia manual.

ABSTRACT

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) presents with impairment of ventilatory mechanics and repercussions on the autonomic nervous system. The objective of this study was to evaluate the effect of the association of costal and diaphragmatic mobilization techniques on diaphragm mobility, chest wall kinematics, distance walked without the 6-minute walk test, and autonomic control of COPD patients. Eligibility criteria: diagnosis of COPD, sedentary, age between 50 and 75 years and clinically stable. Patients with heart disease, other respiratory comorbidities and BMI > 30 kg / m² were not included. A total of 14 patients with COPD were randomly assigned to two groups: costal mobilization and diaphragmatic release (CMT+ DRT) and diaphragmatic release group (DRT). This work resulted in two original articles. In the first article, the evaluation of cardiac frequency variability through the cardiofrequencymeter was performed immediately before and after the intervention. Results: The DRT group reduced the mean resting heart rate by 5 bpm ($p = 0.03$) while the CMT+ DRT group showed a reduction of 3bpm ($p=0.07$) immediately after the intervention to which they were allocated. Regarding heart rate variability, there was a significant increase in HRV in the DRT group immediately after the intervention with $p=0.04$. Conclusion: A single session of the diaphragmatic release technique generated a clinically important reduction in mean resting heart rate and increased heart rate variability in patients with COPD. In the second article, patients received intervention for 6 sessions. The volunteers were evaluated in 4 moments: before the randomization (Pre) and after the first session (Post 1), after the 6th session (Post 6) and one week after the last session (Follow up). The outcomes evaluated were: thoracoabdominal kinematics (optoelectronic plethysmography), diaphragmatic mobility (ultrasonography), distance walked in the 6-minute walk test, maximal respiratory pressure (manovacuumeter) and perception of patient improvement. Results: The CMT+ DRT group presented a difference in diaphragmatic mobility in Post 1 ($p = 0.03$), Post 6 ($p = 0.04$) and follow up ($p = 0.03$); in relation to the maximum inspiratory pressure in Post 1 ($p = 0.02$) and Post 6 ($p = 0.02$). No changes were observed in the walked distance of the 6-minute walk test in any of the groups evaluated. There was no difference between the groups at the times evaluated for diaphragmatic mobility, respiratory pressures and thoracoabdominal kinematics. Conclusion: The association of the technique of costal mobilization and diaphragmatic

mobilization is capable of increasing the mobility of the diaphragm and maximal inspiratory pressure. However, it is relevant to consider, there is no evidence in this study to recommend these interventions for the purpose of gaining chest wall mobility in patients with COPD. New studies focusing on costal mobilization associated with stretching of respiratory muscles at different degrees of severity should be performed to elucidate the responses of respiratory mechanics in relation to staging of COPD.

Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease. Diaphragm. Autonomic nervous system. Heart rate. Manual therapy.

LISTA DE FIGURAS

DISSERTAÇÃO

Figura 1 - Deslocamento das costelas durante a respiração. A: vértebra torácica típica. Cada costela se articula com a vertebra através da articulação costrotransversa e costocorporea e movimentam-se no eixo xx'. B e C: inspiração (linha pontilhada) e final da expiração (linha sólida). Imagem modificada de DE TROYER; BORIEK, 2011.	23
Figura 2 - Captação e acompanhamento dos pacientes.	36
Figura 3 - Técnica de mobilização costal. A: Posicionamento das mãos do terapeuta B: técnica com paciente em decúbito dorsal. C: técnica com paciente sentado.	38
Figura 4 - Técnica de liberação diafragmática em decúbito dorsal.	39
Figura 5 - Ultrassonografia do deslocamento diafragmático em capacidade pulmonar total. Modo-M: A - linha de base da respiração de repouso, F- platô obtido ao final da manobra CPT.	41
Figura 6 - Pletismografia opto-eletrônica: CTp: caixa torácica pulmonar, CTa: caixa torácica abdominal, AB: abdômen.	43

ARTIGO 1

Figure 1 - Rib mobilization technique. A: Hands positions; B: technique in supine C: technique in seated positions.	74
Figure 2 - Diaphragm release technique	75
Figure 3 - Participants flowchart	76

ARTIGO 2

Figura 1 - deslocamento das costelas durante a respiração e técnica de mobilização costal. A: vértebra torácica típica. Cada costela se articula com a vertebra através da articulação costotransversa e costocorporea e movimentam-se no eixo xx'. B e C: inspiração (linha pontilhada) e final da expiração (linha sólida). TMC- Local de intervenção da Técnica de Mobilização Costal. D e E: mobilização costal em decúbito dorsal. F: mobilização costal em posição sentado. Imagem modificada de DE TROYER; BORIEK, 2011.	92
Figura 2 - Técnica de liberação diafragmática.	93

Figura 3 - Mobilidade do diafragma em capacidade pulmonar total (CPT): A - linha de base da respiração de repouso, F- platô obtido ao final da manobra CPT.	94
Figura 4 - Fluxograma de pacientes.....	95
Figura 5 - Mobilidade diafragmática em milímetros entre os grupos.....	97

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Table 1 – Baseline characteristics of participants.....	72
Table 2 - Pre and post data intervention	73

ARTIGO 2

Tabela 1 – Características basais dos pacientes	96
Tabela 2 - Mobilidade diafragma, pressões respiratórias máximas e distância percorrida em média e desvio padrão alocados por intervenção. Diferença intragrupos com p valor e intergrupos com IC _{95%} para após a primeira sessão, após seis sessões e uma semana após a última sessão.	98
Tabela 3 - Padrão ventilatório através da Pletismografia-optoeletrônica: volume corrente, frequência respiratória, volume minuto, fluxo inspiratório, fluxo expiratório. Diferença intragrupos e intergrupos com p valor após a primeira sessão, após seis sessões e uma semana após a última sessão.	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	Abdômen
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
AF	Alta frequência
AVD	Atividade de vida diária
BF	Baixa frequência
CI	Capacidade inspiratória
CPT	Capacidade pulmonar total
CRF	Capacidade residual funcional
CTa	Caixa torácica abdominal
CTp	Caixa torácica pulmonar
CTt	Caixa torácica total
CVF	Capacidade vital forçada
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
FC	Frequência cardíaca
FCr	Frequência cardíaca de repouso
FR	Frequência respiratória
IMC	Índice de massa corpórea
MBF	Muito baixa frequência
MRCm	<i>Medical research council modified</i>
PA	Pressão arterial
PEmáx	Pressão expiratória máxima
PhAng	Ângulo fase
PImáx	Pressão inspiratória máxima
POE	Pletismografia optoeletrônica
RP	Reabilitação pulmonar
SNA	Sistema nervoso autônomo
SpO ₂	Saturação periférica de oxigênio
TC6	Teste de caminhada de 6 minutos
TLD	Técnica de liberação diafragmática
TMC	Técnica de mobilização costal

VEF1	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VFC	Variabilidade de frequência cardíaca
VR	Volume residual
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Apresentação.....	18
1.2	Contextualização	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	Epidemiologia e impacto econômico da DPOC.....	21
2.2	Mecânica e cinemática respiratória.....	21
2.3	Alterações da mecânica respiratória em pacientes com DPOC	23
2.4	Variabilidade da frequência cardíaca na DPOC.....	24
2.5	Técnicas de mobilização da caixa torácica e do diafragma.....	25
2.6	Avaliação da mecânica respiratória na DPOC.....	26
2.6.1	Avaliação da mobilidade diafragmática.....	26
2.6.2	Avaliação da Cinemática Toracoabdominal	26
2.6.3	Avaliação da Capacidade de exercício submáxima na DPOC.....	27
2.7	Avaliação da variabilidade de frequência cardíaca.....	28
3	JUSTIFICATIVA	29
4	HIPÓTESES.....	30
5	OBJETIVOS.....	31
5.1	Objetivo geral	31
5.2	Objetivos específicos	31
6	MATERIAIS E MÉTODOS	32
6.1	Desenho do estudo.....	32
6.2	Local e período da coleta de dados	32
6.3	Amostra	32
6.3.1	Amostragem.....	32
6.3.2	Tamanho amostral	32
6.4	Crítérios de elegibilidade	32
6.4.1	Crítérios de elegibilidade.....	32
6.4.2	Crítérios de exclusão.....	33
6.4.3	Crítérios de descontinuação do estudo	33
6.5	Randomização e sigilo de alocação	33
6.6	Definição e categorização das variáveis.....	34

6.6.1	Variáveis independentes.....	34
6.6.2	Variáveis de controle.....	34
6.6.3	Variáveis dependentes.....	34
6.7	Coleta de dados	35
6.7.1	Seleção dos participantes	35
6.7.2	Procedimentos de avaliação	36
6.7.3	Delineamento do estudo	37
6.7.4	Protocolo experimental	37
6.7.4.1	<i>Técnica de mobilização costal (TMC)</i>	37
6.7.4.2	<i>Técnica de liberação diafragmática (TLD)</i>	39
6.8	Instrumentos de avaliação	39
6.8.1	Espirometria.....	39
6.8.2	Manovacuometria.....	40
6.8.3	Ultrassonografia.....	40
6.8.4	Pletismografia Optoeletrônica	42
6.8.5	Teste de caminhada de 6 minutos (TC6M)	43
6.8.6	Cardiofrequencímetro	44
6.8.7	Patients Global Impression of Change (PGIC).....	44
6.8.8	Questionário de aceitação da técnica de tratamento	45
6.9	Processamento e análise de dados.....	45
7	RESULTADOS	46
7.1	Artigo 1: Acute effects of rib mobilization and diaphragm release techniques on cardiac autonomic control in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a randomized clinical trial	46
7.2	Artigo 2: A associação das técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática aumentam a mobilidade diafragmática, a cinemática da caixa torácica e a capacidade funcional do paciente com DPOC? Ensaio clínico randomizado	46
8	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A – ARTIGO 1	56
	APÊNDICE B – ARTIGO 2	77

APÊNDICE C – TERMO DE CONCENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	100
APÊNDICE D – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS PACIENTES	102
ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ETICA E PESQUISA	106

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Esta dissertação está integrada à linha de pesquisa “Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica” do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fisioterapia. O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar, do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no grupo de pesquisa “Recursos instrumentais e manuais usados na Fisioterapia Respiratória”, sob a responsabilidade da Prof.^a Dr.^a Armêlé Dornelas de Andrade e tem como objetivo ampliar os conhecimentos sobre métodos de avaliação e intervenção e desenvolver protocolos de tratamento fisioterapêutico para os pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

A pesquisa foi caracterizada e registrada como Ensaio Clínico Randomizado e deles foram elaborados 2 artigos originais. O artigo 1 cujo o título é “Efeitos agudos das técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática sobre o controle autonômico cardíaco em pacientes com DPOC: ensaio clínico randomizado” foi submetido a revista *Journal of Chiropractic Medicine*, Qualis B1 para área 21 da CAPES. O artigo 2, intitulado “A associação das técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática aumentam a mobilidade diafragmática, a cinemática da caixa torácica e a capacidade funcional do paciente com DPOC? ensaio clínico randomizado” será submetido ao *Journal of Physiotherapy* com Qualis A1 para a área 21 da CAPES.

1.2 Contextualização

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) está associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de partículas ou gases tóxicos, causada principalmente pelo tabagismo (GOLD, 2018). Os processos inflamatórios resultam em alterações brônquicas e destruição do parênquima pulmonar ocasionando aumento da resistência das vias aéreas, aprisionamento de ar e hiperinsulflação pulmonar (IWASAWA *et al.*, 2002). Esta, por sua vez, pode levar a alterações na geometria do gradil costal produzindo aumento na rigidez da parede torácica,

acarretando desvantagem mecânica para o trabalho do diafragma e dos músculos respiratórios (DE TROYER, 1997; IZUMIZAKI *et al.*, 2006). Cronicamente, observa-se diminuição na mobilidade toracoabdominal, aumento do trabalho respiratório, limitação da ventilação pulmonar e agravamento da sensação de dispneia (O'KROY *et al.*, 2000; YOSHIMI *et al.*, 2012).

A relação da parede torácica com a função pulmonar tem sido demonstrada em alguns estudos mesmo na ausência de doenças respiratórias. Pacientes com artrite reumatoide, cifoescoliose e espondilite anquilosante possuem maior rigidez torácica impondo aumento na carga elástica dos músculos respiratórios, repercutindo no aumento do trabalho respiratório e na diminuição da função na mecânica pulmonar (BEGIN *et al.*, 1988; CASAS; PAVIA; MALDONADO, 2003; FISHER; CAWLEY; HOLGATE, 1990). Nos pacientes com DPOC, apesar da diminuição da mobilidade da parede torácica e abdominal ter uma significativa contribuição para a limitação ao exercício (ALIVERTI, 2008a), a literatura científica tem dado pouca relevância à mobilidade da parede torácica e a sua influência na função pulmonar nesses pacientes (ENGEL; VEMULPAD, 2009).

A DPOC é uma doença sistêmica que afeta negativamente o sistema autonômico cardiovascular (CARVALHO *et al.*, 2011; GESTEL; STEIER, 2010). Estudos apontam que os pacientes com DPOC apresentam disfunção autonômica com elevação na frequência cardíaca média de repouso e menor resposta da variabilidade de frequência cardíaca (VFC) (JENSEN *et al.*, 2013; MOHAMMED *et al.*, 2015; VOLTERRANI *et al.*, 1994). O aumento do tônus simpático no pulmão induz aumento na resistência vascular pulmonar, sendo assim, um dos fatores patogênicos no desenvolvimento da hipertensão pulmonar e do *cor pulmonale* nesses pacientes (HEINDL *et al.*, 2001).

Considerando a relação entre os sistemas respiratório, musculoesquelético e sistema nervoso autonômico, as técnicas manuais podem ser aplicadas como alternativa ao tratamento das alterações da mecânica respiratória. Alguns estudos focam nos efeitos de técnicas manuais de alongamento dos músculos respiratórios (DE SÁ *et al.*, 2017; MINOGUCHI *et al.*, 2002; PAULIN; BRUNETTO; CARVALHO, 2003; ROCHA *et al.*, 2015); Enquanto outros, utilizam técnicas manuais de manipulação articular associadas (DENIZ; YELVAR; DEMIR, 2016; DOUGHERTY *et al.*, 2011; NOLL *et al.*, 2008). Dentre as técnicas manuais utilizadas, a liberação diafragmática já possui efeitos descritos na melhora da mobilidade do diafragma

(CHAITOW; BRADLEY; GILBERT, 2002; DIGIOVANNA; SCHIOWITZ; DOWLING, 2005; ROCHA *et al.*, 2015). Entretanto, considerando também a importância da mobilidade do gradil costal, na prática clínica também é utilizada a mobilização costal, a fim de mobilizar as articulações costocorporea e costotransversas (ABDELAAL; ALI; HEGAZY, 2015; HENDERSON *et al.*, 2010; NOLL *et al.*, 2009).

Diante do exposto, o presente estudo propôs um protocolo de intervenção terapêutica utilizando a associação da técnica de liberação diafragmática (TLD) com a técnica de mobilização costal (TMC) a fim de aumentar a cinemática toracoabdominal, a mobilidade diafragmática e a capacidade funcional do paciente com DPOC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Epidemiologia e impacto econômico da DPOC

Os dados epidemiológicos da DPOC são geralmente subestimados devido ao tardio diagnóstico e tratamento da doença (VESTBO, 2014). Contudo, projeta-se que o número total de mortes aumentará mais de 30% nos próximos 10 anos no mundo (GOLD, 2018). As estimativas mostram que a DPOC tornar-se-á, em 2030, a terceira principal causa de morte no mundo devido à exposição continuada a fatores de risco e do envelhecimento da população, gerando forte impacto econômico para toda a sociedade com custos diretos e indiretos (LOPEZ *et al.*, 2006; MATHERS; LONCAR, 2006). Os custos diretos referem-se aos gastos com hospitalização, medicamentos e reabilitação enquanto os custos indiretos referem-se aos gastos com cuidados domiciliares informais, perda da produtividade, redução da renda familiar e à aposentadoria precoce do indivíduo. No Brasil, em 2016, esta doença gerou 115.646 hospitalizações no Sistema Nacional de Saúde Pública, com custo de serviços hospitalares superior a R\$ 98 milhões de reais, demonstrando um alto impacto da doença nos serviços do sistema único de saúde do país (DATASUS, 2017)

2.2 Mecânica e cinemática respiratória

O movimento da caixa torácica durante a respiração está relacionado com os movimentos das costelas e das articulações costovertebral e costotransversas, os quais, ocorrem principalmente por uma rotação em torno do próprio eixo (DE TROYER; BORIEK, 2011). Em respiração tranquila, a ação primária dos músculos intercostais paraesternais e escalenos é deslocar as costelas cranialmente e expandir o gradil costal, porém essa ação é dependente, não apenas da força de contração desses músculos, mas também da capacidade das costelas de serem deslocadas (RODRIGUES, 2008a).

Em indivíduos saudáveis e/ou assintomáticos, o diafragma, principal músculo respiratório, a cada incursão pode mover-se cerca de 10 a 30 mm em respiração tranquila, enquanto em respiração forçada o deslocamento total pode chegar a 100mm (RODRIGUES, 2008; WEST, 2013). Durante a sua contração há encurtamento das fibras, rebaixamento da cúpula e aumento da cavidade torácica,

sendo responsável por 70 a 80% da ventilação pulmonar (REID; DECHMAN, 1995). Diferentemente do repouso, durante o exercício, o diafragma é basicamente um “gerador de fluxo”, pois seu poder mecânico é expresso como velocidade de encurtamento em vez de pressão. Por outro lado, a caixa torácica e os músculos abdominais são essencialmente “geradores de pressão”, ou seja, desenvolvem as pressões necessárias para movimentar a caixa torácica e o abdômen (ALIVERTI *et al.*, 1997).

Durante a inspiração, ocorre a queda da pressão intrapleural, aumento do volume pulmonar e da pressão abdominal a qual é transmitida ao tórax pela zona de aposição com o objetivo de expandir a caixa torácica inferior. Esse componente é chamado de “componente aposicional” e sua magnitude depende, em parte, do tamanho da zona de aposição e do aumento da pressão abdominal (DE TROYER, 2012; LORING; MEAD, 1982). As fibras musculares do diafragma se contraem promovendo a descida do centro frênico limitada pela tensão dos elementos do mediastino e pela tensão da massa visceral abdominal. A partir deste instante, o centro frênico torna-se ponto fixo e as fibras musculares mais periféricas do diafragma passam a elevar as costelas inferiores exercendo uma força orientada cranialmente com elevação e projeção anterior do esterno (KAPANDJI, 2000). Esta força, convencionalmente referida como “componente de inserção”, tem a função de elevar e rodar externamente as costelas inferiores e aumentar o diâmetro transversal e anteroposterior do tórax (DE TROYER, 2012; LORING; MEAD, 1982).

Estudos em cães demonstraram que, durante a inspiração, a força de inserção contribui com 60% da força diafragmática sobre as costelas inferiores (WILSON; DE TROYER, 2013) e que esta ação do diafragma também é transmitida, em parte, para as costelas superiores (DE TROYER, 2012). Assim, as costelas, além de proteger os órgãos intratorácicos, têm um papel crítico no ato respiratório pela conversão do encurtamento dos músculos intercostais em expansão do volume pulmonar e ainda são necessárias para equilibrar a diferença de pressão na parede torácica (CAPPELLO; DE TROYER, 2002).

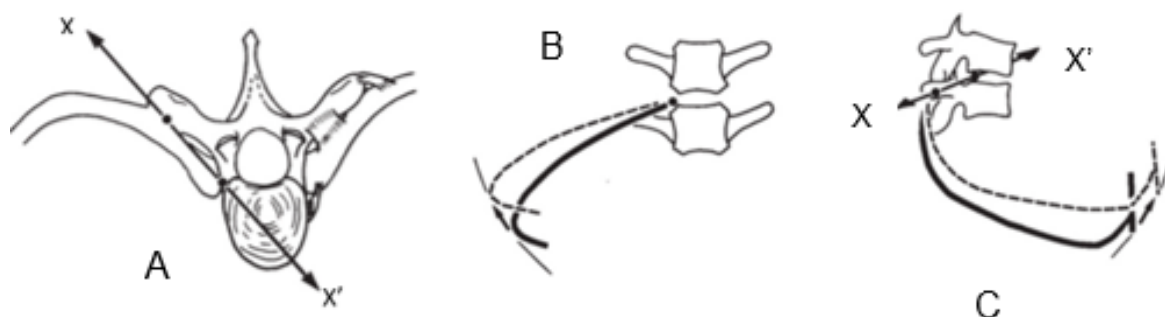


Figura 1 - Deslocamento das costelas durante a respiração. A: vértebra torácica típica. Cada costela se articula com a vertebra através da articulação costrotransversa e costocorporea e movimentam-se no eixo xx' . B e C: inspiração (linha pontilhada) e final da expiração (linha sólida). Imagem modificada de DE TROYER; BORIEK, 2011.

2.3 Alterações da mecânica respiratória em pacientes com DPOC

A mecânica respiratória eficiente depende da mobilidade torácica, de músculos respiratórios íntegros e capazes de gerar volumes pulmonares atuando de forma simultânea para ventilação pulmonar adequada (SONEHARA; FERNANDES; POLICARPO, 2011).

Na DPOC, um dos principais fatores responsáveis pelo comprometimento da mecânica ventilatória e da limitação funcional progressiva é a hiperinsulflação pulmonar. Em consequência, ocorre diminuição da mobilidade das articulações espinhal, costal e esternal associada à hipertonia dos músculos respiratórios (O'DONNELL; LAVENEZIANA, 2007). As alterações na forma e na geometria da parede torácica levam o diafragma ao encurtamento de 30 a 40% das fibras musculares, o que implica em reorientação em uma direção mais transversa. Isto provoca desequilíbrio da relação tensão-comprimento, redução da zona de aposição e da força de inserção resultando em uma menor expansão da caixa torácica inferior e diminuição da mobilidade costal (DE TROYER, 1997; DECRAMER; DE TROYER, 1984; DUIVERMAN *et al.*, 2009). A reorientação dessas fibras, acarreta uma distorção mecânica que pode levar ao movimento assíncrono dos compartimentos da caixa torácica e impactos negativos na mecânica ventilatória (ALIVERTI *et al.*, 2009).

A medida que a doença se agrava, a limitação ao fluxo aéreo torna-se mais evidente com redução da capacidade inspiratória (CI) e aumento progressivo dos volumes pulmonares: capacidade pulmonar total (CPT), capacidade residual funcional (CRF) e volume residual (VR) (COOPER, 2006). Estas alterações determinam o comportamento ventilatório durante o exercício: menor CI, menor o volume-corrente e, conseqüentemente, menor o volume expiratório (VE) (O'DONNELL *et al.*, 2001).

A capacidade de exercício também é limitada pela dispneia (O'DONNELL; LAVENEZIANA, 2007). Esta, por sua vez, apesar de ser multifatorial, tem como uma das causas o desequilíbrio entre a capacidade de contração dos músculos respiratórios e o aumento da carga mecânica imposta à respiração durante a atividade física (O'DONNELL *et al.*, 2007). Como consequência, os pacientes apresentam diminuição das atividades de vida diária (AVD) associada ao isolamento social e redução da qualidade de vida (CALVERLEY *et al.*, 2006; LAHAJE *et al.*, 2010).

2.4 Variabilidade da frequência cardíaca na DPOC

O sistema nervoso autônomo tem recebido considerável atenção na literatura por desempenhar um papel importante na fisiopatologia da DPOC, pois está relacionado com o maior risco de desenvolver arritmias e morte súbita. (BURKI; LEE, 2010; CAMILLO *et al.*, 2011; GESTEL; STEIER, 2010; GOULART *et al.*, 2016; MOHAMMED *et al.*, 2017; VOLTERRANI *et al.*, 1994). Estudos apontam maior risco de mortalidade por eventos cardíacos na DPOC em relação a indivíduos saudáveis (MOHAMMED *et al.*, 2015).

Um dos parâmetros de avaliação da função autonômica e o equilíbrio simpato-vagal é a variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e / ou análise de frequência (CAMILLO *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2011)

A variabilidade de frequência cardíaca (VFC) é a variação no tempo de batimentos cardíacos consecutivos permitindo ao coração uma rápida resposta a estímulos imprevisíveis (TASK FORCE, 1996). A regulação da VFC deve-se ao controle do sistema nervoso autônomo do coração e sistema circulatório com o equilíbrio dos sistemas simpáticos e parassimpáticos (VANDERLEI *et al.*, 2009). As alterações na VFC indicam a habilidade do coração em responder aos múltiplos estímulos fisiológicos e ambientais, bem como em compensar desordens induzidas por doenças (MONTANO *et al.*, 2009; PASCHOAL, 2002).

A hiperatividade simpática na DPOC pode estar ligada ao aumento do trabalho respiratório com estimulação de metaborreceptores locais (HEINDL *et al.*, 2001). Em revisão sistematica recente, MOHAMMED *et al.* (2015) afirmaram que o comprometimento da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo apresenta forte nível de evidência dentre os fatores que influenciam a função autonômica em pacientes DPOC. Além da limitação ventilatória causada pela destruição da estrutura pulmonar, diferentes características da doença, como inatividade, hipoxemia, hipercapnia, hipertensão pulmonar, presença de insuficiência cardíaca congestiva, limitação ao exercício, comprometimento muscular e caquexia podem afetar a VFC (GESTEL; STEIER, 2010; TROOSTERS *et al.*, 2005). CAMILLO *et al.* (2008) identificaram que o menor nível de atividade de vida diária, a qualidade de vida e a força muscular periférica estão associados à redução da VFC. Outros estudos evidenciaram que, pacientes com DPOC, apresentam disfunção autonômica com elevação na frequência cardíaca de repouso e menor resposta da VFC (JENSEN *et al.*, 2013; VOLTERRANI *et al.*, 1994).

2.5 Técnicas de mobilização da caixa torácica e do diafragma

Além da terapia farmacológica, programas de Reabilitação Pulmonar (RP) são capazes de minimizar as limitações do sistema musculoesquelético com melhora da tolerância ao exercício, diminuição da dispneia e melhora da atividade de vida diária em pacientes com DPOC (GODOY *et al.*, 2009; YOSHIMI *et al.*, 2012). Recentemente, alguns autores têm estudado técnicas manuais que possam intervir na flexibilidade da caixa torácica e na mobilidade do diafragma em busca de um efeito terapêutico adicional ao tratamento da DPOC associadas ou não a reabilitação pulmonar (CRUZ-MONTECINOS *et al.*, 2017; DE SÁ *et al.*, 2017; DENIZ; YELVAR; DEMIR, 2016; DOUGHERTY *et al.*, 2011; MINOGUCHI *et al.*, 2002; ROCHA *et al.*, 2015; WADA *et al.*, 2016). Dentre as técnicas manuais estudadas, está a Liberação Diafragmática (TLD) com eficácia comprovada em pacientes com DPOC para aumento da mobilidade diafragmática, do desempenho funcional, da capacidade vital e inspiratória em pacientes DPOC (ROCHA *et al.*, 2015).

Na prática clínica, a técnica de Mobilização Costal (TMC), tem sido utilizada com o objetivo de mobilizar as articulações costocorpóreas e costotransversas e favorecer a flexibilidade da caixa torácica, e em geral, tem sempre sido associada a

outras técnicas de manipulação da coluna vertebral ou mobilização fascial o que dificulta avaliar os reais efeitos da técnica. (ABDELAAL; ALI; HEGAZY, 2015; HENDERSON *et al.*, 2010; NOLL *et al.*, 2009) Até o presente momento, não há relatos na literatura científica que tenha avaliado os efeitos da técnica sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal.

2.6 Avaliação da mecânica respiratória na DPOC

2.6.1 Avaliação da mobilidade diafragmática

A avaliação morfofuncional do diafragma pode ser realizada pela fluoroscopia, tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultrassonografia. Dentre esses, a ultrassonografia tem sido a mais utilizada em relação aos outros métodos avaliativos por ser rápida, portátil e não invasiva, além de fornecer informações quantitativas imediatas e não expor o paciente à radiação (BOUSSUGES; GOLE; BLANC, 2009; TOLEDO *et al.*, 2003; YAMAGUTI *et al.*, 2012). De acordo com estudo de HOUSTON *et al.* (1995) a ultrassonografia tem vantagens técnicas, qualitativas e quantitativas em relação à fluoroscopia e deve ser o método de escolha na investigação anormalidades do movimento hemidiafragmático. Além disso, baixos valores de variabilidade intraobservador na mensuração da mobilidade diafragmática ratificam a confiabilidade do método (BOUSSUGES; GOLE; BLANC, 2009; GRAMS *et al.*, 2014; HOUSTON *et al.*, 1995; SCHEIBE *et al.*, 2015; TESTA *et al.*, 2011).

A avaliação da excursão diafragmática em indivíduos saudáveis demonstrou valores médios em respiração profunda de 70 ± 11 mm para homens e de 57 ± 10 mm para mulheres e na respiração espontânea de 18 ± 3 mm em homens e 16 ± 3 mm para mulheres (BOUSSUGES; GOLE; BLANC, 2009). Entretanto, nos pacientes DPOC em inspiração profunda com a mobilidade diafragmática $\leq 33,99$ mm estavam relacionados a uma maior taxa de mortalidade em relação aos pacientes com valor ≥ 34 mm (YAMAGUTI *et al.*, 2008).

2.6.2 Avaliação da Cinemática Toracoabdominal

A análise da mobilidade toracoabdominal, apesar da sua importância, era realizada através da cirtometria, ferramenta de pouca acurácia avaliativa, incapaz de

avaliar as distorções reais da caixa torácica (ITO *et al.*, 1999; MINOGUCHI *et al.*, 2002). Atualmente, devido a necessidade de métodos cientificamente validados e acurácia comprovada, utiliza-se a Pletismografia Optoeletrônica (POE) (DE SÁ *et al.*, 2017; ROCHA *et al.*, 2015; WADA *et al.*, 2016).

A POE é um método de mensuração indireta da ventilação pulmonar, não invasivo e não ionizante o qual permite mensurar variáveis do padrão respiratório e da assincronia respiratória de forma tridimensional e em tempo real (ALIVERTI; PEDOTTI, 2003). É possível avaliar a variação do volume da caixa torácica e calcular o volume corrente, os volumes inspiratório e expiratório final da parede torácica e de seus três compartimentos: caixa torácica pulmonar (CTp), caixa torácica abdominal (CTa) e o abdômen (AB) (ALIVERTI, 2008b). Os volumes absolutos (em litros) dos três compartimentos são calculados como a diferença entre o volume inspiratório final e o volume expiratório final do mesmo compartimento (ALIVERTI *et al.*, 2003; ROMAGNOLI *et al.*, 2008). Os volumes relativos são calculados como a porcentagem (%) de contribuição de cada compartimento para o volume corrente da parede torácica. As variações de volume da parede torácica na capacidade pulmonar total (CPT) também podem ser calculadas, sendo possível determinar restrição no volume corrente quando o volume expiratório final está próximo da CPT (VOGIATZIS *et al.*, 2005).

2.6.3 Avaliação da Capacidade de exercício submáxima na DPOC

A capacidade de exercício submáxima é avaliada principalmente por meio do Teste de Caminhada de seis minutos (TC6). Este é um teste considerado confiável e reprodutível para avaliar o desempenho funcional em pacientes com DPOC (HERNANDES *et al.*, 2011). A avaliação do TC6 é dada pela distância percorrida (em metros) durante seis minutos. Em pacientes com DPOC, uma distância caminhada em 6 minutos, menor que 350m é considerado elevado risco de internações e de mortalidade nesses pacientes (CASANOVA *et al.*, 2008). O TC6 trata-se de um teste de baixo custo e de ampla aplicabilidade com bom reflexo do nível de exercício funcional para atividades físicas diárias, visto que é submáximo e a maioria das atividades da vida diária são realizadas nessa intensidade (ATS, 2002a; SIMÕES *et al.*, 2010).

2.7 Avaliação da variabilidade de frequência cardíaca

A variabilidade de frequência cardíaca é uma medida não-invasiva e de fácil utilização dos impulsos autonômicos, que pode ser utilizada para identificar fenômenos relacionados ao SNA em indivíduos saudáveis, atletas e portadores de doenças (PUMPRLA *et al.*, 2002).

O estudo da VFC pode ser realizado por métodos lineares e não lineares. As medidas dos métodos lineares mais conhecidas são do domínio do tempo e da frequência. Os métodos no domínio do tempo são calculados a partir de métodos estatísticos, os índices avaliam a variabilidade total e a modulação vagal (KLEIGER *et al.*, 2005). O método no domínio da frequência utiliza análise espectral e as principais bandas são: alta frequência (AF – varia de 0,15 a 0,4 Hz), que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da modulação vagal sobre o coração; baixa frequência (BF – varia de 0,04 a 0,15 Hz), que representa a interação simpátovagal, com predomínio da modulação simpática; e muito baixa frequência (MBF – varia de 0 a 0,04 Hz), que parece estar relacionada ao sistema renina-angiotensina-aldosterona, termorregulação e tônus vasomotor periférico (KLEIGER *et al.*, 2005; MONTANO *et al.*, 2009).

3 JUSTIFICATIVA

A DPOC possui alto impacto na Saúde Pública mundial devido à alta prevalência, morbimortalidade e custos diretos e indiretos, com repercussões econômicas para toda a sociedade. As exacerbações são responsáveis por grande parte destes custos diante da necessidade de internação desses pacientes.

Técnicas de Terapia manual têm sido utilizadas em diferentes condições clínicas com objetivo de identificar e corrigir as disfunções de movimentos musculares e articulares a fim de restaurar a biomecânica funcional do paciente DPOC. No entanto, pouco se sabe sobre a eficácia das técnicas usadas para esses pacientes, seus efeitos agudos, crônicos e por quanto tempo os efeitos do tratamento persistem.

Dessa forma, torna-se relevante a ampliação do conhecimento sobre métodos de avaliação, tratamento e adequação das técnicas terapêuticas a fim de melhorar a mobilidade diafragmática, a cinemática toracoabdominal e a capacidade funcional e a variabilidade de frequência cardíaca nesses pacientes.

4 HIPÓTESES

A associação das técnicas de Mobilização Costal e Liberação Diafragmática é eficaz para aumentar a variação de volume toracoabdominal, a mobilidade diafragmática, o desempenho no teste de caminhada 6 minutos e a resposta da variabilidade de frequência cardíaca em relação a liberação diafragmática pacientes com DPOC.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da associação das técnicas de mobilização costal e de liberação diafragmática sobre a mobilidade do diafragma, a cinemática toracoabdominal, o desempenho no teste de caminhada de 6 minutos e sobre o controle autonômico cardíaco de indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC).

5.2 Objetivos específicos

- Analisar o efeito das técnicas sobre a mobilidade da hemicúpula diafragmática direita na manobra de capacidade pulmonar total após a primeira sessão, após seis sessões e uma semana após o término do tratamento;
- Avaliar a cinemática toracoabdominal através da distribuição tricompartimental do volume após a primeira sessão, após seis sessões e uma semana após o término do tratamento;
- Comparar os efeitos das técnicas sobre as variáveis de distribuição de volume da caixa torácica após a primeira sessão, após seis sessões e uma semana após o término do tratamento;
- Mensurar a distância percorrida no teste de caminhada 6 minutos após a primeira sessão, após seis sessões e uma semana após o término do tratamento;
- Avaliar o efeito das técnicas sobre a variabilidade de frequência cardíaca e a frequência cardíaca de repouso imediatamente após a primeira sessão.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico, randomizado, controlado e cego. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Ciências da saúde da UFPE sob o protocolo de aprovação nº 1.662.521 (ANEXO) e registrado no *Clinical Trials* sob o número NCT 03022942. Foram respeitadas as normas da Resolução 466/12 de setembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde.

6.2 Local e período da coleta de dados

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no período de Janeiro de 2017 a Janeiro de 2018.

6.3 Amostra

6.3.1 Amostragem

Foram recrutados pacientes com DPOC de diversos centros de referência em Pneumologia e em Fisioterapia da Região Metropolitana do Recife durante todo o período do estudo.

6.3.2 Tamanho amostral

Foi realizado calculo amostral através do *software G-power 3.1* levando em consideração um poder ($1-\beta$) de 80% e um α de 5% para o desfecho de mobilidade diafragmática, o n calculado foi de 14 pacientes no total (7 por grupo).

6.4 Critérios de elegibilidade

6.4.1 Critérios de elegibilidade

Foram incluídos indivíduos com diagnóstico de DPOC (espirometria com $VEF_1 < 80\%$ e $VEF_1/CVF < 0.7$), sedentários, de ambos os sexos, idade entre 50 e 75 anos,

cl clinicamente estáveis (sem exacerbação nas últimas 6 semanas) e sem estarem realizando outro tratamento fisioterapêutico. Caracteriza-se exacerbação por uma mudança na dispneia basal do paciente, tosse e/ou expectoração que está além das variações normais do dia-a-dia, de início agudo, e que pode justificar uma mudança na medicação habitual de um paciente com DPOC (GOLD, 2018).

6.4.2 Critérios de exclusão

Foram considerados critérios de exclusão pacientes que apresentaram doenças reumatológicas ou ortopédicas; deformidades/anormalidades na coluna vertebral que comprometessem a mecânica do sistema respiratório; fratura de costela há menos de 1 ano; comorbidades respiratórias; história de cirurgia torácica ou abdominal há menos de 1 ano; osteoporose e IMC $>30\text{kg/m}^2$.

6.4.3 Critérios de descontinuação do estudo

Seriam descontinuados do estudo os indivíduos que não tivessem mais interesse em participar, os que não comparecessem a duas sessões consecutivas sem remarcá-las para dias posteriores ou que apresentassem exacerbações da doença durante o estudo.

6.5 Randomização e sigilo de alocação

Participaram das avaliações e tratamento três pesquisadores: um pesquisador – avaliador (1º), era cego sobre o grupo à qual pertencia cada voluntário e realizava todas as avaliações; outro pesquisador – terapeuta (2º), responsável pela aplicação dos protocolos de atendimento; um terceiro pesquisador-colaborador (3º) responsável pelo processo de randomização em blocos e de sigilo de alocação. A randomização foi realizada em 2 blocos (8 e 6 pacientes) de através de um programa de computador, o *randomization.com*, o qual determinou a sequência de alocação dos pacientes. A sequência de tratamento foi codificada e a alocação transferida para uma série de envelopes preto opacos e numerados. Os envelopes foram encaminhados ao terapeuta responsável pela fase de tratamento, mantendo o avaliador cego quanto ao tipo de intervenção a qual o paciente seria submetido. Os envelopes só foram abertos

pelo terapeuta minutos antes do início da sessão. Os pacientes foram alocados em dois grupos: o TMC+TLD recebeu as técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática; TLD recebeu a técnica de liberação diafragmática.

6.6 Definição e categorização das variáveis

6.6.1 Variáveis independentes

- Técnica de mobilização costal
- Técnica de liberação diafrgmática

6.6.2 Variáveis de controle

- **Idade:** variável quantitativa contínua expressa em anos completos;
- **Altura:** variável quantitativa contínua medida em metros (m);
- **Peso:** variável quantitativa contínua medida em quilogramas (Kg);
- **Índice de massa corpórea (IMC):** variável quantitativa contínua expressa em quilogramas por metro quadrado (Kg/m^2);
- **Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁):** variável quantitativa contínua expressa em litros (L) e em porcentagem do valor predito (%pred);
- **Capacidade vital forçada (CVF):** variável quantitativa contínua expressa em litros (L) e em porcentagem do valor predito (%pred);
- **Relação do VEF₁/CVF:** variável quantitativa discreta, adimensional;
- **Uso de medicamento:** variável qualitativa nominal (sim e não);

6.6.3 Variáveis dependentes

- **Pressão inspiratória máxima (PI_{máx}):** variável quantitativa contínua expressa em centímetros de água (cmH_2O);
- **Pressão expiratória máxima (PE_{máx}):** variável quantitativa contínua, expressa em centímetros de água (cmH_2O);
- **Mobilidade diafragmática durante a CPT:** variável quantitativa contínua expressa em milímetros (mm);

- **Volume corrente (VC):** variável quantitativa contínua expressa em litros (L);
- **Frequência respiratória (FR):** variável quantitativa discreta expressa em respirações por minuto (rpm);
- **Tempo total do ciclo respiratório (Ttot):** variável quantitativa contínua expressa em segundos (s);
- **Tempos inspiratório do ciclo respiratório (Tinsp):** variável quantitativa contínua expressa em segundos (s);
- **Tempo expiratório do ciclo respiratório (Texp):** variável quantitativa contínua expressa em segundos (s);
- **Volume do compartimento pulmonar do gradil costal (CTp):** variável quantitativa contínua expressa em litros (L);
- **Volume do compartimento abdominal do gradil costal (CTa):** variável quantitativa contínua expressa em litros (L);
- **Volume do compartimento abdominal (AB):** variável quantitativa contínua expressa em litros (L);
- **Volume total da caixa torácica (CTt):** variável quantitativa contínua expressa em litros (L) | $CTt = CTp + CTa + AB$;
- **Distância percorrida:** variável quantitativa contínua expressa em metros.
- **Frequência cardíaca de repouso (FCr):** variável quantitativa contínua expressa em batimentos por minuto (bpm);
- **Variabilidade de frequência cardíaca (VFC):** variável quantitativa contínua
- **Escala de percepção global do paciente:** variável qualitativa

6.7 Coleta de dados

6.7.1 Seleção dos participantes

Os pacientes foram convidados a participar do estudo pessoalmente em ambulatórios de referência em DPOC da Região Metropolitana da cidade do Recife-PE ou por telefone a partir de listas de criadas pela divulgação da pesquisa em meios de comunicação falado e escrito. Caso aceitasse participar, era agendada a avaliação a ser realizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da UFPE. A Figura 2 mostra o fluxograma de captação dos pacientes.

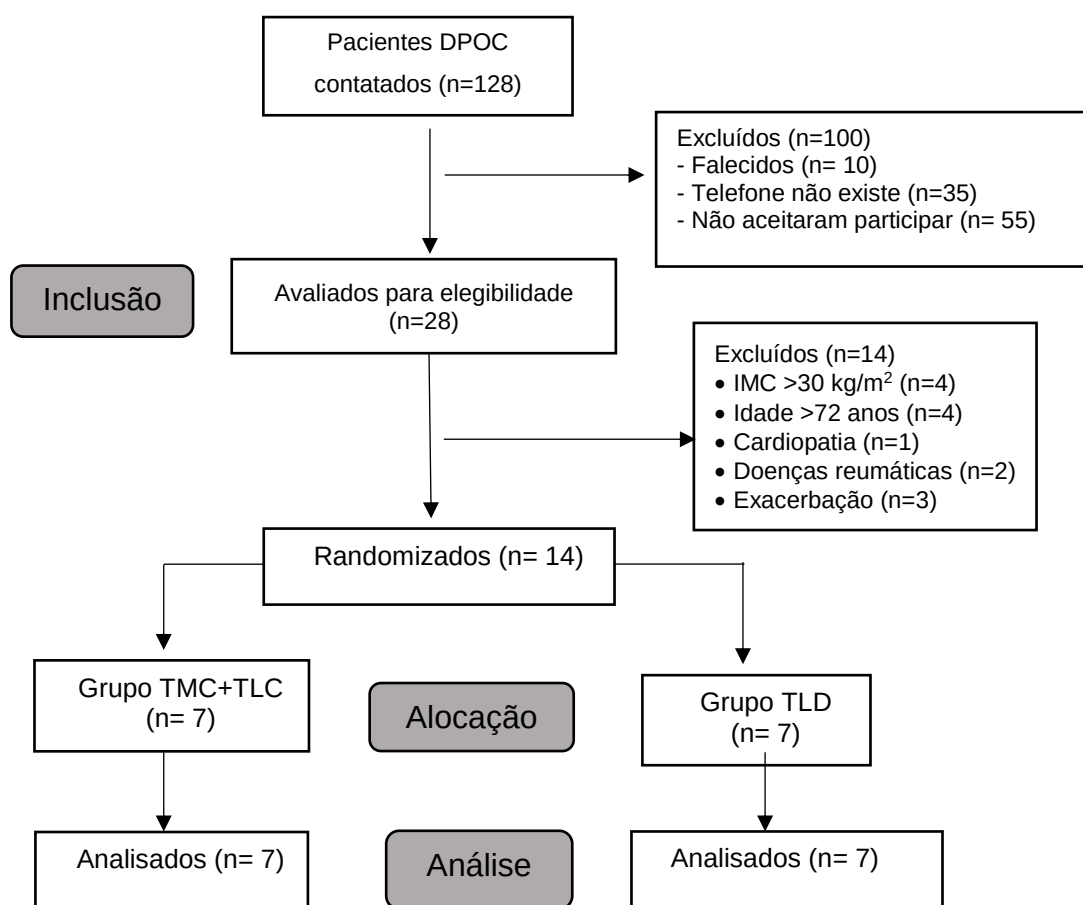


Figura 2 - Captação e acompanhamento dos pacientes.

6.7.2 Procedimentos de avaliação

No dia da avaliação, os pacientes eram orientados quanto aos procedimentos de avaliação, riscos e benefícios da pesquisa. Caso aceitassem participar e, após a obtenção da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 1), um dos pesquisadores envolvidos, preenchia os dados de identificação do paciente na Ficha de Anamnese (ANEXO 2) e os voluntários eram submetidos inicialmente à avaliação clínica e antropométrica. A altura foi medida em centímetros na balança digital com antropômetro – Welmy modelo W300 (Brasil) com limite de 2 metros (m); o peso corporal e o índice de massa corporal (IMC) foram obtidos através da balança de Bioimpedância InBody R20 (Biospace®, Coréia do Sul).

Em seguida, era realizada a avaliação cardiorrespiratória: saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e frequência respiratória (FR). A fim de obter a classificação quanto a gravidade da doença,

segundo o GOLD, o paciente realizava prova de função pulmonar através da espirometria e respondiam a versão em português da escala modificada Medical Research Council (MRCm). Em seguida era avaliada a cinemática toracoabdominal por meio da Pletismografia Optoeletrônica, a mobilidade da hemicúpulas diafragmática direita através da Ultrassonografia, força muscular respiratória pela Manovacuometria e capacidade funcional com o TC6. Os pacientes que não conseguiram realizar a avaliação em um único dia, foi agendada a continuação da avaliação para a data mais próxima possível da avaliação inicial.

6.7.3 Delineamento do estudo

Após a avaliação inicial, foi marcado o primeiro dia de intervenção. Minutos antes do início da primeira sessão, o envelope com a alocação do paciente era aberto pelo pesquisador-terapeuta. Os grupos TMC+TLD e TLD foram atendidos durante 6 sessões em dias alternados com intervalo de um ou dois dias entre os atendimentos durante duas semanas consecutivas. Todos os pacientes foram avaliados em 4 momentos distintos sempre pelo pesquisador – avaliador: 1ª avaliação - realizada antes da aleatorização, 2ª avaliação - realizada imediatamente após a 1ª sessão (avaliação aguda), a 3ª avaliação - realizada 1 ou 2 dias após à 6ª sessão de tratamento (avaliação crônica); 4ª avaliação - realizada uma semana após a última sessão de tratamento (avaliação *follow up*).

6.7.4 Protocolo experimental

6.7.4.1 Técnica de mobilização costal (TMC)

Esta técnica foi aplicada nos pacientes do grupo TMC+TLD em duas posições diferentes: decúbito dorsal e sentado.

TMC em decúbito dorsal: paciente em decúbito dorsal, terapeuta posicionado sentado ao seu lado, apoiava as polpas dos quatro últimos dedos de ambas as mãos nos ângulos das costelas, a partir da 5ª costela, formando grupos de quatro contatos (de 5ª-8ª e 9ª-12ª costelas). O terapeuta mobilizava os ângulos costais no sentido pósterio-anterior acompanhando a inspiração tranquila do paciente (figura 3 A e B).

Realizamos duas séries de dez ciclos respiratórios em cada hemitórax com um minuto de intervalo entre séries.

TMC sentado: Paciente sentado na maca, com pés apoiados no chão e o terapeuta de pé à sua frente. Assim, o paciente posicionava cabeça (região frontal) sobre seus braços sobrepostos no tronco do fisioterapeuta (figura 3C). O fisioterapeuta, então, apoiava as polpas dos dedos nos ângulos costais (articulação costotransversa) bilateralmente (2^a a 5^a costelas) exercendo tração suave (bilateralmente) no sentido antero-lateral durante a inspiração do paciente, retornando à posição inicial durante a expiração. Em seguida os dedos desciam um nível abaixo da costela e repetia os passos acima até que o seu 5^o dedo se apoie na 12^a costela. Então, a sequência era repetida em ordem inversa até alcançar a 2^a costela novamente, onde era contabilizada uma série do tratamento. Após um minuto de descanso, mais uma série era realizada.



Figura 3 - Técnica de mobilização costal. A: Posicionamento das mãos do terapeuta B: técnica com paciente em decúbito dorsal. C: técnica com paciente sentado.

6.7.4.2 Técnica de liberação diafragmática (TLD)

Esta técnica foi aplicada nos pacientes dos grupos TMC+TLD e TLD. A TLD foi realizada de acordo com protocolo de ROCHA et al., (2015). Nesse protocolo, o paciente foi posicionado em decúbito dorsal com membros relaxados. O terapeuta posicionou-se atrás da cabeça do paciente e realizou contato manual (pisiforme, bordo ulnar e três últimos dedos) com a face inferior do rebordo costal da cartilagem comum da sétima, oitava, nona e décima costelas, orientando seus antebraços em direção aos ombros do lado correspondente (figura 4). Durante a inspiração o terapeuta exercia tração acompanhando o movimento de elevação das costelas e, em seguida, aprofundava o contato manual e mantendo a resistência exercida na fase anterior durante a expiração. Realizamos duas séries de dez ciclos respiratórios profundos, com um minuto de intervalo entre séries, sob comando verbal do terapeuta.



Figura 4 - Técnica de liberação diafragmática em decúbito dorsal.

6.8 Instrumentos de avaliação

6.8.1 Espirometria

Realizada através do espirômetro *KoKo* modelo 313105, nSpire Health Inc, no qual serão mensurados: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), a relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo pela capacidade vital forçada (VEF₁/CVF), pico de fluxo expiratório (PFE). A realização da prova de função pulmonar seguiu as recomendações da *American Thoracic Society* (ATS, 2002b). Os voluntários eram orientados a ficar na posição sentada, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoios para os membros superiores e usando bocal descartável e clipe nasal. Em seguida era solicitado que realizasse uma inspiração máxima (a partir da capacidade residual funcional), seguida de uma expiração forte e explosiva até que todo o ar fosse expirado. Os resultados foram comparados com o previsto para a população Brasileira de acordo PEREIRA, (2001).

6.8.2 Manovacuometria

Utilizamos o Manovacuômetro Digital v 2.0 NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte/Brasil, para mensuração da pressão inspiratória (P_{Imáx}) e expiratória máxima (P_{Emáx}). Os voluntários foram posicionados sentados, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoios para os membros superiores, usando boquilha e clipe nasal. Foram orientados para realizar a manobra de P_{Imáx} a partir do Volume Residual (VR), realizando uma inspiração máxima e sustentada, e a manobra de P_{Emáx} a partir da Capacidade Pulmonar Total (CPT), realizando uma expiração máxima. Foram realizadas no mínimo 3 manobras para cada medida, com intervalos de um minuto entre elas, com reprodutibilidade de 5-10% entre as manobras (ATS, 2002b). Para registro dos dados foi adotada a melhor entre as três manobras

6.8.3 Ultrassonografia

O protocolo para avaliação da mobilidade do diafragma utilizado foi descrito por TESTA *et al.* (2011) O instrumento utilizado foi o Ultrassom Sonoace R3, Samsung Medison, (Coréia do Sul) com transdutor convexo de 3.5MHz. Inicialmente o paciente é posicionado em decúbito dorsal com inclinação de 45° e o transdutor no Modo-B é apoiado no abdômen, na linha na linha axilar média direita abaixo da margem costal da caixa torácica da margem costal, com pressão firme, orientado em direção cranial tendo como referência a veia cava inferior, à direita da tela, e a vesícula biliar ao

centro. Em seguida, mudou-se a configuração para o Modo-M e sua linha de referência foi colocada no ponto distal ao transdutor, considerado representativo da maior altura da cúpula diafragmática (Figura 5).

Os voluntários foram orientados a respirar normalmente durante o repouso. Dessa forma, foram utilizadas 5 manobras em respiração tranquila para mensurarmos a mobilidade diafragmática em repouso utilizando a média de três medidas obtidas com diferença menor de 10% entre elas. Em seguida, orientamos o paciente para respirar profundamente até a sua capacidade pulmonar total (CPT). O traçado obtido entre a linha de base da respiração de repouso e o platô obtido ao final da respiração forçada retratava a mobilidade diafragmática, utilizou-se a média de três medidas obtidas com diferença menor de 10% entre elas.

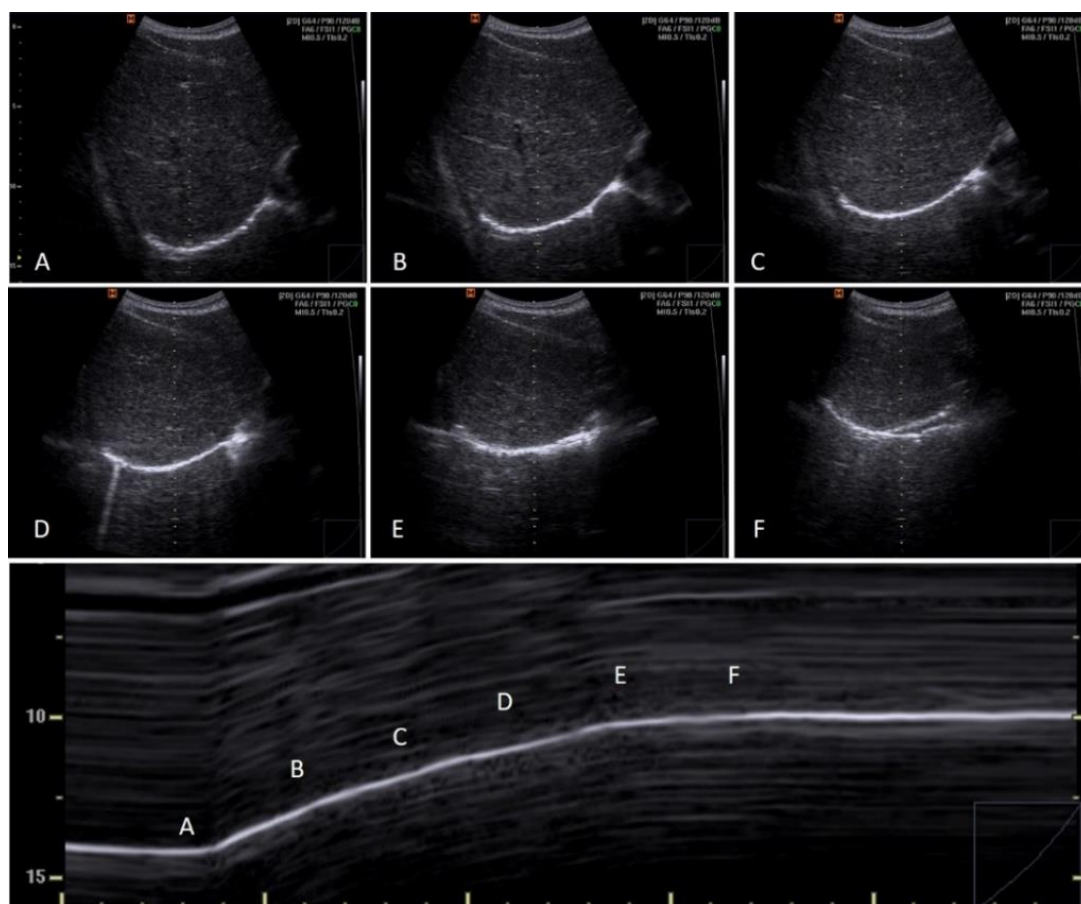


Figura 5 - Ultrassonografia do deslocamento diafragmático em capacidade pulmonar total. Modo-M: A - linha de base da respiração de repouso, F- platô obtido ao final da manobra CPT.

A avaliação da mobilidade diafragmática foi realizada na fase de avaliação inicial (pré randomização), após a realização da primeira sessão, após a sexta sessão e 1 semana após a última sessão, seguindo o mesmo protocolo de avaliação inicial.

6.8.4 Pletismografia Optoeletrônica

Neste estudo, a cinemática tóraco-abdominal foi realizada através do pletismógrafo óptico-eletrônico (POE - *BTS Bioengineering*, Milão, Itália) de oito câmeras – quatro anteriores e quatro posteriores. Com os voluntários sentados, pés apoiados, joelhos e quadris em 90°, coluna ereta, mãos apoiadas lateralmente ao tronco, foram fixados com adesivos, 89 marcadores reflexivos dispostos em estruturas anatômicas entre a fúrcula esternal e as clavículas até o nível da crista ilíaca ântero-superior, sendo: 37 marcadores anteriores, 42 posteriores e dez laterais (ALIVERTI; PEDOTTI, 2003) (Figura 6).

O paciente foi orientado a realizar respiração tranquila, sem falar e sem alterar a postura durante a aquisição das imagens. Após um período de adaptação, a gravação da respiração basal foi realizada durante 3 minutos. Após o registro das imagens, um modelo tridimensional da superfície torácica foi desenvolvido pelo *software* para descrever a parede torácica em sua totalidade e seus diferentes compartimentos: caixa torácica pulmonar (CTp), caixa torácica abdominal (CTa) e abdômen (AB) (ALIVERTI, 2008a). Em seguida, foram realizadas mais três gravações de 1 minuto cada nas mesmas condições, solicitando ao voluntário uma respiração tranquila durante 45 segundos seguida de uma expiração total e uma inspiração máxima a fim de evitar a hiperinsulflação pulmonar devido a manobra de Capacidade Vital (CV). As avaliações com o POE tiveram duração de 20 minutos em média, desde o posicionamento dos pontos até as captações das imagens.

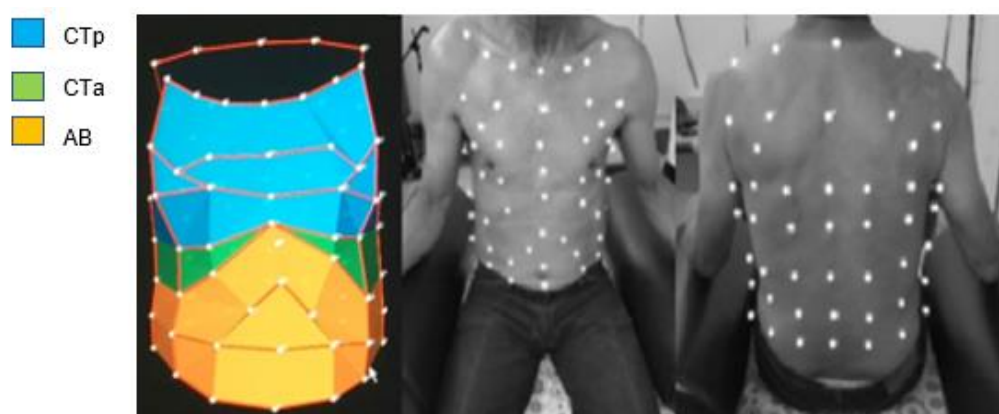


Figura 6 - Pletismografia opto-eletrônica: CTP: caixa torácica pulmonar, CTa: caixa torácica abdominal, AB: abdômen.

Os parâmetros avaliados foram: volume da caixa torácica e compartimentos em respiração tranquila, capacidade vital, frequência respiratória, volume minuto, fluxo inspiratório, fluxo expiratório, tempo total do ciclo respiratório e *duty cycle*.

A avaliação da cinemática da caixa torácica foi realizada na avaliação inicial (pré randomização), após a realização da primeira sessão, um ou dois dias após a sexta sessão e 1 semana após a última sessão, seguindo o mesmo protocolo da avaliação.

6.8.5 Teste de caminhada de 6 minutos (TC6M)

Realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela *American Thoracic Society* (ATS, 2002a). O voluntário era orientado a comparecer com roupas leves e calçado apropriado para caminhada. Antes e imediatamente após o teste eram monitorados a pressão arterial (PA), saturação do oxigênio (SaO_2), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), dispneia e fadiga através da escala modificada de Borg.

O teste foi realizado em corredor de 30 metros no qual o paciente foi orientado a caminhar durante 6 minutos o mais rápido que pudesse, mas sem correr. A cada 1 minuto o avaliador repetia frases de incentivo padronizadas. O teste poderia ser interrompido caso o paciente apresentasse qualquer desconforto que o impossibilitasse dar continuidade como: dispneia intensa, dor torácica, câimbras, tontura, palidez e sudorese. Ao final do teste, o paciente era sentado em uma cadeira para reavaliação dos parâmetros iniciais e a distância percorrida era anotada.

A avaliação da capacidade funcional submáxima foi realizada na avaliação inicial (pré randomização), um ou dois dias após a sexta sessão e 1 semana após a última sessão, seguindo o mesmo protocolo da avaliação.

6.8.6 Cardíofrequencímetro

Todos os pacientes avaliados foram orientados a abster-se de cafeína e/ ou qualquer bebida estimulante e bebidas alcoólicas, a evitar esforço moderado ou excessivo no dia anterior aos testes e a manter a medicação usual. No dia da intervenção, os pacientes foram acomodados em uma sala climatizada, com temperatura entre 22 e 24°C e umidade relativa do ar entre 50 e 60%. A coleta de dados foi realizada entre 13h e 14h de forma individual. Todos os procedimentos de avaliação e intervenção foram explicados aos pacientes.

Em seguida foi colocado no tórax, no terço inferior do esterno, uma cinta elástica de captação e no pulso o cardíofrequencímetro Polar® V800. Os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal e permaneceram respirando espontaneamente durante 10 minutos. Logo depois, era retirada a cinta e realizada a intervenção a qual foi alocado. Imediatamente após a intervenção era colocada novamente a cinta e repetido o protocolo de coleta inicial. A frequência respiratória (FR) e a pressão arterial (PA) foram mensuradas no início e no término da captação da VFC para fins de monitorização, e a saturação periférica de oxigênio (SpO2).

6.8.7 Patients Global Impression of Change (PGIC)

A escala é um instrumento de fácil e rápida utilização, validado em português por DOMINGUES; CRUZ (2012) cuja finalidade é medir a percepção de mudança do estado de saúde e a satisfação do paciente diante de um tratamento ao qual tenha sido submetido. A escala varia de "muito melhor (7)" a "melhor (6)", "um pouco melhor (5)", "sem mudança (4)", "um pouco pior (3)", "pior (2)" e "muito pior (1)". Segundo FERRAR et al., (2001) essa ferramenta pode ajudar a avaliar os benefícios percebidos na comparação dos resultados entre intervenções e/ ou na identificação de diferenças mínimas clinicamente importantes. A PGIC foi adaptada de acordo com os objetivos desse estudo e utilizada após a sexta sessão, na qual o

paciente gradua em de 1 a 7 a sua percepção de mudança global e o quanto essa mudança representou uma melhora real e útil em sua vida (Anexo 1).

6.8.8 Questionário de aceitação da técnica de tratamento

Ao final do tratamento (PÓS 6) o paciente foi questionado sobre a aceitação da técnica e se recomendaria para outros pacientes respondendo apenas “Sim” ou “Não”.

6.9 Processamento e análise de dados

A análise estatística foi realizada usando-se o software SPSS versão 20.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA).

Artigo 1:

As variáveis não exibiram distribuição normal no teste de Shapiro-Wilk. Para avaliação das mudanças nas variáveis contínuas em relação à linha de base utilizou-se o teste de Wilcoxon. Os dados foram apresentados como mediana e intervalo interquartil (25% –75%) e $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. A comparação de médias entre os grupos foi realizada através do teste de Mann-Whitney.

Artigo 2:

Os resultados das características iniciais da amostra foram apresentados em média e desvio padrão. Utilizamos para avaliação das mudanças nas variáveis contínuas em relação à linha de base o teste de Wilcoxon pareado. A comparação de médias entre os grupos foi realizada através do teste de Mann-Whitney. Os dados foram apresentados como mediana e intervalo interquartil (25% –75%) e $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

7 RESULTADOS

O projeto de mestrado desenvolvido resultou na elaboração de dois ensaios clínicos controlados e randomizados em forma de dois artigos científicos.

7.1 Artigo 1: Acute effects of rib mobilization and diaphragm release techniques on cardiac autonomic control in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a randomized clinical trial

Foi submetido a revista *Journal of Chiropractic Medicine*, Qualis B1 para área 21 da CAPES.

7.2 Artigo 2: A associação das técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática aumentam a mobilidade diafragmática, a cinemática da caixa torácica e a capacidade funcional do paciente com DPOC? Ensaio clínico randomizado

Será submetido ao *Journal of Physiotherapy* com Qualis A1 para a área 21 da CAPES.

8 CONCLUSÃO

Em conclusão, uma única sessão da técnica de Liberação diafragmática foi capaz de reduzir agudamente a frequência cardíaca média de repouso e aumentar variabilidade de frequência cardíaca em pacientes DPOC. Associação da técnica de mobilização costal e mobilização diafragmática é capaz de aumentar a mobilidade do diafragma. Contudo, é relevante ponderar, que devido a cronicidade da DPOC e suas alterações na mecânica respiratória, não há evidência neste estudo para recomendar estas intervenções com a finalidade de ganho de mobilidade da caixa torácica em pacientes com DPOC.

Novos estudos com foco na mobilização costal associada ao alongamento dos músculos respiratórios em diferentes graus de severidade devem ser realizados com o objetivo de elucidar as respostas da mecânica respiratória em relação ao estadiamento da DPOC.

REFERÊNCIAS

ABDELAAL, A.; ALI, M.; HEGAZY, M. Effect of diaphragmatic and costal manipulation on pulmonary function and functional capacity in chronic obstructive pulmonary disease patients: Randomized controlled study. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, v. 4, n. 4, p. 841, 2015.

ALIVERTI, A. *et al.* Chest wall kinematic determinants of diaphragm length by optoelectronic plethysmography and ultrasonography. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, v. 94, n. 2, p. 621–630, 2003.

ALIVERTI, A. Chest Wall Mechanics in COPD. *Current Respiratory Medicine Reviews*, v. 4, p. 240–249, 2008.

ALIVERTI, A. *et al.* Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. *European Respiratory Journal*, v. 33, n. 1, p. 49–60, 2009.

ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. *Monaldi Archives for Chest Disease - Pulmonary Series*, v. 59, n. 1, p. 12–16, 2003.

AMERICAN THORACIC SOCIETY/ EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. Statement on Respiratory Muscle Testing. *American Journal Respiratory Critical Care Medicine* v. 166, p. 518–624, 2002.

ATS. Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal Respiratory Critical Care Medicine*, v. 166(1), p. 111–7, 2002.

BEGIN, R. *et al.* Stiffness of the rib cage in a subset of rheumatoid patients. *Lung*, v. 166, p. 141–148, 1988.

BOUSSUGES, A.; GOLE, Y.; BLANC, P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography. *Chest*, v. 135, n. 2, p. 391–400, 2009.

BURKI, N. K.; LEE, L. Y. Mechanisms of Dyspnea. *Chest*, v. 138, n. 5, p. 1196–1201, 2010.

CAMILLO, C. A. *et al.* Heart rate variability and disease characteristics in patients with

COPD. *Lung*, v. 186, n. 6, p. 393–401, 2008.

CAMILLO, C. A. *et al.* Improvement of heart rate variability after exercise training and its predictors in COPD. *Respiratory Medicine*, v. 105, n. 7, p. 1054–1062, 2011.

CAPPELLO, M.; DE TROYER, A. On the respiratory function of the ribs. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, v. 92, n. 4, p. 1642–1646, 2002.

CARVALHO, T. D. *et al.* Geometric index of heart rate variability in chronic obstructive pulmonary disease. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, v. 17, n. 6, p. 260–265, 2011.

CASAS, A.; PAVIA, J.; MALDONADO, D. Respiratory Muscle Disorders in Chest Wall Diseases. *Arch Bronconeumol*, v. 39, n. 8, p. 361–366, 2003.

CHAITOW, L.; BRADLEY, D.; GILBERT, C. Multidisciplinary aproaches to breathing pattern disorders. *Multidisciplinary aproaches to breathing pattern disorders*. 1st. ed. London: Churchill Livingstone: [s.n.], 2002. p. 142.

COOPER, C. The connection between chronic obstructive pulmonary disease symptoms and hyperinflation and its impact on exercise and function. *American Journal of Medicine.*, v. 119 (10 Su), p. 21–31, 2006.

DE SÁ, R. B. *et al.* Immediate effects of respiratory muscle stretching on chest wall kinematics and electromyography in COPD patients. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, v. 242, p. 1–7, 2017.

DE TROYER, A. Effect of hyperinflation on the diaphragm. *European Respiratory Journal*, v. 10, n. 3, p. 708–713, 1997.

DE TROYER, A. Respiratory effect of the lower rib displacement produced by the diaphragm. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, v. 112, n. 4, p. 529–34, 2012.

DE TROYER, A.; BORIEK, A. Mechanics of the respiratory muscles. *Comprehensive Physiology*, v. 1, n. 3, p. 1273–1300, 2011.

DENIZ, G.; YELVAR, Y.; DEMIR, Y. P. Immediate effect of manual therapy on respiratory functions and inspiratory muscle strength in patients with COPD. *International Journal Chronic Obstruct Pulmon Disease*, v. 11, p. 1353–1357, 2016.

DIGIOVANNA, E.; SCHIOWITZ, S.; DOWLING, D. *An Osteopathic Approach to Diagnosis and Treatment*. 3rd ed ed. Philadelphia: [s.n.], 2005.

DOUGHERTY, P. E. et al. Spinal manipulative therapy for elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: A case series. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, v. 34, n. 6, p. 413–417, 2011.

ENGEL, R. M.; VEMULPAD, S. Progression to chronic obstructive pulmonary disease (COPD): Could it be prevented by manual therapy and exercise during the “at risk” stage (stage 0)? *Medical Hypotheses*, v. 72, n. 3, p. 288–290, 2009.

FERRAR, J. et al. Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain*, v. 94 (2), p. 149–58, 2001.

FISHER, L. R.; CAWLEY, M. I.; HOLGATE, S. T. Relation between chest expansion, pulmonary function, and exercise tolerance in patients with ankylosing spondylitis. *Annals of the rheumatic diseases*, v. 49, n. 11, p. 921–5, nov. 1990.

GEORGIADOU, O. et al. Effects of rehabilitation on chest wall volume regulation during exercise in COPD patients. *European Respiratory Journal*, v. 29, n. 2, p. 284–291, 2007.

GESTEL, A. VAN;; STEIER, J. Autonomic dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Journal of thoracic disease*, v. 2, n. 4, p. 215–22, 2010.

GODOY, R. F. et al. Repercussões tardias de um programa de reabilitação pulmonar sobre os índices de ansiedade, depressão, qualidade de vida e desempenho físico em portadores de DPOC. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 35, n. 2, p. 129–136, 2009.

GOLD. *Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease*. Disponível em: <www.goldcopd.org>. Acesso em: 16 fev. 2018.

GOULART, C. D. L. et al. Respiratory muscle strength effect on linear and nonlinear

heart rate variability parameters in COPD patients. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, v. 11, p. 1671–1677, 2016.

HEINDL, S. *et al.* Marked Sympathetic Activation in Patients with Chronic Respiratory Failure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 164, n. 4, p. 597–601, 2001.

HENDERSON, A. T. *et al.* Effects of rib raising on the autonomic nervous system: a pilot study using noninvasive biomarkers. *The Journal of the American Osteopathic Association*, v. 110, n. 6, p. 324–330, 2010.

HOUSTON, J. *et al.* Comparison of ultrasound with fluoroscopy in the assessment of suspected hemidiaphragmatic movement abnormality. *Clinical Radiology*, v. 50, n. 2, p. 95–8, 1995.

HURST, H.; BOLTON, J. Assessing the clinical significance of change scores recorded on subjective outcome measures. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, v. 27, n. 1, p. 26–35, 2004.

ITO, M. *et al.* Immediate effect of respiratory muscle stretch gymnastics and diaphragmatic breathing on respiratory pattern. Respiratory Muscle Conditioning Group. *Internal medicine (Tokyo, Japan)*, v. 38, n. 2, p. 126–132, 1999.

IWASAWA, T. *et al.* Magnetic resonance analysis of abnormal diaphragmatic motion in patients with emphysema. *European Respiratory Journal*, v. 19, n. 2, p. 225–231, 2002.

IZUMIZAKI, M. *et al.* Immediate effects of thixotropy conditioning of inspiratory muscles on chest-wall volume in chronic obstructive pulmonary disease. *J Respiratory Care*, v. 51(7), p. 750–757., 2006.

JENSEN, M. T. *et al.* Resting heart rate is a predictor of mortality in COPD. *European Respiratory Journal*, v. 42, n. 2, p. 341–349, 2013.

KAPANDJI, A. I. O diafragma e o seu mecanismo. In: PANAMERICANA, E. M. (Org.). *Fisiologia Articular 3: tronco e coluna vertebral*. 5. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2000. p. 148.

LANGENFELD, A. *et al.* Effect of manual versus mechanically assisted manipulations of the thoracic spine in neck pain patients: Study protocol of a randomized controlled

trial. *Trials*, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2015.

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

LORING, S.; MEAD, J. Action of the diaphragm on the rib cage inferred from a force-balance analysis. *Journal of Applied Physiology*, v. 53, n. 3, p. 756–760, 1982.

MATHERS, C.; LONCAR, D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Medicine*, v. 3(11), p. e442le, 2006.

MINOGUCHI, H. *et al.* Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. *Internal medicine (Tokyo, Japan)*, v. 41, n. 10, p. 805–812, 2002.

MOHAMMED, J. *et al.* Autonomic symptoms in patients with moderate and severe chronic obstructive pulmonary disease. *Acta Clinica Belgica*, v. 3286, n. September, p. 1–9, 2017.

MOHAMMED, J. *et al.* Evidence for Autonomic Function and Its Influencing Factors in Subjects With COPD: A Systematic Review. *Respiratory Care*, v. 60, n. 12, p. 1841–1851, 2015.

MONTANO, N. *et al.* Heart rate variability explored in the frequency domain: A tool to investigate the link between heart and behavior. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 33, n. 2, p. 71–80, 2009.

NOLL, D. R. *et al.* Immediate effects of osteopathic manipulative treatment in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *JAOA: Journal of the American Osteopathic Association*, v. 108, n. 5, p. 251–259, 2008.

NOLL, D. R. *et al.* The immediate effect of individual manipulation techniques on pulmonary function measures in persons with chronic obstructive pulmonary disease. *Osteopathic medicine and primary care*, v. 3, p. 9, 2009.

O'DONNELL *et al.* 28. Dynamic Hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal Respiratory Critical Care Med*, v. 164 (5), p. 770–7, 2001.

O'DONNELL, D. *et al.* Pathophysiology of Dyspnea in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Roundtable. *Proceedings of the American Thoracic Society*, v. 4, n. 2, p. 145–168, 2007.

O'DONNELL, D.; LAVENEZIANA, P. Dyspnea and Activity Limitation in COPD: Mechanical Factors. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, v. 4, n. 3, p. 225–236, 2007.

O'KROY, J. *et al.* Airflow limitation and control of endexpiratory lung volume during exercise. *Respiratory Physiology*, v. 119, p. 57–68, 2000.

PASCHOAL, M. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. n. May 2014, p. 26–38, 2002.

PAULIN, E.; BRUNETTO, A. ; CARVALHO, C. Effects of a physical exercises program designed to increase thoracic mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal Pneumology*, v. 29(5), p. 287–95, 2003a.

PEREIRA, C. A. DE C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*, v. 33, n. 4, p. 397–406, 2007.

REID, W. D.; DECHMAN, G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Physical Therapy*, v. NOV 75(11), p. 971–982, 1995.

ROCHA, T. *et al.* The Manual Diaphragm Release Technique improves diaphragmatic mobility, inspiratory capacity and exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, v. 61, n. 4, p. 182–189, 2015.

RODRIGUES, M. G. M. Anatomia e função dos músculos respiratórios. In: KOOGAN, G. (Org.). . *Bases da Fisioterapia Respiratória: Terapia intensiva e Reabilitação*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008a. p. 3–6.

RODRIGUES, M. G. M. Avaliação Ultrasonografica do Diafragma. In: KOOGAN, G. (Org.). . *Bases da Fisioterapia Respiratória: Terapia Intensiva*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008b. p. 141.

ROMAGNOLI, I. *et al.* Optoelectronic plethysmography has improved our knowledge of respiratory physiology and pathophysiology. *Sensors*, p. 7951–72, 2008.

SCHEIBE, N. *et al.* Sonographic evaluation of diaphragmatic dysfunction in COPD patients. *International Journal of COPD*, v. 10, n. 1, p. 1925–1930, 2015.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN. Guidelines Heart rate variability. *European Heart Journal*, v. 17, p. 354–381, 1996.

TESTA, A. *et al.* Ultrasound M-Mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound in Medicine and Biology*, v. 37, n. 1, p. 44–52, 2011.

TOLEDO, N. *et al.* Right hemidiaphragmatic mobility: assessment with US measurement of craniocaudal displacement of left branches of portal vein. *Radiology*, v. 228, n. 2, p. 389–394, 2003.

TROOSTERS, T. *et al.* Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 172, n. 1, p. 19–38, 2005.

VANDERLEI, M. *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. v. 24, n. 2, p. 205–217, 2009.

VESTBO, J. COPD: Definition and phenotypes. *Clinics in Chest Medicine*, v. 35, n. 1, p. 1–6, 2014.

VOGIATZIS, I. *et al.* Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, v. 60(9), p. 723–9, 2005.

VOLTERRANI, M. *et al.* Decreased heart rate variability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest*, v. 106, n. 5, p. 1432–1437, 1994.

WADA, J. T. *et al.* Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with COPD: a randomized and controlled trial. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, v. 11, n. 1, p. 2691–2700, 2016.

WEST, J. *Fisiologia respiratória: princípios básicos*. 9^a ed. São Paulo: [s.n.], 2013.

WILSON, T.; DE TROYER, A. Effects of the insertional and appositional forces of the canine diaphragm on the lower ribs. *The Journal of Physiology*, v. 591, n. Pt 14, p. 3539–48, 2013.

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

YAMAGUTI, W. *et al.* Diaphragmatic breathing training program improves abdominal motion during natural breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 93, p. 571–77, 2012.

YOSHIMI, K. *et al.* Pulmonary rehabilitation program including respiratory conditioning for chronic obstructive pulmonary disease (COPD): Improved hyperinflation and expiratory flow during tidal breathing. *Journal of Thoracic Disease*, v. 4, n. 3, p. 259–264, 2012.

APÊNDICE A – ARTIGO 1

Acute effects of rib mobilization and diaphragm release techniques on cardiac autonomic control in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a randomized clinical trial

Submetido a revista *Journal of Chiropractic Medicine*.

Qualis B1 para área 21 da CAPES.

**ACUTE EFFECTS OF RIB MOBILIZATION AND DIAPHRAGM RELEASE
TECHNIQUES ON CARDIAC AUTONOMIC CONTROL IN PATIENTS WITH
CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE: A RANDOMIZED CLINICAL
TRIAL**

Helena Rocha¹, Rodrigo Viana¹, Helga Cecília Muniz De Souza¹, Victor Ribeiro
Neves², Armèle Dornelas De Andrade¹

¹ Federal University of Pernambuco-Department of Physical Therapy,
Cardiopulmonary Physiotherapy Laboratory.

² University of Pernambuco Campus Petrolina- Group of Studies and Research in
Cardiorespiratory Physiotherapy.

Corresponding author: Helena Rocha. Address: Jornalista Aníbal Fernandes Avenue,
s/n, Cidade Universitária, Recife-Pernambuco/Brazil

E-mail:hmr.fisio@gmail.com

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the acute repercussions of rib mobilization technique (RMT) and diaphragm release (DRT) in the autonomic nervous system of patients with COPD.

Methods: Fourteen patients were evaluated. Eligibility criteria: sedentary patients with diagnosis of COPD, aging between 50 and 72 years old, being clinically stable. Exclusion criteria: patients with heart disease, other respiratory comorbidities and BMI>30kg/m². Patients underwent cardiorespiratory evaluation at first, being allocated to two groups: the RMT + DRT group and the DRT group. The clinical assessments were performed immediately before and after the intervention. Statistical analysis was carried out through paired sample Wilcoxon test and the comparison between means was performed through the Mann-Whitney test.

Results: A decrease in resting heart rate (RHR) of 5 bpm was observed in the DRT group, while the RMT + DRT group had a 3 bpm reduction. Heart rate variability increased in the DRT group ($p = 0.04$), whereas no alterations were evident in DRT + RMT group. No changes were noticeable between both groups.

Conclusion: A single session comprising diaphragm release techniques was able to sharply reduce mean resting heart rate and increase heart rate variability in COPD patients.

Keywords: Autonomic nervous system; Chronic obstructive pulmonary disease; Heart rate; Heart rate variability.

INTRODUCTION

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a systemic disease that adversely affects the cardiovascular autonomic system.^{1,2} Changes in pulmonary

mechanics usually result in increased respiratory work, thus stimulating local mechanoreceptors and metaboreceptors with sympathetic hyperactivation.^{3,4} Studies have evidenced that patients with COPD present autonomic dysfunction with an increase in mean resting heart rate (RHR) besides lower heart rate variability (HRV) response.^{5,6}

HRV is a non-invasive measure that describes the oscillations of the intervals between consecutive heart beats (R-R intervals), which are related to influences of autonomic nervous system (ANS) on sinus node. The sympathetic branch of ANS induces heart rate raise, with shorter intervals between heart beats. On the other hand, the parasympathetic branch reduces heart rate, resulting in larger intervals between heart beats.⁷ Thus, when associated with HRV, resting heart rate is an important variable in clinical practice, once values above 78 bpm are considered a risk factor for several cardiac dysfunctions.^{8,9}

Considering the respiratory mechanics alterations in patients with COPD and their relationship with comorbidities, some authors claim that rib mobilization techniques (RMT) is not restricted to influence rib cage mobility only, but also the sympathetic outflow due to the anatomical position of sympathetic trunk and paravertebral ganglion regarding costovertebral and costotransverse joints.^{10,11} Other studies demonstrated reduced sympathetic excitability as a result of respiratory muscle stretching.^{3,12} Among the previously studied techniques, the diaphragm release technique (DRT) exhibited positive effects on diaphragmatic mobility that have already been described in literature.¹³ However, little is known about the interferences of such techniques in the autonomic nervous system of patients with COPD.

Thus, this study aims to evaluate the effect of rib mobilization (RMT) and diaphragm release (DRT) techniques on the sympathetic and parasympathetic autonomic nervous system in patients with COPD.

METHODS

This is a randomized controlled trial with blind allocation. Patients were recruited from several Pulmonology and Physiotherapy reference centers from the Metropolitan Region of Recife, in consonance with the following eligibility criteria: both genders aged between 50 and 72 years old, who presented with diagnosis of COPD (based on spirometric criteria: baseline FEV1<80% and FEV1/FVC ratio <0.7), leading sedentary lifestyle, being clinically stable without any acute exacerbation episode in the previous 6 weeks besides not undertaking any other physiotherapeutic treatment. Exclusion criteria: patients who presented rheumatic or orthopedic diseases; heart disease, anatomical deformities /abnormalities; rib fracture episode for less than 1 year; other respiratory comorbidities; history of thoracic or abdominal surgery for less than 1 year; osteoporosis and BMI>30kg/m². From the selected twenty-eight patients, twelve of them were excluded.

Patients were advised regarding the evaluation procedures, potential risks and benefits of the research. The study was approved by the Ethics and Research Committee of the Health Sciences Center of UFPE under the protocol number 1.662.521 and registered in the Clinical Trials under the protocol number NCT 03022942.

Initially, the volunteers were submitted to clinical and anthropometric evaluation. Then, a cardiorespiratory screening was carried out in order to assess peripheral oxygen saturation (SpO₂), heart rate (HR), blood pressure (BP), respiratory

rate (RR), spirometry and manovacuometry. Block randomization was executed through the website randomization.com. The sequence of treatment modalities was coded and its allocation was transferred to opaque and numbered black envelopes, which were sent to the therapist in charge for the treatment, being opened right before the session's beginning. The patients were assigned into two groups: the RMT + DRT group received rib mobilization (RMT) and diaphragm release (DRT) techniques, while the DRT group received the diaphragm release technique. Primary outcomes were heart rate variability (HRV) and mean resting heart rate (RHR).

Experimental Protocol

All evaluated patients were advised to abstain from caffeine and/or any stimulant or alcoholic beverage, as well as to avoid moderate or excessive effort the day before the tests and to keep taking the usual medication. On the day of the intervention, patients were comfortably accommodated in an air-conditioned room, where temperature ranged from 22 to 24°C and relative humidity was maintained between 50 and 60%. Data collection procedure occurred individually from 1:00 p.m. to 2:00 p.m. All evaluation and intervention methods were explained to the patients. Then, a spring-loaded elastic band was settled on the thorax, at the level of the lower third of the sternum, and a heart rate monitor (Polar® V800 Electro Oy Professorintie 5 Kempele, Finland) was placed on the wrist. The volunteers were maintained in dorsal decubitus position and remained breathing spontaneously for 10 minutes. Soon afterwards, the elastic band was removed and the intervention was performed, in accordance to the patient's group allocation. Straight after the intervention, the heart rate monitor was placed again, thus the initial experimental procedure was repeated. Respiratory rate (RR), blood pressure (BP) and peripheral oxygen saturation (SpO₂)

were checked at the beginning as well as at the end of HRV capture for monitoring purposes.

Rib mobilization technique and diaphragm release technique group

Rib mobilization technique (RMT), adapted by Henderson et al. (2010)¹⁰ and Abdelaal et al. (2015)¹⁴ was carried out in two distinct patient's positions: supine and seated positions. In supine position, the therapist was placed next to the patient, positioning the last four finger pulps of both hands at the angles of the ribs. The therapist mobilized the costal angles in posteroanterior direction accompanying the patient's normal inspiration (figure 1). The movement was performed in two series of ten respiratory cycles in each hemithorax with one-minute interval between sets.

RMT in seated position: patient remained seated on the stretcher, keeping their feet on the floor, while the therapist was standing in front of them. The volunteer's head (frontal region) was positioned over their overlapping arms, which were placed on the therapist's trunk (figure 1). The physiotherapist then positioned the pulps of the fingers at the costal angles (bilaterally), moving from lateral region to anterior midline throughout patient's inspiration, then returning to the initial position on expiration. Therapist's fingers were then placed one level below the rib, so the abovementioned procedure was repeat until their 5th finger reached the 12th rib. This technique was then carried out towards the 2nd rib, completing a cycle of treatment. After one-minute rest period, another cycle was conducted.

The diaphragm release technique (DRT) was performed in consonance to the protocol described by Rocha et al. (2015)¹³ Considering this previously described technique, the patient remains in supine position, so the therapist is able to maintain manual contact with the bottom edge of the rib cage (figure 2). During inspiration, the

therapist exerts traction following the natural rib cage movement, then deepens the manual contact and maintains the resistance exerted in the previous phase throughout exhalation. The technique was applied in two series of ten deep respiratory cycles, with one-minute interval between series, under therapist's verbal command.

Diaphragm release technique group

Participants received only the DRT, following the same above mentioned protocol.

Heart Rate Variability Analysis

The HRV analysis for frequency domain was based on the approach described by Porta et al. (2001).¹⁵ All sampling R-R interval periods (R-Ri) were examined and the most stable segment, where no noise (i.e., no ectopic beats, arrhythmic events, missing data and / or artifacts) was detected, was selected encompassing 256 points. The low frequency (LF) occurs due to the combined action of vagal and sympathetic components on the heart, with sympathetic predominance. On the other hand, the high frequency (HF) corresponds to respiratory modulation and stands as an indicator of vagal activity on the heart, being expressed as normalized units (n.u.).¹⁶ The LF/HF ratio was calculated to verify the sympathetic-vagal balance over the heart.

The heart rate analysis was accomplished through Kubios HRV Standard 3.0.2 software (Kuopio, Finland). In order to avoid variations throughout the analysis process, we selected the same range of 256 points in Kubios, as previously described by Porta et al (2001)¹⁵ approach.

Statistical analysis

Statistical analysis was carried out through SPSS software version 20.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Data did not exhibit a normal distribution in the Shapiro-Wilk test. The Wilcoxon paired test was used to assess potential changes in the continuous variables in relation to the baseline. Data were presented as median and interquartile range (25% -75%) and $p < 0.05$ was considered statistically significant. Comparison of means between groups was performed using the Mann-Whitney test. The effect of treatment between groups was determined by the mean difference between them with 95% confidence interval and a significance level of $p < 0.05$.

RESULTS

Subject characteristics

Out of the overall 16 screened patients, 2 of them (1 volunteer from each group) were excluded due to data collection failures. A flowchart of participants' eligibility process is shown in figure 3. The initial characteristics of the 14 participants are presented in Table 1.

Regarding medication uptake, all patients were under beta-2 agonist effects and none of the patients used beta-blockers.

Heart rate

A decrease in resting heart rate (RHR) of 5 bpm was observed in the DRT group ($p=0.03$), while the RMT + DRT group had a 3 bpm reduction ($p=0.07$) immediately after the intervention to which they were allocated (table 2). There was no significant difference between groups.

Heart rate variability

There was a significant increase in HRV in the DRT group immediately after the intervention with $p=0.04$. The RMT + DRT group did not demonstrate a significant intragroup difference. No discrepancies were found between both groups with regards to the other outcomes: LFnu, HFnu and in the sympathetic vagal relationship (table 2).

DISCUSSION

Our study is pioneer in evaluating the acute effects of rib mobilization and diaphragm release techniques on cardiac autonomic control in patients with COPD. The present study evidenced that a single session of diaphragm release technique triggered a clinically important reduction in mean resting heart rate and a statistically significant increase in heart rate variability (HRV). The rib mobilization technique associated with diaphragm release yield to effects restricted to mean resting heart rate in COPD patients.

The rib mobilization technique, despite being applied to influence the ANS, does not present with any consistent evidence regarding its effects in patients with COPD. Likewise, there are no studies regarding the influence of the diaphragm release technique on the autonomic nervous system.

Sympathetic hyperactivity in COPD may be associated to dysfunctions in either skeletal muscle or even respiratory pump, as increased respiratory work leads to sympathetic activation through stimulation of local metaborreceptors.⁴ In a recent systematic review, Mohammed et al. (2015)¹⁷ stated that the compromise of heart rate variability regarding time domain, as well as the baroreceptor sensitivity and muscular sympathetic nerve activity demonstrated a strong level of evidence among factors that influence autonomic function in COPD patients. It is known that a decrease in HRV

indicates that patients with COPD have a higher risk of mortality from cardiac events than healthy individuals.¹⁸ Nevertheless, Camilo et al. (2008)⁶ state that the affected autonomic function in patients with COPD is not necessarily related to the severity of the disease but to physical activity levels in daily living, muscular dysfunction and the quality of life of this population as well. Gestel et al.(2011)¹⁹ also emphasize the role of autonomic cardiac dysfunction in impaired health related quality of life in patients with COPD.

Acute intervention in the DRT group, which undertook the diaphragm release technique, provoked a clinically important outcome, considering the decrease in resting heart rate (RHR) of 5 bpm in the DRT group and a 3 bpm reduction in RMT + DRT group immediately after the intervention. A recent study, conducted by Sima et al. (2017)¹⁸, put forward that short-term mean resting heart rate (RHR) evaluation demonstrated excellent measurement variability (CV% of 4.3%), almost perfect reliability (ICC of 0.93, 95% CI of 0.80, 0.98). According to the authors, the change of 3bpm may be clinically important in patients with COPD. As reported by Jensen et al. (2013)²⁰ FRC is increased in patients with COPD, thus considering its clinical availability, it should be a potential target for intervention in such population.

Heart rate variability showed a statistically significant increase in the DRT group. We believe that stretching diaphragmatic muscle fibers through diaphragm release technique propitiates the reduction of sympathetic excitability and parasympathetic activation in these patients. Metabolic products generated throughout ischemic metabolism and muscle contraction stimulate local receptors, leading to increased heart rate, blood pressure and sympathetic activity.²¹ It is known that the increase in tissue viscoelasticity is capable of potentiating contractile muscle capacity with less effort and reducing tension on musculoskeletal receptors.²⁰ The results from

a diaphragmatic release are consistent with other studies. It is possible that some mechanoreceptors trigger a predominantly parasympathetic response when stimulated by myofascial techniques.^{21,22} According to Farinatti et al. (2011)²³ ten minutes of stretching exercises are able to acutely affect the sympathetic-vagal balance in individuals with low flexibility, thus increasing post-stretching vagal modulation, which endorse our findings that diaphragmatic mobilization promote fibers stretching thus favoring their mobility.¹³

The RMT + DRT group did not present any HRV alteration, due to the possibility that reduced sympathetic activity promoted by diaphragm release technique was neutralized by the sympathetic excitation as a consequence of rib mobilization technique. A systematic review carried out by Kingstone et al. (2014)¹¹ implies there is evidence regarding sympathetic response as a result of spine mobilizations from an excitatory nature at the level of the mobilized region. According to Borges et al. (2018)²⁴, spine mobilization exerts influence on the autonomic nervous system depending on the location and type of stimulation. A higher parasympathetic response was found when stimulation was performed in cervical and lumbar regions, while a higher sympathetic response was found when stimulation was performed in the thoracic region, thus endorsing our findings.

To McCarty et al. (2015)²⁵, as HR increases, there is less time between heart beats variability occurrence, therefore HRV decreases; a lower HR implies a higher HRV. Reduced HRV reflects a decrease in autonomic regulation capacity and ability to respond adaptively to physiological challenges, such as exercise.²⁶

According to Leite et al. (2015)²⁷ the HRV indexes at rest may become a predictive tool for aerobic capacity in COPD patients. Changes in LF nu and HF nu,

besides LF/HF ratio were not statistically significant. Probably the short intervention time was not enough to generate a significant alteration in these outcomes.

Limitations

A limitation for the present study lies in its small sample size besides in the short intervention period. Further studies are necessary in order to detect potential influence of rib cage mobilization techniques on a treatment in the medium-term.

CONCLUSION

In conclusion, diaphragm release technique seems to influence the reduction, at least temporarily, of the mean resting heart rate and to promote an increase in heart rate variability in patients with COPD.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the financial support from the Foundation for the Support of Science and Technology of the State of Pernambuco (FACEPE)- APQ 0154-4.08/15, IBPG1599-4.08/15 and CAPES/PROCAD 88881.068409/2014-01.

REFERENCES

1. Gestel AV; Steier J. Autonomic dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *J Thorac Dis.* 2010;2(4):215–22.
2. Carvalho TD, Pastre MC, Rossi CR, Abreu L, Valenti V, Marques VL. Geometric index of heart rate variability in chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Port Pneumol.* 2011;17(6):260–5.
3. Paulin E, Brunetto A, Carvalho C. Effects of a physical exercises program designed to increase thoracic mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Pneumol.* 2003;29(5):287–95.

4. Heindl S, Lehnert M, Crieé CP, Hasenfuss G, Andreas S. Marked Sympathetic Activation in Patients with Chronic Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;164(4):597–601.
5. Volterrani M, Scalvini S, Mazzuero G, Lanfranchi P, Colombo R, Clark AL, et al. Decreased heart rate variability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest*. 1994;106(5):1432–7.
6. Camillo CA, Pitta F, Possani HV, Barbosa MVRA, Marques DSO, Cavalheri V, et al. Heart rate variability and disease characteristics in patients with COPD. *Lung*. 2008;186(6):393–401.
7. Pumpirla J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional assessment of heart rate variability: Physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol*. 2002;84(1):1–14.
8. Palatini P. Elevated Heart Rate: A “New” Cardiovascular Risk Factor? *Prog Cardiovasc Dis*. 2009;52(1):1–5.
9. Fagundes JE, Castro I. Predictive value of resting heart rate for cardiovascular and all-cause mortality. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(6):713–9.
10. Henderson AT, Fisher JF, Blair J, Shea C, Li TS, Bridges KG. Effects of rib raising on the autonomic nervous system: a pilot study using noninvasive biomarkers. *J Am Osteopath Assoc*. 2010;110(6):324–30.
11. Kingston L, Claydon L, Tumilty S. The effects of spinal mobilizations on the sympathetic nervous system: A systematic review. *Man Ther*. 2014;19(4):281–7.
12. Wada JT, Borges SE, Porras DC, Paisani DM, Cukier A, Lunardi AC, et al. Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with

- COPD: a randomized and controlled trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11(1):2691–700.
13. Rocha T, Souza H, Brandão D, Rattes C, Ribeiro L, Campos S, et al. The Manual Diaphragm Release Technique improves diaphragmatic mobility, inspiratory capacity and exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised trial. *J Physiother*. 2015;61(4):182–9.
 14. Abdelaal A, Ali M, Hegazy M. Effect of diaphragmatic and costal manipulation on pulmonary function and functional capacity in chronic obstructive pulmonary disease patients: Randomized controlled study. *Int J Med Res Heal Sci*. 2015;4(4):841.
 15. Porta A, Guzzetti S, Montano N, Furlan R, Pagani M, Malliani A, et al. Entropy, entropy rate, and pattern classification as tools to typify complexity in short heart period variability series. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2001;48(11):1282–91.
 16. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American. Guidelines Heart rate variability. *Eur Heart J*. 1996;17:354–81.
 17. Mohammed J, Meeus M, Derom E, Da Silva H, Calders P. Evidence for Autonomic Function and Its Influencing Factors in Subjects With COPD: A Systematic Review. *Respir Care*. 2015;60(12):1841–51.
 18. Sima C, Inskipa JA, Sheel AW, Eeden SFV, Reid WD, Camp PG. The reliability of short-term measurement of heart rate variability during spontaneous breathing in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Port Pneumol*. 2017;23 (6):338–42.
 19. Gestel AV, Kohler M, Steier J, Teschler S, Russi EW, Teschler H. Cardiac autonomic dysfunction and health-related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology*. 2011;16(6):939–46.

20. Jensen MT, Marott JL, Lange P, Vestbo J, Schnohr P, Nielsen OW, et al. Resting heart rate is a predictor of mortality in COPD. *Eur Respir J*. 2013;42(2):341–9.
21. Mark AL, Victor RG, Nerhed C, Wallin BG. Microneurographic studies of the mechanisms of sympathetic nerve responses to static exercise in humans. *Circ Res*. 1985;57(3):461–9.
22. Arroyo-Morales M, Olea N, Martinez M, Moreno-Lorenzo C, Daz-Rodriguez L, Hidalgo-Lozano A. Effects of Myofascial Release After High-Intensity Exercise: A Randomized Clinical Trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2008;31(3):217–23.
23. Farinatti PTV, Brandão C, Soares PPS, Duarte AFA. Acute effects of stretching exercise on the heart rate variability in subjects with low flexibility levels. *J Strength Cond Res*. 2011;25(6):1579–85.
24. Borges BLA, Bortolazzo GL, Neto HP. Effects of spinal manipulation and myofascial techniques on heart rate variability: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2018;22(1):203–8.
25. Mccraty R, Shaffer F. Heart Rate Variability: New Perspectives on Physiological Mechanisms, Assessment of Self-regulatory Capacity, and Health Risk. *Glob Adv Heal Med*. 2015;4(1):46–61.
26. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality. *N Engl J Med*. 1999;341(18):1351–7.
27. Leite MR, Ramos EMC, Kalva-Filho CA, Rodrigues FMM, Freire APCF, Tacao GY, et al. Correlation between heart rate variability indexes and aerobic physiological variables in patients with COPD. *Respirology*. 2015;20(2):273–8.

Table 1 – Baseline characteristics of participants

Characteristics	RMT+DRT (n=7)	DRT (n=7)	p value ^a
Gender male: female	4M/3F	4M/3F	-
Age (years)	64 (58-70)	70 (69-72)	0,108
BMI (Kg/m ²)	26 (23-27)	24 (19-27)	0,655
FVC (%predict)	70(64-73)	61 (48-73)	0,199
FEV1(%predict)	53 (44-56)	49 (30-67)	0,898
RHR (bpm)	68 (67-84)	79 (76-93)	0,109
HRV (Hz)	0,66 (0,31-1,7)	0,27 (0,03-0,6)	0,225
LF nu	49 (14,5-57)	58 (5-64)	0,748
HF nu	49,5(43-85,5)	41,6 (36 -100)	0,848
LF/HF	1(0,17-1,3)	0,06 (0,03-1,4)	0,250
Medication beta blockers	0	0	-

BMI: body mass index; FVC: forced vital capacity; FEV1: forced expiratory volume in 1 second; RHR: resting heart rate; HRV: heart rate variability; LF nu: low frequency nullified units; HF nu: high frequency nullified units; % predicted: percentage of predicted; bpm: beats per minute

Note: values are median and interquartile range (25-75%)

^a p value between groups

Table 2 - Pre and post data intervention

Outcomes	Difference within groups			Difference within groups			Difference between groups
	DRT (n=7)			RMT+DRT (n=7)			DRT x RMT+DRT
	Pre	Post	p 1	Pre	Post	p 2	p 3
RHR (bpm)	79 (77-93)	74 (71-89)	0,03 ^a	68 (67-84)	68 (6-84)	0,07	0,06
HRV (hz)	0,27 (0,03-0,60)	0,58 (0,15-2,73)	0,04 ^a	0,65 (0,31-1,7)	0,8 (0,3-5,37)	0,13	0,52
LF nu	58,33 (5-63,76)	5 (3,46-57)	0,09	48,84 (14,53-56,9)	40,82 (5-78,44)	0,6	0,22
HF nu	41,6 (36-100)	96,28 (43-100)	0,24	49,49 (43,1-85,47)	59,16 (21,56-100)	1	0,34
LF/HF	0,60 (0,3-1,4)	0,05 (0-1,2)	0,45	0,99 (0,17-1,32)	0,69 (0,05-3,64)	0,46	0,08

RHR: resting heart rate; HRV: heart rate variability; LF n.u.: low frequency normalized units; HF u.n.: high frequency normalized units; bpm: beats per minute; Hz: hertz; p1: p value-difference within groups DRT; p2: p-value differences within group RMT + DRT; p 3: p-value difference between group

Note: values are median and interquartile range (25-75%)

^a Statistically significant differences: p value < 0,05



Figure 1 - Rib mobilization technique. A: Hands positions; B: technique in supine C: technique in seated positions.



Figure 2 - Diaphragm release technique

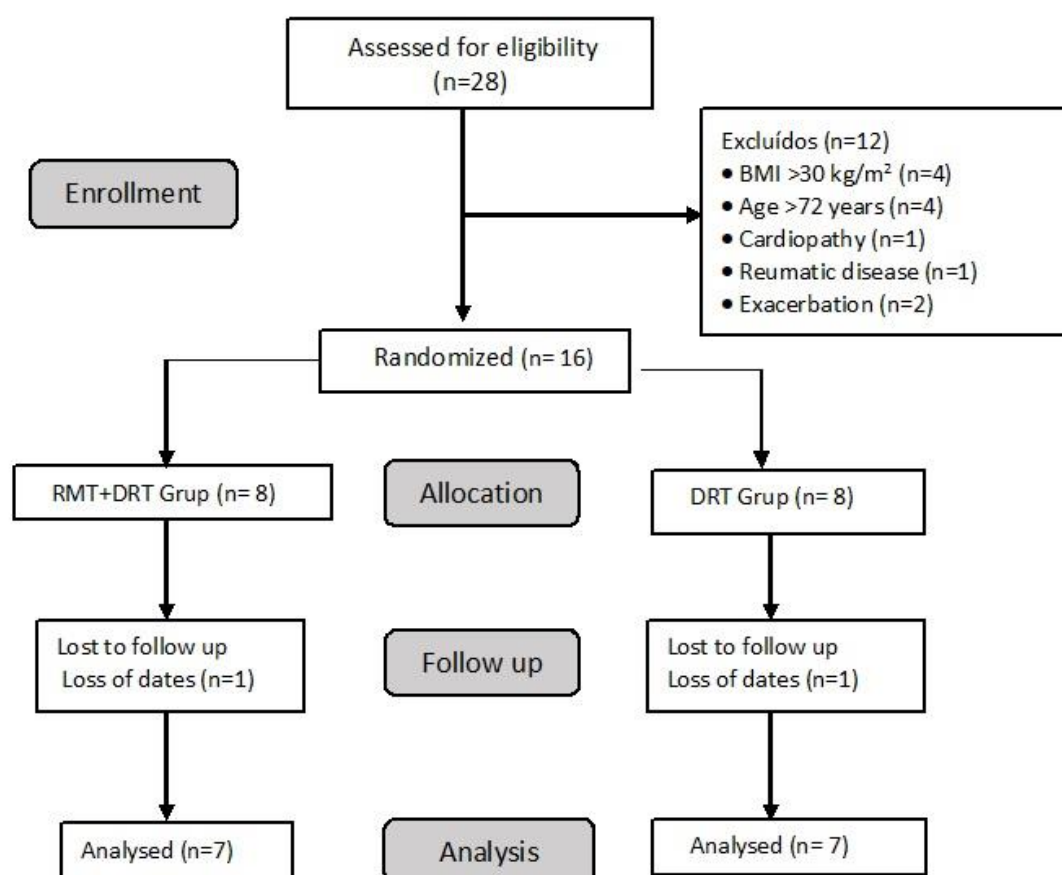


Figure 3 - Participants flowchart

APÊNDICE B – ARTIGO 2

A associação das técnicas mobilização costal e liberação diafragmática aumentam a mobilidade diafragmática, a cinemática da caixa torácica e a capacidade funcional do paciente com DPOC? Ensaio clínico randomizado

Será submetido ao *Journal of Physiotherapy*

Qualis A1 para a área 21 da CAPES.

A ASSOCIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE MOBILIZAÇÃO COSTAL E LIBERAÇÃO DIAFRAGMÁTICA AUMENTAM A MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA, A CINEMÁTICA DA CAIXA TORÁCICA E A CAPACIDADE FUNCIONAL DO PACIENTE COM DPOC? ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Helena Rocha^a, Rodrigo Viana^a, Taciano Rocha^b, Catarina Rattes^a, Luciana Alcoforado^a
Armèle Dornelas de Andrade^a

^a Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

^b Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.

Autor correspondente: Helena Rocha. Av Jornalista Anibal Fernandes, s/n, Cidade Universitária- CEP 50740-560, Recife, Brasil. Email:hmr.fisio@gmail.com

RESUMO

Introdução: Técnicas manuais têm sido utilizadas para mobilidade do diafragma e flexibilização da caixa torácica. **Objetivos:** Avaliar o efeito da associação das técnicas de Mobilização costal (TCM) e de Liberação Diafragmática (TLD) sobre a mobilidade diafragmática, cinemática toracoabdominal e distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (TC6) em doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Métodos:** Quatorze pacientes com DPOC alocados em dois grupos: grupo TMC+TLD e grupo TLD que receberam intervenção durante 6 sessões em dias alternados. Foram 4 avaliações: Pré, Pós1, Pós 6 e *Follow up*. Os desfechos avaliados foram cinemática toracoabdominal (POE), mobilidade diafragmática (US), capacidade funcional submáxima (TC6), pressões respiratórias máximas e percepção de melhora do paciente (PGIC). **Resultados:** O grupo TMC+TLD houve diferença quanto a mobilidade diafragmática no Pós 1 ($p=0,03$), Pós 6 ($p=0,04$) e follow up ($p=0,03$); em relação a pressão inspiratória máxima no Pós 1 ($p=0,02$) e Pós 6 ($p=0,02$). Não foram observadas mudanças na distância percorrida do teste de caminhada de 6 minutos em nenhum dos grupos avaliados. Os grupos não apresentaram diferença significativa nos tempos avaliados para mobilidade diafragmática, pressões respiratórias e cinemática toracoabdominal. **Conclusão:** A associação da técnica de mobilização costal e mobilização diafragmática é capaz de aumentar a mobilidade do diafragma e a pressão inspiratória máxima. Contudo, é relevante ponderar, não há evidência neste estudo para recomendar estas intervenções com a finalidade de ganho de mobilidade da caixa torácica em pacientes com DPOC.

Palavras chaves: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Diafragma. Terapia Manual. Ultrassom.

ABSTRACT

Introduction: Manual techniques have been used for diaphragm mobility and rib cage flexibilization. **Objectives:** To evaluate the effect of the association of costal mobilization (CMT) and diaphragmatic liberation (DRT) techniques on diaphragmatic mobility, thoracoabdominal kinematics and distance traveled in the 6-minute walk test (6MWT) in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) . **Methods:** Fourteen patients with COPD were assigned to two groups: CMT + DRT group and DRT group who received intervention during 6 sessions on alternate days. There were 4 evaluations: Pre, Post 1, Post 6 and Follow up. The outcomes evaluated were thoracoabdominal kinematics (OEP), diaphragmatic mobility (U), submaximal functional capacity (WT6), maximal respiratory pressures and perception of patient improvement (PGIC). **Results:** The CMT + DRT group showed a difference in diaphragmatic mobility in Post 1 ($p = 0.03$), Post 6 ($p = 0.04$) and follow up ($p = 0.03$); in relation to the maximum inspiratory pressure in Post 1 ($p = 0.02$) and Post 6 ($p = 0.02$). No changes were observed in the walked distance of the 6-minute walk test in any of the groups evaluated. The groups did not present significant difference in the times evaluated for diaphragmatic mobility, respiratory pressures and thoracoabdominal kinematics. **Conclusion:** The association of the technique of costal mobilization and diaphragmatic mobilization is capable of increasing the mobility of the diaphragm and maximal inspiratory pressure. However, it is relevant to consider, there is no evidence in this study to recommend these interventions for the purpose of gaining chest wall mobility in patients with COPD.

Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease. Diaphragm. Manual therapy. Ultrasound

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) tem como um dos principais fatores responsáveis pelo comprometimento da mecânica ventilatória e limitação funcional progressiva, a hiperinsuflação pulmonar.¹ As alterações na forma e a geometria da parede torácica contribuem para o comprometimento das propriedades contráteis intrínsecas dos músculos respiratórios² com desequilíbrio da relação tensão-comprimento do diafragma, encurtamento de 30 a 40% de suas fibras musculares, e consequente redução da influência das forças de aposição e de inserção no gradil costal.³⁻⁵ Dessa forma, os pacientes com DPOC apresentam menor expansão da caixa torácica inferior e diminuição da mobilidade costal.⁶

Considerando as repercussões na mecânica respiratória, alguns autores têm estudado técnicas manuais que possam intervir na mobilidade do diafragma e na flexibilidade da caixa torácica dos pacientes com DPOC. Alguns estudos focam nos efeitos de técnicas manuais de alongamento dos músculos respiratórios⁷⁻⁹; Enquanto outros, utilizam técnicas manuais de manipulação e mobilização articular¹⁰⁻¹².

A técnica de Liberação diafragmática (TLD) possui eficácia comprovada no aumento da mobilidade diafragmática, na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos, na capacidade vital e inspiratória desses pacientes.⁸ Na prática clínica, a técnica de Mobilização Costal (TMC), tem sido utilizada com o objetivo de mobilizar as articulações costocorporeas e costotransversas e favorecer a flexibilidade da caixa torácica, e em geral, tem sempre sido associada a outras técnicas de manipulação da coluna vertebral ou mobilização fascial.¹³⁻¹⁵ Até o presente momento, não há relatos na literatura científica que tenha avaliado os efeitos da técnica de mobilização costal sobre a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal.

Portanto, as questões foco deste estudo foram:

1. A associação das técnicas Mobilização Costal (TMC) e Liberação Diafragmática (TLD) aumentam a mobilidade diafragmática, a cinemática da caixa torácica e a capacidade funcional do paciente com DPOC?
2. Como se comportam os grupos, após uma semana sem intervenção, em relação às variáveis analisadas?

MÉTODOS

Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico, randomizado, controlado e cego realizado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil. Aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Ciências da saúde da UFPE sob o protocolo de aprovação nº 1.662.521 e registrado no Clinical Trials sob o número NCT 03022942.

Após atenderem ao critério de elegibilidade para o estudo, os pacientes foram submetidos a uma avaliação clínica, antropométrica e cardiorrespiratória. Em seguida foram randomizados em blocos, a sequência de tratamento foi codificada e a alocação transferida para uma série de envelopes pretos, opacos e numerados. Os voluntários foram alocados em 2 grupos: TMC + TLD recebeu as técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática e o grupo TLD recebeu a técnica de liberação diafragmática. Os envelopes foram abertos minutos antes do início da primeira sessão pelo pesquisador responsável pela intervenção.

Participantes, terapeuta e centro

Os pacientes foram convidados a participar do estudo em ambulatórios de referência em DPOC da Região Metropolitana da Cidade do Recife-PE e por telefone a partir de listas de criadas pela divulgação da pesquisa. O pesquisador responsável por todas as avaliações não tomou conhecimento das intervenções, do mesmo modo que o pesquisador que realizou a randomização garantindo o sigilo de alocação. O terapeuta responsável pelas intervenções é Fisioterapeuta com experiência prática na área de Terapia Manual e execução das técnicas estudadas.

Os critérios de inclusão do estudo foram: diagnóstico de DPOC (espirometria com $VEF_1 < 80\%$ e $VEF_1/CVF < 0.7$), sedentários, ambos os sexos, idade entre 50 e 75 anos, clinicamente estável sem exacerbação nas últimas 6 semanas e que não estivessem realizando outro tratamento fisioterapêutico. Os critérios de exclusão foram: doenças reumatológicas ou ortopédicas (auto relatadas) deformidades/anormalidades; índice de massa corpórea (IMC) $> 30\text{kg/m}^2$, osteoporose, fratura de costela há menos de 1 ano; comorbidades respiratórias; história de cirurgia torácica ou abdominal há menos de 1 ano.

O cálculo amostral foi realizado através do *software* GPower 3.1 levando em consideração um poder $(1-\beta)$ de 80% e um α de 5% para o desfecho de mobilidade diafragmática. O n calculado foi de 14 pacientes no total (sete por grupo).

A análise dos dados foi realizada comparando os grupos de acordo com a alocação da intervenção (TMC+TLD e TLD).

Intervenção

Grupo TMC+TLD

Os participantes receberam duas técnicas: a técnica de Mobilização Costal (TMC) (em decúbito dorsal e sentado) e a técnica de Liberação Diafragmática (TLD), descritas a seguir.

TMC em decúbito dorsal: paciente em decúbito dorsal, terapeuta posicionado sentado ao seu lado, apoiava as polpas dos quatro últimos dedos de ambas as mãos nos ângulos das costelas, a partir da 5ª costela, formando grupos de quatro contatos (de 5ª-8ª e 9ª-12ª costelas). O terapeuta mobilizava os ângulos costais no sentido pósterio-anterior acompanhando a inspiração tranquila do paciente (figura 1). Realizamos duas séries de dez ciclos respiratórios em cada hemitórax com um minuto de intervalo entre séries.

TMC sentado: Paciente sentado na maca, com pés apoiados no chão e o terapeuta de pé à sua frente. Assim, o paciente posicionava cabeça (região frontal) sobre seus braços sobrepostos e se no tronco do fisioterapeuta (figura 1). O fisioterapeuta, então, apoiava as polpas dos dedos nos ângulos costais (articulação costotransversas) bilateralmente (2ª a 5ª costelas) exercendo tração suave (bilateralmente) no sentido anterolateral durante a inspiração do paciente, retornando à posição inicial durante a expiração. Em seguida os dedos desciam um nível abaixo da costela e repetia os passos acima até que o seu 5º dedo se apoie na 12ª costela. Então, a sequência era repetida em ordem inversa até alcançar a 2ª costela novamente, onde era contabilizada uma série do tratamento. Após um minuto de descanso, mais uma série era realizada.

A TLD foi realizada de acordo com protocolo descrito previamente, em detalhes, por Rocha et al.⁸ Nesse protocolo, com o paciente em decúbito dorsal, o terapeuta posicionado faz contato manual com a face inferior do rebordo costal da cartilagem comum das costelas (figura 2).

Durante a inspiração o terapeuta exerce tração acompanhando o movimento de elevação das costelas e, em seguida, aprofunda o contato manual e mantém a resistência exercida na fase anterior durante a expiração. Realizamos duas séries de dez ciclos respiratórios profundos, com um minuto de intervalo entre séries, sob comando verbal do terapeuta.

Grupo TLD

Os participantes receberam apenas a TLD, seguindo o mesmo protocolo citado acima.

Medidas de desfechos

Os desfechos primários foram a mobilidade diafragmática e a cinemática toracoabdominal, enquanto os desfechos secundários foram o teste de caminhada de 6 minutos, as pressões respiratórias máximas, escala *Patients Global Impression of Change* (PGIG) e recomendação do tratamento. Todos os pacientes foram avaliados em 4 momentos distintos, pelo mesmo avaliador: 1ª avaliação - realizada antes da aleatorização (Pré), 2ª avaliação - realizada imediatamente após a 1ª sessão (Pós1), a 3ª avaliação - realizada 1 ou 2 dias após as 6ª sessão de tratamento (Pós 6); 4ª avaliação - realizada uma semana após a última sessão de tratamento (*Follow up-Fw*).

Mobilidade diafragmática

Foi avaliada através do protocolo descrito previamente por Testa et al.¹⁶ O instrumento utilizado foi o Ultrassom Sonoace R3, Samsung Medison, (Coréia do Sul), transdutor convexo de 3.5MHz. Os voluntários foram orientados a respirar tranquilamente durante o repouso. Em seguida, era solicitada uma inspiração profunda até a sua capacidade pulmonar total (CPT). O traçado obtido entre a linha de base da respiração de repouso e o platô obtido ao final da respiração forçada retratava a mobilidade diafragmática em milímetros (mm), utilizando a média das três maiores medidas obtidas, cuja diferença não excedesse 10% entre elas^{8,16} (figura 3).

Cinemática toracoabdominal

Foi realizada através do pletismógrafo óptico-eletrônico (POE - BTS Bioengineering, Milão, Itália) com oito câmeras. Os pacientes foram posicionados sentados, pés apoiados, joelhos e quadris em 90°, coluna ereta, com as mãos

apoiadas lateralmente ao tronco. Foram fixados, com adesivos, 89 marcadores reflexivos sendo: 37 marcadores anteriores, 42 posteriores e 10 laterais⁸. O paciente foi orientado a realizar respiração tranquila durante a aquisição das imagens. Após um período de adaptação, a gravação da respiração tranquila foi realizada durante 3 minutos. Em seguida, foram realizadas mais três gravações de 1 minuto cada nas mesmas condições, solicitando ao voluntário uma respiração tranquila durante 45 segundos seguida de uma expiração total e uma inspiração máxima. As mudanças no volume da caixa torácica (VCt) foram calculadas e divididas em três compartimentos: caixa torácica pulmonar (CTp), caixa torácica abdominal (CTa) e abdômen (AB).¹⁷

Teste de Caminhada de 6 minutos

Mensuramos a capacidade funcional submáxima através da distância percorrida no TC6 realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela American Thoracic Society.¹⁸ Esta avaliação foi realizada nos momentos Pré, Pós 6 e Follow up, seguindo o mesmo protocolo da avaliação.

Pressões respiratórias máximas

Utilizamos o Manovacômetro Digital v 2.0 NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte/Brasil, para mensuração da pressão inspiratória (PI_{máx}) e expiratória máxima (PE_{máx}). Os voluntários foram posicionados sentados, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoios para os membros superiores, usando boquilha e clipe nasal. Foram orientados para realizar a manobra de PI_{máx} a partir do Volume Residual (VR), realizando uma inspiração máxima e sustentada, e a manobra de PE_{máx} a partir da Capacidade Pulmonar Total (CPT), realizando uma expiração máxima. Foram realizadas no mínimo 3 manobras para cada medida, com intervalos de um minuto entre elas, com reprodutibilidade de 10% entre as manobras.¹⁹ Para registro dos dados foi adotada a melhor entre as três manobras. Esta avaliação foi realizada nos momentos Pré, Pós 1, Pós 6 e Follow up, seguindo o mesmo protocolo da avaliação.

Patients Global Impression of Change (PGIC)

A escala é um instrumento de fácil e rápida utilização, validado em português por Domingues e Cruz (2012)²⁰, cuja finalidade é medir a percepção de mudança do estado de saúde e satisfação do paciente, diante de um tratamento ao qual tenha sido submetido. A escala varia de "muito melhor (7)" a "melhor (6)", "um pouco melhor (5)",

"sem mudança (4)", "um pouco pior (3)", "pior (2)" e "muito pior (1)". Esta escala foi adaptada de acordo com os objetivos desse estudo e utilizada após a sexta sessão, quando o paciente foi solicitado a graduar de 1 a 7 a sua percepção de mudança global e o quanto essa mudança representou uma melhora real e útil em sua vida. Esta avaliação foi realizada no Pós 6.

ANÁLISE DE DADOS

A análise estatística foi realizada usando-se o software SPSS versão 20.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA). Os resultados das características iniciais da amostra foram apresentados em mediana e intervalo interquartil. Devido ao tamanho da amostra, utilizamos teste não paramétrico para análise intergrupos e o teste de Mann-Whitney para análise intragrupos. Todos os testes foram realizados com nível de confiança de 95% e nível de significância de $p < 0,05$.

Cinco participantes não realizaram o teste de caminhada de 6 minutos por não comparecimento em algum momento das reavaliações e os resultados foram processados por análise por intenção de tratar, utilizando os resultados da última avaliação disponível.

RESULTADOS

Fluxo dos participantes através do estudo

Foram avaliados 14 pacientes e alocados em dois Grupos: 7 no grupo TMC+TLD e 7 no grupo TLD. As características de base e fluxograma dos participantes são demonstradas na tabela 1 e figura 4 respectivamente.

Efeitos das intervenções

Mobilidade diafragmática

O grupo TMC+TLD apresentou aumento da mobilidade diafragmática ao longo do tempo: 7mm ($p=0,03$) no pós 1; 12mm ($p=0,04$) no pós 6 e de 12mm ($p=0,03$) no follow up (figura 5). Não houve diferença entre os grupos (tabela 2).

Pressões respiratórias máximas

O grupo TMC+TLD apresentou aumento da pressão inspiratória no pós 1 de 11cmH₂O (p=0,02) e no pós 6 de 14 cmH₂O (p=0,02) (tabela 2). Não houve diferença entre os grupos.

A pressão expiratória não apresentou mudança significativa em relação a nenhum dos momentos avaliados. (tabela 2)

Cinemática toracoabdominal

Os grupos não apresentaram alterações nos parâmetros ventilatórios em nenhum dos momentos avaliados nem redistribuição de volume entre os compartimentos.(tabela 3)

Capacidade de exercício

Não houve diferença na distância percorrida entre os grupos em nenhum dos momentos avaliados pós 6 (p=0,85) e *follow up* (p= 0,14) (tabela 2).

Patients Global Impression of Change (PGIC)

Em relação ao grau de satisfação dos indivíduos ao final da intervenção observa-se que 71% dos indivíduos do grupo TMC+TLD e 86% do grupo TLD relataram se sentirem “melhor ou muito melhor”, 29% do grupo TMC+TLD relataram sua melhora como moderada e 14% do grupo TLD não perceberam mudança em relação a sua condição inicial.

Aceitação das técnicas e indicação

Após as intervenções, 100% dos pacientes indicariam o tratamento e não consideraram as técnicas desconfortáveis.

DISCUSSÃO.

Nossos resultados demonstram que os pacientes submetidos a técnica de mobilização costal associada à liberação diafragmática (grupo TMC+TLD) apresentaram um aumento da mobilidade do diafragma e pressão inspiratória máxima intragrupo.

O uso das técnicas de Terapia Manual no tratamento dos pacientes com doenças respiratórias ainda é controverso e com poucas evidências científicas

comprovando a eficácias das diferentes técnicas devido ao baixo rigor metodológico dos estudos.²¹ A TMC é normalmente associada a outras técnicas de manipulação da coluna vertebral ou mobilização fascial o que dificulta avaliar os reais efeitos da técnica.^{15,22,23} Outros estudos avaliam apenas os efeitos agudos de Técnicas Manuais em pacientes DPOC.^{11,12,24} Nosso estudo contemplou os efeitos após a primeira sessão, após 6 sessões e ainda o tempo que esse efeito permaneceu mesmo sem as intervenções.

A escolha do uso da TLD como controle de nosso estudo, deve-se ao fato que a técnica possui eficácia comprovada em ensaio clínico, controlado e randomizado por Rocha et al..(2015).⁸ Após 6 sessões em pacientes com DPOC os resultados evidenciam uma melhora na mobilidade diafragmática, capacidade vital e capacidade funcional nesses pacientes. Sendo assim, é possível que nossos resultados não apresentaram diferenças entre os grupos, pois ambos receberam a técnica de mobilização diafragmática, apresentaram aumento da mobilidade do diafragma e relataram percepção de mudança global com melhora da doença em relação ao quadro inicial no questionário PGIC.

O grupo TMC+TLD apresentou aumento da mobilidade diafragmática em todos os tempos avaliados. Os alongamentos das fibras do diafragma⁸ associado a mobilização do gradil costal¹³ pode favorecer a mecânica respiratória devido a força aplicada pelo diafragma nas costelas inferiores ser transmitida cranialmente através da interdependência entre costelas.²⁵

A pressão inspiratória aumentou no grupo TMC+TLD provavelmente devido a melhora da mobilidade do diafragma, principal músculo inspiratório.²⁶

Diferentemente dos resultados de Rocha et al. (2015)⁸, os pacientes do nosso estudo não apresentaram aumento da capacidade inspiratória nem da capacidade funcional com as intervenções. Nossos pacientes tiveram menos obstrução ao fluxo aéreo (58% vs 36% VEF₁), heterogeneidade quanto a idade ($p=0,05$) e a mobilidade diafragmática ($p=0,05$). Na análise da capacidade ao exercício avaliada de forma submáxima pelo teste de caminhada de 6 min não foi observado aumento da distância percorrida, provavelmente este resultado seja devido ao fato de 5 pacientes não terem realizado o teste na reavaliação do Pós 6 e Follow up, os quais foram analisados por intensão de tratar prejudicando nossos dados.

Em estudo recente, Wada et al. (2016)⁹ após associar treino aeróbico ao alongamento dos músculos respiratórios, por 24 sessões em 30 pacientes,

observaram aumento no volume da parede torácica associado a uma maior contribuição da AB. Os autores justificam o ganho devido a diminuição da rigidez muscular e consequente melhora no desempenho muscular e aumento da mobilidade toracoabdominal. Os pacientes do nosso estudo não apresentaram redistribuição do volume entre os compartimentos da caixa torácica.

Limitações

A principal limitação do nosso estudo foi a utilização da técnica de mobilização diafragmática como intervenção em ambos os grupos, visto que o diafragma é o principal músculo respiratório e os dois grupos tiveram um acréscimo na mobilidade do diafragma. Uma segunda limitação deve-se ao fato de que os pacientes não foram divididos quanto à gravidade e isto pode interferir na resposta dos pacientes às intervenções. E ainda, as perdas nas reavaliações no teste de caminhada.

Conclusão

A associação da técnica de mobilização costal e mobilização diafragmática é capaz de aumentar a mobilidade do diafragma. Contudo, é relevante ponderar, que devido a cronicidade da DPOC e suas alterações na mecânica respiratória, não há evidência neste estudo para recomendar estas intervenções com a finalidade de ganho de mobilidade da caixa torácica em pacientes com DPOC.

Novos estudos com foco na mobilização costal associada ao alongamento dos músculos respiratórios em diferentes graus de severidade devem ser realizados com o objetivo de elucidar as respostas da mecânica respiratória em relação ao estadiamento da DPOC.

REFERÊNCIAS

1. O'Donnell D, Laveneziana P. Dyspnea and Activity Limitation in COPD: Mechanical Factors. *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis*. 2007;4(3):225-236.
2. GOLD. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Global Obstructive Lung Disease.
3. De Troyer A. Effect of hyperinflation on the diaphragm. *Eur Respir J*. 1997;10(3):708-713.
4. Decramer M, De Troyer A. Respiratory changes in parasternal intercostal length. *J Appl Physiol*. 1984;57(4):1254-1260.

5. De Troyer A, Boriek A. Mechanics of the respiratory muscles. *Compr Physiol*. 2011;1(3):1273-1300.
6. Duiverman M., De Boer E, Van Eykern L, et al. Respiratory muscle activity and dyspnea during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Physiol Neurobiol*. 2009;167(2):195-200.
7. de Sá RB, Pessoa MF, Cavalcanti AGL, Campos SL, Amorim C, Dornelas de Andrade A. Immediate effects of respiratory muscle stretching on chest wall kinematics and electromyography in COPD patients. *Respir Physiol Neurobiol*. 2017;242:1-7.
8. Rocha T, Souza H, Brandão D, et al. The Manual Diaphragm Release Technique improves diaphragmatic mobility, inspiratory capacity and exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised trial. *J Physiother*. 2015;61(4):182-189.
9. Wada JT, Borges-Santos E, Porras DC, et al. Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with COPD: a randomized and controlled trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11(1):2691-2700.
10. Deniz G, Yelvar Y, Demir YP. Immediate effect of manual therapy on respiratory functions and inspiratory muscle strength in patients with COPD. *Int J Chronic Obs Pulmon Dis*. 2016;11:1353-1357.
11. Dougherty PE, Engel RM, Vemulpad S, Burke J. Spinal manipulative therapy for elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: A case series. *J Manipulative Physiol Ther*. 2011;34(6):413-417.
12. Cruz-Montecinos C, Godoy-Olave D, Contreras-Briceño FA, et al. The immediate effect of soft tissue manual therapy intervention on lung function in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2017;12:691-696.
13. Abdelaal A, Ali M, Hegazy M. Effect of diaphragmatic and costal manipulation on pulmonary function and functional capacity in chronic obstructive pulmonary disease patients: Randomized controlled study. *Int J Med Res Heal Sci*. 2015;4(4):841
14. Henderson AT, Fisher JF, Blair J, Shea C, Li TS, Bridges KG. Effects of rib raising on the autonomic nervous system: a pilot study using noninvasive biomarkers. *J Am Osteopath Assoc*. 2010;110(6):324-330.

15. Noll DR, Johnson JC, Baer RW, Snider EJ. The immediate effect of individual manipulation techniques on pulmonary function measures in persons with chronic obstructive pulmonary disease. *Osteopath Med Prim Care*. 2009;3:9.
16. Testa A, Soldati G, Giannuzzi R, Berardi S, Portale G, Gentiloni NS. Ultrasound M-Mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound Med Biol*. 2011;37(1):44-52.
17. Aliverti A. Opto-electronic plethysmography : new findings in chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Respir Care*. 2008:45-50.
18. ATS. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-117.
19. ATS. Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-117.
20. Domingues L, Cruz E. Adaptação cultural e contributo para a validação da Escala Patient Global Impression of Change. *Ifisionline*. 2012;2:31-37. <http://comum.rcaap.pt/handle/123456789/4256>.
21. Heneghan N, Adab P, Balanos G, Jordan R. Manual therapy for chronic obstructive airways disease: A systematic review of current evidence. *Man Ther*. 2012;17(6):507-518
22. Noll DR, Degenhardt BF, Johnson JC, Burt SA. Immediate effects of osteopathic manipulative treatment in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *JAOA J Am Osteopath Assoc*. 2008;108(5):251-259.
23. Engel R, Vemulpad S. The role of spinal manipulation, soft-tissue therapy, and exercise in chronic obstructive pulmonary disease: a review of the literature and proposal of an anatomical explanation. *J Altern Complement Med*. 2011;17(9):797-801.
24. Engel RM, Vemulpad S. The Effect of Combining Manual Therapy with Exercise on the Respiratory Function of Normal Individuals: A Randomized Control Trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2007;30(7):509-513.
25. De Troyer A. Respiratory effect of the lower rib displacement produced by the diaphragm. *J Appl Physiol*. 2012;112(4):529-534.
26. Reid WD, Dechman G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Phys Ther*. 1995;NOV 75(11):971-982.

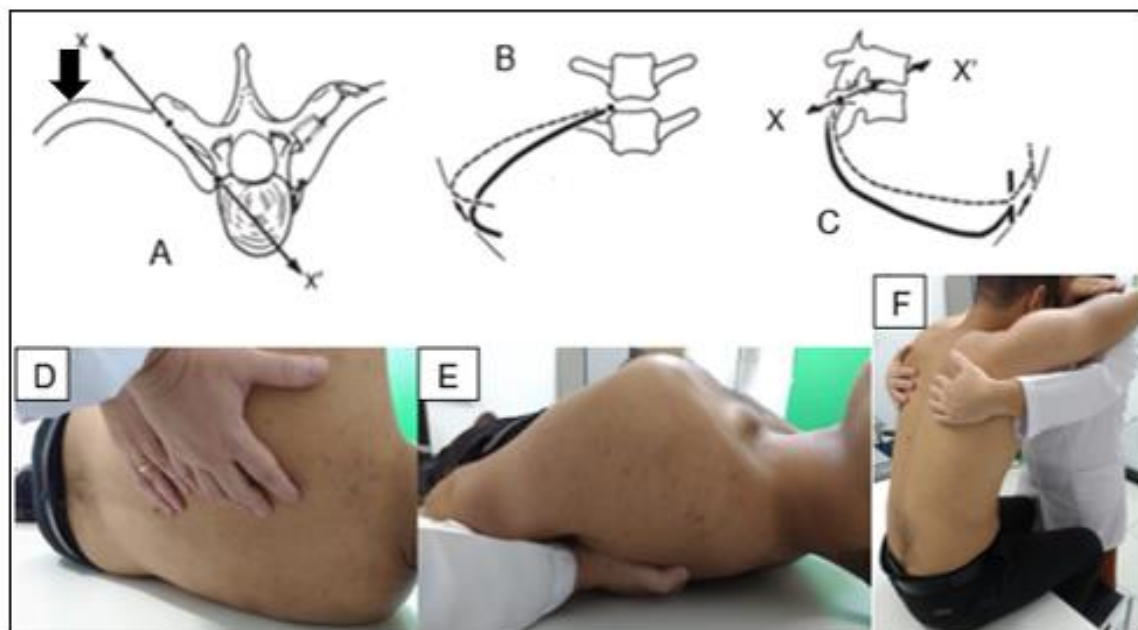


Figura 1- deslocamento das costelas durante a respiração e técnica de mobilização costal. A: vértebra torácica típica. Cada costela se articula com a vertebra através da articulação costotransversa e costocorporea e movimentam-se no eixo xx' . B e C: inspiração (linha pontilhada) e final da expiração (linha sólida). TMC- Local de intervenção da Técnica de Mobilização Costal. D e E: mobilização costal em decúbito dorsal. F: mobilização costal em posição sentado. Imagem modificada de DE TROYER; BORIEK, 2011.



Figura 2 - Técnica de liberação diafragmática

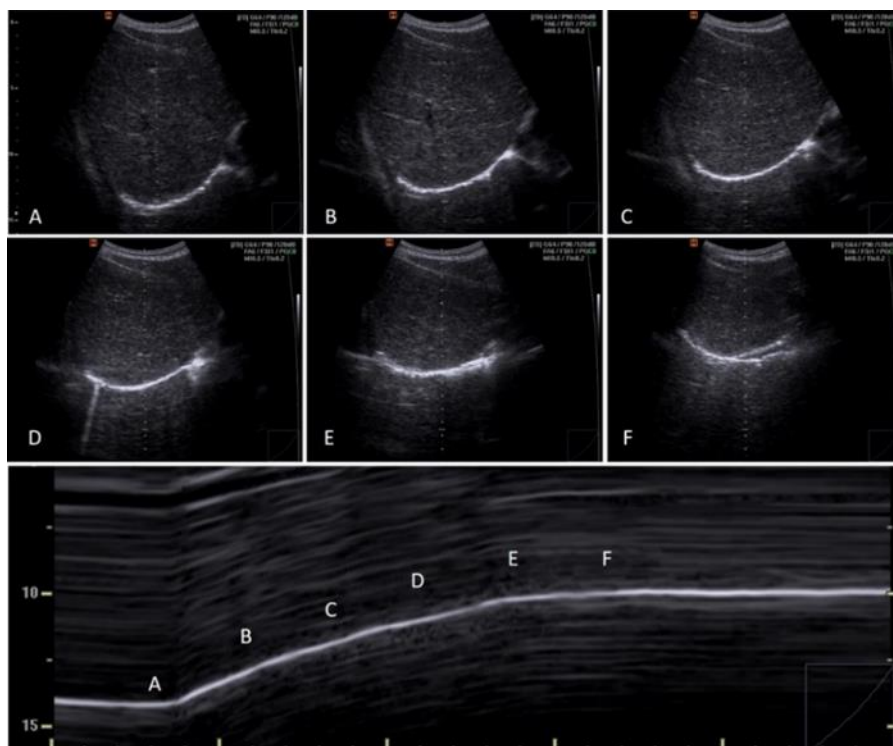


Figura 3 - Mobilidade do diafragma em capacidade pulmonar total (CPT): A - linha de base da respiração de repouso, F- platô obtido ao final da manobra CPT.

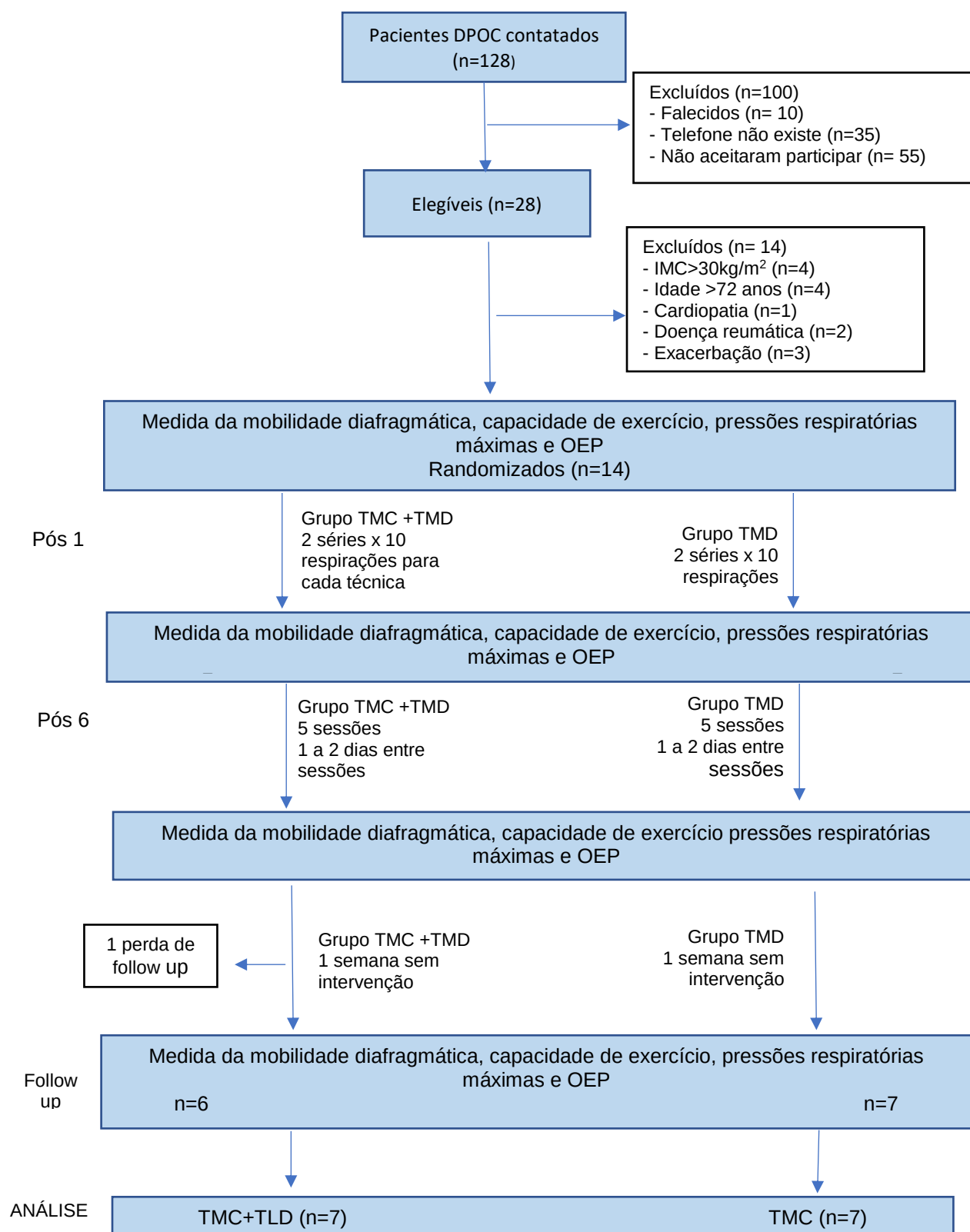


Figura 4 - Fluxograma de pacientes

Tabela 1 – Características basais dos pacientes

Variáveis	Intervenção		p valor
	TMC+TLD	TLD	
Sujeitos (n)	7	7	-
Sexo	4M:3F	4M:3F	-
Idade (anos)	62(58-65)	70 (69-72)	0,05*
IMC (Kg/m ²)	24 (23-27)	21 (19-27)	0,56
Função Pulmonar			
CVF (%)	56(47-64)	49(32-88)	0,87
VEF ₁ (%)	59(53-73)	56(48-69)	0,62
VEF ₁ /CVF	74(58-81)	66(58-79)	0,68
Estadiamento GOLD			
GOLD 1	4	3	-
GOLD 2	3	4	-
Diafragma			
Mobilidade diafragma CPT (mm)	57(53-59)	49(33-56)	0,06*
Pressões respiratórias			
PI _{max} (cmH ₂ O)	69 (59-76)	57 (46-94)	0,7
PE _{max} (cmH ₂ O)	139(81-157)	92(62-119)	0,05*
Teste de Caminhada 6 minutos			
Distância Percorrida (m)	440 (398-540)	360 (334-360)	0,31

Dados em mediana e intervalo interquartil (25-75%). IMC: índice de massa corporal; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no 1º Segundo; CPT: capacidade pulmonar total;

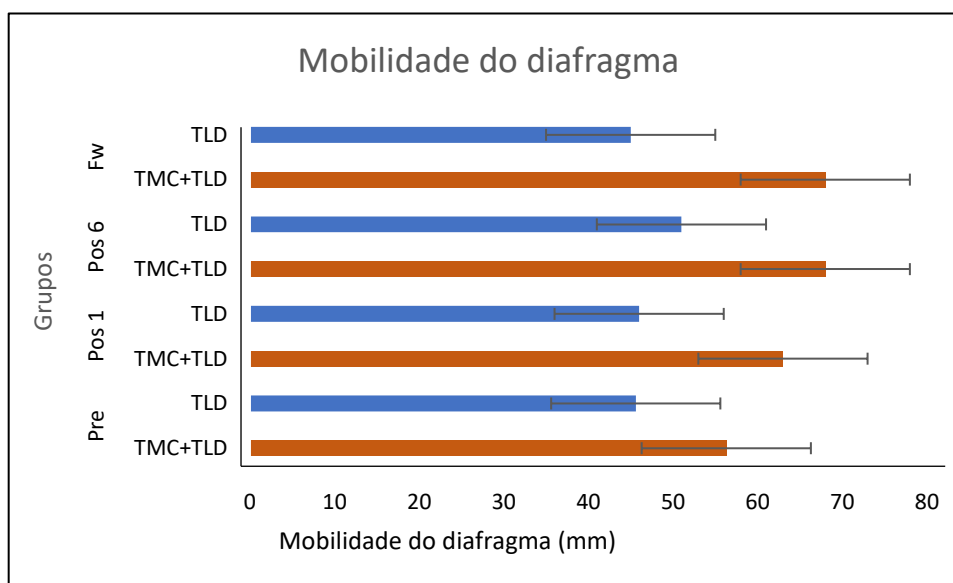


Figura 5 - Mobilidade diafragmática em milímetros entre os grupos.

Tabela 2 - Mobilidade diafragma, pressões respiratórias máximas e distância percorrida em média e desvio padrão alocados por intervenção. Diferença intragrupos com p valor e intergrupos com IC_{95%} para após a primeira sessão, após seis sessões e uma

DESFECHOS POR INTERVENÇÃO	GRUPOS								DIFERANÇA INTRAGRUPO						DIFERANÇA ENTRE GRUPOS		
	PRE		POS 1		POS 6		Follow-up		p valor POS 1		p valor POS 6		p valor FW UP		p valor POS 1	P valor POS 6	P valor Follow Up
	TMC + TLD	TLD	TMC + TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD			
	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mobilidade Diafragma CPT	58(8)	46(11)	63(13)	46(8)	68(9)	51(11)	68(10)	45(12)	0,03	0,73	0,04	0,13	0,03	1	0,02	0,01	0,06
Pressão Inspiratória Máxima (cmH ₂ O)	68(10)	64(29)	80(8)	71(34)	82(13)	72(37)	78(16)	73(37)	0,02	0,31	0,02	0,1	0,11	0,24	0,30	0,44	0,65
Pressão expiratória Máxima (cmH ₂ O)	129(38)	87(36)	133(39)	96(36)	136(41)	98(49)	124(34)	95(43)	0,34	0,24	0,35	0,31	0,25	0,6	0,85	0,18	0,18
Distância Percorrida (m)	432(173)	360(45)	-	-	453(184)	361(59)	456(154)	361(96)	-		0,34	1	0,39	1	-	0,08	0,14

Tabela 3 - Padrão ventilatório através da Pletismografia-optoeletrônica: volume corrente, frequência respiratória, volume minuto, fluxo inspiratório, fluxo expiratório. Diferença intragrupos e intergrupos com p valor após a primeira sessão, após seis sessões e uma semana após a última sessão.

DESFECHOS	GRUPOS								DIFERANÇA INTRAGRUPO						DIFERANÇA ENTRE GRUPOS		
	PRE		POS 1		POS 6		Follow-up		p valor POS 1		p valor POS 6		p valor FW UP		p valor POS 1	p valor POS 6	p valor Follow Up
	TMC + TLD	TLD	TMC + TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD	TMC+ TLD	TLD			
	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)	(n=7)									
Volume corrente	462(414-793)	469(363-672)	570(430-720)	460(350-540)	504(414-640)	434(336-573)	470(430-620)	400(340-740)	1	0,31	0,61	0,4	0,87	0,61	0,27	0,5	0,14
Frequência respiratória	18 (16-22)	21 (13-23)	18(16-23)	15(14-24)	18(16-24)	14(13-26)	18(17-21)	21 (14-24)	0,81	1	0,5	0,73	0,34	0,4	0,85	0,4	1
Volume minuto	9(9-12)	8(7-9)	9(9-10)	8(7-10)	10(9-11)	7(6-11)	11(8-12)	9(7-11)	1	0,5	0,73	0,5	0,46	0,73	0,34	0,28	0,28
Fluxo inspiratório	380(330-500)	360(300-440)	360(330-400)	390(300-450)	390(340-480)	310(280-480)	460(320-500)	380(340-500)	0,21	0,79	0,67	0,34	0,68	0,55	0,75	0,4	0,85
Fluxo expiratório	260(240-320)	210(190-290)	290(250-300)	230(170-290)	280(250-350)	210(140-310)	290(250-330)	250(190-290)	0,44	0,46	0,93	0,55	0,33	0,75	0,09	0,18	0,18

APÊNDICE C – TERMO DE CONCENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE 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 **Eficácia das técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática na cinemática toracoabdominal, mobilidade do diafragma e capacidade funcional submáxima em pacientes com Doença pulmonar obstrutiva crônica: um ensaio clínico randomizado controlado** que está sob a responsabilidade da pesquisadora: Helena Medeiros Rocha, com endereço **Av. Prof. Moraes Rêgo, 1235 – Cidade Universitária – Recife-PE, CEP: 50740-600 – Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Pernambuco**, Telefone: (81) 2126-8496 / (81) 999675792 (inclusive ligações a cobrar) e e-mail: hmr.fisio@gmail.com para contato do pesquisador responsável. Está sob a orientação de: Armele de Fátima Dornelas de Andrade Telefone: 2126-8496.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

A pesquisa será realizada com dois grupos: o GRUPO A receberá as técnicas de mobilização costal e liberação diafragmática; o GRUPO B receberá a técnica de liberação diafragmática. Caso decida aceitar o convite, você será submetido(a) a um sorteio no qual nem o pesquisador 1, nem o voluntário saberá em qual grupo ficou alocado, apenas o Terapeuta saberá o resultado. Os voluntários deverão comparecer com frequência de três vezes por semana durante duas semanas ao Departamento de Fisioterapia da UFPE.

O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos das técnicas de Liberação diafragmática e Mobilização Costal na melhora da movimentação das costelas, do diafragma, do refluxo gastroesofágico e a interferência na variabilidade de frequência cardíaca em indivíduos com DPOC.

As técnicas serão realizadas durante duas séries de dez respiração profundas com intervalo de um minuto entre elas. Serão realizadas as seguintes avaliações: da função pulmonar, através da espirometria; da força muscular respiratória, através da manuvacuometria; distribuição do volumétrica da caixa torácica e padrão ventilatório pela Pletismografia Optoeletrônica; mobilidade do diafragma através do ultrassom; a capacidade funcional será medida com um Teste de Caminhada durante 6 minutos e a variabilidade de frequência cardíaca será avaliada através do Polar V800. A fim de avaliar a melhora do refluxo gastroesofágico o Sr (a) responderá um questionário sobre seus sintomas antes e ao final do tratamento, um questionário de melhora da dispneia e outro da sua percepção de melhora com o tratamento.

RISCOS PARA O VOLUNTÁRIO: sensação dolorosa momentânea, causada pelo contato das mãos do avaliador com o tórax do voluntário; inconveniência e constrangimento pela necessidade de despir a parte superior do tronco (tirar camisa, camiseta ou vestido) para a realização do atendimento, avaliação através da Pletismografia Óptico-eletrônica, Ultrassom de imagem e responder a 3 questionários com duração máxima de 5 minutos no total. Caso seja requisitado pelo voluntário, haverá interrupção ou suspensão do procedimento. **BENEFÍCIOS PARA O VOLUNTÁRIO:** melhora da capacidade funcional com aumento da resistência às atividades do dia-a-dia e melhora do refluxo gastroesofágico. Além de auxiliar na ampliação do conhecimento sobre métodos de avaliação das alterações respiratórias e uso da Terapia Manual como coadjuvante no tratamento a fim de melhorar a qualidade de vida de pessoas que possuem o mesmo diagnóstico.

Todas 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 estarão sob responsabilidade da pesquisadora responsável, serão arquivados em papel e meio digital no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (no endereço acima informado) pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

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**).

(Helena Medeiros Rocha)

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 estudo pesquisa “**EFICÁCIA DAS TÉCNICAS DE MOBILIZAÇÃO COSTAL E LIBERAÇÃO DIAFRAGMÁTICA NA CINEMÁTICA TORACOABDOMINAL, MOBILIDADE DO DIAFRAGMA E CAPACIDADE FUNCIONAL SUBMÁXIMA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CONTROLADO**” como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora 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:

APÊNDICE D – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS PACIENTES

FICHAS DE AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO CLÍNICA E SÓCIO DEMOGRÁFICA

Nome: _____

Endereço: _____

Fone: _____ Celular: _____

Profissão: _____ Etiologia: _____ DATA NASC. _____

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

Medicação: _____

COMORBIDADES: HIPERTENSÃO () DIABETES () FUMANTE () CARDIOPATIA ()

Fumou quanto tempo: _____ Quantos cigarros por dia: _____

Atividade física () Frequência: _____

Exacerbação recente () Há quanto tempo? _____

Outra doença Pulmonar (). QUAL? _____

Doenças reumatológicas / ortopédicas () Fratura de costela há menos de 1 ano ()

Osteoporose () Cirurgia torácica ou abdominal há menos de 1 ano ()

AVALIAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

FC	SaO ₂	PA	FR

ESPIROMETRIA

	MELHOR MANOBRA	
VEF1		%
CVF		%
PFE		%
VEF1 / CVF		%

MANOVACUOMETRIA

	PI max	PE max
1ª		
2ª		
3ª		
4ª		
5ª		

TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS

	FC	SaO ₂	PA	FR	DISPNÉIA	FADIGA MMII
REPOUSO						
6 MIN						

DISTANCIA PERCORRIDA _____ PAROU OU PAUSA
SINTOMAS? _____

MOBILIDADE DIAFRAGMA

	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
CPT					

INTERVENÇÃO

1ª DIA - Data: _____

AVALIAÇÃO APÓS 1ª SESSÃO OEP () POLLAR ()

FC	SaO ₂	PA	FR
----	------------------	----	----

MANOVACUOMETRIA - PÓS 1

	PI max	PE max
1ª		
2ª		
3ª		
4ª		
5ª		

MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA - PÓS 1

	VC	CPT
1ª		
2ª		
3ª		
4ª		
5ª		

7º DIA- Data: _____

REAVALIAÇÃO APÓS 6ª SESSÃO – OEP (x)

MANOVACUOMETRIA			MOBILIDADE DIAFRAGMATICA - PÓS 1		
	PI max	PE max		VC	CPT
1ª			1ª		
2ª			2ª		
3ª			3ª		
4ª			4ª		
5ª			5ª		

TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS						
	FC	SaO ₂	PA	FR	DISPNÉIA	FADIGA MMII
REPOUSO						
6 MIN						

DISTANCIA PERCORRIDA _____ PAROU OU PAUSA

SINTOMAS? _____

ESCALA DE PERCEPÇÃO GLOBAL DE MUDANÇA (PGIC)	
Desde o início do tratamento nesta instituição, como é que o Sr. (a) descreve a mudança (se houve), nas LIMITAÇÕES DE ATIVIDADE, SINTOMAS, EMOÇÕES E QUALIDADE DE VIDA no seu global em relação a sua doença (selecione 1 opção).	
Sem alterações (ou a condição piorou)	1
Quase na mesma, sem qualquer alteração visível	2
Ligeiramente melhor, mas sem mudanças consideráveis	3
Com algumas melhorias, mas a mudança não representou qualquer diferença real	4
Moderadamente melhor, com mudança ligeira, mas significativa	5
Melhor e com melhorias que fizeram uma diferença real e útil	6
Muito melhor e com uma melhoria considerável que fez toda a diferença	7

QUESTIONÁRIO DE ACEITAÇÃO DA TÉCNICA DE TRATAMENTO
O Sr.(a) achou o tratamento desconfortável? SIM () NÃO ()
O Sr. (a) recomendaria o tratamento? SIM () NÃO ()

8º DIA: _____

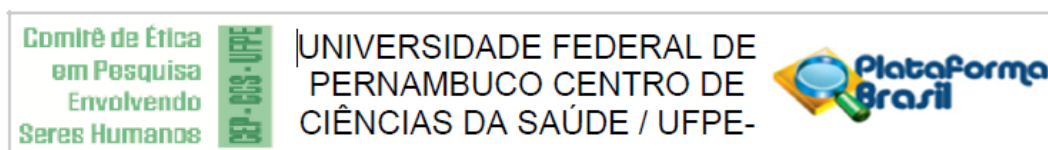
REAVALIAÇÃO FOLLOW UP

MANOVACUOMETRIA			MOBILIDADE DIAFRAGMATICA – FW UP		
	PI max	PE max		VC	CPT
1ª			1ª		
2ª			2ª		
3ª			3ª		
4ª			4ª		
5ª			5ª		

TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS - FW UP						
	FC	SaO ₂	PA	FR	DISPNÉIA	FADIGA MMII
REPOUSO						
6 MIN						

DISTANCIA PERCORRIDA _____ PAROU OU PPAUSA SINTOMAS?

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Eficácia das técnicas de liberação diafragmática e mobilização costal na capacidade funcional, mobilidade diafragmática, variação de volume da caixa torácica e refluxo gastroesofágico em pacientes com dpoc: um ensaio clínico randomizado controlado.

Pesquisador: HELENA MEDEIROS ROCHA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 56648416.7.0000.5208

Instituição Proponente: Departamento de Fisioterapia - DEFISIO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.662.521

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta-se bem fundamentada e atende aos requisitos desta comissão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados atendem aos requisitos desta comissão.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

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

Continuação do Parecer: 1.662.521

Outros	Curriculo_Armele_Dornelas_Andrade.pdf	01/06/2016 20:12:35	HELENA MEDEIROS ROCHA	Aceito
Outros	termodeCompromisso.pdf	01/06/2016 20:09:36	HELENA MEDEIROS ROCHA	Aceito
Outros	CartadeAnuencia.pdf	01/06/2016 20:08:11	HELENA MEDEIROS ROCHA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	01/06/2016 20:06:41	HELENA MEDEIROS ROCHA	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostro.pdf	01/06/2016 20:03:49	HELENA MEDEIROS ROCHA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 03 de Agosto de 2016

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS	
Bairro: Cidade Universitária	CEP: 50.740-600
UF: PE	Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588	E-mail: cepccs@ufpe.br