THIAGO FERNANDES PINTO

Efeitos da fita elástica na mecânica toracoabdominal, dispneia, nível de atividade física e capacidade de exercício de pacientes com DPOC

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Ciências

Programa de Fisiopatologia Experimental
Orientador: Prof^o Dr^o Celso Ricardo Fernandes
de Carvalho

SÃO PAULO

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Pinto, Thiago Fernandes

Efeitos da fita elástica na mecânica
toracoabdominal, dispneia e nível de atividade física
e capacidade de exercício de pacientes com DPOC /
Thiago Fernandes Pinto. -- São Paulo, 2019.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.

Programa de Fisiopatologia Experimental.

Orientador: Celso Ricardo Fernandes de Carvalho.

Descritores: 1.Doença pulmonar obstrutiva crônica
2.Pletismografia 3.Dispneia 4.Atividade motora
5.Teste de esforço

USP/FM/DBD-473/19

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

DEDICATÓRIA

*Dedico essa obra as pessoas mais importantes
da minha vida, que sempre estiveram do meu
lado e sempre me apoiaram em toda essa
jornada sem medir esforços, muito obrigado
meus pais José Antonio (em memória) e Dirce,
minha irmã Barbara, minha avó Natália e avó
Isabel e minha amada esposa Graziela. Devo
tudo que tenho na vida a vocês.*

AGRADECIMENTOS

*A **Deus**, que sempre esteve a frente em todo me caminho, me protegeu e me guiou e me proporcionou sempre mais do que mereci.*

*Aos **meus pais**, que me deram a oportunidade de estudar, sempre me estimular a ir em busca dos meus sonhos e que até mesmo nos momentos difíceis estavam do meu lado para me amparar e aconselhar sempre. Obrigado por ser filho de vocês, por me darem essa família que não trocaria por nada e que tenho gratidão eterna.*

*À **minha irmã Barbara**, que tenho muito orgulho da pessoa íntegra que se tornou, de personalidade e caráter invejáveis, estarei sempre ao seu lado.*

*Á **minha avó, Dona Natália e Dona Isabel**, que sempre fez tudo que podia e não podia pela família inteira, que se desdobrou por anos e anos para criar e educar filhos e netos e que é a matriarca de toda nossa família.*

*Á **minha amada esposa, Graziela**, que entrou na minha vida há quase 11 anos atrás e desde o primeiro momento me transformou e me mostrou o que é o Amor, me acendeu o desejo de construir uma família ao seu lado, que está sempre ao meu lado em todos os momentos de alegria e tristeza, de felicidade e dificuldade, com quem desejo passar o resto de meus dias.*

Amo todos vocês e se hoje esse sonho se tornou realidade é graças a vocês.

*Ao meu **Professor orientador, Celso R. F. de Carvalho**, que me ajudou na construção desse projeto desde o início quando nossa ideia era apenas uma loucura e agora está se tornando uma realidade, por todas oportunidades, aprendizados e conselhos que me deu em todos esses anos.*

*As minhas colegas e pessoas inspiradoras **Adriana Lunardi, Cibele Berto e Rafaella Xavier**, que participaram comigo da construção desse projeto, execução e análise em todas as etapas, meu eterno carinho, respeito e admiração.*

*Ao **Departamento de Pneumologia da FMUSP, Grupo de Doenças Obstrutivas**, que contribuíram com inúmeras discussões para melhor execução dessa pesquisa, por toda honra e prazer em participar das reuniões com vocês, esse aprendizado não tem preço, serei eternamente grato por isso.*

*Ao **Grupo Liffe (Laboratório de Investigação em Fisioterapia e Fisiologia do Exercício)**, ao qual faço parte há 4 anos, que me proporcionaram um ambiente rico em discussões, aprendizados e conselhos, que me ajudaram e ajudam muito na minha formação acadêmica.*

*Aos **Professores Marcelo de Brito Passos Amato, João Marcos Salge, Henrique Moriya**, aos **fisioterapeutas Vinicius Torsoni, Renato Vitorasso, Marcelo Beraldo e Adriana Hirota** e as **técnicas de função pulmonar Fabiane e Edilene**, que disponibilizaram o tempo de vocês para auxiliar na coleta dos dados para a execução desse projeto.*

*A **todos pacientes** que participaram dessa pesquisa, sem vocês nada disso seria possível e que confiaram e depositaram sua confiança em minha mãos.*

*Um agradecimento especial também a **Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** e ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** pelo apoio financeiro na realização desta pesquisa.*

EPÍGRAFE

“Se a educação não for provocativa, não constrói, não se cria, não se inventa, só se repete.”

Mário Sérgio Cortella

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação ou tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação: Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS E TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO1

DEFINIÇÃO.....1

PREVALÊNCIA, MORBIDADE E MORTALIDADE.....1

DIAGNÓSTICO.....3

FISIOPATOLOGIA.....3

ASSINCRONIA TORACOABDOMINAL.....5

FITA ELÁSTICA.....6

OBJETIVOS7

OBJETIVO PRIMÁRIO.....7

OBJETIVO SECUNDÁRIO.....7

CASUÍSTICA E MÉTODOS.....8

PARTICIPANTES.....8

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....8

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....8

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....8

INTERVENÇÃO.....9

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO.....11

Avaliação clínica e antropométrica.....11

Prova de função pulmonar.....11

Cinemática toracoabdominal e ventilação pulmonar.....12

Ventilação pulmonar regional.....13

Nível de atividade física.....13

Teste de Esforço Cardiopulmonar.....	17
Curva fluxo-volume no exercício.....	17
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
RESULTADOS.....	19
DISCUSSÃO.....	27
Mecânica Toracoabdominal e Ventilação Pulmonar.....	27
Teste de Esforço Cardiopulmonar e Nível de Atividade Física.....	28
Implicação Clínica e Limitação do Estudo.....	30
CONCLUSÃO.....	31
ANEXOS	32
ANEXO A.....	32
ANEXO B.....	35
ANEXO C.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delineamento do estudo.....	10
Figura 2: Fita elástica.....	11
Figura 3: Fluxograma das coletas com OEP e TIE.....	14
Figura 4: Divisão da estrutura toracoabdominal em três compartimentos utilizando OEP.....	15
Figura 5: Sistema de OEP.....	15
Figura 6: Avaliação simultânea com OEP e TIE.....	16
Figura 7: Uso do acelerômetro GT3X na cintura.....	17
Figura 8: Assincronia toracoabdominal durante exercício em isocarga: uma comparação entre tórax superior e tórax inferior sem FE e com FE.....	21
Figura 9: Assincronia toracoabdominal (<i>Phase Shift</i>) no tórax superior e tórax inferior usando FE e sem FE durante o exercício em isocarga.....	23
Figura 10: Nível de atividade física.....	24
Figura 11: Hiperinsuflação dinâmica medida pela capacidade inspiratória.....	26

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Classificação da gravidade da DPOC.....	3
Tabela 1: Caracterização dos indivíduos incluídos no estudo.....	19
Tabela 2: Dados do OEP, TIE e escala de BORG.....	22
Tabela 3: Teste de esforço cardiopulmonar em 10 indivíduos.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
ABD	Abdome
AFMV	Atividade física moderada a vigorosa
AQ	Aquecimento
ATA	Assincronia toracoabdominal
CI	Capacidade inspiratória
CPT	Capacidade pulmonar total
CRF	Capacidade residual funcional
CVF	Capacidade vital forçada
DM II	Diabetes mellitus II
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
FE	Fita elástica
GOLD	<i>Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i>
HD	Hiperinsuflação dinâmica
IMC	Índice de massa corporal
kg	Quilograma
kg/m ²	Quilograma por metro quadrado
l	Litro
min	Minuto
ml	Mililitro
NAF	Nível de atividade física
°	Graus
OEP	Pletismografia optoeletrônica
PFP	Prova de função pulmonar
PS	<i>Phase shift</i>
REP	Repouso
s	Segundo
Sem FE	Sem fita elástica
TECP	Teste de esforço cardiopulmonar
TI	Tórax inferior
TIE	Tomografia de impedância elétrica

TS	Tórax superior
V	Visita
VC	Volume corrente
VEF ₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VM	Volume minuto
VO ₂	Consumo de oxigênio
VR	Volume residual
VRE	Volume de reserva expiratório
w	Watt

RESUMO

Pinto, TF. *Efeitos da fita elástica na mecânica toracoabdominal, dispneia e nível de atividade física e capacidade de exercício de pacientes com DPOC* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2019.

Introdução: Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) grave e muito grave apresentam assincronia toracoabdominal (ATA) que reduz a eficiência ventilatória e a capacidade de exercício. Apesar disso, nenhuma intervenção terapêutica se concentrou no ATA. Avaliar o efeito da fita elástica (FE) na mecânica toracoabdominal, dispnéia, capacidade de exercício e nível de atividade física em pacientes com DPOC grave e muito grave. **Métodos:** Este estudo cruzado randomizado incluiu 10 homens, não obesos com DPOC grave e muito grave. A FE foi colocada na parede torácica e no abdome. Após a randomização, os pacientes foram avaliados em duas visitas, com sete dias de intervalo. Na visita 1, os pacientes realizaram, simultaneamente, pletismografia optoeletrônica e tomografia de impedância elétrica em repouso e durante teste de carga constante. Na visita 2, os pacientes realizaram um teste de esforço cardiopulmonar (CPET, 10W/min). Entre as visitas 1 e 2, os pacientes usaram um acelerômetro triaxial. Todos os testes foram repetidos com e sem FE. **Resultados:** Durante o esforço em isocarga, os pacientes com FE apresentaram menor volume corrente (VC) e volume minuto (VM) ($p=0,01$) e redução da ATA ($p=0,02$) e dispneia ($p=0,04$). Durante o CPET, os pacientes com DPOC com FE apresentaram aumento no VO_2 (em l/min e em ml/kg/min; $p=0,01$), na duração do teste ($p=0,009$) e na carga máxima ($p=0,03$). Os pacientes também aumentaram o tempo em atividade moderada e vigorosa usando FE ($p=0,009$). **Conclusão:** A FE reduz ATA e dispnéia e aumenta a capacidade e o tempo de exercício em atividade moderada e vigorosa em pacientes com DPOC grave e muito grave.

Descritores: Doença pulmonar obstrutiva crônica; Pletismografia; Dispneia; Atividade motora; Teste de esforço.

ABSTRACT

Pinto TF. *Effects of the elastic tape on thoracoabdominal mechanics, dyspnea, exercise capacity and physical activity level in individuals with COPD* [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2019.

Introduction: Severe and very severe Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients present thoracoabdominal asynchrony (TAA) that reduces ventilatory efficiency and exercise capacity. Despite that, no therapeutic intervention has focused on TAA. To evaluate the effect of elastic tape (ET) on thoracoabdominal mechanics, dyspnea, exercise capacity and physical activity level in severe and very severe COPD patients. **Methods:** This randomized crossover study included 10 males, non-obese with severe and very severe COPD. The ET was placed in the chest wall and abdomen. After randomization, patients were evaluated in 2 visits, 7 day apart. Visit 1, patients performed simultaneously optoelectronic plethysmography and electrical impedance tomography at rest and during constant load test. Visit 2, patients performed a cardiopulmonary exercise test (CPET, 10W/min). Between visit 1 and 2, patients used a triaxial accelerometer. All tests were repeated with and without ET. **Results:** During constant isoload exercise, patients with ET presented lower tidal volume and minute volume (MV) ($p=0.01$) and reduced TAA ($p=0.02$) and dyspnea ($p=0.04$). A moderate linear correlation was observed between the TAA and in the MV, in the isoload exercise ($r=0.67$; $p=0.03$). During CPET, COPD patients with ET presented an increase in the VO_2 (in l/min and in ml/kg/min; $p=0.01$), in the test duration ($p=0.009$) and in the maximum load ($p=0.03$). Patient also, patients increased time in moderate and vigorous activity using ET ($p=0.009$). **Conclusion:** ET reduces TAA and dyspnea and increases exercise capacity and time in moderate and vigorous activity in patients with severe and very severe COPD.

Descriptors: Pulmonary disease, chronic obstructive; Plethysmography; Dyspnea; Physical activity; Exercise test.

INTRODUÇÃO

DEFINIÇÃO

A Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença evitável e tratável, com limitação persistente e progressiva do fluxo de ar, e está associada a uma resposta inflamatória crônica nas vias aéreas e dos alvéolos¹. Indivíduos com DPOC apresentam diminuição do recuo elástico e os pulmões perdem a tendência intrínseca de desinflar^{2,3}. Portanto, em vez de ter um movimento coordenado entre os compartimentos toracoabdominais durante o ciclo respiratório, a caixa torácica e o abdome se movem de maneira descoordenada, denominada assincronia toracoabdominal (ATA)⁴⁻⁶.

PREVALÊNCIA, MORBIDADE E MORTALIDADE

A DPOC é atualmente a quarta principal causa de morte no mundo, a maioria das informações disponíveis sobre a prevalência da DPOC, morbidade e mortalidade vem de países desenvolvidos. Mesmo nesses países, dados epidemiológicos precisos sobre a DPOC são difíceis e caros de se coletar. Os dados de prevalência e morbidade subestimam enormemente o impacto total da DPOC, pois a doença, geralmente, não é diagnosticada até que esteja clinicamente aparente e moderadamente avançada, isso se dá pelos diferentes métodos de avaliação e critérios diagnósticos¹. Embora os bancos de dados da DPOC para dados de morbidades não são facilmente disponibilizados e geralmente menos fiéis do que os bancos de dados de mortalidade, os dados disponíveis indicam que a morbidade devido à DPOC aumenta com a idade e pode ser afetada por outras comorbidades crônicas como doença cardiovascular, musculoesquelético e diabetes melittus tipo II (DM II) que estão relacionados com DPOC e pode ter impacto sobre a qualidade de vida desses pacientes^{7,8}. Se considerarmos dados do Estudo PLATINO

realizado pela ALAT (Associação Latino-Americana de Tórax), na cidade de São Paulo, a prevalência da DPOC varia de 6 a 15,8% da população com idade igual ou superior a 40 anos e aumenta consideravelmente com a idade, principalmente em indivíduos com mais de 60 anos, com maior prevalência em homens do que em mulheres, que contrasta com os dados obtidos em cidades europeias e apenas 12,5% das pessoas que foram diagnosticadas através da espirometria tinham um diagnóstico clínico estabelecido^{9,10}.

Os dados de mortalidade também subestimam a DPOC como causa da morte, porque a doença é mais provável de ser citada como um agravante do que como causa básica de morte^{11,12}. A *Global Burden of Disease Study*¹³ estimou a fração de mortalidade e incapacidade atribuível às principais doenças e lesões usando uma medida composta da carga de cada problema de saúde, o ano de vida ajustado por incapacidade (*DALY*, que representa a soma dos anos perdidos por causa de mortalidade prematura e anos de vida vividos com incapacidade, ajustado para a gravidade da deficiência). Segundo as projeções, a DPOC será a quinta causa principal de *DALY*'s perdidos em todo o mundo em 2020 (em 1990, foi classificada à décima segunda), atrás da doença cardíaca isquêmica, depressão, acidentes de trânsito e doenças cerebrovasculares¹. Dados mais recentes da *Global Burden of Disease Study* mostram que a DPOC, que ficou em sexto lugar como causa de morte em 1990, vai se tornar a terceira maior causa de morte no mundo até 2020; e em 2030 será a quarta principal causa de morte¹⁴. Este aumento da mortalidade é impulsionado principalmente pelo tabagismo, redução da mortalidade por outras causas comuns de morte (por exemplo, doença cardíaca isquêmica, doenças infecciosas), e envelhecimento da população mundial¹.

DIAGNÓSTICO

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease GOLD¹⁵ determina que o diagnóstico deve ser considerado a partir da presença dos sintomas (tosse crônica, produção de secreção, dispneia), exposição aos fatores de risco e a realização da espirometria. A iniciativa GOLD (2001) estabeleceu a espirometria como ferramenta essencial para o diagnóstico e classificação da gravidade e progressão (Quadro 1).

Quadro 1: Classificação da gravidade da DPOC

GOLD 1 – leve	VEF ₁ /CVF <0,7 e VEF ₁ ≥ 80% do previsto
GOLD 2 – moderada	VEF ₁ /CVF <0,7 e VEF ₁ < 80% e ≥ 50% do previsto
GOLD 3 – grave	VEF ₁ /CVF <0,7 e VEF ₁ < 50% e ≥ 30% do previsto
GOLD 4 – muito grave	VEF ₁ /CVF <0,7 e VEF ₁ < 30% do previsto

Legenda: adaptado de GOLD, 2020¹⁵. VEF₁= volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF= capacidade vital forçada.

O GOLD 2020 relata também a necessidade de uma avaliação mais detalhada caso haja disparidade entre o nível de limitação do fluxo e a dos sintomas percebidos, pois esses sintomas podem estar superestimados, dentre outros fatores, pela redução do nível de atividade física (NAF)¹⁵.

FISIOPATOLOGIA

A fisiopatologia da DPOC é complexa e multifatorial; no pulmão enfisematoso, as taxas do fluxo expiratório estão diminuídas em todos os volumes pulmonares pela limitação ao fluxo expiratório causada pelo estreitamento das vias aéreas periféricas e diminuição do recolhimento elástico. A redução numérica das fibras elásticas prejudica o retorno elástico do pulmão e reduz a pressão motriz para o fluxo expiratório, ocasionando

o acúmulo de ar nos espaços aéreos e aumentando o volume residual (VR). À medida que a doença avança, a hiperinsuflação progressiva aumenta a capacidade pulmonar total (CPT). O aumento dos volumes pulmonares estáticos prejudica a troca gasosa e leva à dispneia¹⁶.

O aprisionamento aéreo, característico de algumas doenças respiratórias crônicas como a DPOC, aumenta o volume pulmonar expiratório final, que passa a estar em nível acima do volume de relaxamento estático em condições normais, deslocando a curva de fluxo-volume gradativamente para mais perto da CPT¹⁷. As alterações estruturais levam ao desequilíbrio da mecânica ventilatória e movimentos anormais da respiração toracoabdominal, pois as forças entre os pulmões (recolhimento elástico) e a caixa torácica (expansão do tórax) encontram-se alteradas pela complacência aumentada. O volume pulmonar expiratório final encontra-se aumentado pela incapacidade de esvaziar os pulmões ao término da expiração (hiperinsuflação pulmonar estática), fazendo com que a capacidade de esvaziar os pulmões dependa de maior tempo disponível para a expiração a cada respiração¹⁸.

Os músculos respiratórios demonstram mecanismos adaptativos, como o encurtamento do diafragma, que passa a ficar retificado pela maior pressão intrapulmonar. Há o aumento do raio (r) de curvatura e a necessidade de gerar maior tensão para gerar pressão transpulmonar suficiente para o volume corrente (VC). Além disso a hiperinsuflação dinâmica (HD) prejudica a alteração de volume necessária para gerar o fluxo inspiratório, sendo necessário maior esforço para gerar determinada alteração de volume. Esse estado piora o longo do processo evolutivo da doença, prejudicando gradativamente a sua mobilidade e colocando-o em posição de desvantagem

mecânica, o que prejudica a contração muscular eficaz e ocasiona posteriormente fraqueza e encurtamento¹⁹.

Em situações de aumento súbito da limitação do fluxo de ar (exacerbações ou broncoespasmos) ou em que a demanda ventilatória aumenta (esforço, ansiedade ou hipoxemia), o volume pulmonar expiratório final pode aumentar temporariamente acima do valor de repouso, que já se encontra aumentado, situação denominada como HD. Essa condição pode ocorrer nas exacerbações, quando expostos ao esforço físico intenso ou gradativamente ao longo do processo evolutivo e a repercussão é a piora da dispneia e da condição clínica do indivíduo¹⁷. Durante o esforço, a HD limita a expansão do VC, aumentando a frequência respiratória e, conseqüentemente, aumenta a hiperinsuflação até que o paciente chegue ao estado de dispneia insuportável. Sabemos ainda que pacientes com maior obstrução das vias aéreas, podem apresentar a ATA, o que leva à desvantagem mecânica toracoabdominal ainda maior e ao aumento dos sintomas de dispneia e do trabalho respiratório, limitando o exercício e reduzindo o nível de atividade física (NAF)^{20,21}.

ASSINCRONIA TORACOABDOMINAL

A ATA ocorre quando a caixa torácica se retrai enquanto o abdome se expande, ou quando o abdome se retrai enquanto a caixa torácica se expande⁶, esse movimento paradoxal parece ocorrer por ações descoordenadas dos músculos respiratórios e alterações da resistência e complacência pulmonar²²⁻²³. Essas alterações levam ao aumento do trabalho respiratório que durante o exercício acaba predispondo o mesmo à fadiga muscular mais rapidamente^{23,24}.

Até o momento, o treinamento da respiração diafragmática é a única intervenção que se mostrou capaz de minimizar a ATA em indivíduos com DPOC em repouso, porém não ao esforço. Yamaguti e colaboradores (2011)²⁵ observaram que indivíduos com DPOC submetidos à programa de respiração diafragmática apresentaram redução da ATA durante respiração natural e controlada. No entanto, essa redução da ATA com a respiração diafragmática não foi observada durante o exercício. Sabemos que materiais elásticos, semelhantes ao sistema respiratório, podem se esticar, reter energia e retornar ao seu tamanho normal²⁶; isso se deve ao recuo elástico e pode auxiliar no controle da ATA.

FITA ELÁSTICA

As propriedades elásticas sofrem ação de acordo com a Lei de Hooke ($F = k * x$), onde "F" é a força da força elástica, "k" é a constante elástica e "x" é o deslocamento do material. O vetor de força elástica (F) tem a direção oposta ao vetor de deformação; isto é, sua direção é oposta à da deformação, e a força elástica é considerada uma força restauradora. Poucos estudos investigaram os efeitos clínicos dos materiais elásticos para melhorar a saúde. Krajczyk e colaboradores (2012)²⁷ mostraram redução na percepção da dor e aumento na tolerância dos esforços em indivíduos após o uso da fita elástica (FE) após colecistectomia.

Considerando que a ATA reduz a eficiência ventilatória durante o exercício e que há falta de intervenções para reduzir o ATA, hipotetizamos que o uso da FE melhora a sincronia toracoabdominal em pacientes com DPOC, reduzindo a dispneia e aumentando a capacidade de exercício e NAF.

OBJETIVOS

OBJETIVO PRIMÁRIO

Avaliar o efeito da fita elástica na mecânica toracoabdominal de pacientes com DPOC grave e muito grave.

OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Avaliar o efeito da fita elástica na redução da dispneia, aumento do nível de atividade física e capacidade de exercício de pacientes com DPOC grave e muito grave.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

PARTICIPANTES

Este é um estudo clínico aleatorizado, cruzado, com avaliações cegas, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Hospitalar (58645316.0.0000.0068) (ANEXO A). Os indivíduos com DPOC foram triados e recrutados no Ambulatório da Disciplina de Pneumologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP).

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:

Pacientes com diagnóstico de DPOC grave a muito grave de acordo com a GOLD 2016²⁸, estabilidade clínica (ou seja, sem exacerbações por pelo menos 30 dias), homens não obesos ($IMC \leq 29,9 \text{ kg/m}^2$), sem limitação musculoesquelética, não incluídos em outro protocolo de pesquisa, em programa de reabilitação pulmonar nos últimos 6 meses e após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO B).

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO:

Pacientes que apresentem descompensação do quadro clínico durante o estudo, pacientes que necessitem de internação durante o estudo.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os participantes foram avaliados em 4 visitas não consecutivas (7 dias de intervalo). Na visita 1, foram obtidos dados clínicos e antropométricos e os pacientes realizaram uma prova de função pulmonar (PFP). Depois disso, os participantes foram

designados aleatoriamente (por meio de randomização gerada por computador) por um dos investigadores que não estava envolvido nas avaliações ou no tratamento dos pacientes. A sequência de alocação foi colocada em envelopes selados e opacos correspondendo a uso da FE ou sem fita elástica (sem FE). Se o indivíduo foi randomizado para o momento FE, colocamos a FE e foram realizados os testes de avaliação na visita 1, que incluíram mecânica toracoabdominal (pletismografia optoeletrônica, OEP) e ventilação pulmonar (tomografia por impedância elétrica, TIE) em repouso e durante exercício na isocarga.

Depois disso, os indivíduos mantiveram a FE e receberam o acelerômetro triaxial (GT3X, Actigraph, EUA) para avaliar o NAF e foram instruídos a retornar após sete dias. Na visita 2 (sete dias depois), trocamos a FE por uma nova e o indivíduo realizou teste de esforço cardiopulmonar (TECP). Depois disso, a fita foi removida e o indivíduo foi solicitado a retornar após sete e catorze dias (visitas 3 e 4, respectivamente) para repetir todas as avaliações. Durante as visitas 3 e 4, os indivíduos realizaram exatamente os mesmos testes na mesma sequência das visitas 1 e 2, mas na ordem oposta da randomização anterior (Figura 1).

INTERVENÇÃO

A FE (Kinesio taping®, tex gold FP, EUA), composta por algodão e elástico, da cor da pele e impermeável, posicionada com os indivíduos relaxados e em decúbito dorsal. Em seguida, o tronco foi estendido passivamente para a aplicação da FE, que foi colocada na região toracoabdominal para reduzir a ATA e melhorar a distribuição do volume entre os compartimentos torácico e abdominal.

Figura 1: Delineamento do estudo. PFP: prova de função pulmonar; Sem FE (-----): sem fita elástica; FE (—): fita elástica; V: visita; OEP: pletismografia optoeletrônica; TIE: tomografia de impedância elétrica; TECP: teste de esforço cardiopulmonar.

Para colocação da FE foram consideradas as origens e inserções dos seguintes grupos musculares: reto abdominal, oblíquo interno e intercostal (Figura 2). A FE foi mantida no paciente por sete dias.

Figura 2: Fita elástica

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Avaliação clínica e antropométrica: Esta avaliação forneceu informações sobre o índice de massa corporal (IMC), presença de comorbidades e uso de medicamentos (ANEXO C).

Prova de função pulmonar (PFP): Espirometria e pletismografia corporal foram realizadas para avaliar volumes e capacidades pulmonares (CRF, CI, VRE, CPT, VEF₁ e CVF) de acordo com a ATS / ERS²⁹. Os volumes pulmonares previstos foram obtidos a partir dos valores estáticos brasileiros³⁰ e dos valores espirométricos³¹.

Cinemática toracoabdominal e ventilação pulmonar: foram avaliadas pelo OEP (BTS, Bioengineering, Itália) e TIE (ENLIGHT 1800, TIMPEL, Brasil), em uma sala preta, monitoradas por 8 câmeras dispostas de forma a captar imagens de toda a caixa torácica do indivíduo, em posição sentada no cicloergômetro (Ergometrics 800S; SensorMedics, Yorba Linda, CA, EUA), com os membros superiores semi fletidos e com uma abdução de aproximadamente 30 graus, segurando em dois bastões (um de cada lado), para não interferir na captação das imagens. O OEP avalia a cinemática toracoabdominal por meio de 89 marcadores retrorrefletivos com frequência de amostragem de 100 Hz³². A primeira gravação foi realizada em repouso (30 segundos); depois, o sujeito iniciou a cicloergometria sem carga por três minutos e uma segunda gravação foi realizada (30 segundos). Para essa avaliação o indivíduo foi orientado a pedalar a 60 rotações por minuto (rpm). Depois iniciamos a carga durante a cicloergometria que foi aumentada progressivamente durante os primeiros dois minutos até atingir 25% da carga de trabalho máxima prevista para o indivíduo (25% carga máxima)^{33,34} quando a terceira gravação foi realizada (30 segundos) (Figura 3). As imagens utilizando o TIE foram coletadas simultaneamente com as medidas do OEP. Após a coleta de dados, os arquivos foram salvos usando números e letras não relacionados ao nome do indivíduo ou à intervenção e foram enviados a um engenheiro que realizou a análise dos dados de maneira cega. A OEP estima o volume total da parede torácica dividido em três compartimentos: tórax superior (TS) e tórax inferior (TI) e abdome (ABD) (Figura 4 e 5). O VC representa a soma dos volumes dos três compartimentos descritos acima. O método do OEP para estimar os volumes da parede torácica já foi descrito^{4,35}. A assincronia toracoabdominal (ATA) foi quantificada em repouso e durante o exercício em isocarga. Os sinais de volume dos compartimentos

toracoabdominais foram filtrados em uma etapa após o processamento dos dados usando o software MATLAB (The Mathworks, EUA) e quantificada em dois momentos distintos, em repouso e durante o exercício com 25% da carga máxima, seguindo um método previamente descrito^{36,37}. Os sinais de volume foram utilizados para avaliar a assincronia entre os compartimentos da parede torácica³⁸. O método de *Phase shift* (PS) foi usado para avaliar o ATA entre TS, TI e ABD. O PS é baseado em um movimento paradoxal e representa a porcentagem do ciclo respiratório em que os compartimentos estavam se movendo em direções opostas durante cada ciclo respiratório. O PS foi calculado como a razão entre a diferença de tempo entre dois compartimentos movendo-se em direções opostas em relação ao tempo total do ciclo respiratório e representada em graus de 0 ° a 180 °³⁹.

Ventilação pulmonar regional: avaliada pela TIE, uma técnica de imagem não invasiva e sem radiação. Cada paciente foi submetido à análise utilizando o equipamento ENLIGHT 1800 (TIMPEL, São Paulo, Brasil), que possui uma cinta com 32 eletrodos e gera 50 imagens por segundo. Imagens para avaliação da ventilação pulmonar regional foram coletadas por sete minutos, concomitantemente ao OEP (Figura 6A e 6B). Após a coleta de dados os arquivos foram salvos usando números e nomes não relacionados ao nome ou à intervenção de um indivíduo e enviados a um engenheiro que executou a análise de dados de maneira cega.

Nível de atividade física (NAF): foi quantificado usando um acelerômetro triaxial (GT3X, Actigraph, EUA). O equipamento foi colocado na cintura do indivíduo, o qual foi aconselhado a usá-lo por sete dias e retirá-lo apenas para dormir e tomar banho. Foram instruídos a manter seus hábitos de vida. Usamos para avaliar o NAF cinco dias completos de monitoramento, sendo três dias da semana e dois dias de final de semana.

Sem FE – sem fita elástica

FE – fita elástica

OEP – pletismografia optoeletrônica

TIE – tomografia de impedância elétrica

Figura 3: Fluxograma das coletas com OEP e TIE. Cada avaliação gerou três coletas com OEP e TIE: em repouso (1), com o paciente pedalando sem carga (2) e com carga (3).

Figura 4: Divisão da estrutura toracoabdominal em três compartimentos utilizando OEP⁴.

Figura 5: Sistema de OEP. Estação de trabalho contendo o software que faz as análises.

Figura 6: Avaliação simultânea com OEP e TIE.

Foram excluídos o tempo de contagem zero (considerado como período em que o indivíduo não utilizou o acelerômetro) ou dias com menos de 10 horas do dispositivo em uso⁴⁰. Os resultados foram expressos em porcentagem de comportamento sedentário e tempo em atividade física moderada a vigorosa (AFMV) (Figura 7).

Figura 7: Uso do acelerômetro triaxial na cintura.

Teste de esforço cardiopulmonar (TECP): foi realizado em cicloergômetro elétrico com protocolo limitado por sintomas de rampa, incremental, composto por 2 minutos de descanso, 2 minutos de aquecimento (cicloergometria sem carga) e um período de carga incremental (10W/min)⁴¹, conforme recomendado pelas diretrizes da *American Thoracic Society / American College of Chest Physicians (ATS / ACCP)*⁴². Os valores previstos do TECP foram obtidos com base na população brasileira⁴³.

Curva fluxo-volume durante o exercício: Os indivíduos também foram solicitados a realizar a manobra para capacidade inspiratória (CI) a cada 2 minutos (do repouso ao pico do exercício) para quantificar a hiperinsuflação dinâmica (HD). A CI basal foi obtida em manobras que foram realizadas imediatamente antes do TECP. Foram obtidas três manobras aceitáveis da CI, e o melhor valor de CI foi considerado basal, como descrito anteriormente^{29,44}. Um intervalo ≥ 2 minutos foi permitido entre as manobras e foi

necessário um mínimo de quatro respirações estáveis antes de cada manobra de CI. Supondo que a capacidade pulmonar total (CPT) permanecesse constante durante o exercício, foram utilizadas variações de $CI \geq 10\%$ do basal para estabelecer a HD^{45,46}.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O software GraphPad Prisma 5.0 foi utilizado para as análises estatísticas. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as comparações dos dados de ventilação e ATA por OEP, a ventilação pulmonar pelo TIE, a capacidade de exercício pelo TECP, NAF e comportamento sedentário pelo acelerômetro, foi utilizado o teste de Wilcoxon ou teste t pareado de acordo com a normalidade dos dados. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

RESULTADOS

Participantes: Foram avaliados e incluídos dez indivíduos com DPOC. Todos eram classificados com DPOC grave a muito grave, baixo condicionamento físico e que passavam a maior parte do tempo inativos (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos 10 indivíduos incluídos no estudo.

Variáveis	Indivíduos com DPOC
Dados antropométricos	
Nº de indivíduos (masculino)	10
Idade (anos)	66,1 ($\pm 6,9$)
Altura (cm)	170 ($\pm 7,0$)
IMC (kg/m^2)	22,9 ($\pm 3,0$)
Classificação GOLD	
III /IV	8/2
Prova de função pulmonar (% predito)	
VEF ₁	40,5 ($\pm 11,9$)
CVF	77,6 ($\pm 14,4$)
VEF ₁ / CVF	52,4 ($\pm 14,3$)
VR	153,7 ($\pm 44,9$)
CPT	108,5 ($\pm 17,2$)
VR / CPT	145,1 ($\pm 35,5$)
CRF	51,9 ($\pm 29,7$)
CI	64,7 ($\pm 16,2$)
Comportamento sedentário (%)	
Inatividade física	81 ($\pm 0,1$)
Capacidade Física	
VO ₂ (% predito)	56,2($\pm 14,5$)
(ml/kg/min)	14,9($\pm 5,7$)

Legenda: dados apresentados em média ($\pm$ desvio padrão), exceto (sexo e GOLD). IMC: índice de massa corporal; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF:

capacidade vital forçada; GOLD: Global Initiative for chronic obstructive pulmonary disease; VR: volume residual; CPT: capacidade pulmonar total; CRF: capacidade residual funcional; CI: capacidade inspiratória; VO_2 : consumo de oxigênio; l: litros; min: minutos; kg: quilogramas; ml: mililitros.

Mecânica toracoabdominal e ventilação pulmonar: Foram realizadas em repouso e durante o teste de esforço em isocarga. Em repouso, não foi observada diferença entre indivíduos no momento com FE ou sem FE. Entretanto, durante o teste de esforço em isocarga houve diminuição de 27% no VC avaliado pelo OEP e de 41% no VC avaliado pela TIE (Tabela 2; $p < 0,05$), no momento que estavam com a FE. A diminuição do VC ocorreu principalmente nos compartimentos TI e ABD. Também foi observada redução da ATA entre o TS e TI (Figura 8) (Tabela 2; $p < 0,05$), dos 10 indivíduos avaliados, 9 apresentaram diminuição da ATA no momento em que estavam com a FE (Figura 9). Enquanto estavam utilizando o FE, os indivíduos apresentaram redução de 10 litros (25%) no volume minuto (VM) durante o exercício em isocarga; no entanto, não foram observadas alterações significativas na contribuição dos compartimentos toracoabdominais (em %) e frequência respiratória (Tabela 2; $p < 0,02$). Também relataram menos dispneia no momento FE durante o exercício, sem diferença na percepção de fadiga nas pernas (Escala de Borg) (Tabela 2). Não foi observada diferença na capacidade residual funcional (CRF) durante o teste de esforço em isocarga entre indivíduos no momento com FE ou sem FE (Tabela 2; $p > 0,05$).

Nível de atividade física: Os momentos com FE mostraram aumento no tempo gasto, aproximadamente 30 minutos por dia, em AFMV e diminuição do tempo gasto em comportamento sedentário e inatividade física em comparação aos momentos sem FE ($70,1 \pm 78,4$ versus $103,6 \pm 80,1$ min/dia e $80,2 \pm 8,7\%$ versus $76,0 \pm 10,3\%$, respectivamente;; Figuras 10A e 10B; $p < 0,05$).

Figura 8: Assincronia toracoabdominal durante um exercício em isocarga: uma comparação entre sem FE e FE. Os dados são apresentados em média e desvio padrão. ATA medida pelo *phase shift* de um indivíduo sem FE e com FE durante o exercício em isocarga. Sem FE: sem fita elástica; FE: fita elástica; l: litro; s: segundo.

Tabela 2. Dados do OEP, TIE e escala de BORG de 10 indivíduos.

Variáveis	Repouso		P- valor	Durante isocarga		P- valor
	Sem FE	FE		Sem FE	FE	
OEP						
VC (l)	0,6(0,2)	0,5(0,2)	0,2	1,4(0,5)	1,0(0,3)*	0,006
VC,TS (l)	0,1(0,1)	0,1(0,1)	0,7	0,1(0,1)	0,2(0,1)	0,5
VC,TI (l)	0,1(0,0)	0,0(0,0)	0,2	0,1(0,1)	0,1(0,1)	0,1
VC,ABD (l)	0,4 (0,1)	0,3(0,1)	0,2	1,1(0,0)	0,8(0,3)*	0,04
FR (rpm)	19(5)	19(6)	0,1	28(4)	28(4)	0,6
VM (l)	11,3 (2,3)	11,0(3,2)	0,8	41,6(14,1)	31,6(11,3)*	0,02
Assincronia (graus)						
TS x TI	0,4(3,4)	2,8(6,5)	0,5	15,1(23,7)	8,6(20,1)*	0,02
TS x ABD	-17,9(12,3)	-16,2(15,0)	0,8	-4,0(25,5)	-14,7(23,0)	0,2
TI x ABD	18,1(12,2)	18,8(12,4)	0,9	20,2(10,9)	23,4(25,0)	0,7
TIE						
VC (l)	0,6(0,2)	0,5(0,2)	0,4	1,4(0,4)	0,8(0,3)*	0,002
Variação da CRF (%)	-	-	-	30,8(300)	51,7(247)	0,4
Escala de BORG						
Dispneia	0,5(0,4)	0,2(0,3)	0,1	4,1(2,5)	3,4(2,0)*	0,04
Fadiga	0,3(0,4)	0,1(0,2)	0,1	3,4(2,0)	3,3(1,8)	0,1

Legenda: Dados apresentados em média ($\pm$ desvio padrão). VC: volume corrente; TS: tórax superior; TI: tórax inferior; ABD: abdome; FR: frequência respiratória; VM: volume minuto; l: litros; rpm: repetições por minuto; CRF: capacidade residual funcional; FE: fita elástica; Sem FE: sem fita elástica. *P<0.05 comparação sem FE vs FE (teste t ou teste Mann-Whitney dependendo da normalidade dos dados).

Teste de esforço cardiopulmonar: Os indivíduos no momento com FE apresentaram aumento de 15% na VM em repouso (Tabela 3; $p < 0,05$), mas nenhuma diferença foi observada nas demais variáveis. No pico do teste foram observados aumentos no VO_2 pico e na carga de trabalho quando os indivíduos estavam em uso da

FE em comparação aos momentos que não usavam a FE (22% e 7%, respectivamente; Tabela 3; $p < 0,01$).

Figura 9: Assincronia toracoabdominal (*phase shift*) no tórax superior e inferior usando FE e sem FE durante exercício em isocarga, paciente por paciente. TS= tórax superior; TI= tórax inferior; °= graus; FE: fita elástica; Sem FE: sem fita elástica; ATA= assincronia toracoabdominal.

Também foi observado aumento de, aproximadamente, um minuto na duração do TECP, no momento em que estavam com a FE. No entanto, nenhuma alteração foi observada na capacidade inspiratória (CI) durante o TECP (Figuras 11A e 11B).

Figura 10: Nível de atividade física. Os dados são apresentados por média e desvio padrão. Os dados foram obtidos pelo acelerômetro (Sem FE: barra branca; FE: barra preta). A: Atividade física moderada e vigorosa em minutos/dia e B: Comportamento sedentário, em relação ao tempo total em atividade física, em porcentagem. *A: $p = 0,01$ e B: $p = 0,02$ comparando grupo sem fita elástica versus fita elástica (teste t pareado ou teste de Wilcoxon, dependendo da normalidade dos dados). AFMV: atividade física moderada e vigorosa; FE: fita elástica; Sem FE: sem fita elástica; %: porcentagem.

Tabela 3. Teste de esforço cardiopulmonar em 10 indivíduos.

Variáveis	Sem FE	FE	P-valor
Durante aquecimento			
VO ₂ (l/min)	448,1(±67,0)	455(±89,3)	0,84
(ml/kg/min)	6,9(±1,4)	7,8(±1,8)	0,06
Volume corrente (ml)	679,0(±160,0)	697,0(±197,0)	0,73
Volume minuto (l)	11,7(±3,5)	13,5(±3,2)*	0,01
Escala de Borg (dispneia)	0,5(±0,4)	0,2(±0,3)	0,87
Escala de Borg (fadiga)	0,3(±0,4)	0,1(±0,2)	0,85
Pico do teste			
VO ₂ (l/min)	622,2(±304,4)	764,5(±294,6)*	0,006
(ml/kg/min)	14,9(±5,8)	16,8(±4,9)*	0,01
Tempo de teste (s)	411,0(±91,1)	472,0(±70,8)*	0,009
Watts (W)	58,9(±17,1)	62,9(±15,8)*	0,03
Volume corrente (ml)	1188,0(±300,0)	1299,0(±327,0)	0,07
Volume minuto (l)	44,3(±12,6)	47,3(±14,0)	0,06
Escala de Borg (dispneia)	4,1(±2,5)	3,4(±2,0)	0,29
Escala de Borg (fadiga)	3,3(±2,0)	3,2(±1,7)	0,97

Legenda: Dados apresentados em média (± desvio padrão). s: segundos; VO₂: consumo de oxigênio; l: litros; min: minutos; kg: kilograma; ml: mililitros; FE: fita elástica; Sem FE: sem fita elástica. *P<0.05 comparação sem fita FE vs FE (teste t ou teste Mann-Whitney, dependendo da normalidade dos dados).

Figura 11: Hiperinsuflação dinâmica medida pela capacidade inspiratória. Os dados são apresentados como média. A curva fluxo-volume foi avaliada em repouso, durante o aquecimento e a cada 2 minutos até o final do teste. A-B: Capacidade inspiratória (sem FE: ●; FE: ■). Rep: repouso; Aq: aquecimento; l: litros; %: porcentagem; Sem FE: sem fita elástica; FE: fita elástica.

DISCUSSÃO

O presente estudo mostra que o uso da fita elástica (FE) na parede torácica reduz a assincronia toracoabdominal (ATA), a necessidade ventilatória e os sintomas de dispneia durante o exercício submáximo em indivíduos com DPOC grave e muito grave. A FE também aumenta o desempenho no exercício máximo, bem como o tempo em atividade moderada e vigorosa (AFMV), além de reduzir o comportamento sedentário nessa população.

MECÂNICA TORACOABDOMINAL E VENTILAÇÃO PULMONAR

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo que propõe uma intervenção com o objetivo principal de reduzir a ATA durante o exercício. Nossos resultados sugerem que a FE reduziu a necessidade de ventilação principalmente no tórax inferior (TI) e no abdome (ABD) durante o teste de esforço em isocarga em indivíduos com DPOC. Além disso, observamos que o uso da FE reduziu a ATA entre o tórax superior (TS) e TI. A melhora na sincronia toracoabdominal no TI é sustentada por estudos anteriores, que sugerem que o TI tem um papel importante na sincronização do TS e do ABD em indivíduos com DPOC³⁹.

Observamos que nove dentre os dez indivíduos apresentaram redução na ATA (Figura 5). A melhora da sincronia toracoabdominal parece ter reduzido a necessidade ventilatória durante o exercício submáximo e, consequentemente, a dispneia. Um estudo anterior investigou os efeitos de um programa de respiração diafragmática no movimento toracoabdominal e na capacidade funcional em indivíduos com DPOC²⁵. Yamaguti e colegas demonstraram melhora no compartimento abdominal e aumento na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos após a intervenção por 4 semanas de

respiração diafragmática. Em nosso estudo, a redução na ATA também foi associada ao aumento no nível de AFMV e no comportamento sedentário. Também observamos diminuição na ventilação minuto avaliada pela tomografia de impedância elétrica (TIE) ao usar a FE. É importante reforçar que este é o primeiro estudo a usar a pletismografia optoeletrônica (OEP) e TIE simultaneamente para avaliar a parede torácica e a ventilação pulmonar. Curiosamente, a redução do volume minuto (VM) avaliada pelo TIE foi ainda mais significativa do que a avaliada pelo OEP. O aumento do VM foi observado apenas com o teste de esforço cardiopulmonar (TECP), mas a duração do TECP no momento em que os indivíduos utilizavam a FE foi significativamente maior do que nos momentos em que os indivíduos estavam sem FE (Tabela 3).

TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

No presente estudo, indivíduos com DPOC grave e muito grave quando estavam em uso da FE apresentaram aumento de 40% no VO_2 (l / min), o que parece bastante representativo, pois é maior que o descrito por Casaburi et al (1997), que foi 14%⁴⁷. O aumento do TECP, de 60 segundos, quando o indivíduo estava em uso da FE foi menor que a duração do teste de resistência ao ciclo após um programa de reabilitação pulmonar (RP) (105 s) em indivíduos com DPOC⁴⁸. Essas diferenças devem ser esperadas, porque a RP é uma intervenção muito mais longa, com o objetivo de melhorar a aptidão física, completamente diferente da intervenção pontual proposta em nosso estudo. No entanto, mesmo as intervenções não sendo comparáveis, nossos resultados parecem ainda mais relevantes por causa do baixo custo e porque os resultados foram observados imediatamente após a colocação da fita na parede torácica do paciente.

Em nosso estudo, a FE reduziu o ATA durante o teste de esforço em isocarga, mas

não teve nenhum efeito na hiperinsuflação dinâmica (HD) durante o teste de exercício máximo. Estudos anteriores sugeriram que a HD está associada a ATA^{4,49}; no entanto, essa associação não foi observada em nosso estudo, provavelmente porque as avaliações não foram realizadas simultaneamente. Vários fatores têm sido associados à HD durante o exercício, como aumento da demanda ventilatória (por exemplo, atividade física, hiperventilação, ataques de ansiedade/pânico e hipoxemia transitória) ou agravamento repentino de uma limitação do fluxo expiratório (por exemplo, exacerbação ou broncoespasmo)^{49,50}. Embora nossos resultados tenham mostrado que a FE reduziu a demanda ventilatória durante o teste de esforço submáximo, isso não ocorreu durante o teste de esforço máximo e os indivíduos apresentaram VM ainda maior durante o teste de esforço submáximo. Em nossa opinião, isso pode explicar o fato de que a HD foi semelhante nos dois momentos com e sem FE durante o CPET. Durante as atividades da vida diária, os indivíduos realizam esforços submáximos, que podem ser favorecidos pela FE. No entanto, o efeito da FE no teste submáximo ainda precisa ser investigado.

Indivíduos com DPOC apresentam baixos níveis de atividade física (NAF) em comparação com a população em geral⁵¹, o que tem sido associado a maior mortalidade e aumento do risco de exacerbação^{52,53}. Assim, estratégias para aumentar o NAF nessa população são importantes. Mostramos que os indivíduos com FE passaram mais tempo em AFMV e diminuíram seu tempo em comportamento sedentário. Até onde sabemos, poucas intervenções têm demonstrado melhoras no NAF e redução no sedentarismo em pacientes com DPOC. Por exemplo, a administração de broncodilatadores e a oxigenoterapia ambulatorial, reconhecidas por melhorar a tolerância ao exercício, falharam em demonstrar aumentos significativos nos níveis de atividade física⁵⁴. Juntos, esses resultados demonstraram que a FE melhorou o tempo em AFMV.

IMPLICAÇÃO CLÍNICA E LIMITAÇÃO DE ESTUDO

Nossos resultados sugerem que a FE pode ser usada como uma nova ferramenta terapêutica para reduzir a ATA e melhorar a NAF em indivíduos com DPOC grave e muito grave. Este é o primeiro estudo a demonstrar esses benefícios e é importante reforçar que nenhum dos indivíduos relatou efeitos adversos. Nosso estudo tem algumas limitações. Primeiro, avaliamos um número reduzido de pacientes; por outro lado, este estudo teve como objetivo realizar uma análise fisiológica e inovamos avaliando a mecânica toracoabdominal e a ventilação pulmonar simultaneamente. Isso foi importante para que pudéssemos avaliar de forma precisa, de como a FE poderia modificar a mecânica da parede torácica. Segundo, incluímos apenas homens não obesos, isso reduz a validação externa de nossos resultados. No entanto, nosso objetivo foi minimizar o viés, evitamos a inclusão de mulheres devido ao tecido mamário e a de indivíduos obesos devido ao efeito protetor da obesidade na mecânica respiratória de pacientes com DPOC⁵⁵.

CONCLUSÃO

A FE reduz a assincronia toracoabdominal, a ventilação e a dispneia durante o exercício de maneira aguda. Além disto, também reduz o comportamento sedentário e aumenta a atividade física moderada e vigorosa e o VO_2 pico em indivíduos com DPOC grave e muito grave. No entanto, outros estudos são necessários para confirmar os efeitos a longo prazo da FE.

ANEXOS

ANEXO A – Aprovação do comitê de ética e pesquisa

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA USP - HCFMUSP
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP										
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA										
Título da Pesquisa: Efeito da fita elástica na mecânica toracoabdominal, dispneia e nível de atividade física de pacientes com DPOC: um estudo exploratório.										
Pesquisador: Celso Ricardo Fernandes de Carvalho										
Área Temática:										
Versão: 1										
CAAE: 58645316.0.0000.0068										
Instituição Proponente: HOSPITAL DAS CLINICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA U S P										
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio										
DADOS DO PARECER										
Número do Parecer: 1.729.779										
Apresentação do Projeto:										
Trata-se de projeto de mestrado, voltado ao estudo da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) na qual a fita elástica adesiva vem sendo usada em larga escala principalmente na área esportiva, porém ainda sem evidência científica que ofereça subsídios ao uso dessa intervenção terapêutica.										
Objetivo da Pesquisa:										
Avaliar o efeito da fita elástica na mecânica toracoabdominal, dispneia e nível de atividade física diária de pacientes com DPOC graves e muito graves.										
Avaliação dos Riscos e Benefícios:										
Risco mínimo, devidamente assinalado no TCLE.										
Espera-se que o estudo possa contribuir para minimizar os efeitos da dispneia e aumentar a qualidade de vida em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.										
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:										
Estudo longitudinal de intervenção aleatorizado com desenho cross-over.										
Vinte pacientes DPOC serão recrutados. As avaliações serão realizadas em 2 dias não consecutivos sendo que, no 1º dia será realizada a avaliação clínica, pletismografia optoeletrônica (OEP) e a tomografia por impedância elétrica (TIE), no repouso e no exercício. Em seguida, será aleatorizada										
<table border="0"> <tr> <td>Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bairro: Cerqueira Cesar</td> <td>CEP: 05.403-010</td> </tr> <tr> <td>UF: SP</td> <td>Município: SAO PAULO</td> </tr> <tr> <td>Telefone: (11)2661-7585</td> <td>Fax: (11)2661-7585 E-mail: cappelq.adm@hc.fm.usp.br</td> </tr> </table>			Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar		Bairro: Cerqueira Cesar	CEP: 05.403-010	UF: SP	Município: SAO PAULO	Telefone: (11)2661-7585	Fax: (11)2661-7585 E-mail: cappelq.adm@hc.fm.usp.br
Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar										
Bairro: Cerqueira Cesar	CEP: 05.403-010									
UF: SP	Município: SAO PAULO									
Telefone: (11)2661-7585	Fax: (11)2661-7585 E-mail: cappelq.adm@hc.fm.usp.br

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA
FACULDADE DE MEDICINA DA
USP - HCFMUSP

Continuação do Parecer: 1.729.779

(sorteio) a colocação da fita elástica adesiva ou da fita, ambas cor da pele. Após intervalo de 30 minutos, será colocada a fita sorteada e repetida a mesma avaliação com OEP e TIE. Ao final das avaliações, o paciente receberá o acelerômetro marca Actigraph, sendo orientado a utilizar pelo período de 5 dias, e o diário de atividades e sintomas, sendo orientado a preencher diariamente. Após os 5 dias, os pacientes deverão retornar para retirada da fita e devolução do acelerômetro e diário. Será realizado um intervalo de 9 dias (wash out), após o qual, cada paciente deverá retornar para colocação da fita elástica adesiva ou da fita micropore, conforme aleatorização prévia, sendo realizadas as mesmas avaliações descritas anteriormente, antes e após a colocação da fita, entrega do acelerômetro e diário, com retorno do paciente após 5 dias, para retirada da fita e devolução do acelerômetro e do diário.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos e Termos apresentados de forma adequada.

Recomendações:

Sem recomendações adicionais.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_760587.pdf	11/08/2016 15:04:34		Aceito
Outros	Anexo_II_cappesq_assinado_11_08.pdf	11/08/2016 14:59:52	Celso Ricardo Fernandes de Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_plataforma_brasil_10	11/08/2016	Celso Ricardo	Aceito

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar

Bairro: Cerqueira Cesar

CEP: 05.403-010

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)2661-7585

Fax: (11)2661-7585

E-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA
FACULDADE DE MEDICINA DA
USP - HCFMUSP

Continuação do Parecer: 1.729.779

Folha de Rosto	_08.pdf	14:55:09	Fernandes de Carvalho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_finalizado.docx	15/07/2016 16:18:35	Celso Ricardo Fernandes de Carvalho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DE_PESQUISA_pronto.docx	15/07/2016 16:16:12	Celso Ricardo Fernandes de Carvalho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 16 de Setembro de 2016

Assinado por:

ALFREDO JOSE MANSUR
(Coordenador)

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar

Bairro: Cerqueira Cesar

CEP: 05.403-010

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)2661-7585

Fax: (11)2661-7585

E-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1 - NOME: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: _____ SEXO: () M () F
DATA NASCIMENTO: ____/____/____
ENDEREÇO: _____ Nº: ____
COMPLEMENTO: _____
BAIRRO: _____ CIDADE: _____
CEP: _____ TELEFONE: (____) _____

2 - RESPONSÁVEL LEGAL: _____
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.): _____
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: _____ SEXO: () M () F
DATA NASCIMENTO: ____/____/____
ENDEREÇO: _____ Nº: ____
COMPLEMENTO: _____
BAIRRO: _____ CIDADE: _____
CEP: _____ TELEFONE: (____) _____

DADOS SOBRE A PESQUISA

- 1 – TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: Efeito da fita elástica na mecânica toracoabdominal, dispneia e nível de atividade física de pacientes com DPOC: um estudo exploratório.
- 2 – PESQUISADOR: Prof. Dr. Celso Ricardo Fernandes Carvalho
CARGO/FUNÇÃO: Professor Associado da FMUSP
INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL: 20.646
UNIDADE DO HCFMUSP: Divisão de Fisioterapia
- 3 – AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:
RISCO MÍNIMO (X) RISCO MÉDIO () RISCO BAIXO () RISCO MAIOR ()
- 4 – DURAÇÃO DA PESQUISA: 19 dias

ESCLARECIMENTO SOBRE A PESQUISA

OBJETIVOS: Este estudo irá avaliar o efeito da fita elástica adesiva na mecânica respiratória de pacientes com DPOC grave e muito grave.

EXPLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO: Ao participar deste estudo você deverá permitir que seja realizada uma entrevista de avaliação clínica para obtenção de dados de identificação e presença de doenças associadas. No 1º dia, será colocada uma fita adesiva na sua barriga e serão realizados 2 exames, antes e depois, da colocação dessa fita: a pletismografia optoeletrônica e a tomografia por impedância elétrica. A pletismografia optoeletrônica é um exame feito com a colocação de bolinhas coladas na pele do peito, da barriga e das costas para a filmagem do movimento da respiração durante o repouso e o exercício na bicicleta. A tomografia de impedância elétrica é um exame feito com a colocação de uma faixa de pano em torno da região do peito e das costas para avaliar a respiração. Esses dois exames são feitos ao mesmo tempo, demoram cerca de 30 minutos e são não-invasivos. Em seguida, o (a) senhor (a) irá pra casa com a fita na barriga e usando um aparelho pequeno e leve na cintura para avaliar o seu nível de atividade física, durante 4 dias, tirando-o apenas para tomar banho, realizar atividades na água e dormir. Junto com o aparelho, o (a) senhor (a) vai receber um diário para anotar o que fez e como se sentiu nesse período de 4 dias. No 5º dia, o (a) senhor (a) deverá voltar para retirar a fita da barriga e devolver o aparelho e o diário preenchido. Após 9 dias, o (a) senhor (a) deverá retornar para repetir tudo igual ao 1º dia: será colocada uma fita adesiva na sua barriga e serão realizados os mesmos 2 exames, antes e depois, da colocação dessa fita, em seguida, o (a) senhor (a) irá pra casa com a fita na barriga, usando o aparelho na cintura para avaliar seu nível de atividade física por 4 dias e levando o diário para preencher nesse período. Ao final, o (a) senhor (a) retornará pela última vez, para a retirada da fita da barriga, devolução do aparelho e do diário. Você poderá fazer qualquer pergunta em relação aos procedimentos e outros assuntos relacionados a esta pesquisa.

DURAÇÃO DO EXPERIMENTO: 19 dias

DESCONFORTO E RISCO: Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – DF. Os procedimentos utilizados oferecem desconfortos ou riscos mínimos a sua pessoa.

BENEFÍCIOS: Ao participar desta pesquisa você poderá sentir-se melhor na realização das atividades de vida diária. Esperamos ainda, que este estudo forneça informações importantes sobre a situação de sua saúde. No futuro, essas informações poderão ser usadas em benefício de outras pesquisas elucidando melhor este tema.

GARANTIA DE ACESSO: Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Dr. Celso Ricardo Fernandes Carvalho, que pode ser encontrado no endereço Av. Dr. Arnaldo, 455, sala 1210, CEP: 01246-903 – São Paulo-SP. Telefone: (11) 98415-3234. É um direito do participante se manter atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com a Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CAPPesq): Rua Ovídio Pires de Campos, 225 - 5º andar – prédio da Administração - Cerqueira César - São Paulo - SP - CEP: 05403-010 Tel: 2661-7585/1548/1549 E-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br

LIBERDADE DE PARTICIPAÇÃO: A sua participação é voluntária. É garantida a liberdade de recusar participação ou retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição. É seu direito manter uma cópia deste documento.

DIREITO DE CONFIDENCIALIDADE: As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente. Todos os seus dados serão mantidos em sigilo e utilizados para fins exclusivamente científicos, somente nesta pesquisa.

DESPESAS E COMPENSAÇÕES: Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames. Não há compensação financeira relacionada à sua participação, exceto seu transporte que será custeado com recursos próprios do pesquisador.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “efeito da fita elástica na mecânica toracoabdominal, dispneia e nível de atividade física de pacientes com DPOC: um estudo exploratório”. Eu discuti com o Dr. Celso Ricardo Fernandes Carvalho sobre a minha decisão em participar desse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Data:

_____/_____/_____
Assinatura do paciente/representante legal

Data:

_____/_____/_____
Assinatura da testemunha

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Data:

_____/_____/_____
Assinatura do responsável do estudo

ANEXO C – Ficha de Avaliação Inicial

Data: ____/____/____

Nome: _____

Idade: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Gênero: () Masculino () Feminino

Altura: _____

Peso: _____

IMC: _____

Profissão: _____

Telefone para contato: _____

Mora sozinho? () Sim () Não

Endereço: _____

Bairro: _____

Cidade: _____

É fumante? () Sim () Não

Idade que começou a fumar: _____ anos

Fuma: _____ cig/dia anos/maço: _____

Já foi fumante? () Sim () Não

Há quanto tempo parou de fumar? _____

Comorbidades:

Asma ou outra doença pulmonar ☐ Sim ☐ NãoArtrose/ Artrite ☐ Sim ☐ NãoDoença do coração ☐ Sim ☐ NãoPressão Alta ☐ Sim ☐ NãoDiabetes ☐ Sim ☐ NãoOsteoporose ☐ Sim ☐ NãoProblema de tireóide (qual?) ☐ Sim ☐ Não _____Problema vascular (qual?) ☐ Sim ☐ Não _____

Alergia (a quê?)	☐ Sim	☐ Não	_____
Doença cardíaca na família (qual?)	☐ Sim	☐ Não	_____
Depressão	☐ Sim	☐ Não	_____

Medicações que faz uso:

Dosagem:

Posologia:

Há quanto tempo utiliza essa medicação?

Necessitou de atendimento médico nas últimas 6 semanas devido a sua doença respiratória?

() Sim () Não

Ficou hospitalizado nas últimas 6 semanas devido a sua doença respiratória?

() Sim () Não

Assinale abaixo as 5 atividades que mais sentiu faltar de ar na última semana:

Trocar-se ()

Subir um Lance de Escadas ()

Tomar Banho ()

Caminhar ()

Comer ()

Enxugar-se ()

Lavar Louça ()

Outros ()

Lavar Roupa ()

Qual: _____

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. From the Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2018. Available from: <http://www.goldcopd.org/>. Accessed June 25, 2019.
2. Kawachi S, Fujimoto K. Efficacy of tiotropium and olodaterol combination therapy on dynamic lung hyperinflation evaluated by hyperventilation in COPD: an open-label, comparative before and after treatment study. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2019; 14(1):1167–76.
3. Hogg JC, Chu F, Utokaparch S, et al. The nature of small-airway obstruction in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*. 2004; 350(1):2645-53.
4. Aliverti A, Quaranta M, Chakrabarti B, Albuquerque AL, Calverley PM. Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. *Eur Respir J*. 2009; 33(1):49–60.
5. Golemati S, Moupagiatzis I, Athanaspoulos D, Vasilopoulo M, Roussos C, Vogiatzis I. Comparative analysis of phase difference estimation methods quantifying asynchronies between compartmental chest wall volume signals. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2009; 2871-74.
6. Agostini E, Mognoni P. Deformation of the chest wall during breathing efforts. *J Appl Physiol*. 1966; 21(1):1827-32.
7. Fukuchi Y, Nishimura M, Ichinose M, et al. COPD in Japan: the Nippon COPD Epidemiology study. *Respirology*. 2004; 9(1):458-65.
8. Schirnhofner L, Lamprecht B, Vollmer WM, et al. Results from the Burden of Obstructive Lung Disease (BOLD) Study. *Chest*. 2007; 131(1):29-36.

9. Menezes AM, Perez-Padilla R, Jardim JR, et al. Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the PLATINO study): a prevalence study. *Lancet*. 2005; 366(9500): 1875-81.
10. Halbert RG, Natoli JL, Gano A, et al. Global Burden of COPD: Systematic review and meta-analysis. *Eur Respir J*. 2006; 28(3): 523-32.
11. Pride NB, Vermeire P, Allegra L. Diagnostic labels applied to model case histories of chronic airflow obstruction: responses to a questionnaire in 11 North American and western European countries. *Eur Respir J*. 1989; 2(1):702–709.
12. Mannino DM, Brown C, Giovino GA. Obstructive lung disease deaths in the United States from 1979 through 1993: an analysis using multiple-cause mortality data. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997; 156(1): 814–818.
13. Murray CJL, Lopez AD. *The Global Burden of Disease: A Comprehensive Assessment of Mortality and Disability from Diseases, Injuries and Risk Factors in 1990 and Projected to 2020*. Harvard University Press, Cambridge, MA. 1996.
14. Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med*. 2006; 3(1):e442.
15. From the Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2020. Disponível em: <http://www.goldcopd.org/>. Acesso em: 10 de dezembro de 2019.
16. Parrilla, FJ, Morán, I, Roche-Campo, F, Mancebo, J. Ventilatory strategies in obstructive lung disease. *Semin Respir Crit Care Med*. 2014; 35(1):431-440.
17. O'Donnell, DE, Parker, CM. COPD exacerbations: Pathophysiology. *Thorax*. 2006; 61(1):354-61.
18. Thomas, M, Decramer, M, O'Donnell, DE. No room to breathe: the importance of lung hyperinflation in COPD. *Prim Care Respir J*. 2013; 22(1):101-111.

19. Alter, A, Aboussouan, LS, Mireles-Cabodevila, E. Neuromuscular weakness in chronic obstructive pulmonary disease: chest wall, diaphragm, and peripheral muscle contributions. *Curr Opin Pulm Med*. 2017; 23(2):129-138.
20. Priori R, Aliverti A, Albuquerque AL, Quaranta M, Albert P, Calverley PMA. The effect of posture on asynchronous chest wall movement in COPD. *J Appl Physiol*. 2013; 114(1):1066–75.
21. 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. *Respir Physiol Neurobiol*. 2011; 178(1):242-49.
22. Gilmartini JJ, Gibson GJ. Mechanisms of paradoxical rib cage motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*, 1986; 134(1): 683-687.
23. Musante G, Schulze A, Gerhardt T, Everett R, Claire N, Schaller P, Bancalari E. Proportional assist ventilation decreases thoracoabdominal asynchrony and chest wall distortion in preterm infants. *Pediatr Res*, 2001; 49(1):175-180.
24. Daves GM, Cooper DM, Mitchell I. The measurement of thoraco-abdominal asynchrony in infants with severe laryngotracheobronchitis. *Chest*, 1993; 103(1):1842-1848.
25. Yamaguti WP, Claudino RC, Neto AP, et al. Abdominal motion during natural breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;93(4):571–77.
26. Jaraczewska E, Long C. Kinesio Taping® in Stroke: Improving Functional Use of the Upper Extremity in Hemiplegia. *Top Stroke Rehabil*. 2006; 13(3):31–42
27. Krajczyk M, Bogacz K, Luniewski J, Szczegielniak J. The Influence of Kinesio Taping on the Effects of Physiotherapy in Patients after Laparoscopic Cholecystectomy. *The Scientific World Journal Volume*. 2012; 1-5.

28. From the Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2016. Disponível em: <http://www.goldcopd.org/>. Acessado em 22 de abril de 2019.
29. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten CP, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005; 26(2):319-38.
30. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res*. 1999; 32(6):703-17.
31. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de Referência para Espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Bras Pneumol* 1992; 18(1):10-12.
32. Paisani DM, Lunardi AC, da Silva CC, Porras DC, Tanaka C, Carvalho CR. Volume rather than flow incentive spirometry is effective in improving chest wall expansion and abdominal displacement using optoelectronic plethysmography. *Respir Care*. 2013; 58(8):1360-6.
33. Jones NL, Makrides L, Hitchcock C, Chypchar T, McCartney N. Norman standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis*. 1985; 131(5):700–8.
34. Zainuldin MR, Knoke D, Mackey DG, Luxton N, Alison JA. Prescribing cycle training intensity from the six-minute walk test for patients with COPD. *BMC Pulm Med*. 2007; 7(9):1–7.
35. Cala SJ, Kenyon CM, Ferrigno G, Carnevali P, Aliverti A, Pedotti A, Macklem PT, Rochester DF. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. *J Appl Physiol*. 1996; 81(6):2680-89.

36. Lunardi AC, Paisani DM, Silva CCBM, Cano DP, Tanaka C, Carvalho CRF. Comparison of lung expansion techniques on thoracoabdominal mechanics and incidence of pulmonary complications after upper abdominal surgery: a randomized and controlled trial. *Chest*, 2015. 148(4):1003-10.
37. Motto AL, Galiana HL, Brown KA, Kearney RE. Automated estimation of the phase between thoracic and abdominal movement signals. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2005; 52(4):614-21.
38. Konno K, Mead J. Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. *J Appl Physiol.* 1967; 22 (3):407-22.
39. Porras DC, Lunardi AC, da Silva CCBM, Paisani DM, et al. Comparison between the phase angle and phase shift parameters to assess thoracoabdominal asynchrony in COPD patients. *J Appl Physiol.* 2017; 122(1):1106-13.
40. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35(8):1381-95.
41. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Pathophysiology of disorders limiting exercise. In: *Principles of Exercise Testing and Interpretation.* L. Williams&Wilkins. 1999: 1142-95.
42. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 167(2):211-77.
43. Neder JA, Nery LE, Castelo A, Andreoni S, Lerario MC, Sachs A, Silva AC, Whipp BJ. Prediction of metabolic and cardiopulmonary responses to maximum cycle ergometry: a randomised study. *Eur Respir J.* 1999; 14(1):1304-1313.
44. Pellegrino R, Rodarte JR, Brusasco V. Assessing the reversibility of airway obstruction. *Chest* 1998; 114(1):1607–12.

45. Stubbing DG, Pengelly LD, Morse JL, Jones NL. Pulmonary mechanics during exercise in subjects with chronic airflow obstruction. *J Appl Physiol.* 1980; 49(3):511-5.
46. Ferreira PG, Freitas PD, Silva AG, Porras DC, Stelmach R, Cuckier A, Fernandes FLA, Martins MA, Carvalho CRF. Dynamic hyperinflation and exercise limitations in obese asthmatic women. *J Appl Physiol.* 2017; 123(1): 585–593.
47. Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RSY, Cooper CB. Physiologic Benefits of Exercise Training in Rehabilitation of Patients with Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* Vol. 1997; 155: 1541-51.
48. Puente-Maestu L, Palange P, Casaburi R, Laveneziana P, Maltais F, Neder JA, O'Donnell DE, Onorati P, Porszasz J, Rabinovich R, Rossiter HB, Singh S, Troosters T, Ward S. Use of exercise testing in the evaluation of interventional efficacy: an official ERS statement. *Eur Respir J.* 2016; 47(2):429-60.
49. Gilmartin JJ, Gibson GJ. Mechanisms of paradoxical rib cage motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis,* 1986; 134(1):683-87.
50. Gagnon P, Guenette JA, Langer D, Laviolette L, Mainguy V, Maltais F, Ribeiro F, Saey D. Pathogenesis of hyperinflation in chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2014; 9(1):187-201.
51. Mantoani LC, Dell'Era S, MacNee W, Rabinovich RA. Physical activity in patients with COPD: the impact of comorbidities. *Expert Rev Respir Med.* 2017; 11(9):685-98.
52. Moy ML, Danilack VA, Weston NA, Garshick E. Daily step counts in a US cohort with COPD. *Respir Med.* 2012; 106(7):962-9.
53. Durheim MT, Smith PJ, Babyak MA, Mabe SK, Martinu T, Welty-Wolf KE, et al. Six-Minute-Walk Distance and Accelerometry Predict Outcomes in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Independent of Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2011 Group. *Ann Am Thorac Soc.* 2015; 12(3):349–56.

54. American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013; 188(8):e13–e64.
55. Ora J, Laveneziana P, Wadell K, Preston M, Webb KA, O'Donnell DE. Effect of obesity on respiratory mechanics during rest and exercise in COPD. *J Appl Physiol*. 2011; 111(1):10–19.