UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Fernanda Dultra Dias

EFEITOS DA VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA NA MOBILIDADE E SINCRONIA TÓRACO-ABDOMINAL EM PACIENTES COM DPOC

Orientador: Prof.Dr. Dirceu Costa

SÃO PAULO - SP
2015

Fernanda Dultra Dias

EFEITOS DA VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA NA MOBILIDADE E SINCRONIA TÓRACO-ABDOMINAL EM PACIENTES COM DPOC

Tese apresentada à Universidade Nove de Julho para obtenção do título de Doutora em Ciências da Reabilitação.

Orientanda: Fernanda Dultra Dias
Orientador: Prof. Dr. Dirceu Costa

São Paulo,SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Dias, Fernanda Dultra.
Efeitos da ventilação mecânica não invasiva na mobilidade e assincronia tóraco-abdominal em pacientes com dpoc./ Fernanda Dultra Dias. 2015.
85 f.
Tese (doutorado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2015.
Orientador (a): Prof.Dr. Dirceu Costa.

1. DPOC. 2. Ângulo de fase. 3. Assincronia-toraco-abdominal.
I. Costa, Dirceu. II. Titulo

CDU 615.8

São Paulo, 18 de dezembro de 2015.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): FERNANDA DULTRA DIAS

Título da Tese: "Efeitos da ventilação mecânica não invasiva na mobilidade e assincronia tóraco-abdominal em pacientes com DPOC".

Presidente: PROF. DR. DIRCEU COSTA _____

Membro: PROFA. DRA. LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO _____

Membro: PROFA. DRA. SIMONE DAL CORSO _____

Membro: PROF. DR. CELSO RICARDO FERNANDES CARVALHO _____

Membro: PROF. DR. WELLINGTON P. DOS S. YAMAGUTI _____

DEDICATÓRIA

A Deus por sempre nortear minha vida e me dar coragem de nunca desistir.

À minha incrível e amada família, pelo apoio e incentivo.

Aos amigos que fazem parte dessa longa trajetória.

Ao meu avó e minha bisavó que estão sempre aqui comigo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido **Ricardo**, que está sempre do meu lado, seja nos momentos de alegria ou de angústia, sempre me dando amor, apoio, incentivo e meu ajudando em tudo que faço. Te Amo demais! Aos meus pais **Claudomir e Claudete** que são os grandes responsáveis por hoje eu estar aqui. Me deram uma vida cheia de amor, me ensinaram a nunca desistir dos sonhos e sempre me incentivaram a alcança-los não importa o tamanho que tivessem. Ao meu irmão **Bruno** que sempre me ajuda e me ouve nos momentos difíceis. A minha avó pelos inúmeros mimos e orações. E a minha pequena bola de pêlos **Sophie** que me sempre me dá alegria e amor quando minhas forças parecem estar acabando.Vocês são minha vida! Não existem palavras para agradecer tudo que fazem por mim!!

Obrigado ao **Prof. Dr. Dirceu Costa**, pela oportunidade e eterna paciência. São sete anos de trabalho, apoio e acima de tudo confiança, que eu não nunca terei como agradecer.

A Prof. Dra. **Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge**, pelo carinho, apoio, sugestões e contribuições que vão além do mundo acadêmico. Obrigada pela força e incentivo sempre.

Aos meus colegas de laboratório**, Dayse, Carla, Maisi, Juliana, Carol e Inês** . Agradeço pelo suporte, e pelas risadas que faziam o caminho de avaliação mais fácil.

A minha querida amiga **Evelim** exemplo de coragem, bom humor e competência. Obrigada por tudo!

Ao **Desidério Cano** que tive a honra de conhecer nesta trajetória e que sempre me auxiliou com sua sabedoria, amizade e paciência.

Ao **Dr. Roberto Stirbulov** pela autorização e oportunidade na realização da triagem dos pacientes junto ao ambulatório de Pneumologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo - AME “Dr. Geraldo Bourroul”.

Aos **pacientes portadores de DPOC**, que ao consentirem em participar deste estudo, possibilitaram a realização do mesmo. Esses pacientes constituem a razão maior de investigações científicas em busca da melhora de sua saúde.

A **Universidade Nove de Julho** pela estrutura, apoio e incentivo a pesquisa e conhecimento.

“***Palavras são poucas, próximas de atos. Seus atos muito me ajudaram e com todo carinho venho, por meio de palavras, agradecer por isto.”***

RESUMO

Introdução: A VMNI vem se mostrando um recurso adjuvante ao tratamento de pacientes com DPOC estável ou na exacerbação.No entanto pouco se sabe sobre a ação que a VNI promove na mobilidade tóraco abdominal e se é capaz de promover melhora da assincronia respiratória. **Objetivos:** Avaliar os efeitos da VNI na mobilidade e sincronia tóraco-abdominal, comparando as variáveis em respiração espontânea e durante o uso de VNI em pacientes com DPOC por meio da OEP. **Método:** Dois grupos de indivíduos (GC com 14 saudáveis e DPOC com 16 pacientes) foram avaliados em relação à assincronia toraco-abdominal, às variáveis respiratórias e àcontrubuição de cada compartimento torácico, utilizando-se um pletismógrafo OEP System (BTS, Italy) em respiração espontânea e com aplicação de dois modos de VMNI. **Resultados:** Os pacientes com DPOC avaliados apresentaram ATA em repouso, observou-se também que o DPOC apresentou assincronia em todos os compartimentos em relação ao Saudável, que por sua vez sempre manteve seu AF próximo a zero e quando se observa somente o grupo DPOC, o uso de ambas as modalidades de VMNI promovem diminuição da assincronia no compartimento CTS vs ABD e as principais alterações encontradas no grupo DPOC estão relacionadas a distribuição da contribuição e ação de cada compartimento toracico. **Conclusão:** Há ATA em pacientes com DPOC, mesmo em situação de repouso, o grau de obstrução das vias aéreas desses pacientes não se correlaciona com a presença de assincronia toracoabdominal, o uso de VMNI no modo pressão positiva contínua nas vias aéreas é capaz de melhorar a sincronia tóraco-abdominal em pacientes com DPOC, assim como a utilização de alguns níveis pressóricos de Bilevel e que a VMNI é capaz de promover alterações na contribuição compartimental sem promover alterações significativas nas variáveis respiratórias nos pacientes com DPOC comparando com saudáveis pareados por idade.

Palavras Chaves: DPOC, ângulo de fase, assincronia-toraco-abdominal

ABSTRACT

Introduction: The VMNI has been showing an adjuvant treatment resource for patients with stable COPD or exacerbation. However little is known about the action that the NIV promotes in thoracic and abdominal and mobility if it is able to promote improvement of asynchrony. Objectives: to evaluate the effects of the NIV in thoracic and abdominal mobility, comparing variables in spontaneous breathing and during the use of NIV in patients with COPD by OEP. **Methods:** Two groups of individuals (GC with 14 healthy and COPD with 16 patients) were assessed in relation to the thoracic-abdominal asynchrony, respiratory and àcontrubuição variables of each thoracic compartment using a Plethysmograph SPOS System (BTS, Italy) in spontaneous breathing and with two VMNI modes. **Results:** Patients with COPD evaluated presented ATA in home, we also observed that the COPD asynchrony in all compartments in relation to healthy, which in turn has always maintained its AF next to zero and when it observes only the COPD group, using both methods of VMNI promote decrease of asynchrony in compartment CTS vs. ABD and the key changes found in the COPD group are related to the distribution of aid and action of each compartment toracico. **Conclusion:** There are ATA in patients with COPD, even at home, the degree of airway obstruction of these patients correlates with the presence of asynchronous Thoracoabdominal, the use of VMNI in the mode continuous positive airway pressure is able to improve thoracic abdominal synchrony in patients with COPD, as well as the use of some blood pressure to A6 led and that the VMNI is able to promote changes in compartmental contribution without promoting significant changes in respiratory variables in patients with COPD compared with age-matched healthy.

Keywords: COPD, phase angle, asynchrony-thoracic-abdominal

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro: Desenho Experimental.....29
Tabela 1 (Artigo 1)Dados antropométricos da população estudada.....39
Tabela 2 (Artigo 1)Variáveis respiratórias na população estudada.....40
Tabela 3 (Artigo 1)Contribuição compartimental na população estudada.....40
Tabela 4 (Artigo 1) Mobilidade toracoabdominal pelo Ângulo de Fase.....40
Tabela 1 (Artigo 2) Dados antropométricos da população estudada.....48
Tabela 2 (Artigo 2)Variáveis respiratórias em respiração espontânea.....49
Tabela 3 (Artigo 2) Contribuição percentual de cada compartimento para o volume corrente em respiração espontânea.....49
Tabela 1 (Artigo 3) Dados antropométricos da população estudada.....58
Tabela 2 (Artigo 3)Mobilidade toracoabdominal em respiração espontânea....58
Tabela 3 (Artigo 3)Mobilidade toracoabdominal em uso de Bilevel.....58
Tabela 4 (Artigo 3)Mobilidade toracoabdominal em uso de CPAP.....59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Câmeras do equipamento OEP SYSTEM da BTS.....22
Figura 2: Ilustração dos marcadores para coleta.....23
Figura 3: Ilustração da posição do indivíduo durante coleta com uso dos marcadores e representação dos compartimentos da caixa torácica.....23
Figura 4: Colete representando a ETA formado automaticamente pelo sistema da OEP.....24
Figura 5: Aplicação do protocolo “Quiet Brieathing”.....25
Figura 6: Ilustração do relatório gerado pelo sistema da OEP com as variáveis analisadas.....26
Figura 7: Ilustração de coleta em andamento com VNI.....27
Figura 8: Comportamento da ATA entre CTI e ABD, avaliado pelo AF.....59
Figura 9: Comportamento da ATA entre CTS e CTI, avaliado pelo AF.....60
Figura 10: Comportamento da ATA entre CTS e ABD, avaliado pelo AF.....60
Figura 11: Comportamento da ATA entre CTI e ABD nas modalidades de VMNI, avaliado pelo AF.....61
Figura 12: - Comportamento da ATA entre CTS e CTI, nas modalidades de VMNI, avaliado pelo AF.....61
Figura 13: Comportamento da ATA entre CTS e ABD, nas modalidades de VMNI, avaliado pelo AF.....62

LISTA DE ABREVIATURAS

3D: tridimensional

ABD: Abdômen

AF: Ângulo de Fase

AME: Ambulatório de Pneumologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo

ATA : Assincronia Tóraco Abdominal

ATS: *American Toracic Society*

CFV: Capacidade Vital Forçada

CNS: Conselho Nacional de Saúde

CTI:Caixa Torácica Inferior

CTS:Caixa Torácica Superior

CVL: Capacidade Vital Lenta

DPOC : Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

ETA: Estrutura Toracoabdominal

FR: Freqüência Respiratória

GOLD: Global Iniciative for Chronic Obstructive Lung Disease

KS: Kolmogorov Smirnov

LARESP : Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória

nCPAP: CPAP nasal

OEP: Pletismografo Opto-eletronico

OMS: Organização Mundial de Saúde

PAV: pneumonia associada à ventilação mecânica

PRI: pletismografia respiratória por Indutância

PSV: pressão de suporte

RP: Reabilitação Pulmonar

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TE: Tempo expiratório

Ti/Ttot: Relação do Tempo Inspiratório em Relação ao Tempo Total

TI: Tempo inspiratório

Ttot: Tempo total do ciclo respiratório

UNINOVE: Universidade Nove de Julho

V_{abd} : porcentagem de contribuição do volume do compartimento abdominal

$VC_{abd:}$ Volume Corrente do compartimento abdominal

VC_{CTI}: Volume Corrente do compartimento torácico inferior

$VC_{CTS:}$ Volume Corrente do compartimento torácico superior

V_{cti} : porcentagem de contribuição do volume do compartimento torácico inferior

V_{cts}: porcentagem de contribuição do volume do compartimento torácico superior

VEF_1Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo

Vef_{abd} : Volume Expiratório Final do compartimento abdominal

Vef_{CTI} : Volume Expiratório Final do compartimento torácico inferior

Vef_{ctp}: Volume Expiratório Final do compartimento torácico superior

Vif_{abd}: Volume Inspiratório Final do compartimento abdominal

Vif_{CTI} : Volume Inspiratório Final do compartimento torácico inferior

Vif_{cts} : Volume Inspiratório Final do compartimento torácico superior

VM: Volume minuto

VMNI: Ventilação Mecânica Não-Invasiva

CPAP: Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas

V_T : Ciclo Respiratório Médio

SUMÁRIO

1. Contextualização **12**

1.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica 12

1.2 Uso de Ventilação Mecânica Não Invasiva (VMNI) em pacientes com DPOC 13

1.3 Movimentos e configuração toracoabdominal 14

1.4 Métodos de Avaliação dos Movimentos Toracoabdominais 16

2. Objetivos **19**

2.1 Objetivo Geral 19

2.2 Objetivos Específicos 19

3. Material e Métodos **20**

3.1 Amostra e Aspectos Éticos 20

3.2 Procedimento Experimental 20

3.3 Avaliação da mobilidade toraco-abdominal pela OEP 21

3.3.1 Variáveis Mensuradas pela OEP 24

3.4 Ventilação Mecânica Não Invasiva (VMNI) 26

3.5 Métodos de Estimativa da Assincronia Toracoabdominal 27

3.6 Ângulo de Fase 28

3.8 Desenho Experimental 29

3.9 Tratamento Estatístico dos dados 30

4. Resultados **31**

4.1 Estudo I 32

4.2 Estudo II 41

4.3 Estudo III 50

5. Considerações Finais 63

6. Referencias Bibliográficas 66

7. Anexos 71

1- CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1- Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)

A DPOC é uma enfermidade respiratória previnível e tratável, caracterizada pela presença de obstrução crônica do fluxo aéreo, que não é totalmente reversível. Geralmente progressiva e está associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de partículas ou gases tóxicos, causada primariamente pelo tabagismo.[1]

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que até o ano de 2020 a DPOC seja a quinta enfermidade mais prevalente no mundo, passando dessa forma da sexta causa de morte para terceira, no mesmo período. Muitas pessoas sofrem desta doença por ano e morrem prematuramente dela ou por suas complicações.[2,3]

A principal característica da DPOC é a limitação crônica ao fluxo aéreo, causada por uma mudança estrutural nas pequenas vias aéreas e destruição do parênquima pulmonar devido à inflamação crônica. Este processo inflamatório leva a perda das ligações alveolares das pequenas vias aéreas e diminuição do recolhimento elástico pulmonar. Por sua vez, essas mudanças diminuem a capacidade das vias aéreas de permanecerem abertas durante a expiração.[1,4]

Estas alterações estruturais são traduzidas por sintomas como tosse, produção de secreção e/ou dispnéia, que é geralmente progressiva, persistente e piora com o exercício físico. Na presença de sintomas, o diagnóstico deve ser confirmado por meio da espirometria, sendo que a gravidade do acometimento será de acordo com o grau de obstrução apresentado na sintomatologia e no exame pós broncodilatador.[1]

Quando expostos a situações dinâmicas repetidas, os pacientes com DPOC apresentam aumento da demanda ventilatória, que os obriga a evitar tais atividades e, em consequência, são acometidos por sedentarismo crônico. Este, por sua vez, reduz a força e a massa muscular, e a capacidade aeróbia, o que resulta em demanda ventilatória ainda mais intensa para as mesmas

atividades dinâmicas, fechando o ciclo denominado dispnéia-sedentarismo-dispnéia.[5,6]

Beckerman et al[7] relatam que alguns estudos falharam ao tentar demonstrar benefícios a longo prazo em pacientes com DPOC, e que a razão está relacionada com fatores psicológicos dos próprios pacientes, fatores sociais, alta incidência de exacerbações e a severidade da doença tornando a aderência deste grupo de pacientes a tratamentos muito baixa.

1.2- Uso de Ventilação Mecânica Não Invasiva (VMNI) em pacientes com DPOC

A ventilação mecânica não invasiva (VMNI) vem sendo utilizada no âmbito científico com objetivo de auxílio aos pacientes com DPOC que apresentam dispneia limitante para ganhos na Reabilitação Pulmonar (RP) e também como recurso durante exacerbações da doença. A utilização da VMNI baseia-se no princípio que envolve a diminuição do recrutamento muscular respiratório, prevenindo o colabamento das vias aéreas favorecendo a mecânica pulmonar minimizando os efeitos da hiperinsuflação dinâmica e promovendo melhores níveis de tolerância ao esforço.[8,9]

Encontram-se na literatura estudos com utilização da VMNI em repouso como o de Renston et al[10] que avaliaram o uso de Bilevel e de VMNI placebo, durante o repouso, em pacientes com DPOC grave e observaram melhora da distância percorrida, sensação de dispneia pela escala de Borg e frequência respiratória em repouso no grupo de pacientes em uso de Bilevel por 5 dias[10].

A VMNI também foi estudada durante o período do sono como no estudo de Vanpee et al[11] que observaram os efeitos do CPAP nasal (nCPAP), pressão de suporte (PSV) e Bilevel em 20 pacientes com DPOC hipercápinicos e não hipercápinicos e encontraram respostas ventilatórias semelhantes em ambos os grupos, e que as variáveis ventilatórias estão aumentadas na aplicação da PSV e Bilevel.

Vários outros estudos têm investigado o papel da VMNI durante o treinamento físico. Keilty et al[12] submeteram 11 pacientes com DPOC ao exercício submáximo em esteira, com uso de PSV, e observaram melhora da dispnéia e da tolerância ao exercício físico, sugerindo que este recurso pode ser extremamente útil na prática clínica nestes pacientes.

Hawkins et al[13] em outro estudo avaliaram os efeitos da VMNI em 19 pacientes com DPOC grave, durante exercício máximo em cicloergômetro, e constataram que o uso da VMNI permitiu maior intensidade de treinamento nesse grupo de pacientes.

Já, Ambrosino et al[14], numa revisão sobre VMNI e exercício físico, relataram que devido ao pequeno número de artigos encontrados, erro tipo II e amostras pequenas, ainda permanecem algumas lacunas sobre este tema, tais como o elucidar de quais são os melhores candidatos ao uso da VMNI (hipoxemicos vs hipercápnicos, obstrutivos vs restritivos), qual o melhor protocolo de tratamento e, qual o melhor método de avaliação das respostas obtidas após as intervenções.

Em contraste a estes estudos que mostram a melhora do desempenho no exercício com uso da VMNI em pacientes com DPOC moderado e grave, alguns outros estudos observaram que a VMNI não proporcionou essa melhora na capacidade de exercício físico em pacientes quando a doença está em estágio leve.[15,16]

Segundo o consenso Brasileiro de DPOC, a utilização precoce da VMNI reduz a necessidade de intubação traqueal, o tempo de permanência na UTI, a ocorrência de pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV) e a mortalidade de pacientes com insuficiência respiratória por exacerbação da DPOC.[17]

Considerando a importância que a VMNI vem mostrando como recurso adjuvante ao tratamento de pacientes com DPOC estável ou na exacerbação, ainda pouco se sabe sobre a ação que a VMNI promove na mobilidade toracoabdominal e se ela é capaz de promover melhora da assincronia respiratória. Outro aspecto ainda pouco explorado e que merece melhor atenção em relação à VMNI, evitando aumento do risco de morte e falha em seu uso em situações de exacerbação da DPOC, é encontrar formas preditivas do sucesso de sua aplicação.

1.3- Movimentos e configuração toracoabdominal

Historicamente, os estudos vêm contribuindo para o entendimento da configuração toracoabdominal, desde Konno e Mead[18], que dividiram a parede

torácica em compartimentos torácico e abdominal e observaram que os deslocamentos destes compartimentos podiam ser úteis para estimar mudanças de volumes pulmonares. A partir deste estudo a caixa torácica e o abdômen foram considerados dois compartimentos distintos, com graus de movimentos diferentes, que seriam resultado de uma ação altamente coordenada dos músculos da inspiração.[19]

Além da função de proteção da víscera pulmonar, a caixa torácica é fundamental na dinâmica ventilatória, uma vez que se expande na inspiração e se retrai ou relaxa na expiração.[20] Essa dinâmica da caixa torácica também é conhecida como mobilidade torácica[21] e, segundo De Groote et al[22], o movimento do abdome é secundário ao movimento diafragmático durante a respiração, o que explica, em parte, o fato de cirurgias abdominais interferirem diretamente na cinemática da respiração.

A análise cinemática na mobilidade da parede torácica implica a necessidade de se avaliar a interação biomecânica entre os componentes musculares e estruturais do sistema respiratório e as estratégias utilizadas para o desempenho respiratório. Além disso, muitas doenças neuromusculares, ortopédicas e respiratórias podem levar a anormalidades da mobilidade da parede torácica, sendo que avaliar os movimentos torácicos e abdominais pode consistir numa boa ferramenta para auxiliar no diagnóstico, prognóstico e também no tratamento da doença, pois a avaliação da cinemática da parede torácica é um pré-requisito para entender a função dos músculos respiratórios e sua ação coordenada para o deslocamento da parede torácica.[23]

Neste sentido o volume das estruturas intratorácicas podem, segundo Bellemare et al[24], variar entre indivíduos de diferente biometria ou gênero, e as dimensões da caixa torácica estão altamente correlacionadas com as variáveis antropométricas de distância anteroposterior e latero-lateral do tórax. Pereira et al[25] ressaltou que a mobilidade torácica pode sofrer alteração de acordo com o crescimento, posição corporal, gênero, estatura e com o aparecimento de patologias respiratórias.

A contribuição de cada compartimento toracoabdominal e dos músculos respiratórios nos testes clínicos de função pulmonar tem, segundo Pereira, et al[25], um papel essencial no manejo de pacientes com doenças pulmonares e também naqueles sob risco para desenvolvimento de disfunção respiratória,

além de fornecer resultados quantitativos e reprodutíveis, permitindo avaliações longitudinais servir para diagnosticar doenças como Asma e DPOC.[25]

Pacientes com DPOC apresentam assincronia toracoabdominal e esta parece estar associada com uma piora na obstrução do fluxo aéreo, maior sensação de dispneia e um rápido padrão de hiperinsuflação durante o exercício físico. Estes fatores determinam uma desvantagem mecânica que aumenta o trabalho respiratório e contribui para a limitação ao esforço físico nesses pacientes.[26-28]

Com isso, o aparecimento de novas tecnologias, como a exploração dos movimentos e da configuração toracoabdominal, continua se caracterizando como importantes objetos de estudo para melhor se compreender a função e disfunção pulmonar.[29]

1.4- Métodos de Avaliação dos Movimentos Toracoabdominais

Ao longo de décadas tem-se notado que houve grande variação de métodos de avaliação dos movimentos toracoabdominais e da estimativa do volume corrente[30]. A Magnetometria, descrita por Straddling et al[31] e Agostoni e Mognoni[32], trata-se de um método simples para mensurar as mudanças de volumes compartimentais e volumes máximos durante manobras respiratórias.[33] Os métodos foram evoluindo, sobretudo com auxílio da informática e, o sistema ELITE System, explorado e validado por Ferrigno et al[34], utiliza imagens, com uso de câmeras em diferentes planos para analise do movimento respiratório. Alguns métodos mecânicos, como a pletismografia respiratória por Indutância (PRI) também tem sido muito explorada e reprodutível, especialmente por se tratar de medida não invasiva de monitorização da respiração.[35,26] Segundo Wolf e Arnold[37], a técnica de monitoramento PRI tem sido utilizada para acessar não invasivamente os volumes pulmonares.

Os deslocamentos toracoabdominais vêm sendo estudados a partir destes, mas segundo De Groote et al [22] a analise tridimensional (3D) da parede torácica não é permitida por esses equipamentos por avaliarem a área de secção transversa apenas da área delimitada por suas faixas. Esses autores estudaram outras metodologias, utilizando o equipamento ELITE system, o qual possibilita a analise 3D dos movimentos do tórax e do abdômen, com

auxilio de 4 câmeras posicionadas em quatro pontos distintos da sala que filmavam pontos demarcados no tórax do individuo.

Com o passar do tempo e com a evolução tecnológica poucas metodologias para a avaliação dos movimentos toracoabdominais na respiração foram sendo desenvolvidas. Clarenbach et al[38] utilizaram um pletismógrafo por indutância, portátil, que também tem entrada para eletrodos de eletromiografia organizados em uma camiseta elástica sem mangas e o equipamento demonstrou ser apto a identificar mudanças no padrão respiratório, tanto de indivíduos saudáveis quanto de pacientes com doença cardíaca ou respiratória.

Uma tecnologia para avaliação da mobilidade toracoabdominal, relativamente nova, vem sendo desenvolvida nos últimos anos, através do pletismografo optico-eletronico (OEP). Este método não invasivo cuja permite uma avaliação com uso 45 eletrodos na posição supina ou entre 68 a 89 eletrodos em sedestação. Os movimentos toracoabdominais são captados em todos os diâmetros por câmeras e integradores digitais e analisados através de software integrado, com o objetivo de analisar a cinemática dos compartimentos toracoabdominais, associada à distribuição de ar nas zonas pulmonares.[28,38,39]

Outras aplicações do OEP também tem se dado no estudo de pacientes com DPOC[40], em pacientes asmáticos[41], pacientes hemiplégicos[42], pacientes em unidade de terapia intensiva[43,44,45]. Essa técnica continua sendo aplicada nas mais diversas situações clinicas, nas quais o movimento da caixa torácica e abdômen tem sido avaliados[46,47] e, portanto, justifica sua exploração, pois trata-se de uma metodologia considerada atualmente como padrão ouro para a avaliação da cinemática dos movimentos toracoabdominais.

Este método de avaliação, já validado para avaliação de pacientes com DPOC, tem forte correlação com os valores obtidos pela espirometria e durante a manobra de capacidade vital ($R=0.982$ e $p<0.001$). O sistema apresenta coeficiente de Cranbech (IC95%), tanto no repouso como no exercício físico e é o primeiro a permitir a divisão da caixa torácia em três compartimentos.

Artigo de revisão de Parreira et al[48] lista diversos estudos utilizando a OEP como ferramenta de avaliação, porém não foram encontrados estudos sobre os efeitos que a VMNI pode promover na mobilidade e sincronia

toracoabdominal, em nenhum grupo de pacientes, inclusive nos pacientes com DPOC, seja em situações de estabilidade clínica ou até mesmo em situações de exercício físico ou durante a exacerbação da doença.

Sendo assim, justificou-se a realização deste estudo, tendo em vista a necessidade de se investigar, pela OEP, como se comportam os movimentos e configuração toracoabdominal na respiração espontânea e durante o uso de VMNI, em pacientes com DPOC.

A hipótese deste estudo é que pacientes com DPOC podem apresentar melhora da assincronia toracoabdominal com o uso da VMNI, mas não há evidencias científicas sobre essa premissa, e ainda em qual modalidade e qual nível pressórico encontra-se maior redução da assincronia toracoabdominal.

2- OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da VMNI na mobilidade e sincronia toracoabdominal, comparando as variáveis respiratórias e o ângulo de fase, em respiração espontânea e durante o uso de VMNI em pacientes com DPOC por meio da OEP.

2.2- Objetivos Específicos

- Comparar a sincronia toracoabdominal na respiração espontânea, por meio do cálculo do ângulo de fase, entre os pacientes com DPOC e os indivíduos saudáveis.

- Avaliar uma associação entre as variáveis espirométricas e a presença de assincronia toracoabdominal nos pacientes com DPOC.

- Comparar o comportamento das variáveis fisiológicas na respiração espontânea (frequência respiratória, volumes pulmonares, tempo inspiratório e tempo total do ciclo respiratório) entre os pacientes com DPOC e os indivíduos saudáveis.

- Comparar o comportamento dos movimentos e configuração toracoabdominal sobre as variáveis fisiológicas, durante o uso da VMNI (frequência respiratória, volumes pulmonares, tempo inspiratório e, tempo total do ciclo respiratório) entre os pacientes com DPOC e os indivíduos saudáveis.

- Comparar a sincronia toracoabdominal por meio do cálculo do ângulo de fase, entre os pacientes com DPOC e os indivíduos saudáveis, durante o uso da VMNI.

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Amostra e Aspectos Éticos

Este estudo, aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Nove de Julho, sob o protocolo nº 488.663, em 11/12/2013, foi desenvolvido predominantemente no Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória (LARESP), no Campus Memorial da América Latina, da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), composto por dois grupos, sendo um composto por pacientes com diagnóstico de DPOC, com acompanhamento ambulatorial, provenientes do Ambulatório de Pneumologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (AME) “Dr. Geraldo Bourroul” e o outro por indivíduos saudáveis pareados por idade.

Foram incluídos pacientes de ambos os gêneros, maiores de 40 anos de idade e com diagnóstico de DPOC segundo critérios do Global Iniciative for Chronic Obstructive Lung Disease[1] (GOLD), clinicamente estáveis, ou seja, sem ter apresentado quadro de exacerbação da doença nos últimos trinta dias (caracterizado por aumento da secreção, piora da dispnéia, uso de antibioticoterapia ou qualquer alteração nas medicações de uso habitual). Para tal inclusão, deveriam ter concordado em participar deste estudo e, após serem esclarecidos sobre os objetivos do mesmo, assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme determina resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Foram excluídos desse estudo pacientes com comorbidades graves tais como cardiopatias prévias (15 pacientes), deformidades na caixa torácica (5 pacientes), doenças neuromusculares com sequelas motoras (1 paciente), hipertensão arterial não controlada (3 pacientes), doenças pulmonares associadas (26 pacientes), aqueles que não aceitaram o uso da VMNI (1 paciente) e aqueles não assinaram o TCLE .

3.2- Procedimento Experimental

Após a triagem dos pacientes no AME “Dr. Geraldo Bourroul” (Ambulatório de Pneumologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo) foi

feito o agendamento para avaliação no LARESP da UNINOVE, quando lhes foi dada explicações sobre os objetivos, riscos e benefícios do estudo.

O grupo Controle (GC) foi composto por indivíduos saudáveis, voluntários, pareados por idade, triados na comunidade próxima ao LARESP.

Na sequência, com base numa ficha de avaliação, foram coletados dados sobre a história pregressa e atual da doença e realizado um exame físico geral para assegurar a não presença de exacerbação dos pacientes portadores de DPOC. Ambos os grupos foram submetidos a uma espirometria para classificação da gravidade da obstrução, na qual foram registrados as seguintes variáveis: Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF_1) e a relação VEF_1/CVF pré e pós administração de broncodilatador (Salbutamol 400mcg). A espirometria consistiu de manobras respiratórias de inspiração e expiração máximas, que foram realizadas no aparelho, até que fosse possível registrar três manobras reprodutíveis de acordo com as recomendações da American Toracic Society (ATS)[49]. Todas as manobras respiratórias foram realizados em ambiente climatizado, por meio de um espirômetro KoKo® PFT, previamente calibrado. Os valores de referência utilizados foram os de Pereira[50].

Na sequência, ambos os grupos realizaram a avaliação da mecânica respiratória pela plestimografia optoeletrônica.

3.3- Avaliação da mobilidade toraco-abdominal pela OEP

A coleta dos dados foi realizada no Laboratório de Avaliação Biodinâmica do Movimento da UNINOVE, sendo que a avaliação foi feita utilizando-se um pletismógrafo OEP System (BTS, Italy), como ilustrado na figura 1, composto por 8 câmeras (4 câmeras posicionadas a frente do sujeitos e 4 câmeras atrás) que transmitiram, em tempo real, 60 frames por segundo sincronizadas com diodos axiais que emitem luz infravermelha que são refletidos pelos marcadores para que os movimentos sejam captados pelas câmeras. Os movimentos toracoabdominais foram analisados utilizando-se um software específico para transformar essa captação em uma informação geométrica tridimensional (3D), além de calcular dados referentes à mecânica pulmonar.

Para uma boa acurácia na reconstrução 3D, foi realizada a calibração prévia do aparelho por dois procedimentos específicos que garantem a determinação das coordenadas tridimensionais, conforme orientação do fabricante.

Figura 1: Câmeras do equipamento OEP SYSTEM da BTS (Fonte: site do fabricante)

Para a captação dos movimentos torácicos pelas câmeras, foram utilizados 89 marcadores reflexivos, colados com adesivo dupla-face, no tórax dos sujeitos (conforme figura 2) que permaneceram sentados em um banco sem apoio nas costas, em local previamente determinado pelo modelo presente no software do equipamento. Os marcadores foram distribuídos em sete linhas horizontais, cinco verticais, duas médio axilares e sete marcadores extras. A colocação dos marcadores em linhas tem como orientação estruturas anatômicas, sendo a fúrcula external e as clavículas até o nível da crista ilíaca anteroposterior, totalizando 37 marcadores anteriores, 42 posteriores e 10 laterais.

Figura 2: Ilustração dos marcadores para coleta. (Fonte: Manual BTS OEP SYSTEM).

Essa distribuição permite que o software realize a leitura da caixa torácica em três diferentes compartimentos: Compartimento torácico superior (CTS), compartimento torácico inferior (CTI) e abdômen (ABD). A figura 3 ilustra a distribuição das câmeras, a posição dos pacientes durante a coleta com uso dos marcadores e a distribuição da caixa torácica nos três compartimentos.

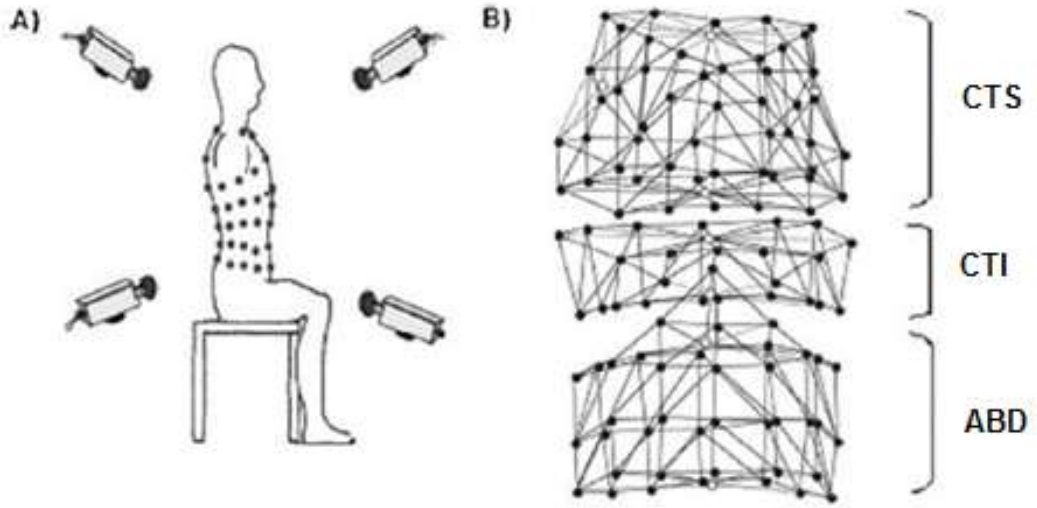


Figura 3: Ilustração da posição do sujeito durante coleta com uso dos marcadores e representação dos compartimentos da caixa torácica (Fonte: Lunardi et al[51])

Antes da colocação dos marcadores a pele do sujeito foi higienizada com álcool 70% e, quando necessária, foi feita a tricotomia local para assegurar a boa aderência do mesmo. Para todas as coletas a colocação dos marcadores foi realizada por um avaliador treinado para esta tarefa, seguindo modelo presente no software do aparelho.

Durante toda a coleta o sujeito foi instruído a permanecer sentado, com as pernas a 90º e com pés apoiados no chão e com os braços apoiados nos membros inferiores, de forma que não atrapalharem a captação de nenhum marcador pelas câmeras. Antes da coleta um teste foi realizado, de forma a avaliar a boa captação dos marcadores, garantindo que a coleta fosse tecnicamente satisfatória.

O sujeito foi instruído a inspirar normalmente e foi realizada a captação de 30 segundos (média de 12 ciclos respiratórios por coleta), de forma que após a coleta fossem selecionados os 3 ciclos mais homogênios (selecionados por um bioengenheiro treinado) de forma que o tamanho e altura dos ciclos pudessem ser selecionados para análise. Este procedimento foi realizado com o sujeito em respiração espontânea e com o uso de VMNI em diferentes parâmetros e modalidades, conforme protocolo pré-definido e explicado posteriormente.

3.3.1- Variáveis Mensuradas pela OEP

Após leitura dos marcadores pelo sistema, foi formado um “colete” (Figura 4) pelo próprio sistema, representando a estrutura toracoabdominal (ETA), dividido automaticamente nos três compartimentos analisados: compartimento torácica superior (CTS), compartimento torácica inferior (CTI) e

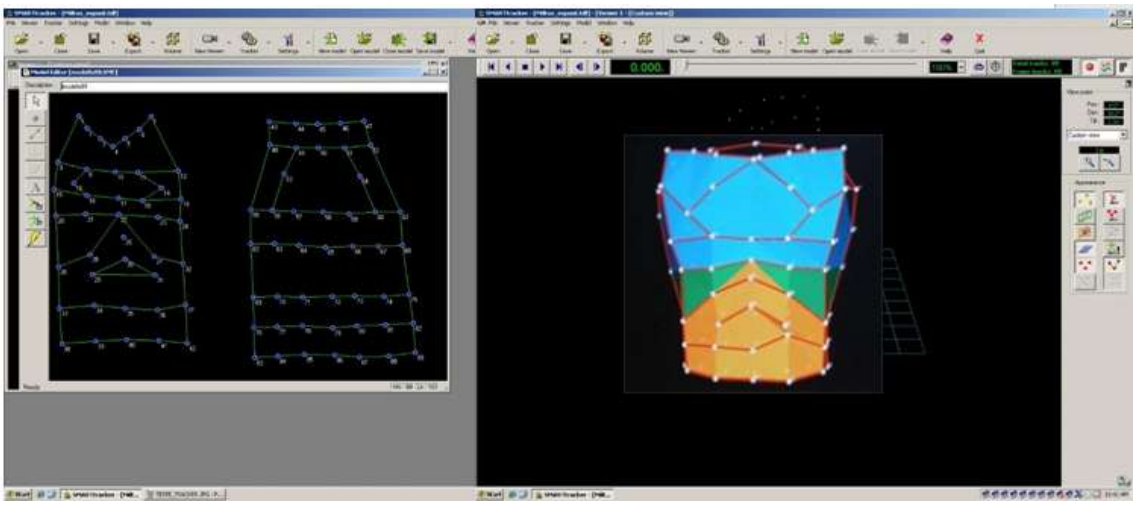


Figura 4: Colete representando a ETA formado automaticamente pelo sistema da OEP, representando a CTS (azul), CTI (verde) e ABD (laranja). (Fonte: OEP System, BTS, Italy)

Após esta etapa foi aplicado o protocolo “Quiet Breathing” presente no sistema OEP. Como padrão para o estudo, para a e análise foram utilizados

três ciclos respiratórios homogêneos dentre os 30 segundos coletados em cada modalidade de avaliação. (Figura 5)

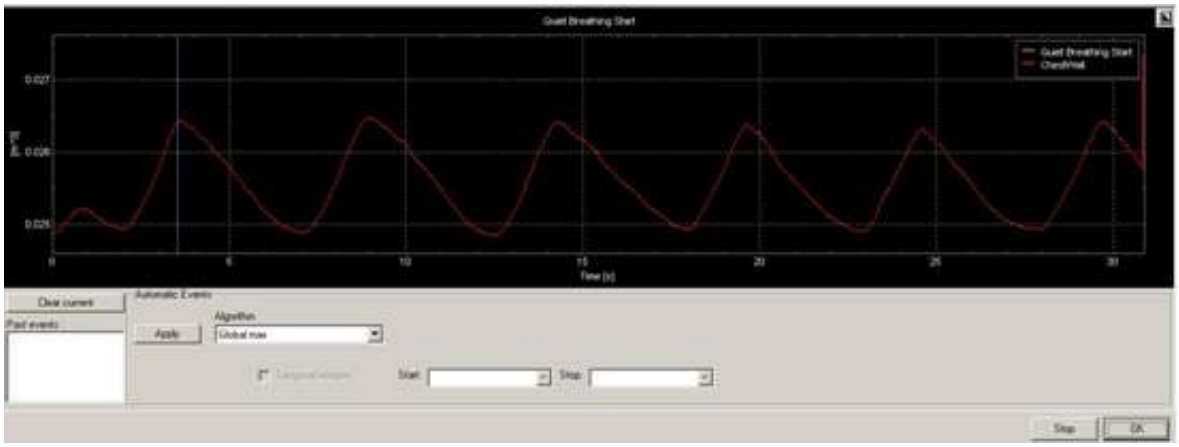


Figura 5: Aplicação do protocolo “Quiet Brieathing” (Fonte: OEP System, BTS, Italy)

Foram analisados os volumes absolutos (em litros) da caixa torácica e de seus três compartimentos separadamente: CTS, CTI e ABD.

- Variáveis de volume: Foram analisados os volumes absolutos (em litros) da caixa torácica e de seus três compartimentos separadamente sendo CTS, CTI e ABD. Os volumes analisados foram: volume corrente (VC_{cts}, VC_{cti}, VC_{abd}); volume expiratório final (Vef_{cts}, Vef_{cti}, Vef_{abd}); volume inspiratório final (Vif_{cts}, Vif_{cti}, Vif_{abd}) e, a porcentagem de contribuição do volume de cada compartimento (V_{cts}, V_{cti}, V_{abd}).
- Variáveis de tempo: Foram analisadas as variáveis de tempo, em segundos, relacionadas ao tempo inspiratório (Ti), tempo expiratório (Te), tempo total do ciclo respiratório (Ttot), porcentagem do tempo inspiratório em relação ao tempo total (Ti/Ttot), freqüência respiratória (FR) e volume minuto (VE).

As variáveis de tempo, em segundos, relacionadas ao tempo inspiratório (Ti), tempo expiratório (Te), tempo total do ciclo respiratório (Ttot), porcentagem do tempo inspiratório em relação ao tempo total (Ti/Ttot), frequência respiratória (FR) e volume minuto (VE) igualmente analisadas.

Todas essas variáveis se encontravam presentes em relatório específico gerado pelo sistema, conforme ilustrado na Figura 6.

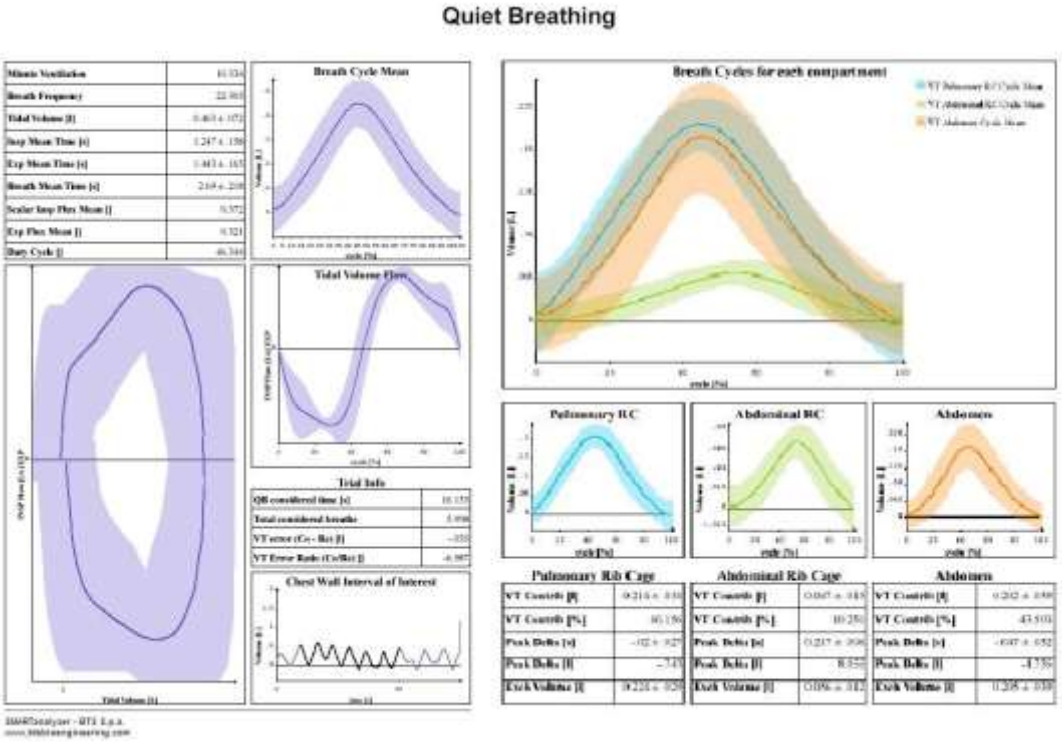


Figura 6: Ilustração do relatório gerado pelo sistema da OEP com as variáveis analisadas.

3.4- Ventilação Mecânica Não Invasiva (VMNI)

A VMNI foi realizada com o uso do Bipap STD-30®, circuito descartável Bitrac (Pulmodine®), presilha injetada tamanho médio, gorro para fixação de máscara de VMNI (Plastsil®) e máscara facial descartável de VMNI adulto média (CNPH®). Todos os sujeitos foram familiarizados com o uso do dispositivo antes da aplicação do protocolo. Para todos os sujeitos foi utilizado duas estratégias de VMNI: Pressão positiva contínua nas Vias aéreas (CPAP) e BINÍVEL.

Para ambas as modalidades os sujeitos permaneceram sob coleta por 30 segundos, de forma que fossem possíveis captações fidedignas pela OEP para posterior seleção dos ciclos respiratórios sincrônicos e análise dos dados. O protocolo foi realizado em vários níveis pressóricos padronizados por protocolo próprio do estudo, sendo a aplicação da CPAP feita com 5, 8 e 10 cmH_2O e a aplicação do BINÍVEL com as variações: IPAP 10 cmH_2O /EPAP 5 cmH_2O; IPAP 13 cmH_2O /EPAP 8 cmH_2O; IPAP 15 cmH_2O / EPAP 10 cmH_2O. Entre cada modalidade houve um período de adaptação a nova pressão antes

que os dados fossem coletados, sendo essa adaptação sempre com o uso da VMNI, sendo a mesma apenas retirada ao final de todas as coletas.

Foram geradas planilhas a partir de programa criado no Excel, por um critério lógico de forma a garantir a aleatoriedade na ordem de aplicação das pressões anteriormente citadas e padronizadas. Cada planilha foi colocada em envelope lacrado e cada sujeito sorteou um envelope antes do início da coleta para ser usado na mesma.

Figura 7: Ilustração de coleta em andamento com VMNI

3.5- Métodos de Estimativa da Assincronia Toracoabdominal

Para cada uma das avaliações (respiração espontânea e para cada nível de VMNI), foram obtidos os sinais de volume da estrutura toracoabdominal (ETA) e seus compartimentos: CTS, CTI e ABD.

O ciclo respiratório foi determinado como sendo aquele obtido pelo sinal da ETA que representa a soma do volume dos três compartimentos, e que foi usado como referência para estabelecer os trechos dos ciclos respiratórios: começo da inspiração e fim da expiração. Estes trechos eram então aplicados nos sinais compartimentais.

Em cada coleta foram selecionados para análise três ciclos consecutivos e homogêneos. Os sinais de volume foram normalizados com intuito de determinar a média do conjunto desses três ciclos respiratórios e obter o ciclo respiratório médio da estrutura toracoabdominal (V_T) e os ciclos compartimentais médios da compartimento torácica superior (V_{CTS}), compartimento torácica inferior (V_{CTI}) e abdome (V_{ABD}), conforme previamente descrito.[49]

Os arquivos contendo a informação do ciclo respiratório médio (V_T) e dos ciclos compartimentais médios (V_{CTS}, V_{CTI}, e V_{ABD}) coletados com OEP foram exportados e analisados em MATLAB.

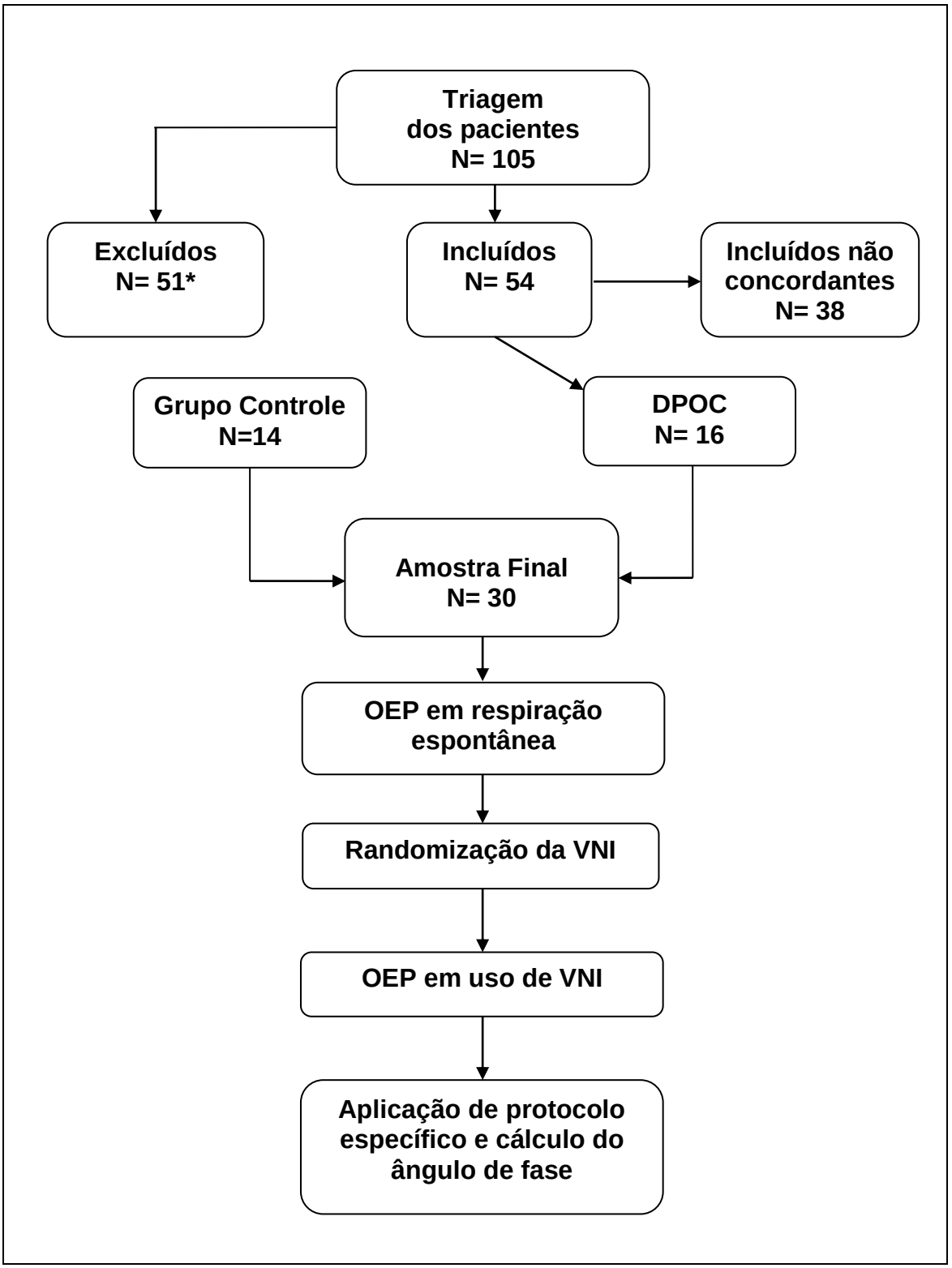
3.6- Ângulo de Fase

O Ângulo de Fase[53] (AF) é uma técnica baseada na figura de *Lissajous*, que é gerada graficamente a partir de dois sinais sinusoidais: um no eixo X e outro no eixo Y. A curva de Konno e Mead[18] é equivalente à figura de *Lissajous*, com a diferença que a curva de Konno e Mead[18] indica sinais respiratórios de diferentes compartimentos toracoabdominais num plano, enquanto que a figura de *Lissajous* utiliza os sinais sinusoidais.

O método do AF quantifica a assincronia em graus (º) e seu cálculo varia de 0º a 180º, sendo que 0º representa sincronia perfeita e 180º representa total assincronia, também conhecida como movimento paradoxal. O AF é calculado como sendo $\theta = sen^{-1}\left(\frac{m}{s}\right)$, dependendo da orientação (inclinação) da figura, o ângulo deve ser calculado como sendo $\theta = 180° - \theta_{in} = 180° - sen^{-1}\left(\frac{m}{s}\right)$ [8, 36]. Desta forma, se a figura estiver inclinada para a direita o ângulo será entre 0º a 90º e se estiver inclinada para a esquerda o ângulo será entre 90º a 180º.[49]

Os ciclos foram normalizados com relação ao volume e ao ciclo respiratório da estrutura toracoabdominal. Desta forma, o ângulo será positivo sempre que o sinal do compartimento superior estiver antecedendo o sinal do compartimento inferior, ou seja, quando o sinal do compartimento superior atinge o fim da inspiração e/ou da expiração em um momento anterior ao sinal do compartimento inferior. Ou seja, quando há um retardo no término do compartimento inferior, neste caso.

3.8- Desenho Experimental



* vide página 20

3.9- Tratamento estatístico dos dados

O Power da amostra foi calculado em 90%, assumindo-se um erro alfa de 0,05, baseando-se num estudo piloto que levou em consideração a diferença a ser detectada de 19,5% da contribuição do compartimento abdominal para o volume corrente em repouso e desvio padrão de 17,7%, resultando num número amostral de 22 (constituído de dois grupos com 11 indivíduos cada, considerando perdas amostrais).

Após coletados, os dados foram armazenados em planilhas do Excel e para análise estatística foi utilizado o programa SpSS20.0. Os dados foram submetidos ao teste Kolmogorov Smirnov (KS) a fim de se conhecer a dispersão ou normalidade de distribuição para a aplicação de testes estatísticos.

No Estudo I para análise intergrupos, foi utilizado o teste Mann-Whitney e para a análise de correlação foi utilizado a correlação de Spearman.

Já nos Estudos II e III para a análise intergrupo, foi utilizado Anova two way com pós hoc Tukey e para a análise intragrupo foi utilizado Anova de medidas repetidas de dois fatores com pos hoc Bonferroni.

Foram considerados significativos os resultados que apresentaram nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

4- RESULTADOS

Os resultados estão apresentados no formato de estudos, sendo que o **estudo I, intitulado "Pode a inspiração profunda influenciar nas variáveis respiratórias e na assincronia toraco-abdominal em pacientes com DPOC e seus pares saudáveis?"** foi aceito para publicação no periódico ***International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation***, o estudo II, intitulado **" O Impacto da VNI nas variáveis respiratórias de pacientes com DPOC, visto pela Pletismografia Optoeletrônica (OEP) "** foi submetido a revista "Fisioterapia e Pesquisa" e estudo III, intitulado "**Avaliação da assincronia toracoabdominal pela Pletismografica Optoeletrônica (OEP) em pacientes com DPOC durante o uso da VNI."** está em fase final de preparação para submissão a publicação.

4.1- Estudo I - “PODE A INSPIRAÇÃO PROFUNDA INFLUENCIAR NAS VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS E NA ASSINCRONIA TORACO-ABDOMINAL EM PACIENTES COM DPOC E SEUS PARES SAUDÁVEIS?

4.1.1- Introdução

Na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) a limitação do fluxo aéreo, por não ser totalmente reversível, pode influenciar neste mecanismo harmônico e promover o que se denomina assincronia toracoabdominal (ATA)[54-56]. A ATA é caracterizada pela expansão descoordenada dos compartimentos toracoabdominais e melhora desta assincronia depende de vários mecanismos fisiológicos como uma ação mais coordenada dos músculos respiratórios[57-58], variações de pressão transdiafragmática ao longo do ciclo respiratório[59,60] e pela complacência e resistência pulmonar[61,62]. A ATA pode ser avaliada por diferentes técnicas, mas atualmente a plestimografia optoeletrônica (OEP) é a principal ferramenta no estudo dos movimentos toracoabdominais por ser um método não invasivo e de alta acurácia.

Nos últimos anos, o tratamento da DPOC tem sido baseado em exercícios funcionais, inalação de oxigênio e medicamentos[63,64]. Devido a fisiopatologia da DPOC, o distúrbio funcional do músculo diafragma é considerado como uma importante razão as alterações respiratórias (agudas ou crônicas)[65] e sabe-se que a força muscular respiratória pode ser melhorada através da realização de exercícios[66]. Porém poucos estudos com utilização de técnicas respiratórias, como a inspiração profunda, foram realizados avaliando-se a melhora na assincronia e alterações nas variáveis respiratórias neste grupo de pacientes.

Sendo assim, a hipótese deste estudo é que pacientes com DPOC podem apresentar melhora da assincronia toracoabdominal durante a inspiração profunda quando comparado a indivíduos saudáveis. O objetivo desse estudo foi verificar, pela OEP os efeitos da inspiração profunda nas variáveis fisiológicas e na assincronia toracoabdominal em pacientes com DPOC, comparado com indivíduos saudáveis, pareados por idade.

4.1.2- Material e Métodos

Este estudo to tipo transversal foi realizado no Laboratório LARESP-UNINOVE Memorial. Foi calculado o Power da amostra em 90%, assumindo-se um erro alfa de 0,05, tomando-se como base estudo piloto com base na diferença a ser detectad de 19,5% da contribuição do compartimento abdominal para o volume corrente ao repouso e desvio padrão de 17,7%, considerou-se um número amostral não inferior a 22 (constituído de dois grupos com 11 indivíduos cada, considerando perdas amostrais).

Foram avaliados dois grupos distintos de indivíduos, sendo um o grupo DPOC, constituído de 10 pacientes com diagnóstico de DPOC segundo critérios do Global Iniciative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD), clinicamente estáveis e sem ter apresentado quadro de exacerbação da doença nos últimos trinta dias e com tratamento contínuo com broncodilatador inalatório. O outro grupo denominado grupo Controle (GC) foi composto por 12 indivíduos saudáveis voluntários, pareados por idade. Para inclusão em ambos os grupos os indivíduos deveriam ter concordado em participar deste estudo e, após serem esclarecidos sobre os objetivos do mesmo, assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme determina a resolução 196/96 do Ministério da Saúde (CMS). Foram excluídos desse estudo indivíduos com comorbidades graves tais como cardiopatias prévias, deformidades na caixa torácica, doenças neuromusculares com sequelas motoras, doenças pulmonares associadas, pacientes com histórico de bolhas de enfisema pulmonar e aqueles que não assinarem o TCLE.

Utilizando-se uma ficha de avaliação, foram coletados dados sobre a história pregressa e atual da doença e realizado um exame físico geral para assegurar a não possibilidade de exacerbação da doença nos pacientes com DPOC. Todos os indivíduos foram submetidos a uma avaliação espirométrica, com a finalidade de classificação da gravidade da obstrução das vias aéreas, na qual foram registrados os seguintes volumes, capacidades e fluxos pulmonares: Capacidade Vital Forçada (CVF), o Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF_1) e a relação VEF_1/CVF. Os valores de referência utilizados foram de acordo com Pereira et al[50].

Na sequência foi realizada a avaliação respiratória para ambos os grupos, pela OEP, sendo que esta foi feita por meio de um pletismógrafo

System® (BTS, Italy), composto por 8 câmeras (4 câmeras posicionadas a frente do pacientes e 4 câmeras atrás). Para captação dos movimentos torácicos e abdominais pelas câmeras, foram utilizados 89 marcadores reflexivos colados com adesivo dupla-face no tórax dos indivíduos, que permaneceram sentados em um banco sem apoio nas costas, com as pernas flexionadas a 90º e com pés apoiados no chão e com os braços apoiados nos membros inferiores. Esse procedimento foi realizado em todas as coletas, por um avaliador treinado para esta tarefa, seguindo modelo presente no software do equipamento. Os movimentos toracoabdominais foram analisados através de software específico capaz de transformar essa captação em uma informação geométrica tridimensional (3D) em três diferentes compartimentos: Compartimento torácica superior (CTS), compartimento torácica inferior (CTI) e abdômen (ABD) .

Os indivíduos foram instruídos, durante a coleta, a inspirar profundamente de forma lenta e calma pelo nariz e expirar pela boca. A coleta e foi realizada por aproximadamente 30 segundos neste tipo de respiração (o número de ciclos respiratórios foi livre, sendo então de acordo com o padrão respiratório de cada paciente).

Após esta etapa foi aplicado o protocolo “Quiet Breathing”, presente no sistema OEP. Como padrão de análise foram utilizados três ciclos respiratórios homogêneos (picos máximos e tamanhos de onda similares) dentre os 30 segundos coletados em cada modalidade de avaliação.

Foram analisados os volumes absolutos (em litros) da caixa torácica e de seus três compartimentos separadamente: CTS, CTI e ABD. Todas essas variáveis se encontravam presentes em relatório específico gerado pelo sistema

A ATA foi calculada utilizando-se os ciclos compartimentais médios, de acordo com o método de ângulo de fase. Este método é baseado na figura de Lissajous, gerada graficamente a partir dos sinais respiratórios obtidos pela OEP, formando os eixos X e Y do gráfico, no qual o compartimento superior foi colocado sempre no eixo Y. O ângulo de fase foi calculado com base na fórmula θ=sen-1(m/s), a linha “m”foi traçada no centro e delimitada pelos seus interceptos com a figura e a linha “s” representa a excursão completa da figura no eixo x. Com este método, a assincronia avaliada pelo ângulo θ varia de 0° a

180°, sendo que 0° representa sincronia perfeita e 180° total assincronia.[18],[49] Por convenção, o ângulo de fase é positivo quando o movimento do compartimento superior antecede aquele do compartimento inferior, ou será negativo em caso contrário[26]. Este cálculo foi realizado por uma rotina implementada no software MATLAB (The Mathworks, EUA).

Para a análise intergrupos foi utilizado o teste Mann-Whitney e para a análise de correlação foi utilizado a correlação de Spearman. Foram considerados os resultados que apresentaram nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

4.1.3- Resultados

As características antropométricas dos indivíduos avaliados encontram-se na tabela 1. Em relação a estes dados, a variável idade, peso, altura e índice de massa corporal não apresentaram diferença significativa. Já, as variáveis espirométricas apresentaram diferença significativa conforme esperado entre os indivíduos com DPOC e o GC.

Em relação às variáveis respiratórias, para nenhuma delas se observou diferença estatística entre os grupos DPOC e GC. (Tabela 2)

No percentual de contribuição de cada compartimento para o volume corrente, no total do ciclo respiratório, constatou-se diferença significativa nos valores da CTS entre os grupos DPOC e GC ($p<0,009$), sendo essa contribuição foi maior no grupo Controle (42,9±12,2) em relação ao grupo DPOC (30,1±11,4). Analisando-se o compartimento CTI, não foi constatada diferença entre os grupos em relação à contribuição deste compartimento no volume corrente do ciclo respiratório ($p<0,3$). Já, no compartimento ABD, constatou-se diferença significativa ($p<0,003$), entre os grupos, sendo essa contribuição maior no grupo DPOC (56,2±14,2) que no GC (40,2±11,1). (Tabela 3)

Em relação à assincronia toracoabdominal, avaliada pelo ângulo de fase, foi encontrada diferença significativa ($p<0,01$) quando comparado a movimentação dos compartimentos Compartimento Torácica Inferior (CTI) VS Abdomen (ABD), do grupo DPOC (-20,7º±26,3º), resultado este que representa uma assincronia entre esses dois compartimentos. O mesmo não ocorreu com o GC (-0,3º±8,8º), valores estes que não representam maior sincronia na

mobilidade compartimental. (Tabela 4) Vale ressaltar que convencionalmente o sinal do ângulo de fase será positivo sempre que o do compartimento superior estiver antecedendo o sinal do compartimento inferior, ou seja, quando o sinal do compartimento superior atinge o fim da inspiração e/ou da expiração em um momento anterior ao sinal do compartimento inferior.

Correlacionando-se ainda o grau de obstrução, representado pelo FEV_1(%), com o ângulo de fase obtido entre os compartimentos no grupo DPOC, não foi encontrado correlação significativa (CTS vs CTI r= -0,4 com p=0,19; CTS vs ABD r=0,2 e p<0,43; CTI vs ABD r=0,6 e p=0,06).

4.1.4- Discussão

Em indivíduos saudáveis a inspiração é resultado de um movimento coordenado dos compartimentos torácicos e do relaxamento do músculo diafragma**.** Yamaguti et al[66] observaram maior mortalidade em pacientes com DPOC que apresentavam baixa mobilidade do músculo diafragma quando comparados aos indivíduos sem disfunção diafragmática. Resultados estes que reforçam a necessidade de estudos voltados para a avaliação da mobilidade toracoabdominal nesse grupo de pacientes, além de que a inspiração profunda é pouco citada em estudos clínicos[64], porém muito utilizada na prática clínica.

Além disso a alteração alveolar devido a fisiopatologia promove um fechamento crônico das vias aéreas. Com a inspiração profunda, certa tensão é produzida e transmitida para o brônquio, evitando que as pequenas vias aéreas periféricas entrem em colapso, permitindo a saída de ar completo dentro do pulmão. Assim, a capacidade pulmonar e a capacidade máxima da respiração são melhoradas e o volume residual é reduzido, corrigindo assim a situação anaeróbica[67].

Os resultados desse estudo demonstram que os pacientes com DPOC apresentam maior assincronia compartimental durante a inspiração profunda em relação aos saudáveis. Neste estudo, foram definidos intervalos de normalidade de AF, utilizando-se como referência os valores obtidos no grupo controle (GC), composto de indivíduos saudáveis, pareados por idade[26].

Embora tradicionalmente se acredite que movimentos da caixa torácica durante o ciclo respiratório acompanham mudanças no volume pulmonar, isto não é sempre o caso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva[68,69]. A

assincronia compartimental encontrada neste estudo foi em relação aos compartimentos do tórax inferior em relação ao abdômen, o que sugere um atraso no movimento do tórax inferior em relação aos outros compartimentos (representado pelo valor negativo obtido). Este atraso pode ser explicado pela mecânica respiratória alterada em pacientes com DPOC, devido a um rebaixamento das cúpulas diafragmáticas, resultante de uma menor pressão abdominal e, consequentemente, em menor expansão da compartimento torácica inferior, levando a diminuição da mobilidade costal[70]. Podemos sugerir que a assincronia da CTI nos pacientes com DPOC é a de um mecanismo de estabilização da estrutura toracoabdominal, mais do que se movimentar de forma descoordenada com relação aos outros dois compartimentos e que eficiência do diafragma para expandir a CTI pode ser menor do que nos indivíduos saudáveis[53,54,59].

De acordo com a fundamentação da sincronia toracoabdominal explorada pela OEP[32,53], que se dá por uma ação coordenada dos compartimentos, nossos resultados puderam evidenciar que o compartimento inferior do tórax é o que menos contribui efetivamente para o volume corrente total do ciclo respiratório no grupo de pacientes com DPOC. Calverley e Koulouris[71], ao postulam que a hipersinsuflação pulmonar também contribui para uma alteração estrutural dos músculos caixa torácica, justificam que por estarem em posição de estiramento têm sua capacidade de contração e força reduzidas, diminuindo a mobilidade deste compartimento inferior do tórax. Podemos inferir que o achado de redução da contribuição da CTI pode estar associado a uma hiperinsuflação. Todavia, essa não pode ser uma afirmação conclusiva, uma vez que neste estudo esta variável não foi mensurada.

Já foi registrado que o paciente com DPOC, que apresenta assincronia frequentemente, contrai os músculos abdominais durante a expiração[72] e o relaxamento desses músculos é feito de forma gradativa durante a inspiração[59], fazendo com que a CTI tenda a se retrair no começo da inspiração e, retardando sua expansão na fase inspiratória, podendo haver então um aumento no recrutamento e ativação dos músculos inspiratórios não diafragmáticos para compensar essa desvantagem mecânica[73,74], o que pode ser erroneamente confundido ao se observar aumento da contribuição do compartimento abdominal nesta população de pacientes.

Goman et al[75] observaram diferentes padrões de comportamento da compartimento torácica inferior frente às disfunções diafragmáticas em pacientes com DPOC pela avaliação da zona de aposição diafragmática, avaliado pela ultrassonografia e os diâmetros da caixa torácica por magnometria. Resultados semelhantes puderam ser observados por Alliveti et al[53], utilizando-se pela primeira vez o método de avaliação tridimensional, pela OEP. Esses autores constataram que pacientes com DPOC, que apresentavam assincronia da compartimento torácica inferior, em repouso, eram propensos a hiperinsuflação precoce durante o exercício físico, em relação aos que não apresentam essa assincronia. Resultados estes que corroboram com nossos achados, ainda que não tenhamos avaliado diretamente a hiperinsuflação pulmonar de nossos pacientes, uma vez que a assincronia só foi observada na CTI do grupo DPOC e a falta de correlação da CVF com a contribuição da CTI.

Ainda em relação à contribuição compartimental no volume corrente total, nossos resultados evidenciaram também que a compartimento torácica superior contribui menos para o volume corrente nos pacientes com DPOC, comparado aos indivíduos saudáveis. Esses achados, segundo Bernarg et al[76] podem ser explicados pelas alterações anatômicas da musculatura respiratória nestes pacientes, como a sarcopenia e a diminuição da contratilidade desta musculatura, o que, por sua vez, pode levar a uma diminuição da contribuição deste compartimento torácico superior, na geração de volume corrente em indivíduos com DPOC[77,78].

Em relação à associação da obstrução do fluxo aéreo com a assincronia toracoabdominal, não há consenso na literatura, pois, enquanto alguns estudos puderam associar a redução do VEF_1 com o comprometimento da mobilidade do músculo diafragma[79,80], como também da existência de uma relação entre a disfunção diafragmática e o aprisionamento aéreo[81], outros como Priori et al[26] não encontraram correlação entre a gravidade da obstrução e a presença de assincronia toracoabdominal. Dados estes que estão de acordo com nossos achados.

Além desses aspectos, outros fatores que merecem maior atenção na análise da sincrônica toracoabdominal de portadores de DPOC são as disfunções dos músculos respiratórios e a hiperinsuflação pulmonar[54,60].

Contudo cabe lembrar que a inspiração direcionada para a compartimento torácica inferior não é realizada por contração unicamente do músculo diafragma[80].

Mais estudos sobre o comportamento da ATA em situações de exacerbação e em procedimentos respiratórios, comuns na prática clínica, especialmente da fisioterapia respiratória, poderiam contribuir para melhor entendimento sobre a melhora da sincronia e da mobilidade toracoabdominal em pacientes com DPOC.

4.1.5- Conclusão

Com base em nossos achados, podemos concluir que a inspiração profunda não é capaz de melhorar a ATA e também não promove alterações nas variáveis respiratórias em pacientes com DPOC, comparado a normalidade com saudáveis pareados por idade. Conclui-se também e que a gravidade da doença, traduzida pelo grau de obstrução das Vias aéreas, não se correlaciona com a presença de assincronia toracoabdominal nesta população.

Tabela 1: Dados antropométricos e espirométricos da população estudada

	DPOC (N=10)	**GC (N=12)**	***P***
idade (anos)	72,3 ± 10,6	70,1 ± 5,8	0,543
sexo	4 homens	3 homens	-
Gold	III	-	-
Altura (m)	1,67 ± 0,07	1,62 ± 0,10	0,171
Peso (Kg)	69,0 ± 11,5	67,3 ± 20,4	0,953
IMC	24,5 ± 3,9	25,2 ± 6,4	0,731
VEF_1 (%)	41,7 ± 16,5	97,27 ± 6,19	0,04 *
CVF (%)	81,2 ± 20,3	96,3 ± 1,89	0,01*
VEF_1/CVF (%)	66,6 ± 16,7	96,9 ± 1,65	0,02*

IMC: índice de massa corporal; VEF_1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF:capacidade vital forçada; * *diferença entre os grupos*

Tabela 2: Variáveis respiratórias pela OEP na população estudada.

	DPOC	GC
VC (ml)	0,94 ± 0,64	0,96 ± 0,57
FR (rpm)	17,4 ± 5,30	12,6 ± 2,8
VM (L)	14,4 ± 5,20	12,2 ± 8,2
Ti (s)	1,55 ± 0,56	2,14 ± 0,62
Te (s)	2,20 ± 0,73	3,35 ± 0,86

VC: volume corrente; FR: frequência respiratória; VM: volume minuto; Ti: tempo inspiratório; Te: tempo expiratório.

Tabela 3: Contribuição compartimental na população estudada

	CTS	CTI	ABD
DPOC (%)	30,1± 11,4	13,8 ± 8,2	56,2±14,2*****
GC (%)	42,9 ±12,2*****	16,8 ± 6,9	40,2± 11,1

*CTS: Compartimento torácica superior; CTI: Compartimento torácia inferior; ABD: abdomem, * diferença entre os grupos*

Tabela 4: Sincronia toracoabdominal pelo Ângulo de Fase

	CTS vs CTI	CTS vs ABD	CTI vs ABD
DPOC (graus)	12,8 ± 21,8	-7,8 ± 11,4	-20,7± 26,3*****
GC (graus)	0,8 ± 8,6	-1,0 ± 6,3	-0,3 ± 8,8

*CTS: Compartimento torácica superior; CTI: Compartimento torácia inferior; ABD: abdomem, * diferença entre os grupos*

4.2- Estudo II- “IMPACTO DA VMNI NAS VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS E NA MOBILIDADE TORACOPULMONAR DE PACIENTES COM DPOC, VISTO PELA PLETISMOGRAFIA OPTOELETRÔNICA (OEP)”

4.2.1- Introdução

A utilização da Ventilação Mecânica Não Invasiva (VMNI) baseia-se no princípio que envolve a diminuição do recrutamento muscular respiratório, prevenindo o colabamento das vias aéreas, favorecendo a mecânica pulmonar, minimizando os efeitos da hiperinsuflação dinâmica e, promovendo melhores níveis de tolerância ao esforço físico.[8,9]

Este recurso tem sido utilizado com sucesso no tratamento de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) durante exacerbações da doença, ou até mesmo como recurso adjuvante para melhora da performance na Reabilitação Pulmonar (RP)[1].

Em revisão realizada sobre este tema é ressaltado que, devido ao reduzido número de artigos encontrados, erro tipo II e amostras pequenas, ainda permanecem algumas lacunas na literatura, tais como a elucidação de quais são os pacientes melhores candidatos ao uso da VMNI (hipoxemicos vs hipercápnicos, obstrutivos vs restritivos), qual o melhor protocolo de tratamento e, qual o melhor método de avaliação das respostas obtidas após as intervenções[82].

Uma ferramenta que vem sendo fortemente explorada para investigar os mecanismos de controle e ação da musculatura respiratória[83,84], quantificar volumes torácicos, analisar alterações da caixa torácica é a Pletismografia Optoeletrônica (OEP)[39,59]. Contudo, não foram encontrados estudos sobre a OEP, durante a VMNI em pacientes com DPOC.

É oportuno, portanto, conhecer como a aplicação da VMNI influencia nas variáveis fisiológicas deste grupo de pacientes, em repouso, podendo melhorar o entendimento em situações de demanda ventilatória alterada, seja pelos efeitos do exercício físico, seja por exacerbação do quando clinico da doença. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, por meio da OEP, como se comportam as variáveis respiratórias de pacientes com DPOC sob VMNI, comparado à sujeitos saudáveis, pareados por idade.

4.2.2- Material e Métodos

Este estudo, do tipo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Nove de Julho, sob o protocolo nº 488.663, em 11/12/2013, foi desenvolvido predominantemente no Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória (LARESP), no Campus Memorial da América Latina, da Universidade Nove de Julho (UNINOVE). O Power da amostra foi calculado em 90%, assumindo-se um erro alfa de 0,05, baseando-se num estudo piloto que levou em consideração a diferença a ser detectada de 19,5% de contribuição do compartimento abdominal para o volume corrente em repouso e desvio padrão de 17,7%, resultando num número amostral de 22 sujeitos, em dois grupos com 11 indivíduos cada, considerando perdas amostrais. A amostra foi composta por dois grupos sendo um grupo formado por pacientes com diagnóstico de DPOC segundo a GOLD, sem ter apresentado quadro de exacerbação da doença nos últimos trinta dias e um grupo Controle (GC) formado por indivíduos saudáveis (GC), pareados por idade com o grupo DPOC, triados na comunidade próxima ao LARESP. Foram excluídos desse estudo indivíduos com comorbidades graves tais como cardiopatias prévias, deformidades na caixa torácica, doenças neuromusculares com sequelas motoras, hipertensão arterial não controlada, doenças pulmonares associadas e aqueles que não assinaram o Termo de Consentimento Live e Aceito (TCLE).

Após a triagem dos pacientes, realizada no Ambulatório Médico de especialidades (AME) “Dr. Geraldo Bourroul”, que é um Ambulatório de Pneumologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, foi feito o agendamento para avaliação no LARESP da UNINOVE, quando esses pacientes receberam explicações sobre os objetivos, riscos e benefícios do estudo.

Na sequência, com base numa ficha de avaliação, foram coletados dados sobre a história pregressa e atual da doença e realizado um exame físico geral para assegurar a não presença de exacerbação e, em seguida foram submetidos a uma espirometria para classificação da gravidade da obstrução, na qual foram registrados os seguintes volumes, capacidades e fluxos pulmonares: Capacidade Vital Forçada (CVF), o Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo VEF_1) e a relação VEF_1/CVF pré e pós

administração de broncodilatador (Salbutamol 400mcg), de acordo com as recomendações da American Toracic Society (ATS)[49]. Os valores de referência utilizados foram os de Pereira[50].

Após essas avaliações os sujeitos foram submetidos a avaliação da mecânica respiratória, pela OEP, no Laboratório de Avaliação Biodinâmica do Movimento da UNINOVE. Para tal utilizou-se um pletismógrafo OEP System (BTS, Italy), como ilustrado na figura 1, composto de 8 câmeras (4 câmeras posicionadas a frente do sujeitos e 4 câmeras atrás) que transmitiram, em tempo real, 60 frames por segundo, sincronizadas com diodos axiais que emitem luz infravermelha, refletida pelos marcadores para que os movimentos pudessem ser captados pelas câmeras. Os movimentos toracoabdominais foram analisados utilizando-se um software específico do próprio equipamento, que transforma os sinais captados em informação geométrica tridimensional (3D), além de calcular dados referentes à mecânica pulmonar.

Para uma boa acurácia na reconstrução 3D, foi realizada a calibração prévia do aparelho por dois procedimentos específicos (calibração estática e dinâmica) que garantem a determinação das coordenadas tridimensionais, conforme orientação do fabricante.

Para a captação dos movimentos torácicos pelas câmeras, foram utilizados 89 marcadores reflexivos, colados com adesivo dupla-face no tórax dos sujeitos, que permaneceram sentados em um banco sem apoio nas costas, em local previamente determinado pelo modelo presente no software do equipamento. Os marcadores foram distribuídos em sete linhas horizontais, cinco verticais, duas médio axilares e sete marcadores extras. A colocação dos marcadores em linhas tem como orientação estruturas anatômicas, sendo da fúrcula external e das clavículas até o nível da crista ilíaca anteroposterior, totalizando 37 marcadores anteriores, 42 posteriores e 10 laterais.

Essa distribuição permite que o software realize a leitura da caixa torácica em três diferentes compartimentos, à saber: Compartimento Torácica Superior (CTS), Compartimento Torácica Inferior (CTI) e Abdômen (ABD). A figura 3 ilustra a distribuição das câmeras, a posição dos sujeitos durante as s, com uso dos marcadores e, a distribuição da compartimento torácica nos três compartimentos.

Antes da colocação dos marcadores a pele dos sujeitos foi higienizada com álcool 70% e, quando necessária foi feita a tricotomia local para assegurar a boa aderência do mesmo. Para todas as coletas a colocação dos marcadores foi realizada por um avaliador treinado para esta tarefa, seguindo modelo presente no software do aparelho.

Durante toda a coleta os sujeitos foram instruídos a permanecerem sentados, com as pernas a 90º e com pés apoiados no chão e com os braços apoiados nos membros inferiores, de forma que não atrapalharem a captação de nenhum marcador pelas câmeras. Antes da coleta, um teste foi realizado, de forma a avaliar a boa captação dos marcadores, garantindo que a coleta fosse tecnicamente satisfatória.

Os sujeitos foram instruídos a inspirar normalmente para a captação dos movimentos toracoabdominais, por 30 segundos.Após essa coleta foram selecionados os 3 ciclos mais sincrônicos para serem analisados. Este procedimento foi realizado com os sujeitos em respiração espontânea (Esp) e depois com o uso de VMNI.

A VMNI foi realizada com um Bilevel STD-30®, circuito descartável Bitrac (Pulmodine®), presilha injetada tamanho médio, gorro para fixação de máscara de VMNI (Plastsil®) e máscara facial descartável de VMNI adulto média (CNPH®). Todos os sujeitos foram familiarizados com o uso do dispositivo, antes da aplicação do protocolo. Na VMNI foram utilizadas as modalidades CPAP de 5, 8 e 10 cmH_20 e Bilevel em IPAP de 10 cmH_20 e EPAP de 5 cmH_20; IPAP de 13 cmH_20 e EPAP de 8 cmH_20, IPAP de 15 cmH_20 e EPAP de 10 cmH_20.

Para selecionar a ordem de aplicação da VMNI foram geradas planilhas a partir de programa criado no programa do Excel, por um critério lógico, de forma a garantir a aleatoriedade na ordem de aplicação das pressões anteriormente citadas e padronizadas. Cada planilha foi colocada em envelope lacrado e cada indivíduo sorteou um envelope antes do início da coleta, para ser usado na mesma.

Após esta etapa foi aplicado o protocolo “Quiet Breathing” presente no sistema OEP. Como padrão de análise foram utilizados três ciclos respiratórios homogêneos dentro dos 30 segundos coletados, na Esp e em cada modalidade de VMNI. Para cada uma das avaliações (Esp e para cada nível pressórico das

duas modalidades de VMNI), foram obtidos os sinais de volume da estrutura toracoabdominal (ETA) e seus compartimentos: CTS, CTI e ABD.

Foram analisados os volumes absolutos (em litros) da caixa torácica e de seus três compartimentos separadamente: CTS, CTI e ABD.

- Variáveis de Volume: Foram analisados os volumes absolutos (em litros) da caixa torácica e de seus três compartimentos separadamente sendo CTS, CTI e ABD. Os volumes analisados foram: Volume Corrente (VC_{cts}, VC_{cti}, VC_{abd}); Volume expiratório final (Vef_{cts}, Vef_{cti}, Vef_{abd}); Volume inspiratório final (Vif_{cts}, Vif_{cti}, Vif_{abd}) e, a porcentagem de contribuição do volume de cada compartimento (V_{cts}, V_{cti}, V_{abd}).
- Variáveis de tempo: Foram analisadas as variáveis de tempo, em segundos, relacionadas ao tempo inspiratório (Ti), tempo expiratório (Te), tempo total do ciclo respiratório (Ttot), porcentagem do tempo inspiratório em relação ao tempo total (Ti/Ttot), frequência respiratória (FR) e volume minuto (VE).

Foram igualmente analisadas as variáveis de tempo, em segundos, relacionadas ao tempo inspiratório (Ti), tempo expiratório (Te), tempo total do ciclo respiratório (Ttot), porcentagem do tempo inspiratório em relação ao tempo total (Ti/Ttot), frequência respiratória (FR) e volume minuto (VE).

Todas essas variáveis se encontravam presentes em relatório específico gerado pelo sistema.

Após armazenados em planilhas do Excel e para análise estatística foi utilizado o programa SPS-20.0. Os dados foram submetidos ao teste Kolmogorov Smirnov (KS) a fim de se conhecer a dispersão ou normalidade de distribuição para a aplicação de testes estatísticos. Para a análise intragrupo foi utilizado ANOVA de medidas repetidas com pós hoc de Bonferroni e, para a análise intergrupo foi utilizado Anova two way, com pós hoc de Tukey.

4.2.3- Resultados

Os grupos foram constituídos de: DPOC, por 14 pacientes (6 homens) com classificação GOLD III e, GC, por 16 sujeitos (5 homens). Sobre os dados antropométricos de ambos os grupos não houve diferença entre as variáveis: idade (p= 0,543), altura (p= 0,171) e peso (p= 0,953). Já, em relação ao VEF_1

houve diferença entre os grupos DPOC e GC, de acordo com o esperado, pela presença da patologia (p=0,001), conforme Tabela 1.

Em relação às variáveis fisiológicas em respiração Esp (Tabela 2), a FR foi diferente entre os grupos (p=0,028) sendo essa maior no grupo DPOC (17,5 rpm ± 5,3) do que no saudável (12,6 rpm ± 4,8). O Ti foi maior (p=0,042) no grupo saudável (2,13 s ± 0,85) em relação ao DPOC (1,56 s ± 0,56). O Te foi maior (p=0,048) no GC (3,35s±1,93) que no grupo DPOC (2,195s±0,7), sendo que a média do ciclo foi maior (p=0,042) no GC (5,48s±2,68) que no DPOC (3,77 s ±1,26). Já, para o percentual de contribuição do VC (Tabela 3) observou-se maior contribuição do ABD (p=0,006) no GC (56,1%±14,2) que no grupo DPOC (38,8%±14,7).

Durante o uso de CPAP a 5 cmH_2O, o tempo expiratório mostrou-se maior (p=0,042) no GC (2,88s±1,26) em relação a mesma pressão no grupo DPOC (2,06s±0,46), bem como a média do ciclo respiratório que também se apresentou maior (p=0,039) no GC (4,86s±2,12) em relação ao DPOC (354s±0,69) e, o volume minuto também se foi maior (p=0,022) no GC (42,3l±11,7) em relação ao grupo DPOC (31,5l±10,6). Enquanto isso, a contribuição do ABD para o volume corrente foi maior (p=0,022) no grupo DPOC (54,4%±14,6) em relação ao GC (41,0%±12).

Já, em relação ao uso de CPAP a 8cmH_2O observou-se maior tempo inspiratório (p=0,017) no GC (2,05s±1,05) do que no DPOC (1,29s±0,27), assim como a média do ciclo respiratório, que foi maior (p=0,028) no GC (4,97s±2,4) do que para o DPOC (3,40s±0,69).

O uso do CPAP a 10 cmH_2O mostrou maior contribuição para o volume corrente, no CTS (p=0,039) no GC (41,4%±14,2) em comparação ao DPOC (29,5%±13,1), enquanto a contribuição do ABD para o volume corrente com este mesmo nível pressórico foi maior (p=0,05) no grupo DPOC (53,7%±15,4) que no GC(41,8%±14).

Com o uso de Bilevel 15-10 cmH_2O, o índice Ti/Ttot foi maior (p=0,028) no GC (0,44±0,05) que no DPOC (0,39±0,04), assim como a contribuição do CTS, que foi maior (p=0,039) no GC (42,1%±14) que no DPOC (30,1%±13,5).

Constatou-se também que com a modalidade Bilevel 15-10 cmH_2O, houve um aumento (p=0,04) no volume minuto no grupo DPOC em comparação com a modalidade CPAP 5 (0,98L±0,37 vs 0,86L±0,25).

4.2.4- Discussão

Embora tradicionalmente se acredite que movimentos da caixa torácica acompanham mudanças no volume pulmonar durante o ciclo respiratório, isto nem sempre ocorre em pacientes com DPOC[68,69]. Esta afirmação vai ao encontro nossos achados, que demonstram que uso da VNI foi capaz de aumentar as variáveis respiratórias somente no grupo saudável. As principais alterações encontradas no grupo DPOC estão relacionadas à distribuição da contribuição e ação de cada compartimento torácico.

Binazzi et al[72] relataram que pacientes com DPOC frequentemente apresentam um deslocamento maior no abdome do que na caixa torácica, pois frequentemente ocorre contração dos músculos abdominais durante a expiração. Em complemento a esta afirmação Kenyon et al[59] sugeriram que o relaxamento dos músculos abdominais é feito durante a inspiração, de forma gradativa. Ambos os achados vão ao encontro aos achados deste estudo que encontrou maior contribuição do compartimento abdominal para o volume corrente nos pacientes com DPOC tanto em respiração espontânea como no uso de VNI. Por outro lado, Chihara et al[74] afirmam que a eficiência do músculo diafragma para expandir o compartimento abdominal pode ser menor nos indivíduos com DPOC do que nos indivíduos GC, devido maior recrutamento dos músculos inspiratórios. Isso ocorre em função da desvantagem mecânica apresentada pela própria patologia.

A VNI revelou também maior contribuição do compartimento CTS no grupo Saudável em comparação ao DPOC. Diversos estudos demostraram melhora da sensação de dispnéia e melhora da capacidade de exercício com o uso da VNI[10,86,87]. Apesar de neste estudo não termos avaliado a dispnéia isoladamente, a redução da contribuição do compartimento CTS em pacientes com DPOC pode ter ocorrido pela diminuição do recrutamento muscular respiratório, que previne o colabamento das vias aéreas e favorece a mecânica pulmonar.[8,9] Em reforço a esses achados, o maior volume minuto encontrado no grupo DPOC, quando usaram o Bilevel, certamente deu-se a melhora da mecânica pulmonar, por uma facilitação da troca de ar durante a respiração.

A deteccção de maior FR e menor relação Ti/Ttot no grupo DPOC em respiração espontânea sugere que, apesar dos valores absolutos de tempo inspiratório e expiratório no grupo DPOC não se apresentar maior, sua

distribuição no ciclo respiratório está alterada. Atribuímos este fato a mecânica de obstrução apresentada pela patologia, o que resulta em maior tempo expiratório e maior frequência respiratória para o repouso.

Esses achados necessitam de maior dimensionamento, especialmente levando-se em consideração certas particularidades populacionais, já que a maior parte dos estudos que avaliaram as variáveis do padrão respiratório e da mobilidade toracoabdominal, especialmente com a utilização da OEP, foi realizado com populações de outros países[88]. Além disso, não foram encontrados na literatura registros de estudos que tivessem utilizado a OEP em pacientes com DPOC sob a VMNI.

Como limitação do estudo pode-se citar a aplicação contínua da VMNI durante o protoloco e a falta de avaliação de outras variáveis como a eletromiografica, o que permitiria verificar se a atividade muscular sofreu alterações com a aplicação de VMNI, justificando a prática de descanso respiratório com o uso da técnica.

4.2.5- Conclusão

Com base nesses resultados podemos concluir que a VMNI, seja na modalidade CPAP ou Bilevel, não produziu mudanças nas variáveis respiratórias dos pacientes com DPOC mas pode melhorar sua mobilidade toracoabdominal reduzindo, com isso, a utilização da CTS. Resultado este que possivelmente se traduza no repouso da musculatura respiratória e otimização do uso da do compartimento ABD, consequentemente, com melhor desempenho da função muscular diafragmática.

Tabela1: Dados antropométricos da população estudada

	DPOC (14 indivíduos)	**GC (16 indivíduos)**	***P***
idade (anos)	74,4 ± 10,6	72,2 ± 5,8	0,543
sexo	6 homens	5 homens	-
Gold	III	-	-
Altura (m)	1,68 ± 0,08	1,63 ± 0,11	0,171
Peso (Kg)	68,0 ± 10,6	66,3 ± 19,5	0,953
IMC	25,5 ± 4,0	26,2 ± 6,5	0,731
VEF_1(%)	42,7 ± 16,6	98,27 ± 6,20	0,04 *

VEF_1:Volume expiratório forçado no primeiro segundo; IMC: índice de massa corporal,m: metros, Kg: kilos.

Tabela 2: Variáveis respiratórias em respiração espontânea

	DPOC	GC
FR (rpm)	17,5±5,3*	12,6±4,8
Ti (s)	1,56±0,56	2,13±0,85*
Te (s)	2,19±0,7	3,35±1,93*
Ciclo resp.(s)	3,77±1,26	5,48±2,68*

FR: Frequência Respiratória; Ti: tempo inspiratório; Te: tempo expiratório; Ciclo resp.: ciclo respiratório total; rpm:respirações por minuto; s: segundos, *diferença intergrupos

Tabela 3: Contribuição percentual de cada compartimento para o volume corrente em respiração espontânea

	CTS	CTI	ABD
DPOC	32,1%±11,4	15,8%±8,2	58,2 %±14,2
Controle	45,9%±12,2*****	18,8%±6,9	42,2 %±11,1*

CTS: Compartimento torácica Superior; CTI: Compartimento torácica inferior; ABD: Compartimento abdominal, *diferença intergrupos

4.3- Estudo III - “AVALIAÇÃO DA ASSINCRONIA TORACOABDOMINAL PELA PLETISMOGRÁFICA OPTOELETRÔNICA (OEP) EM PACIENTES COM DPOC DURANTE O USO DA VNI”.

4.3.1- Introdução

Na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) a limitação do fluxo aéreo, o grau de obstrução e a gravidade da doença, assim como a disfunção dos músculos respiratórios e a consequente sobrecarga imposta a esses músculos, podem influenciar no mecanismo harmônico da ventilação pulmonar e promover o que se denomina assincronia toracoabdominal (ATA).[53,54,55]

A ventilação mecânica não invasiva (VNI) pode ser aplicada nas modalidades Pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) e Bilevel. Este recurso tem sido empregado no tratamento de pacientes com DPOC e as evidências científicas têm demonstrado que essa modalidade de tratamento proporciona a redução do trabalho respiratório[11], melhora das trocas gasosas, do padrão ventilatório[89], redução da dispneia[10], aumento da oxigenação arterial, remoção do gás carbônico[11] e a melhora da tolerância ao exercício físico[12,13]. Contudo, apesar da crescente literatura sobre a mobilidade toracoabdominal, ainda não está bem definido como ocorre a assincronia compartimental nesse grupo de pacientes, durante o uso da VNI.

A hipótese deste estudo é de que pacientes com DPOC podem apresentar melhora da assincronia toracoabdominal com o uso da VNI, mas não há evidencias científicas sobre essa premissa. Assim sendo, o objetivo desse estudo foi investigar, com auxilio da OEP e com base no estudo do ângulo de fase (AF), se existe melhora na assincronia compartimental em pacientes com DPOC, comparado com indivíduos saudáveis, pareados por idade, durante o uso da VNI, de diferentes modalidades.

4.3.2- Métodos

Este estudo, do tipo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Nove de Julho, sob o protocolo nº 488.663, em 11/12/2013, foi desenvolvido predominantemente no Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória (LARESP), no Campus Memorial da América Latina, da Universidade Nove de Julho (UNINOVE). O Power da amostra foi calculado em

90%, assumindo-se um erro alfa de 0,05, baseando-se num estudo piloto que levou em consideração a diferença a ser detectada de 19,5% de contribuição do compartimento abdominal para o volume corrente em repouso e desvio padrão de 17,7%, resultando num número amostral de 22 (constituído de dois grupos com 11 indivíduos cada, considerando perdas amostrais). A amostra foi composta por dois grupos sendo um grupo formado por pacientes com diagnóstico de DPOC segundo GOLD, sem ter apresentado quadro de exacerbação da doença nos últimos trinta dias e um grupo Controle (GC) formado por indivíduos saudáveis (GC), pareados por idade com o grupo DPOC, triados na Comunidade próxima ao LARESP. Foram excluídos desse estudo indivíduos com comorbidades graves tais como cardiopatias prévias, deformidades na caixa torácica, doenças neuromusculares com sequelas motoras, hipertensão arterial não controlada, doenças pulmonares associadas e aqueles que não assinaram o TCLE.

Após a triagem dos pacientes no AME “Dr. Geraldo Bourroul” (Ambulatório de Pneumologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo) foi feito o agendamento para avaliação no LARESP da UNINOVE, quando lhes foi dada explicações sobre os objetivos, riscos e benefícios do estudo.

Na sequência, com base numa ficha de avaliação, foram coletados dados sobre a história pregressa e atual da doença e realizado um exame físico geral para assegurar a não presença de exacerbação dos pacientes portadores de DPOC. Todos os indivíduos foram submetidos a uma espirometria para classificação da gravidade da obstrução, na qual foram registrados os seguintes volumes, capacidades e fluxos pulmonares: Capacidade Vital Forçada (CVF), o Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF_1) e a relação VEF_1/CVF pré e pós administração de broncodilatador (Salbutamol 1400mcg) de acordo com as recomendações da American Toracic Society (ATS)[49]. Os valores de referência utilizados foram os de Pereira[50].

Na sequência, todos os sujeitos realizaram a avaliação da mecânica respiratória pela plestimografia optoeletrônica. A coleta dos dados foi realizada no Laboratório de Avaliação Biodinâmica do Movimento da UNINOVE, sendo que a avaliação foi feita utilizando-se um pletismógrafo OEP System (BTS, Italy), como ilustrado na figura 1, composto por 8 câmeras (4 câmeras

posicionadas a frente do sujeitos e 4 câmeras atrás) que transmitiram, em tempo real, 60 frames por segundo sincronizadas com diodos axiais que emitem luz infravermelha que são refletidos pelos marcadores para que os movimentos sejam captados pelas câmeras. Os movimentos toracoabdominais foram analisados utilizando-se um software específico para transformar essa captação em uma informação geométrica tridimensional (3D), além de calcular dados referentes à mecânica pulmonar.

Para uma boa acurácia na reconstrução 3D, foi realizada a calibração prévia do aparelho por dois procedimentos específicos que garantem a determinação das coordenadas tridimensionais, conforme orientação do fabricante.

Para a captação dos movimentos torácicos pelas câmeras, foram utilizados 89 marcadores reflexivos colados, com adesivo dupla-face,no tórax dos indivíduos que permaneceram sentados em um banco sem apoio nas costas, em local previamente determinado pelo modelo presente no software do equipamento. Os marcadores foram distribuídos em sete linhas horizontais, cinco verticais, duas médio-axilares e sete marcadores extras. A colocação dos marcadores em linhas tem como orientação estruturas anatômicas, sendo a fúrcula external e as clavículas até o nível da crista ilíaca anteroposterior, totalizando 37 marcadores anteriores, 42 posteriores e 10 laterais.

Essa distribuição permite que o software realize a leitura da caixa torácica em três diferentes compartimentos: Compartimento torácica superior (CTS), compartimento torácica inferior (CTI) e abdômen (ABD). A figura 3 ilustra a distribuição das câmeras, a posição dos pacientes durante a coleta com uso dos marcadores e a distribuição da compartimento torácica nos três compartimentos.

Antes da colocação dos marcadores a pele dos indivíduos higienizada com álcool 70% e, quando necessária, foi feita a tricotomia local para assegurar a boa aderência do mesmo. Para todas as coletas a colocação dos marcadores foi realizada por um avaliador treinado para esta tarefa, seguindo modelo presente no software do aparelho.

Durante toda a coleta o indivíduo foi instruído a permanecer sentado, com as pernas a 90º e com pés apoiados no chão e com os braços apoiados nos membros inferiores, de forma que não atrapalharem a captação de

nenhum marcador pelas câmeras. Antes da coleta, um teste foi realizado, de forma a avaliar a boa captação dos marcadores, garantindo que a coleta fosse satisfatória.

O indivíduo foi instruído a inspirar normalmente e foi realizada a captação de 30 segundos, de forma que após a coleta fossem selecionados os 3 ciclos mais sincrônicos pudessem ser selecionadas para análise. Este procedimento foi realizado com o sujeito em respiração espontânea e com o uso de VMNI. A ventilação mecânica não invasiva foi realizada com o uso do BipapSTD-30®, circuito descartável Bitrac (Pulmodine®), presilha injetada tamanho médio, gorro para fixação de máscara de VNI (Plastsil®) e máscara facial descartável de VMNI adulto média (CNPH®). Todos os indivíduos foram familiarizados com o uso do dispositivo antes da aplicação do protocolo. Foram utilizadas na VMNI a modalidade CPAP de 5, 8 e 10cmH_20 (representados graficamente por C1,C2 e C3 respectivamente) e Bilevel em Ipap 10 cmH_20 e Epap 5 cmH_20, Ipap 13 cmH_20 e Epap 8 cmH_20, Ipap 15 cmH_20 e Epap 10 cmH_20 (representados graficamente por B1,B2 e B3 respectivamente). Para selecionar a ordem de aplicação da VMNI foram geradas planilhas a partir de programa criado no Excel, por um critério lógico, de forma a garantir a aleatoriedade na ordem de aplicação das pressões anteriormente citadas e padronizadas. Cada planilha foi colocada em envelope lacrado e cada indivíduo sorteou um envelope antes do início da coleta para ser usado na mesma.

Após esta etapa foi aplicado o protocolo “Quiet Breathing” presente no sistema OEP. Como padrão de análise foram utilizados três ciclos respiratórios homogêneos dentre os 30 segundos coletados em cada modalidade de avaliação. Para cada uma das avaliações (respiração espontânea e para cada nível de VNI), foram obtidos os sinais de volume da estrutura toracoabdominal (ETA) e seus compartimentos: CTS, CTI e ABD.

A ATA foi calculada utilizando-se os ciclos compartimentais médios, de acordo com o método de ângulo de fase. Este método é baseado na figura de Lissajous, gerada graficamente a partir dos sinais respiratórios obtidos pela OEP, formando os eixos X e Y do gráfico, no qual o compartimento superior foi colocado sempre no eixo Y. O ângulo de fase foi calculado com base na fórmula θ=sen-1(m/s), a linha “m”foi traçada no centro e delimitada pelos seus interceptos com a figura e a linha “s” representa a excursão completa da figura

no eixo x. Com este método, a assincronia avaliada pelo ângulo θ varia de 0° a 180°, sendo que 0° representa sincronia perfeita e 180° total assincronia. [18],[49] Por convenção, o ângulo de fase é positivo quando o movimento do compartimento superior antecede aquele do compartimento inferior, ou será negativo em caso contrário[26]. Este cálculo foi realizado por uma rotina implementada no software MATLAB (The Mathworks, EUA).

Depois de armazenados em planilhas do Excel, e para análise estatística foi utilizado o programa SpSS20.0. Os dados foram submetidos ao teste Kolmogorov Smirnov (KS) a fim de se conhecer a dispersão ou normalidade de distribuição para a aplicação de testes estatísticos. Para a análise intragrupo foi utilizado ANOVA de medidas repetidas com pós hoc Bonferroni. Para a análise intergrupo foi utilizado Anova two way com pós hoc Tukey.

4.3.3- Resultados

Os grupos: DPOC, com classificação GOLD III, com 14 pacientes (6 homens)e o GC , com16 indivíduos (5 homens), não se diferenciaram em relação a idade (p=0,543), altura (p=0,171) e peso (p=0,953), mas sim em relação ao VEF_1 (p=0,04), o que já era de se esperar (Tabela 1). A mobilidade toracoabdominal em respiração espontânea pode ser observada na Tabela 2.

A análise intergrupos para a modalidade Bilevel, revelou que o Bilevel 13-8 cmH_2O promoveu maior a assincronia entre o CTI vs ABD (p=0,015) conforme Tabela 3.

Ainda em relação a análise intergrupo, agora para a modalidade CPAP, observa-se que o CPAP 5 cmH_2O promoveu assincronia nos compartimentos CTS vs ABD (p=0,039) e CTI vs ABD (p=0,014). Já o CPAP 8 cmH_2O constatou-se assincronia entre o CTS vs ABD (p=0,019) e entre o CTI vs ABD (p=0,049), conforme Tabela 4 e graficamente representado as figuras de 8 a 10.

A análise intragrupo sobre o AF revelou que no GC assincronia entre a CTI vs ABD (p=0,03) com o uso de Bilevel a 15-10 cmH_2O, em relação a respiração espontânea. Já no grupo DPOC observa-se na assincronia entre a CTS vs ABD (p=0,04), durante o uso de pressão contínua nas vias aéreas a 8 cmH_2O em relação ao Bilevel 13-8 cmH_2O, conforme ilustram os gráficos de 11 a 13.

4.3.4- Discussão

Artigos científicos publicados desde a década de 60, considerados pioneiros até o momento, são referência absoluta no estudo da cinemática e assincronia toracoabdominal[18,90-94]. Nestas publicações o AF é apontado como a ferramenta mais adequada para a avaliação da assincronia compartimental. Além do método de cálculo da assincronia, um sistema de captura que seja acurado e um correto processamento de sinais são fundamentais para obter uma estimativa confiável da ATA. Nos estudos atuais a OEP tem sido considerada uma técnica inovadora e moderna e, por essa razão, vem sendo cada vez mais utilizada na avaliação da coordenação e mecânica toracoabdominal[48,53,95].

Em relação a mobilidade toracoabdominal, na prática clínica, diferente dos indivíduos saudáveis, os pacientes com DPOC apresentam o que se chama de padrão paradoxal, que ocorre predominantemente entre a CTS vs ABD, conhecido como sinal de Hoover[96]. Sacker et al[77] associam este padrão de movimento à disfunção dos músculos respiratórios e à posição aplanada do diafragma, característica da DPOC.

Ainda neste contexto, os resultados deste estudo, em relação a assincronia compartimental entre os pacientes com DPOC e o GC, observou-se que o DPOC apresentou assincronia em todos os compartimentos em relação ao Saudável, que por sua vez sempre manteve seu AF próximo a zero.

Considerando que o diafragma se origina na face interna das 6 últimas costelas, face interna do processo xifoide e corpos vertebrais das vértebras lombares superiores[97], a CTI (Figuras 1 e 2) pode ser compreendida como um compartimento fixador de movimento respiratório. Neste sentido a assincronia entre os compartimentos CTS vs ABD (Figura 3) torna-se se maior interesse neste contexto. Além do já observado anteriormente, observa-se que o GC tem uma assincronia muito menor em todas as situações (em respiração espontânea e durante o uso de VMNI), mesmo este valor não sendo exatamente zero, pois ao considerar o universo do AF entre 0-180º, esta variação apresentada é praticamente insignificante. Quando se observa o grupo DPOC, o uso de ambas as modalidades de VMNI promovem diminuição da assincronia no compartimento CTS vs ABD (Figura 6).

Clinicamente quanto mais próximo de zero o AF[48], menos a ATA, sendo assim podemos observar que o Bilevel promove melhora do AF mais acentuada que o CPAP, que por si só já promove melhora em relação a respiração espontânea. Appendiniet et al[98] relataram que a aplicação da pressão positiva ao final da expiração (PEEP) pode ter tanto efeitos benéficos, como melhora da PEEP intrínseca, como acarretar em aumento da hiperinsuflação pulmonar, quando utilizada incorretamente. Mesmo não tendo sido medida diretamente a hiperinsuflação, nossos resultados mostraram que houve melhora da sincronia utilizando-se a pressão positiva contínua nas vias aéreas, uma vez que nos pacientes com DPOC a PEEP tem o efeito de melhorar a obstrução nos bronquios desses pacientes, alterando o ponto de igual pressão[1] ao invés de agir primeiramente nos alvéolos, causando o efeito benéfico citado anteriormente do uso adequado de PEEP, porém a relação entre assincronia e hiperinsuflação ainda permanece controversa[53,73,99].

Quando se observa o CPAP a 8 cmH_2O os valores de AF no grupo DPOC, houve pouca melhora em relação a assincronia compartimental, já quando se observa a situação de Bilevel 13-8 cmH_2O, o AF caiu substancialmente, ou seja, em ambas as situações a mesma pressão expiratória foi usada, sendo que a pressão inspiratória por si só pode ter então, causado essa melhora do AF no Bilevel. Borghi et al[100] relataram que os benefícios do uso do Bilevel durante o exercício físico podem ter sido proporcionados pela redução do trabalho muscular diafragmático, dado pela melhora do acoplamento neuroventilatório.

Em relação ao sinal que acompanha o valor do angulo de fase, já foi padronizado por estudo de Priori et al[26], sendo que este será positivo sempre que o sinal do compartimento superior estiver antecedendo o sinal do compartimento inferior, ou seja, quando o sinal do compartimento superior atinge o fim da inspiração e/ou da expiração em um momento anterior ao sinal do compartimento inferior, e o ângulo será negativo quando o sinal do compartimento inferior estiver antecedendo o sinal do compartimento superior.

O grupo DPOC apresentou atraso na movimentação da CTI (representado pelo sinal negativo antes do AF) em todos os níveis pressóricos utilizados. Podemos entender que esses resultados ocorreram, possivelmente por que esses pacientes geralmente apresentam um deslocamento maior no

abdome do que da caixa torácica, já que ocorre contração dos músculos abdominais durante a expiração[72]. Além disso, o relaxamento dos músculos abdominais ocorre de forma gradativa, até mesmo durante a inspiração[59], promovendo uma retração da CTI no início da inspiração, gerando um atraso no movimento na expansão deste segmento, durante a inspiração. Sobre fator que pode ser considerado é que segundo alguns estudos[53,59,74] a eficiência do músculo diafragma para expandir a CTI pode ser menor nos indivíduos com DPOC do que nos indivíduos saudáveis pois pode haver um aumento no recrutamento e ativação dos músculos inspiratórios não diafragmáticos para compensar essa situação, entendida como uma desvantagem mecânica, pois coma obstrução das vias aéreas, principal característica da doença, ocorre um rebaixamento das cúpulas diafragmáticas, o que leva a diminuição de sua eficiência[73,74].

Como limitação neste estudo citar destaca-se a não avaliação hiperinsuflação pulmonar pois, considerando que a presença desta causaria maior retificação do diafragma e portanto maior desvantagem mecânica, seria possível além de trazer maiores dados em relação a presença de assincronia e hipersinsuflação, seria possível verificar se a VMNI promove maior redução da assincronia toracoabdominal nos pacientes que apresentem hipersinsuflação e quanto a mesma poderia ser reduzida com o uso deste dispositivo, em situações basais.

4.3.5- Conclusão

Com base em nossos achados podemos concluir que comparado com indivíduos saudáveis o paciente com DPOC possui maior assincronia compartimental durante o uso da VNI, porém quando se compara o uso de VNI em relação a respiração espontânea no grupo DPOC essa assincronia é menor que nos saudáveis, ressaltando o benefício ainda do auxílio inspiratório proporcionado pelo Bilevel, recurso este que auxilia na diminuição da assincronia toracoabdominal entre a CTS vs ABD.

Tabela1: Dados antropométricos da população estudada

	DPOC (14 indivíduos)	GC (16 indivíduos)	*P*
idade (anos)	74,4 ± 10,6	72,2 ± 5,8	0,543
sexo	6 homens	5 homens	-
Gold	III	-	-
Altura (m)	1,68 ± 0,08	1,63 ± 0,11	0,171
Peso (Kg)	68,0 ± 10,6	66,3 ± 19,5	0,953
IMC	25,5 ± 4,0	26,2 ± 6,5	0,731
VEF_1(%)	42,7 ± 16,6	98,27 ± 6,20	0,04 *

VEF_1:Volume expiratório forçado no primeiro segundo; IMC: índice de massa corporal,m: metros, Kg: kilos.

Tabela 2: Ângulo de fase em respiração espontânea

	CTS vs. CTI	CTS vs. ABD	CTI vs. ABD
DPOC (graus)	15,67º±23,79	-10,41º±11,91	-22,97º±27,97*****
GC (graus)	0,86º±8,61	-1,05º±6,31	-0,37º±8,86

CTS: Compartimento torácica Superior; CTI: Compartimento torácica inferior; ABD: Compartimento abdominal

Tabela 3: Ângulo de fase em uso de Bilevel

10 - 5 cmH_2O			
	CTS vs CTI	**CTS vs ABD**	**CTI vs ABD**
DPOC (graus)	13,75º±14,17	-4,08º±12,41	-16,91º±24,09*
GC (graus)	8,80º±14,05	1,57º± 12,83	-5,01º±17,30
13 - 8 cmH_2O			
	CTS vs CTI	**CTS vs ABD**	**CTI vs ABD**
DPOC (graus)	13,29º±15,60	-3,30º±15,12	-22,70º±22,30
GC (graus)	9,01º±15,18	2,64º±11,87	-4,8º±11,60
15 -10 cmH_2O			
	CTS vs CTI	**CTS vs ABD**	**CTI vs ABD**
DPOC (graus)	13,72º±16,72	-5,90º±15,00	-19,69º±24,77
GC (graus)	8,50º±12,54	-0,49º±11,09	-8,85º±11,48

*CTS: Compartimento torácica Superior; CTI: Compartimento torácica inferior; ABD: Compartimento abdominal, *diferença intergrupo*

Tabela 4: Ângulo de fase uso de CPAP

5 cmH₂O			
	CTS vs CTI	**CTS vs ABD**	**CTI vs ABD**
DPOC (graus)	29,44º±22,51	-5,07º±7,43*	-25,0º±24,80*
GC (graus)	8,77º±11,39	1,19º±8,39	-5,0º±13,0
8 cmH₂O			
	CTS vs CTI	**CTS vs ABD**	**CTI vs ABD**
DPOC (graus)	23,27º±36,17	-9,30º±12,20*	-27,2º±36,40*
GC (graus)	7,94º±15,15	0,77º±9,01	5,3º±12,80
10 cmH₂O			
	CTS vs CTI	**CTS vs ABD**	**CTI vs ABD**
DPOC(graus)	18,44º±19,60	-5,01º±12,39	-23,10º±28,69
GC (graus)	7,09º±14,44	-0,50º±11,93	-7,26º±13,17

CTS: Compartimento torácica Superior; CTI: Compartimento torácica inferior; ABD: Compartimento abdominal

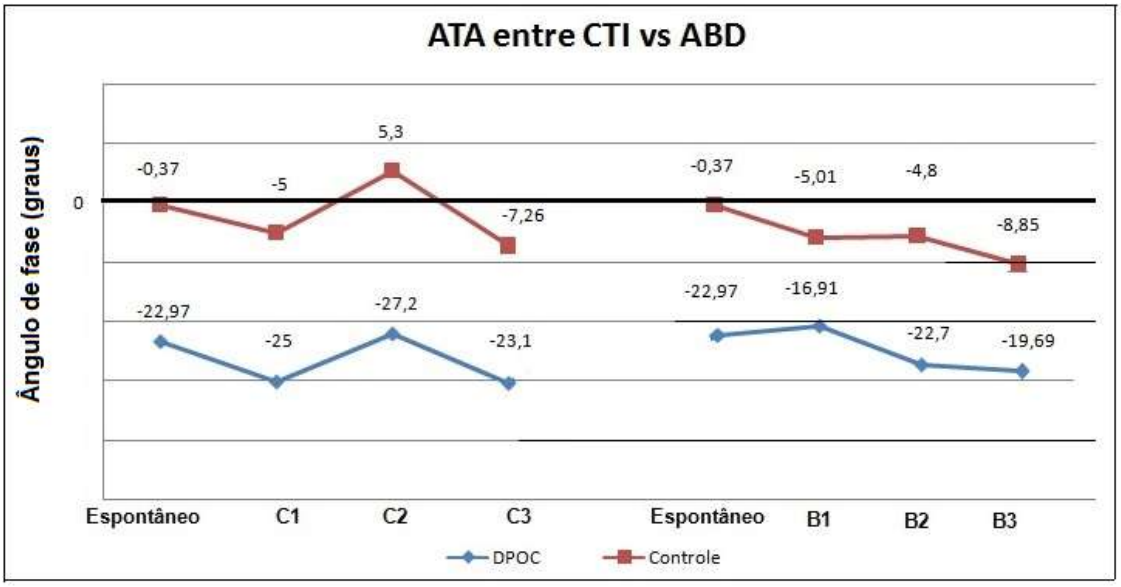


Figura 8: Comportamento da ATA entre CTI e ABD, avaliado pelo AF

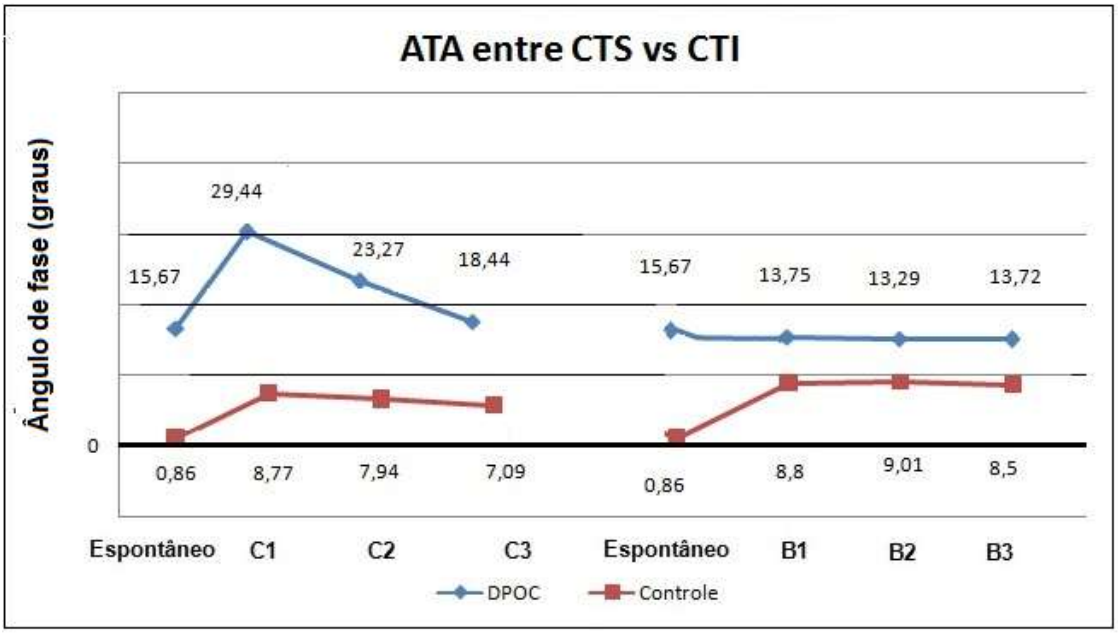


Figura 9: Comportamento da ATA entre CTS e CTI, avaliado pelo AF

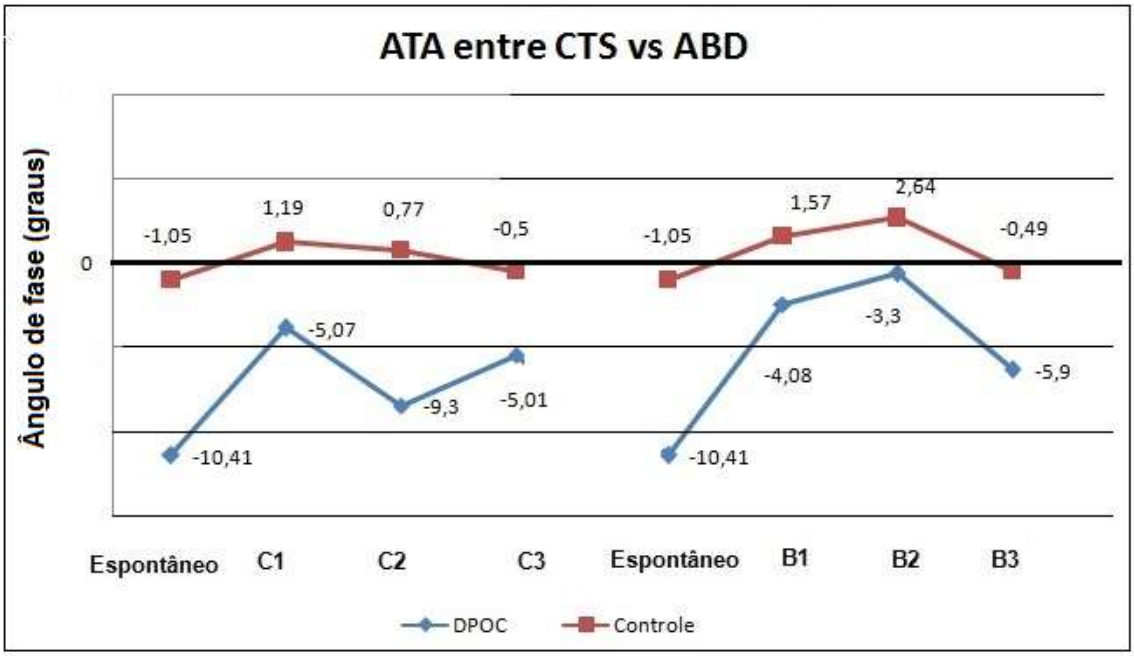


Figura 10: Comportamento da ATA entre CTS e ABD, avaliado pelo AF

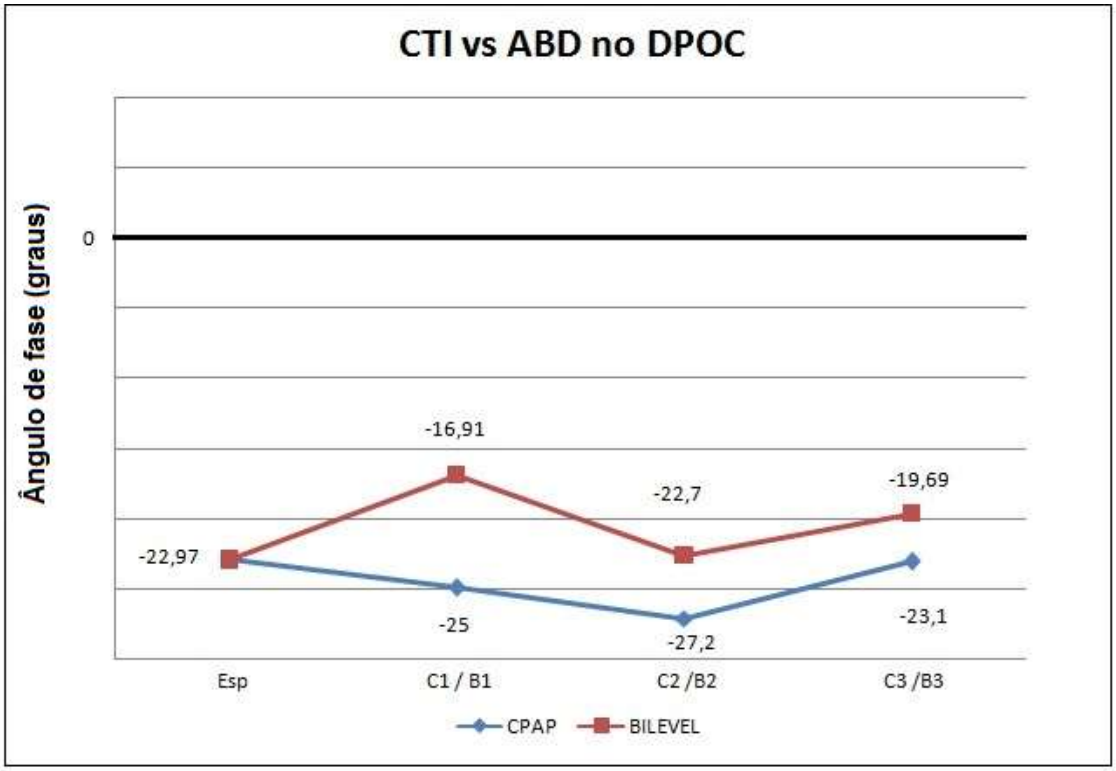


Figura 11: Comportamento da ATA entre CTI e ABD nas modalidades de VMNI, avaliado pelo AF

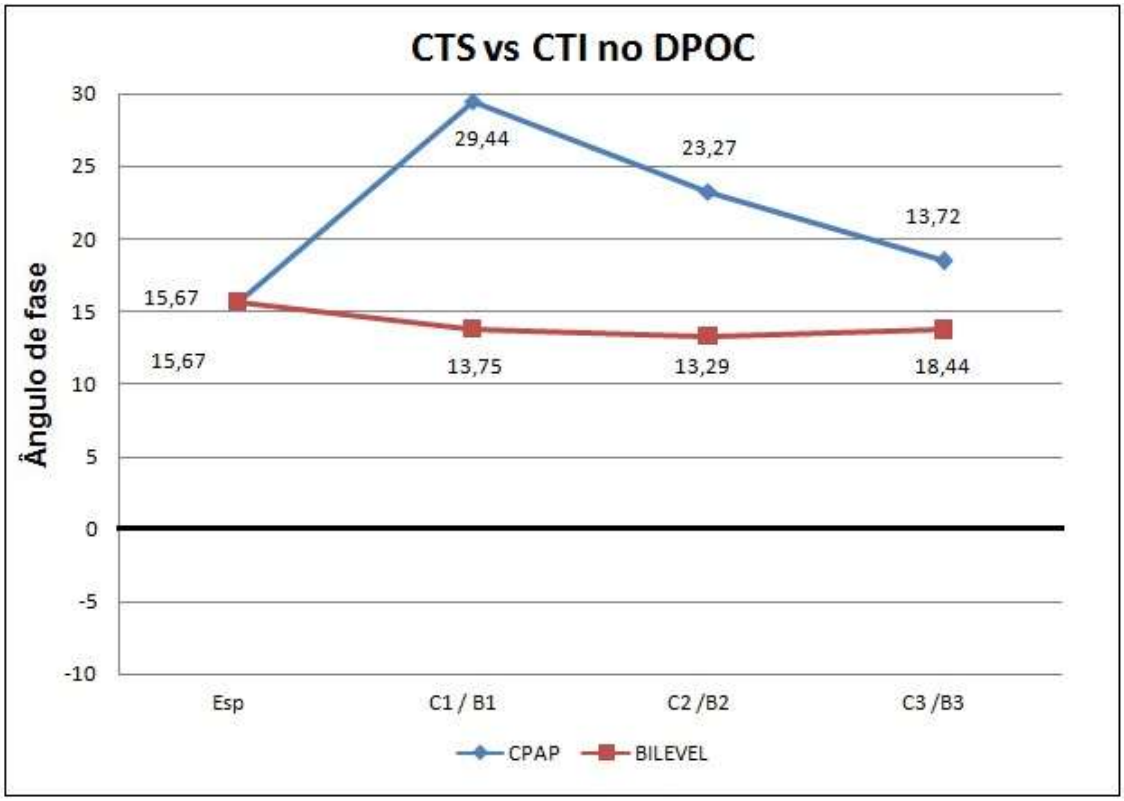


Figura 12: Comportamento da ATA entre CTS e CTI, nas modalidades de VMNI, avaliado pelo AF

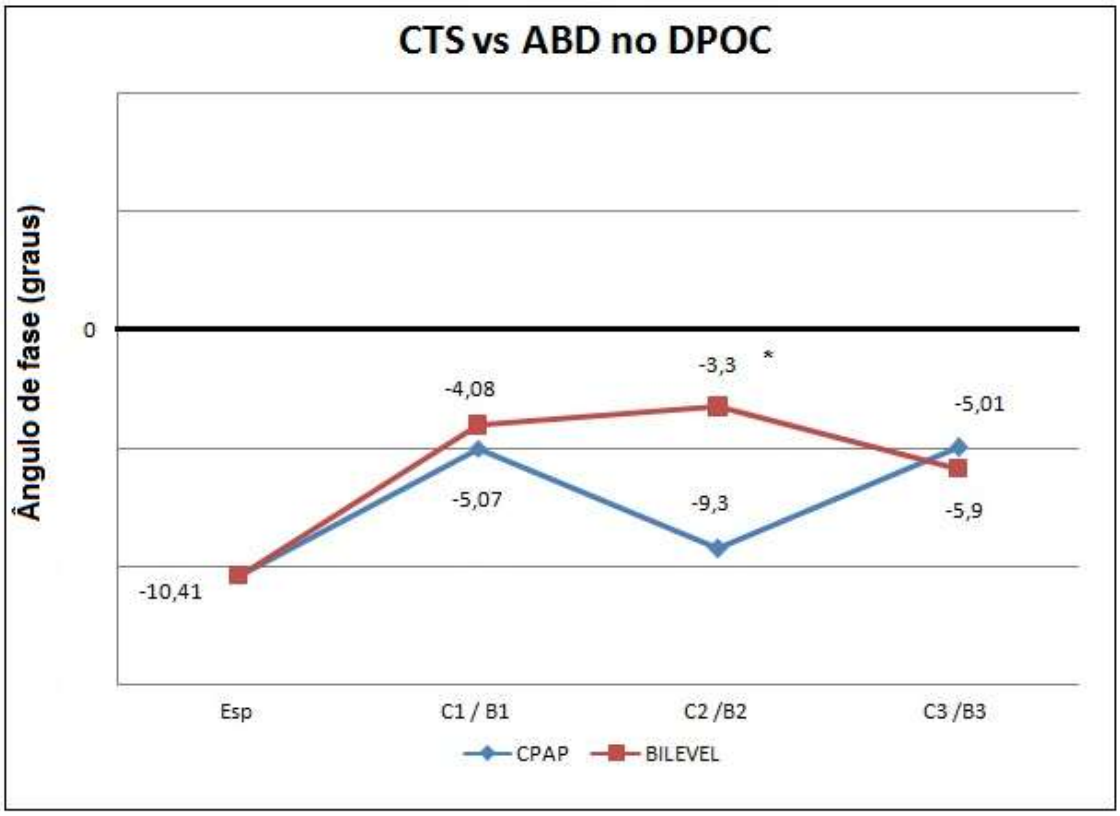


Figura 13: Comportamento da ATA entre CTS e ABD, nas modalidades de VMNI, avaliado pelo AF

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A VMNI, apesar de não se tratar de técnica recente, vem ganhando destaque e interesse como objeto de estudo, pois sua utilização na prática clinica tem sido crescente como recurso adjuvante no tratamento dos pacientes com DPOC, especialmente para aqueles que apresentem dispnéia limitante ao esforço físico. Tanto em programas de RP, quanto no âmbito hospitalar, a VMNI vem ganhando destaque e, portanto, merecendo maior atenção em estudos sobre este tema. Sua utilização vai além do exercício físico, sendo também de grande valia nas situações de exacerbação da DPOC, sendo que a utilização precoce da VMNI reduz a necessidade de intubação traqueal, o tempo de permanência na UTI, a ocorrência de pneumonia associada à ventilação mecânica e a mortalidade de pacientes com insuficiência respiratória durante a exacerbação da doença pulmonar crônica.

Apesar de vários estudos voltados para este recurso terapêutico, particularmente na especialidade da Fisioterapia Cardiorrespiratória, ainda permanecem lacunas, principalmente sobre os efeitos que a VMNI pode promover na mobilidade e assincronia toracoabdominal, que é um fator agravante no desempenho pulmonar, já prejudicado pela fisiopatologia da DPOC.

Nosso projeto intitulado “Efeitos da Ventilação Mecânica Não Invasiva na mobilidade e assincronia toracoabdominal de pacientes com DPOC” foi capaz de responder aos principais objetivos inicialmente propostos, pois foi possível identificar a presença de assincronia toracoabdominal tanto em pacientes com DPOC quanto em indivíduos saudáveis, em repouso, conforme pode ser demonstrado no Estudo 1 do capitulo Resultados. Cabe ainda destacar que este aspecto necessita de exploração mais aprofundada, pois, apesar de ter sido clinicamente aceito na prática clinica, que quanto mais grave a obstrução das vias aéreas do paciente pior é a sincronia toracoabdominal, nossos resultados despertam para o indício de que este fato pode não ser totalmente verdadeiro, pois não encontramos correlações entre a gravidade de obstrução e a assincronia compartimental.

Outro aspecto desse estudo pode confirmar nossas hipóteses iniciais, estão destacados no Estudo 2, o qual pode demonstrar que as principais

alterações encontradas durante o uso da VMNI nos pacientes com DPOC estão relacionadas a distribuição da contribuição e ação de cada compartimento toracoabdominal, reduzindo com isso a utilização da CTS. Apesar disso, a VMNI não foi capaz de produzir mudanças expressivas nas variáveis respiratórias. Embora não tenhamos explorado, neste estudo, a ação dos músculos respiratórios, e nem nossos resultados se caracterizem como inéditos, as diferenças de contribuições compartimentais toracoabdominais constatadas reforçam a fundamentação de que este recurso terapêutico (VMNI) tem como benefício o repouso da musculatura respiratória e otimização do uso do compartimento ABD, consequentemente, possibilitando melhor desempenho da função muscular diafragmática.

Em se tratando de modalidades e níveis pressóricos da VMNI, muitos aspectos ainda necessitam de explorações. Em nosso Estudo 3, constante do capítulo resultados, pudemos constatar que, apesar da assincronia toracoabdominal estar presente nesses pacientes com DPOC, a depender da circunstância, pode também estar em indivíduos saudáveis, conforme já observado anteriormente. Pudemos constar que ambas as modalidades de VMNI (CPAP e Bilevel) foram capazes de promover melhora da assincronia entre CTS vs ABD nos pacientes com DPOC em respiração espontânea. Este é um achado que pode contribuir na prática clínica, já que a VMNI é útil também como recurso para auxilio da resolução do padrão paradoxal de respiração entre o tórax superior e abdomen. Além disso, ficou bem evidente que a pressão inspiratória (Ipap) proporcionada pelo Bilevel, pode colaborar ainda mais com a melhora do quadro clinico desse paciente.

Frente a esses achados, e em conformidade com o respectivo embasamento da literatura, podem-se reafirmar que os benefícios da VMNI no tratamento dos pacientes com DPOC. Deixa claro também que novos estudos necessitam ser desenvolvidos para se responder a questões mais específicas, e com maior controle de certas variáveis, como a hiperinsuflação pulmonar e a ação muscular respiratória, durante a o uso da técnica de VMNI.

Embora as dificuldades metodológicas inerentes a pesquisa clínica envolvendo pacientes continuem proporcionando importantes limitações, especialmente em se tratando da baixa aderência por parte deste pacientes, seja para realizarem um tratamento ou até mesmo para se submeter a uma

avaliação, os resultados conquistados, por mais simples que sejam, sempre representam avanços importantes e necessários para o enriquecimento da fundamentação clinica envolvendo a DPOC. A metodologia da OEP e da avaliação da assincronia toracoabdominal foram um imenso desafio, tanto pelo fato de se tratar de recurso restrito, quanto pelo pouco domínio técnico sobre sua utilização, deixando clara a característica de trabalho multidisciplinar e, com tal, a necessidade de colaboração de outros profissionais, particularmente da área de bioengenharia. Todavia, há que se considerar que dado ao fato de se tratar de método não invasivo e que proporciona informações seguras e confiáveis, particularmente para a exploração da mecânica toracoabdominal, este é um desafio que foi e tem sido motivante para a continuidade de estudos sobre o tema, particularmente sobre a assincronia toracoabdominal em pacientes com DPOC. Ainda muito se pode estudar sobre os efeitos não somente da VMNI, mas também dos exercícios respiratórios na RP desses pacientes, particularmente na assincronia toracoabdominal que eles apresentam, piorando o quadro clinico e se tornando um fator limitante em sua qualidade de vida.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOLD – Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, 2011. Disponível em: <http://www.goldcopd.org>.
2. Chapman KR, Mannino DM, Soriano JB, Vermeire PA, Buist AS, Thun MJ, et al. Epidemiology and costs of chronic obstructive pulmonary disease. European Respiratory Journal. 2006; 27(1): 188-207
3. Yaksic MS, Cukier A, Stelmach R. Perfil de uma população brasileira com doença pulmonar obstrutiva crônica grave. J Pneumol 2003; 29(2):64-68.
4. Macklem, PT. Therapeutic implications of the pathophysiology of COPD. Eur Respir J. 2010; 35(3): 676-680.
5. Dourado VZ, Tanni SE, Vale SA, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Systemic manifestations in chronic obstructive pulmonary disease. J Bras Pneumol. 2006; 32(2):161-171.
6. Glaab T, Vogelmeier C, Buhl RR. Outcome measures in chronic obstructive pulmonary disease (COPD): strengths and limitations. Respiratory Research. 2010; 11(79): 2-11.
7. Beckerman M, Magadle R, Weiner M, Weiner P.The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. Chest. 2005;128(5):3177-82.
8. Hull A.Van't, Kwakkel G, Gosselink R. The acute effects of noninvasive ventilatory support during exercise on exercise endurance and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease, Jounal of Cardiopulmonary rehabilitation.2000; 22: 290-297.
9. Steiner M.C., Morgan L. Enhancing physical performance in chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 2001; 56: 73-77.
10. Reanston JP, Dimarco AF, Supinski GS. Respiratory muscle rest using nasal BiPAP ventilation in patients with stable severe COPD. Chest. 1994; 105: 1053-60.
11. Vanpee D, Khawand CE, Rousseau L, Jamart J, Delaunois L. Effects of nasal pressure support on ventilation and inspiratory work in normocapnic and hypercapnic patients with COPD. Chest. 2002; 122(1): 75-83.
12. Keilty SE, Ponte J, Fleming TA, Moxham J. Effect of inspiratory pressure support on exercise tolerance and breathlessness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 1994; 49: 990-4.
13. Hawkins P, Johnson LC, Nikoletou D, Hamnegård CH,Sherwood R, Polkey MI, et al. Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 2002; 57(10): 853-9.
14. Hawkins P, Johnson LC, Nikoletou D, Hamnegård CH,Sherwood R, Polkey MI, et al. Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 2002; 57(10): 853-9.
15. Bianchi L, Foglio K, Porta R, Baiardi R, Vitacca M, Ambrosino N. Lack of additional effect of adjunct of assisted ventilation to pulmonary rehabilitation in mild COPD patients. Respir Med. 2002; 96: 359-367.
16. Highcock MP, Shneerson JM, Smith IE. Increased ventilation with NilPPV does not necessarily improve exercise capacity in COPD. Eur Respir J. 2003; 22: 100-105.
17. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisologia.II Consenso Brasileiro de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). J bras Pneumol.2004;30:1-52.
18. Konno K, Mead J. Measurement of the separate volume changes ofribcage and abdomen during breathing. J Appl Physiol. 1967; 22(3): 407-22.
19. De Troyer A. Actions of the respiratory muscles or how the chest wall moves in upright man. Bull Eur Physiopathol Respir. 1984; 20(5): 409-13.
20. West JB. Fisiologia respiratoria moderna. 6ed. Sao Paulo: Ed. Manole; 2002.
21. Costa D. Fisioterapia respiratoria basica. Sao Paulo: Ed. Atheneu; 1999.
22. De Groote A, Wantier M, Cheron G, Estenne M, Paiva M. Chest wall motion during tidal breathing. J Appl Physiol. 1997; 83: 1531-1537.

23. Sanna A, Bertoli F, Misuri G, Gigliotti F, Landelli I, Mancini M, et al. Chest wall kinematics and respiratory muscle action in walking healthy humans. J Appl Physiol. 1999; 87(3): 938-946.
24. Bellemare JF, Cordeau MP, Leblanc P, Bellemare F. Thoracic dimensions at maximum lung inflation in normal subjects and in patients with obstructive and restrictive lung diseases. Chest. 2005; 119: 376-386.
25. Pereira CAC. I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. J Pneumol. 1996; 22(3): 105-164.
26. Priori R, Aliverti A, Albuquerque AL, Quaranta M, Albert P, Calverley PM. The effect of posture on asynchronous chest wall movement in COPD. J ApplPhysiol 2013; 114:1066-1075.
27. Romagnoli I, Gigliotti F, Lanini B, Bruni GI, Coli C, Binazzi B, Stendardi L, Scano G. Chest wall kinematics and breathlessness during unsupported arm exercise in COPD patients. RespirPhysiolNeurobiol 2011; 178: 242-249.
28. Chien JY, Ruan SY, Huang YC, Yu CJ, Yang PC. Asynchronous thoraco-abdominal motion contributes to decreased 6-minute walk test in patients with COPD. Respir Care 2013; 58: 320-326.
29. Aliverti A, Pedotti A. Opto-electronic plethysmography. Monaldi Arch Chest Dis. 2003; Jan-Mar; 59(1):12-6.
30. Heldt GP. Simultaneous quantification of chest wall distortion by multiple methods in preterm infants. Am Ver Respir Dis. 1988; 138(1): 20-5.
31. Straddling JR, Chadwick GA, Quirk C, Phylips T. Respiratory inductance plethysmography: calibration techniques, their validation and the effects of posture. Bull Eur Physiopathol.Respir. 1985; 21(4): 317-24.
32. Agostoni A, Mognoni X. Deformation of the chest wall during breathing efforts. J Appl Physiol. 1966; 21(6):1827-32.
33. Goldman MD, Grimby G, Mead J. Mechanical work of breathing derived from rib cage and abdominal V-P partitioning. J Appl Physiol. 1976; 41(5):752-63.
34. Ferrigno G, Carnevali P, Aliverti A, Molteni F. Beulcke G, Pedotti A. Three-Dimensional optical analysis of chest wall motion. Am Physiol Soc. 1994; 77(3):1224-31.
35. Cohn MA, Rao AS, Broudy M, Birch S, Watson H, Altkin N, et al. The respiratory inductive plethysmography: a new non-invasive monitor of respiration. Bull Eur Physiopathol Respir. 1982; 18(4): 643-58.
36. Tobin MJ, Jenouri G, Lind B, Watson H, Schneider A, Sackner MA. Validation of respiratory inductive plethysmography in patients with pulmonary diseases. Chest. 1983; 83(4): 615- 20.
37. Wolf GK, Arnold JH. Noninvasive assessment of lung volume: Respiratory inductance plethysmography and electrical impedance tomography. Crit Care Med. 2005; 33: Suppl (163-169).
38. Clarenbach CF, Senn O, Brack T, Kohler M, Block KE. Monitoring of ventilation during exercise by a portable respiratory inductive plethysmograph. Chest. 2005; 128: 1282-1290.
39. Iandelli I, Aliverti A, Kayser B, Dellaca R, Cala SJ, Duranti R, et al. Determinants of exercise performance in normal men with externally imposed expiratory flow limitation. J Appl Physiol. 2002;92(5):1943-52.
40. Aliverti A, Iandelli I, Duranti R, Cala SJ, Kayser B, Kelly S, et al. Respiratory muscle dynamics and control during exercise with externally imposed expiratory flow limitation. Journal of Applied Physiology. 2002; 92(5):1953-63.
41. Gorini M, Iandelli I, Misuri G. Chest wall hyperinflation during acute bronchoconstriction in asthma. Am J Repir Crit Care Med. 1999;160: 808-16.
42. Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, Coli C, Binazzi B, Gigliotti F, et al. Chest Wall Kinematics in Patients with Hemiplegia. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2003;168:109-13.
43. Aliverti A, Carlesso E, Raffaele Dellaca R, et al. Chest wall mechanics during pressure support ventilation. Critical Care. 2006; 10: 1-10.
44. Aliverti A, Dellaca R, Pelosi P, Chiumello D, Pedotti A, Gattinoni L. Optoelectronic Plethysmography in Intensive Care Patients. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2000; 161(5):1546-52.
45. Aliverti A, Stevenson N, Dellacà RL, Lo Mauro A, Pedotti A, Calverley PM. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 2004;59:210-7

46. Salito C, Barazzetti L, Woods JC, Aliverti A. 3D airway tree reconstruction in healthy subjects and emphysema. Lung. 2011; 189 (4) :287-93.
47. Aliverti A, Kostic P, Lo Mauro A, Andersson-Olerud M, Quaranta M, Pedotti A, et al. Effects of propofol anaesthesia on thoraco-abdominal volume variations during spontaneous breathing and mechanical ventilation.Acta anaesthesiologica Scandinavica. 2011; 55 (5) :588-96.
48. Parreira VF, Vieira DS, Myrrha MA, Pessoa IM, Lage SM, Britto RR. Optoelectronic Plethysmography: a review of the literature. Rev Bras Fisioter. 2012; 16: 439-453.
49. Celli BR, MacNee W, Agusti A, Anzueto A, Buist BBAS, Calverley PMA, et al. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. Eur Respir J. 2004; 23: 932–946.
50. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. J Bras Pneumol.2007; 33(4): 397-406.
51. Lunardi AC, Paisani Dde M, Tanaka C, Carvalho CR. Impact of laparoscopic surgery on thoracoabdominal mechanics and inspiratory muscular activity. Respir Physiol Neurobiol. 2013; Mar 186(1): 40-4.
52. Desiderio Cano Porras. Comparação da assincroniatoracoabdominal ao repouso e ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica utilizando diferentes metodologias. São Paulo. Dissertação [Mestrado em Ciências da Reabilitação] Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo;2014.
53. Aliverti A, Quaranta M, Chakrabarti B, Albuquerque ALP, Calverley PM. Paradoxical movement of the lower rib cage at rest and during exercise in COPD patients. EurRespir J 2009; 33: 49-60.
54. Golemati S, Moupagiatzis I, Athanasopoulos D, Vasilopoulou M, Roussos C, Vogiatzis I. Comparative analysis of phase difference estimation methods quantifying asynchronies between compartmental chest wall volume signals. Eng Med BiolSoc. 2009; 2009: 2871-2874.
55. Garcia-Pachon E, Padilla-Navas I. Frequency of Hoover´s sign in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease. Int J ClinPract 2006; 60: 514-517.
56. Gilmartini JJ, Gibson GJ. Mechanisms of paradoxical rib cage motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev Respir Dis 1986; 134: 683-687.
57. Davis GM, Cooper DM, Mitchell I. The measurement of thoraco-abdominal asynchrony in infants with severe laryngotracheobronchitis. Chest 1993; 103:1842-1848.
58. Aliverti A, Cala SJ, Duranti R, Ferrigno G, Kenyon CM, Pedotti A, Scano G, Sliwinski P, Macklem PT, Yan S. Human respiratory muscle actions and control during exercise. J ApplPhysiol 1997; 83: 1256-1269.
59. Kenyon CM, Cala SJ, Yan S, Aliverti A, Scano G, Duranti R, Pedotti A, Macklem PT. Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. J ApplPhysiol 1997; 83: 1242-1255.
60. Allen JL, Wolfson MR, McDowell K, Shaffer TH. Thoracoabdominal asynchrony in infants with airflow obstruction. Am Rev Respir Dis 1990; 141: 337-42.
61. Musante G, Schulze A, Gerhardt T, Everett R, Claure N, Schaller P, Bancalari E. Proportional assist ventilation decreases thoracoabdominal asynchrony and chest wall distortion in pretern infants. Pediatr Res 2001; 49: 175-180.
62. Illi SK, Held U, Frank I, Spengler CM. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis.Sports Med. 2012; 42(8):707-24.
63. Ulger AF, Poyraz B, Gulec Balbay E, Binay S. Our experience of 200 patients: usage and maintenance of long-term oxygen therapy and non-invasive ventilation devices at home. Int J Clin Exp Med. 2014; 7(1):170-6.
64. Yong-Qiang Liu, Ling-Xian Yan, Li-Yan Zhang, Qing-Hua Song, Rong-Mei Xu.Conspicuous effect on treatment of mild-to-moderate COPD by combining deep-breathing exercise with oxygen inhalation.Int J Clin Exp Med. 2015; 8(6): 9918–9924.
65. Chen YC, Cao JM, Zhou HT, Guo X, Wang Y. The effect of loaded deep inhale training on mild and moderate COPD smokers.Int J Clin Exp Med.2014; 7(10):3583-7.
66. Yamaguti WPS, Paulin E, Salge JM, Chammas MC, Cukier A, Carvalho CRF. Disfunção diafragmática e mortalidade em pacientes portadores de DPOC. J Bras Pneumol. 2009;35(12):1174-81.
67. Vitacca M, Clini E, Bianchi L, Ambrosino N. Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. Eur Respir J.1998;11(2):408-15.

68. Stokes W. A Treatise on the Diagnosis and Treatment of Diseases of the Chest. Part 1. Diseases of the lung and windpipe. London, The New Sydenham Society, 1837; pp. 168–169.
69. Hoover CF. The diagnostic significance of inspiration movement of the costal margins. Am J Med Sci. 1920; 159: 633–645.
70. Duiverman, M.L. et al. Respiratory muscle activity and dyspnea during exercise in pulmonary disease. RespirPhysiolNeurol, 167: 195-200, 2009.
71. Calverley, P. M., Koulouris, N. G. Flow limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology. European Respiratory Journal, v.25, p.186-199, 2005
72. Binazzi B, Bianchi R, Romagnoli I, Lanini B, Stendardi L, Gigliotti F, Scano G. Chest wall kinematics and Hoover's sign. Respir Physiol Neurobiol 2008; 160:325-333.
73. Gagliardi E, Bruni GI, Presi I, Gigliotti F, Scano G. Thoraco-abdominal motion/displacement does not affect dyspnea following exercise training in COPD patients. RespirPhysiolNeurobiol 2014; 190: 124-130.
74. Chihara K, Kenyon CM, Macklem PT. Human rib cage distortability. J ApplPhysiol1996; 81: 437-447.
75. Gorman RB, McKenzie DK, Pride NB, Tolman JF, Gandevia SC. Diaphragm length during tidal breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J RespirCrit Care Med 2002; 166: 1461–1469.
76. Bernarg S: Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J RespirCrit Care Med 1998, 158, 629–634.
77. Sackner MA, Gonzalez H, Rodriguez M, Belsito A, Sackner DR, Grenvik S. Assessment of asynchronous and paradoxic motion between rib cage and abdomen in normal subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev Respir Dis. 1984;130(4):588-93.
78. Gosselink R. Physical therapy in adults with respiratory disorders: where are we? Braz J PhysTher. 2006;10(4):361-72.
79. Iwasawa T, Kagei S, Gotoh T, Yoshiike Y, Matsushita K, Kurihara H, et al. Magnetic resonance analysis of abnormal diaphragmatic motion in patients with emphysema. EurRespir J. 2002;19(2):225-31.
80. Unal O, Arslan H, Uzun K, Ozbay B, Sakarya ME. Evaluation of diaphragmatic movement with MR fluoroscopy in chronic obstructive pulmonary disease. ClinImaging. 2000;24(6):347-50.
81. Dos Santos Yamaguti WP, Paulin E, Shibao S, Chammas MC, Salge JM, Ribeiro M, et al. Air trapping: The major factor limiting diaphragm mobility in chronic obstructive pulmonary disease patients. Respirology. 2008;13(1):138-44.
82. Ambrosino, N; Cigni, P. Non invasive ventilation as an additional tool for exercise training. Multidisciplinary Respiratory Medicine. 2015;10(14):1-6.
83. Baldi S,Dellaca R,Govoni L,Torchio R, Aliverti A, Pompilio P, et al. Distensibilidade das vias aereas e recrutamento de volume com a inflacao de pulmao em pacientes com DPOC. Journal of Applied Physiology. 2010; 109 (4) :1019-26.
84. Wilkens H, Weingard B, Um Mauro Lo, Schena E, Pedotti A, Sybrecht GW, et al. Padrao respiratorio e volumes parede toracica durante o exercicio em pacientes com fibrosecistica, fibrose pulmonar e DPOC antes e apos o transplante de pulmao. Thorax 2010; 65 (9) :808-14.
85. Lorenzo AV, Silva AB, Sampaio LMM, Jamami M, Oishi J, Costa D. Efeitos do treinamento físico e muscular respiratório em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) grave e submetidos a BiPAP. Rev Bras Fisioter.2003; 7(1): 69-76.
86. Ambrosino N, Strambi S. New strategies to improve exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease. Eur Respir J. 2004; 24(2): 313- 22.
87. Ambrosino N. Assisted ventilation as an aid to exercise training: a mechanical doping? Eur Respir J. 2006 ; 27(1): 3-5.
88. Parreira VF, Bueno CJ, França DC, Vieira DSR, Pereira DR, Britto RR. Breathing pattern and thoracoabdominal motion in healthy individuals: influence of age and sex. Rev Bras Fisioter. 2010; 14(5): 411-6.
89. Vitacca M, Nava S, Confalionieri M. The appropriate setting of noninvasive pressure support ventilation in stable COPD patients. Am Rev Respir Dis. 2000; 118: 1286-1293.
90. Agostini E, Mognoni P, Torri G, Saracino F. Relation between changes of rib cage circumference and lung volume. J Appl Physiol. 1965; 20: 1179-1186.

91. Zhijun L, Shenglai Z, Bo C, Min L, Renzhu L, Benli Y. Lissajous figures in the application of micro-vibration measurement. Optics Communications. 2008; 281: 4744-4746.
92. Prisk GK, Hammer J, Newth CJL. Techniques for measurement of thoracoabdominal asynchrony.Pediatr Pulmonol. 2002; 34: 462-472.
93. Hammer J, Newth CJ. Assesment of thoraco-abdominal asynchrony.Pediatr Respir Rev. 2009; 10: 75-80.
94. Black AMS, Millard RK. Assesing thoracoabdominal asynchrony.ClinPhysiol. 2001; 21: 383-385
95. Vogiatzis I, Aliverti A, Golemati S, Georgiadou O, LoMauro A, Kosmas E, Kastanakis E, Roussos C. Respiratory kinematics by optoelectronic plethysmography during exercise in men and woman. Eur J ApplPhysiol 2005; 93: 581-587.
96. Capria ME, D' Negri C, De Vito EL. Relationship between Hoover sign, functional and variables, and curvature radius in patients with obstructive pulmonary disease. Medicina (B Aires). 2003;63(5):369-76.
97. Sobotta, J.Sobotta- Atlas de Anatomia Humana- e Volumes – 23ª edição. 2013. Guanabara Koogan.
98. Appendini L, Patessio A, Zanaboni S, Carone M, Gukov B, Donner CF, Rossi A. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease.Am J Respir Crit Care Med. 1994 May;149(5):1069-76.
99. Bruni GI, Gigliotti F, Binazzi B, Romagnoli I, Duranti R, Scano G. Dyspnea, chest wall hyperinflation, and rib cage distortion in excercising patients with chronic obstructive pulmonary disease. Med Sci Sports Exerc 2012; 6: 1049-1056.
100. Borghi-Silva A, Sampaio LMM, Toledo A, Pincelli MP, Costa D. Efeitos agudos da aplicação do BIPAP® sobre a tolerância ao exercício em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Ver Bras Fisioter. 2005; 9(3): 273- 280.

7- Anexos

7.1.1 Parecer do CEP ao projeto

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO - UNINOVE

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto do uso da ventilação mecânica não invasiva na mobilidade tóraco-abdominal e na ação muscular respiratória em pacientes com DPOC

Pesquisador: Fernanda Dutra Dias

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 21505813.1.0000.5511

Instituição Proponente:

Patrocinador Principal: ASSOCIACAO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 466.663

Data da Relatoria: 11/12/2013

Apresentação do Projeto:

A ventilação mecânica não-invasiva vem sendo utilizada no âmbito científico com objetivo de auxílio aos pacientes com DPOC que apresentem dispneia limitante para ganhos na Reabilitação Pulmonar e também como recurso durante exacerbações da doença. A utilização da VNI baseia-se no princípio que envolve a diminuição do recrutamento muscular respiratório, prevenindo o colabamento das vias aéreas favorecendo a mecânica pulmonar (HOO, 2003) minimizando os efeitos da hiperinsuflação dinâmica e promovendo melhores níveis de tolerância ao esforço.

Em contraste, alguns autores observaram que o VNI não proporcionou melhora da capacidade de exercício em pacientes com DPOC. (Bianchi,2002;Highcock,2003).

Não foram encotrados na literatura sobre este tema informações de como se comporta a mobilidade e sincronia toraco-abdominal durante o uso desse tipo de

9

recurso nos pacientes com DPOC em situações basais, para que seja melhor compreendido seu funcionamento durante o exercício ou até mesmo durante a exacerbação da doença. Sendo assim,justifica-se a necessidade de se investigar, pela pletismografia optoeletrônica, como se comportam os movimentos e configuração toraco-abdominal em respiração espontânea e durante o uso de ventilação mecânica não invasiva em pacientes com DPOC.

Endereço: VERGUEIRO nº 295/249
Bairro: LIBERDADE **CEP:** 01.504-001
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3385-9059 **E-mail:** comitedeetica@uninove.br

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO - UNINOVE

Continuação do Parecer: 450.663

Variabilidade

Objetivo da Pesquisa:

Investigar, pela pletismografia optoeletrônica, como se comportam a mobilidade toracoabdominal (freqüência respiratória, volumes pulmonares, contribuição de cada compartimento durante a respiração e sincronia entre os compartimentos) e a ação muscular respiratória, comparando as variáveis em respiração espontânea e durante o uso de ventilação mecânica não invasiva em pacientes com DPOC.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos apresentados serão apresentados se houver uso prolongado da ventilação mecânica

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os ajustes foram realizados e o estudo é relevante para aárea.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos após considerações foram devidamente adequados.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências foram devidamente atendidas.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 11 de Dezembro de 2013

Assinador por:
Stella Regina Zamuner
(Coordenador)

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249
Bairro: LIBERDADE CEP: 01.504-001
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3385-9059 E-mail: comitedeetica@uninove.br

7.1.2 Carta de aceito (Artigo 1) e Carta de submissão (Artigo 2)

Date: Nov 24, 2015
To: "Dirceu Costa" dcosta@uninove.br
From: "Editor- Medical Journals " editor.medicaljournals@omicsonline.org
Subject: Your Submission

Ref.: Ms. No. Medical Journals-15-1062R1
CAN THE INSPIRATION DEEP INFLUENCE ON THE RESPIRATORY VARIABLES AND THORACIC-ABDOMINAL ASYNCHRONY IN PATIENTS WITH COPD?
International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation

Dear Mr. Costa,

I am pleased to tell you that your work has now been accepted for publication in International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.

It was accepted on Nov 24, 2015

Thank you for submitting your work to this journal. We hope you submit your articles in future.

Best regards,
Editor
International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation

#158998 Sinopse

RESUMO AVALIAÇÃO EDIÇÃO

Submissão

Autores	Fernanda Dultra Dias
Título	"IMPACTO DA VMNI NAS VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS E NA MOBILIDADE TORACOPULMONAR DE PACIENTES COM DPOC, VISTO PELA PLETISMOGRAFIA OPTOELETRÔNICA (OEP)"
Documento original	158998-780877-2-SM.DOC 2016-01-26
Docs. sup.	Nenhum(a) INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR
Submetido por	Fernanda Dultra Dias
Data de submissão	janeiro 26, 2016 - 02:54
Seção	Pesquisas Originais
Editor	Sonia Pacheco de Toledo Fisioterapia e Pesquisa Rinaldo Guirro Amélia Pasqual Marques

Situação

Situação	Em avaliação
Iniciado	2016-01-26
Última alteração	2016-01-26

7.1.3 Artigo Aceito

CAN THE INSPIRATION DEEP INFLUENCE ON THE RESPIRATORY VARIABLES AND THORACIC-ABDOMINAL ASYNCHRONY IN PATIENTS WITH COPD?

Fernanda Dultra Dias1, Desidério Cano Porras2, Daysi da Cruz Tobelem1, Renata P. Basso Vanelli3, Roberto Stirbulov4, Dirceu Costa1
1 Post Graduate Program in Rehabilitation Sciences, Nove de Julho University – UNINOVE, São Paulo, Brazil; 2 Department of Physical Therapy, University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil; 3 Physiotherapy, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, São Paulo, Brazil;4 Pneumology Clinic at Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (AME), São Paulo, Brazil.

Correspondence: Dirceu Costa Post Graduate Program in Rehabilitation Sciences, Nove de Julho University, UNINOVE, LARESP, 235/249 Vergueiro Street, Liberdade, São Paulo - SP, 01504-001 Brazil Tel +55 11 3665 9871 Email dcosta@uninove.br

ABSTRACT

Objective: to determinate by the OEP the effects of deep inspiration on physiological variables and thoracic-abdominal asynchrony in patients with COPD, compared with healthy individuals matched for age. **Methods:** ten patients with COPD and 12 healthy individuals were evaluated using OEP during deep inspiration. TAA was estimated using the phase angle in a Lissajous figure for three consecutive and consistent respiratory cycles. **Results:** there was significant difference ($p<0.01$) on the phase angle between the abdominal rib cage (RCa) and the abdomen (AB) in COPD patients compared to the control ($-20.7^{o}\pm26.3^{o}$ vs $-0.3^{o}\pm8.8^{o}$). Greater compartmental contribution to the tidal volume was found in the pulmonary rib cage (RCp) in both the control group ($p<0.009$) and the COPD group ($p<0.003$). The degree of obstruction was not correlated with TAA between the different compartments. **Conclusion:** During deep inspiration for assincroniatoracoabdominal in patients with COPD in relation to healthy, not sort of adding then to improves the respiratory pattern in this group of patients and the degree of airway obstruction of these patients correlates with the presence ATA.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease; chest wall asynchrony, optoelectronic plethysmography, deep breathing

INTRODUCTION

In cases of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), airflow limitation is not completely reversible. This limitation may influence these harmonious mechanisms and cause what is known as thoraco-abdominal asynchrony (TAA). [1,2,3] Thoraco-abdominal synchrony is defined by the coordinated expansion of the thoraco-abdominal compartments. This synchrony is the result of physiological mechanisms, including the coordinated action of the respiratory muscles [4,5], changes in transdiaphragmatic pressure during the respiratory cycle [3, 4], and pulmonary vascular resistance and compliance [5, 6]. TAA can be evaluated using different techniques. However, optoelectronic plethysmography (OEP) is currently the main tool used for the study of thoraco-abdominal movements because it is non-invasive and highly accurate.

In recent years, the treatment of COPD is based on functional exercises, inhaling oxygen and medications. [10,11] due to pathophysiology of COPD, the functional disorder of the diaphragm muscle is considered to be an important reason the respiratory changes (acute or chronic) and it is known that [12] respiratory muscle strength can be improved by exercise. [13] But little studies using respiratory techniques, such as deep an inspiration, were performed by evaluating the improvement in asynchrony and changes in respiratory variables in this group of patients.

Thus, a hypothesis on that patients with COPD may exhibit improved asynchronous Thoracoabdominal during deep inspiration when compared to healthy individuals. The aim of this study was to verify the OEP the effects of deep inspiration on physiological variables and thoracic-abdominal asynchrony in patients with COPD, compared with healthy individuals matched for age.

MATERIALS AND METHODS

Two separate groups of individuals were evaluated. The COPD group consisted of 10 patients with a diagnosis of COPD based on the criteria from the Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) [21]. They were clinically stable and had not presented acute exacerbations of the disease in the thirty days prior to the experiment. They were also receiving regular treatment with inhaled bronchodilators. The control group was composed of 12 healthy individuals who had volunteered for the study and who were age matched. To be included in either group, individuals had to agree to participate in the study. They were informed of the objectives, and they signed the Free and Clear Informed Consent Form according to Brazilian Resolution No. 466, dezember 12, 2012 from the Ministry of Health. Individuals were excluded from the study if they had serious comorbidities, such as previous cardiopathies, rib cage deformities, neuromuscular diseases affecting motor skills, associated pulmonary diseases, or a history of pulmonary emphysema with bullae. They were also excluded if they did not wish to sign the Free and Clear Informed Consent Form.

An evaluation form was used as a base. Data was collected on each patient's history and current status

of the disease. A physical exam was also performed to ensure that there was no possibility of acute exacerbations in the COPD patients. All patients underwent a spirometric assessment only for the classification of the severity of airway obstruction, in which were recorded the following volumes, capacities and pulmonary flows: Slow Vital capacity (SVL), forced Vital capacity (FVC) and its derivations, such as forced Expiratory Volume in one second (FEV1) and VEF1/FVC relations. The reference values used were according to Pereira et al. in 2007.[14]

Next, respiratory mechanics were evaluated both in patients with COPD and in the healthy individuals using OEP. The evaluation was performed using a BTS OEP System® (BTS Bioengineering, Italy), which is composed of eight cameras (four cameras positions in front of the individual and four cameras positioned behind the individual). To capture the images of the thoracic and abdominal movements, 89 reflective markers were placed on the thoracic surface of each individual using double-sided adhesive tape. The individuals remained seated on a bench with no back support. Their legs were kept at 90º angles, their feet were on the ground, and they rested their arms on their legs. This procedure was performed on each individual by a technician trained for this task and following the model in the software provided by the manufacturer. The thoraco-abdominal movements were analyzed using this specific software, which is capable of transforming the images captured into three-dimensional geometric information organized into three different compartments: the pulmonary rib cage (RCp), the abdominal rib cage (RCa), and the abdomen (AB).(Figure 1)

Individuals were instructed, while gathering, inhale deeply and slowly through your nose and exhale through your mouth. The collection and was held for about 30 seconds in this type of breath (the number of respirations were free, according to each patient's breathing pattern).

After this step has been applied the Protocol "Quiet Breathing" present in the SPOS system. As a standard of analysis used three homogeneous respirations (maximum peaks and similar wave size) among the 30 seconds collected in each evaluation mode. (Figure 2)

Absolute volumes were analyzed (in litres) of the rib cage and its three compartments separately: CTP, CTA and ABD. All these variables were present in specific report generated by the system :

• Volume variables: Were analyzed the absolute volume (in litres) of the rib cage and its three compartments separately being pulmonary rib cage (RCp), the abdominal rib cage (RCa), and the abdomen (AB). The volumes to be analyzed are tidal volume (VC_{RCp}, V_{RCa}, VC_{ab}), the end-expiratory volume (Vef_{RCp}, Vef_{RCa}, $VefC_{ab}$), inspiratory volume (Vi_{RCp}, Vi_{RCa}, Vi_{ab}) and the percentage of contribution from the volume of each compartment (V_{RCp}, V_{RCa}, V_{ab}).

• Time variables: were analyzed the variables of time, in seconds, related to the inspiratory time (IT), expiratory time (ET), total respiratory cycle time (Ttot), inspiratory time percentage in relation to total time (Ti/Ttot), respiratory rate (RR) and minute volume (MV).

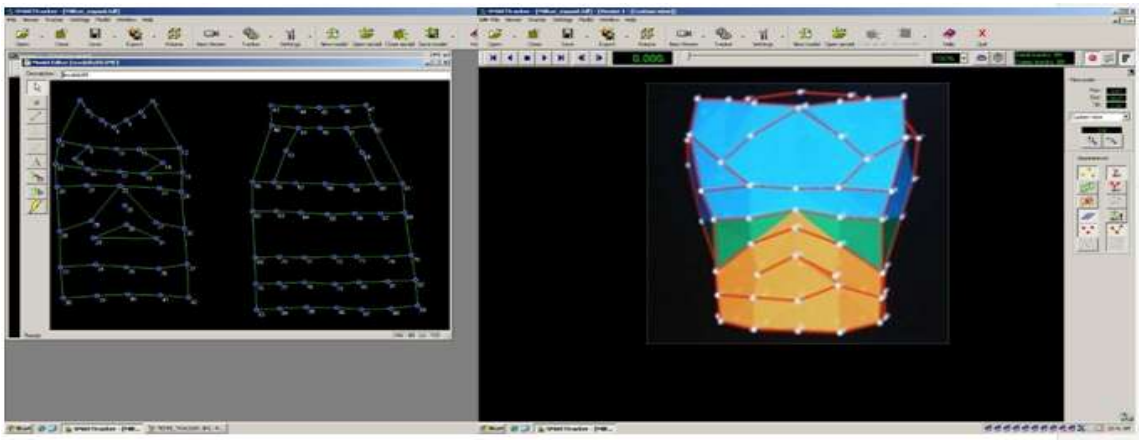


Figure 1: collect representing ETA formed automatically by the OEP System representing the pulmonary rib cage (blue), the abdominal rib cage (green), and the abdomen (orange).

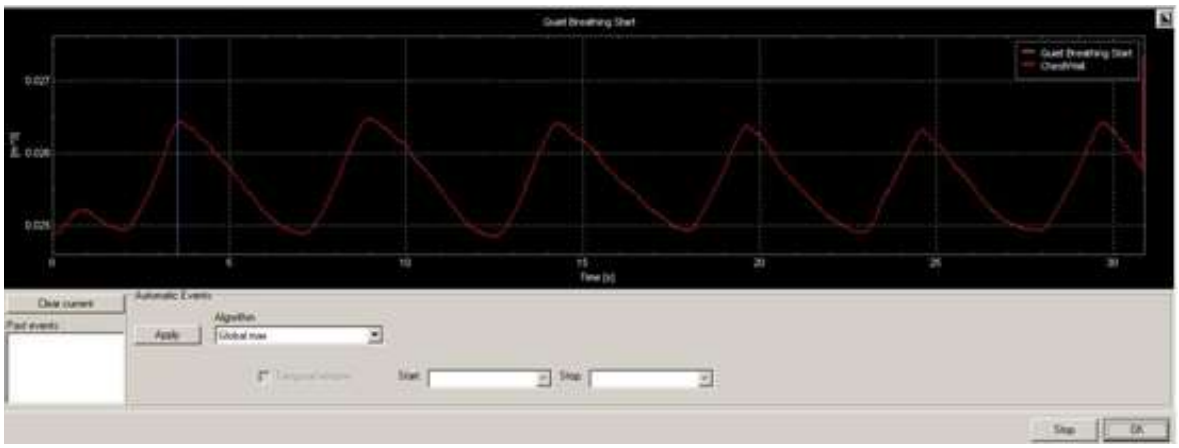


Figure 2: Application Protoco "Quiet Brieathing"

The ATA was calculated using the average compartmental cycles, according to the method of phase angle. This method is based on the Lissajous figure graphically generated from the respiratory signs obtained by SPOS, forming the X and Y axes of the graph, in which the overhead compartment was placed always on the y-axis the phase angle was calculated based on the formula θsen -1 (ms), the line "m" was drawn in the Center and bounded by its interceptos with the figure and the line "s" represents the full tour of the figure on the x-axis with this method the asynchrony evaluated by θ angle varies from 0° to 180°, and 0° represents perfect timing and 180° total asynchrony. By Convention, the phase angle is positive when the upper compartment movement precedes that of the lower compartment, or is negative in otherwise. [15]This calculation was performed by a

routine implemented in the MATLAB software (The Mathworks, USA).

To perform the i*nter-group analysis was used Mann-Whitney test and correlation analysis was used the Spearman correlation. The results were considered that had a significance level of 5 ($p \leq 0.05$).*

RESULTS

The anthropometric data of the individuals evaluated are detailed in Table 1. On these data, the variable age, weight, height and body mass index showed no significant difference. However, spirometric variables differed significantly between the individuals with COPD and the healthy individuals in the control group, as was expected.

Regarding the respiratory variables, for none of them noted statistical difference between COPD and control groups. (Table 2)

The percent contribution of each compartment to the tidal volume was considered. In the total respiratory cycle, the RCp values were found to differ significantly between the COPD group and the control group ($p<0.009$). This contribution was greater in the control group (42.9±12.2) than in the COPD group (30.1±11.4). When the RCa was considered, no significant difference was found between the groups in terms of the compartment's contribution to tidal volume in the respiratory cycle ($p<0.3$). However, in the AB, a significant difference was found between the groups ($p<0.003$). The contribution was greater in the COPD group (56.2±14.2) than in the control group (40.2±11.1), as shown in Table 3.

Thoraco-abdominal asynchrony was evaluated using the phase angle, and a significant difference was found ($p<0.01$) when the movements of the abdominal rib cage (RCa) were compared to those of the abdomen (AB) in patients from the COPD group (-20.7º±26.3º). This result represents an asynchrony between these two compartments. The same result did not occur in the control group (-.3º±8.8º). These values represent greater synchrony in compartmental mobility (Table 4). It's important to note that, conventionally, the signal of the phase angle will be positive any time the RCp signal comes before that of the RCa, or, in other words, when the RCp signal reaches the end of inspiration and/or expiration at a moment before the RCa signal.

The degree of obstruction, which was represented by the FEV_1(%), was also compared to the phase angle obtained between the compartments in COPD patients. No significant correlation was found (RCp vs. RCa with $r= -0.4$ and $p<0.19$; RCp vs. AB with $r=0.2$ and $p<0.43$; and RCa vs. AB with $r=0.6$ and $p<0.06$). This finding demonstrates that, regardless of the degree of obstruction, this factor did not influence the presence of asynchrony between the different compartments in this study.

DISCUSSION

In healthy individuals the inspiration is the result of a coordinated movement of the thoracic compartments and the relaxation of the diaphragm muscle. Yamaguti, 2009 [16] noted higher mortality in patients with COPD with low mobility of the diaphragm muscle when compared to individuals without diaphragmatic dysfunction. These results reinforce the need for targeted studies for the assessment of Thoracoabdominal mobility in this group of patients, the deep inspiration being cited in

clinical studies [12], though widely used in clinical practice. In addition, the change due to alveolar pathophysiology promotes a chronic airway closure. With deep inspiration some tension is produced and transmitted to the bronchus, preventing small peripheral Airways

Table 1: Mean and standard deviations of demographic variables and the lung function measurements

	COPD (N=10)	**Controle (N=12)**	***P***
age (years)	72.3 ± 10.6	70.1 ± 5.8	0.543
sexo	4 males	3 males	-
Gold	III	Normal	-
Height(m)	1.67 ± 0.07	1.62 ± 0.10	0.171
Weight(Kg)	69.0 ± 11.5	67.3 ± 20.4	0.953
BMI	24.5 ± 3.9	25.2 ± 6.4	0.731
FEV_1 (%)	41.7 ± 16.5	97.27 ± 6.19	0.04 *
FVC (%)	81.2 ± 20.3	96.3 ± 1.89	0.01*
FEV_1/FVC (%)	66.6 ± 16.7	96.9 ± 1.65	0.02*

Abbreviations: BMI: body mass index; FEV1: forced expiratory volume in 1 second; FVC: forced vital capacity.

enter into collapse, allowing full air outlet within the lung. Thus, lung capacity and maximum breathing capacity are improved and the residual volume is reduced, thus correcting the anaerobic situation. [17]

The results of this study demonstrate that patients with COPD have a higher asynchrony during inspiration deep compartment in relation to healthy. In this study, normal ranges were defined using as reference the AF values obtained in the control group (CG) composed of healthy individuals matched by age [15].

Although traditionally believe that movements of the rib cage during the respiratory cycle accompany changes in lung volume, this is not always the case in patients with obstructive lung disease. The compartment found [18,19] asynchrony in this study was in relation to the lower chest compartments in relation to the abdomen, suggesting a delay in the movement of the chest below in relation to other compartments (represented by the negative value obtained). This delay can be explained by altered respiratory mechanics in patients with COPD, due to a downgrading of the diaphragmatic domes, resultantede a lower abdominal pressure and, consequently, in less lower rib cage expansion leading to decreased mobility. [20] we can suggest that the asynchronicity of the CTI in patients with COPD is a stabilisation mechanism of the ring structure, more than move so uncoordinated with the other two magazines and that efficiency of the diaphragm to expand the CTI may be lower than in healthy individuals. [1, 7, 21]

If we consider the mechanisms behind thoracoabdominal synchrony that are explored via OEP [1,22], and which take place through the coordinated actions of the compartments, our results may provide evidence that the abdominal rib cage is what contributes the least to the total tidal volume of the respiratory cycle in patients with COPD. Our results are consistent with those reported by Calverley et al. (2005), particularly in terms of their assertion that pulmonary

hyperinflation also contributes to a structural change in the rib cage muscles because they are stretched, their strength and contraction capacity are reduced. This, in turn, reduces the mobility of the abdominal rib cage [22].

Table2: Mean and standard deviations of repiratory mensurements

	COPD	Control
VT	0.94 ± 0.64	0.96 ± 0.57
RR	17.4 ± 5.30	12.6 ± 2.8
VM	14.4 ± 5.20	12.2 ± 8.2
I.T	1.55 ± 0.56	2.14 ± 0.62
E.T	2.20 ± 0.73	3.35 ± 0.86

VT: Tidal volume (ml); FR: respiratory rate(bm); VM: volume minute (L); I.T: inspiratory time (s); E.T: tempo expiratório (s).

Table 3: Mean and standard deviations of percentual contrubuition of each compartiment for de tidal volume

	RCp	RCa	AB
COPD	30.1± 11.4	13.8 ± 8.2	56.2±14.2*****
Control	42.9 ±12.2*****	16.8 ± 6.9	40.2± 11.1

RCp: pulmonary rib cage; RCa: abdominal rib cage; AB: abdomen

Table 4: Mean and standard deviations of phase angle betwen the compartiments

	RCp vs. RCa	RCp vs. AB	RCa vs. AB
COPD	12.8 ± 21.8	-7.8 ± 11.4	-20.7± 26.3*****
Control	0.8 ± 8.6	-1.0 ± 6.3	-0.3 ± 8.8

RCp: pulmonary rib cage; RCa: abdominal rib cage; AB: abdomen

Other studies have shown that patients with COPD who presents asynchrony often contracts the abdominal muscles during expiration [24] and the relaxation of these muscles is done gradually during inspiration [7], causing the CTI tend to retract earlier inspiration and slowing its expansion in the inspiratory phase and may be then an increase in recruitment and activation of the inspiratory muscles don't diafragmáticos to compensate for this disadvantage [21,25] mechanics , which cannot be mistakenly confused by observing the abdominal compartment

contrubuição increase in this population of patients.

Gorman et al. (2002) evaluated both the zone of apposition, which was measured using ultrasonography, and ribcage diameters, which were measured using magnetometers. They observed different patterns of behavior of the abdominal rib cage in cases of dysfunctions of the diaphragm in COPD patients [26]. Similar results were found by Alliveti et al. (2009), who used the three-dimensional OEP method for the first time. The authors reported that COPD patients who presented asynchrony of the abdominal rib cage while at rest were more prone to early-onset hyperinflation during physical exercise than those who did not present asynchrony [1]. These results corroborate with our findings, even if we have not assessed directly to lung hyperinflation of our patients, once the asynchrony was only observed in COPD group CTI and the lack of correlation of FVC with the CTI contrubuição almost presents significance, which may present greater relevacia and if the sample number was bigger.

With regard to the contribution in the total tidal volume compartment, our results showed that the upper rib cage contributes less to tidal volume in patients with COPD compared to healthy individuals. These findings, according to Bernarg et al. 1998 can be explained by anatomical changes of respiratory muscles in these patients, such as sarcopenia and decreased contractility of this [27] muscles, which in turn can lead to a decrease in the contribution of this upper chest compartment, in the generation of tidal volume in individuals with COPD. [28,29]

About the Association of obstruction of the air flow with the assincronia toracoabdominal, there is no consensus in the literature, because, while some studies might associate the VEF1com reduction commitment of diaphragm muscle [30,31] mobility, but also of getting a relationship between diaphragmatic dysfunction and air entrapment, [32] others like Priori 2013 [15] found no correlation between the severity of the obstruction and the presence of assincronia toracoabdominal. These data are in agreement with our findings.

In addition to these aspects, other factors that deserve more attention in the synchronic analysis of Thoracoabdominal COPD patients are respiratory muscle dysfunction and pulmonary hyperinflation [2, 8]. However it is worth remembering that the inspiration for the lower rib cage is not performed for only [31] diaphragm muscle contraction.

Further studies on the behavior of the ATA in situations of exacerbation and in respiratory procedures common in clinical practice, especially of respiratory physiotherapy, could contribute to a better understanding about the improved sync and Thoracoabdominal motion in patients with COPD.

Conclusion

Based on our findings, we can conclude the deep inhalation is not able to improve the ATA and also does not promote changes in respiratory variables in patients with COPD compared to normal healthy age-matched with. Also concluded and that the severity of the disease, translated by the degree of airway obstruction, does not correlate with the presence of asynchrony ring in this population.

Acknowledgements

Funding was provided by the Laboratory of Functional Respiratory Assessment (LARESP) – UNINOVE.

REFERENCES

[1] Aliverti A, Quaranta M, Chakrabarti B, Albuquerque ALP, Calverley PM. Paradoxical movement of the lower rib cage at rest and during exercise in COPD patients. EurRespir J 2009; 33: 49-60.
[2] Golemati S, Moupagiatzis I, Athanasopoulos D, Vasilopoulou M, Roussos C, Vogiatzis I. Comparative analysis of phase difference estimation methods quantifying asynchronies between compartmental chest wall volume signals. ConfProc IEEE Eng Med BiolSoc 2009; 2009: 2871-2874.
[3] Garcia-Pachon E, Padilla-Navas I. Frequency of Hoover´s sign in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease. Int J ClinPract 2006; 60: 514-517.
[4] Gilmartini JJ, Gibson GJ. Mechanisms of paradoxical rib cage motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev Respir Dis 1986; 134: 683-687.
[5] Davis GM, Cooper DM, Mitchell I. The measurement of thoraco-abdominal asynchrony in infants with severe laryngotracheobronchitis. Chest 1993; 103:1842-1848.
[6] Aliverti A, Cala SJ, Duranti R, Ferrigno G, Kenyon CM, Pedotti A, Scano G, Sliwinski P, Macklem PT, Yan S. Human respiratory muscle actions and control during exercise. J ApplPhysiol 1997; 83: 1256-1269.
[7] Kenyon CM, Cala SJ, Yan S, Aliverti A, Scano G, Duranti R, Pedotti A, Macklem PT. Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. J ApplPhysiol 1997; 83: 1242-1255.
[8] Allen JL, Wolfson MR, McDowell K, Shaffer TH. Thoracoabdominal asynchrony in infants with airflow obstruction. Am Rev Respir Dis 1990; 141: 337-42.
[9] Musante G, Schulze A, Gerhardt T, Everett R, Claure N, Schaller P, Bancalari E. Proportional assist ventilation decreases thoracoabdominal asynchrony and chest wall distortion in pretern infants. Pediatr Res 2001; 49: 175-180.
[10] Illi SK, Held U, Frank I, Spengler CM. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis.Sports Med. 2012; 42(8):707-24.
[11] Ulger AF, Poyraz B, Gulec Balbay E, Binay S. Our experience of 200 patients: usage and maintenance of long-term oxygen therapy and non-invasive ventilation devices at home. Int J Clin Exp Med. 2014; 7(1):170-6.

[12] Yong-Qiang Liu, Ling-Xian Yan, Li-Yan Zhang, Qing-Hua Song, Rong-Mei Xu.Conspicuous effect on treatment of mild-to-moderate COPD by combining deep-breathing exercise with oxygen inhalation.Int J Clin Exp Med. 2015; 8(6): 9918–9924.

[13] Chen YC, Cao JM, Zhou HT, Guo X, Wang Y. The effect of loaded deep inhale training on mild and moderate COPD smokers.Int J Clin Exp Med.2014; 7(10):3583-7.

[14] Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. J Bras Pneumol.2007; 33(4): 397-406.

[15] Priori et al. The effect of posture on asynchronous chest wall movement in COPD. J ApplPhysiol 2013; 114:1066-1075.

[16] Yamaguti WPS, Paulin E, Salge JM, Chammas MC, Cukier A, Carvalho CRF. Disfunção diafragmática e mortalidade em pacientes portadores de DPOC. J Bras Pneumol. 2009;35(12):1174-81.

[17] Vitacca M, Clini E, Bianchi L, Ambrosino N. Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. Eur Respir J.1998;11(2):408-15.

[18]Stokes W. A Treatise on the Diagnosis and Treatment of Diseases of the Chest. Part 1. Diseases of the lung and windpipe. London, The New Sydenham Society, 1837; pp. 168–169.

[19] Hoover CF. The diagnostic significance of inspiration movement of the costal margins. Am J Med Sci. 1920; 159: 633–645.

[20] Duiverman, M.L. et al. Respiratory muscle activity and dyspnea during exercise in pulmonary disease. RespirPhysiolNeurol, 167: 195-200, 2009.

[21] Chihara K, Kenyon CM, Macklem PT. Human rib cage distortability. J ApplPhysiol1996; 81: 437-447.

[22] Agostini E, Mognoni P. Deformation of the chest wall during breathing efforts. J ApplPhysiol 1966; 21: 1827-1832.

[23] Calverley, P. M., Koulouris, N. G. Flow limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology. European Respiratory Journal, v.25, p.186-199, 2005

[24] Binazzi B, Bianchi R, Romagnoli I, Lanini B, Stendardi L, Gigliotti F, Scano G. Chest wall kinematics and Hoover's sign. RespirPhysiolNeurobiol 2008; 160:325-333.

[25] Gagliardi E, Bruni GI, Presi I, Gigliotti F, Scano G. Thoraco-abdominal motion/displacement does not affect dyspnea following exercise training in COPD patients. RespirPhysiolNeurobiol 2014; 190: 124-130.

[26] Gorman RB, McKenzie DK, Pride NB, Tolman JF, Gandevia SC. Diaphragm length during tidal breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J RespirCrit Care Med 2002; 166: 1461–1469.

[27] Bernarg S: Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J RespirCrit Care Med 1998, 158, 629–634.

[28] Sackner MA, Gonzalez H, Rodriguez M, Belsito A, Sackner DR, Grenvik S. Assessment of asynchronous and paradoxic motion between rib cage and abdomen in normal subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev Respir Dis. 1984;130(4):588-93. PMid:6486558.

[29] Gosselink R. Physical therapy in adults with respiratory disorders: where are we? Braz J PhysTher. 2006;10(4):361-72.

[30] Iwasawa T, Kagei S, Gotoh T, Yoshiike Y, Matsushita K, Kurihara H, et al. Magnetic resonance analysis of abnormal diaphragmatic motion in patients with emphysema. EurRespir J. 2002;19(2):225-31.
[31] Unal O, Arslan H, Uzun K, Ozbay B, Sakarya ME. Evaluation of diaphragmatic movement with MR fluoroscopy in chronic obstructive pulmonary disease. ClinImaging. 2000;24(6):347-50.
[32] Dos Santos Yamaguti WP, Paulin E, Shibao S, Chammas MC, Salge JM, Ribeiro M, et al. Air trapping: The major factor limiting diaphragm mobility in chronic obstructive pulmonary disease patients. Respirology. 2008;13(1):138-44.