

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS  
CURSO DE FISIOTERAPIA  
CAMPUS DE MARÍLIA**

**EFEITOS AGUDOS DO TREINO MUSCULAR RESPIRATÓRIO NO  
BATIMENTO CILIAR, NA FORÇA MUSCULAR E NA CAPACIDADE  
CARDIORRESPIRATÓRIA EM IDOSOS**

**FERNANDA FERREIRA RIBEIRO**

**Marília  
2023**

**FERNANDA FERREIRA RIBEIRO**

**EFEITOS AGUDOS DO TREINO MUSCULAR RESPIRATÓRIO NO  
BATIMENTO CILIAR, NA FORÇA MUSCULAR E NA CAPACIDADE  
CARDIORRESPIRATÓRIA EM IDOSOS**

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Conselho de Curso de  
Fisioterapia da Universidade Estadual Paulista,  
Campus de Marília, como parte das exigências  
para a obtenção do título de Fisioterapeuta**

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Ricardo Pepe  
Ambrozin**

**Marília**

**2023**

---

R484e Ribeiro, Fernanda Ferreira  
Efeitos agudos do treino muscular respiratório no batimento ciliar, na força muscular e na capacidade cardiorrespiratória em idosos / Fernanda Ferreira Ribeiro. -- Marília, 2023  
34 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Fisioterapia)  
- Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília  
Orientador: Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini

1. Treinamento Muscular Respiratório. 2. Idosos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

FERNANDA FERREIRA RIBEIRO

**EFEITOS AGUDOS DO TREINO MUSCULAR RESPIRATÓRIO NO  
BATIMENTO CILIAR, NA FORÇA MUSCULAR E NA CAPACIDADE  
CARDIORRESPIRATÓRIA EM IDOSOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Conselho de Curso de Fisioterapia da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Câmpus Marília, para obtenção do título de Fisioterapeuta.

Área de concentração: Fisioterapia Respiratória.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Alexandre Ricardo Pepe Ambrozin  
UNESP - Câmpus de Marília  
Orientador

Prof. Dr. Marcos Eduardo Scheicher  
UNESP - Câmpus de Marília

Profa. Dra. Doralice Fernanda Raquel Magalhães  
UNESP - Câmpus de Marília

Marília, 23 de janeiro de 2023

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família por todo o apoio que me deram durante esses anos de faculdade, principalmente meus pais que sempre me incentivaram a seguir o que eu queria, me dando confiança nos momentos difíceis, e à minha irmã, que me ajudou nos momentos de tensão.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para a minha formação pelos conselhos, as dicas e as ajudas e a paciência com a qual guiaram o meu aprendizado. Especialmente ao meu orientador, agradeço pela atenção, o apoio e a paciência durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, me ajudando no meu processo de aprendizado.

Agradeço aos meus colegas de classe pelo companheirismo durante todos esses anos, em especial ao meu grupo de estágio e as minhas amigas por todo o carinho e apoio emocional que me deram e por terem feito os meus dias e o meu último ano na faculdade mais divertidos.

Por fim, queria dar um agradecimento especial ao meu namorado por sempre confiar e acreditar na minha capacidade nos momentos em que eu mesma não acreditava, por me ajudar a resolver os problemas que apareciam no meio do caminho com calma e por ter sido meu porto seguro nos momentos de tensão.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E FIGURAS	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
LISTA DE UNIDADES	9
RESUMO	11
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO	13
MÉTODOS	15
RESULTADOS	18
DISCUSSÃO	20
CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	23
ANEXO 1	29
ANEXO 2	32

## **LISTA DE TABELAS E FIGURAS**

Tabela 1 - Caracterização gerais da amostra estudada (n = 10)

Tabela 2 - Medicamentos em uso contínuo dos pacientes

Tabela 3 - Variáveis espirométricas pré e pós treino muscular

Figura 1 - Média e desvio padrão da Pimax e Pemax pré e pós treino

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**AINE:** Anti-inflamatório não esteróide.

**CVF:** Capacidade Vital Forçada Expiratória.

**CPT:** Capacidade Pulmonar Total.

**COVID-19:** Corona Virus Disease 2019.

**DM:** Diabetes Mellitus.

**HAS:** Hipertensão Arterial Sistêmica.

**IMC:** Índice de Massa Corporal.

**MoCA:** Montreal Cognitive Assessment.

**PAD:** Pressão Arterial Diastólica.

**PAS:** Pressão Arterial Sistólica.

**PE<sub>máx</sub>:** Pressão Expiratória Máxima.

**PI<sub>máx</sub>:** Pressão Inspiratória Máxima.

**TC6:** Teste de Caminhada de Seis Minutos.

**TTS:** Teste de Trânsito de Sacarina.

**VEF<sub>1</sub>:** Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo.

**VEF<sub>1</sub>/CVF:** Índice de Tiffenau.

**VR:** Volume Residual.



## **LISTA DE UNIDADES**

**cm:** Centímetros.

**cmH<sub>2</sub>O:** Centímetros de água.

**kg:** Quilogramas.

**L:** Litros.

**m:** Metros.

**SpO<sub>2</sub>:** Saturação periférica de oxigênio.

**kg/m<sup>2</sup>:** Quilogramas por metros quadrados.

*Artigo elaborado conforme as normas da Revista Brasileira de Fisioterapia*

**EFEITOS AGUDOS DO TREINO MUSCULAR RESPIRATÓRIO NO  
BATIMENTO CILIAR, NA FORÇA MUSCULAR E NA CAPACIDADE  
CARDIORRESPIRATÓRIA EM IDOSOS**

Alexandre Ricardo Pepe Ambrozin<sup>1</sup>, Fernanda Ferreira Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Cirurgia. Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Marília, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Discente do curso de Fisioterapia. Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Marília, SP, Brasil.

*Endereço para correspondência:*

Alexandre Ricardo Pepe Ambrozin - Av. Hygino Muzzi Filho, 737 - Mirante - CEP: 17525-000 - Marília (SP). Email: alexandre.ambrozin@unesp.

## RESUMO

**Introdução:** A demografia da população mundial vem se tornando cada vez mais velha e o envelhecimento traz consigo alterações morfológicas e fisiológicas, que levam à diminuição da capacidade fisiológica de adaptação a estressores ambientais. Algumas das principais alterações acompanhadas do envelhecimento são a diminuição da força muscular respiratória, da capacidade funcional cardiorrespiratória e no clearance mucociliar (diminuição da frequência do batimento ciliar), este último podendo levar à maior ocorrência de doenças respiratórias nessa população. **Objetivo:** O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos agudos do treino muscular inspiratório sobre o batimento ciliar, a força muscular inspiratória e a capacidade cardiorrespiratória em homens idosos. **Métodos:** foi utilizado o *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) e realizados o Teste de Função Pulmonar, a manovacuometria, o teste de Tempo de Trânsito de Sacarina (TTS) e o Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6); foi realizada uma sessão de treino muscular respiratório com o dispositivo PowerBreathe® com carga de 30% da pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>) conseguida na manovacuometria com 3x15. **Resultados:** Participaram dessa pesquisa 10 indivíduos do sexo masculino com 68,20±6,49 anos de idade; não houve diferença significativa nos valores espirométricos; os valores P<sub>Imáx</sub> e da pressão expiratória máxima (P<sub>E máx</sub>) indicaram alterações significativas no pós treino; a distância percorrida no TC6 no pré treino (542,50±74,78m) apresentou uma diminuição (531,7±62,10m) significativa no pós treino (p = 0,05), igual ao tempo do TTS que no pré treino apresentou 20,12±8,61 minutos e no pós treino caiu para 10,36±3,35 minutos (p = 0,001).

**Palavras-chave:** Clearance Mucociliar; Idosos; Pressões Respiratórias Máximas; Treinamento Muscular Respiratório;

## ABSTRACT

**Introduction:** The demography of the world's population is becoming increasingly older and aging brings with it morphological and physiological changes, which lead to a decrease in the physiological capacity of adaptation to environmental stressors. Some of the main alterations accompanied by aging are the decrease in respiratory muscle strength, cardiorespiratory functional capacity and in mucociliary clearance (decrease in the frequency of ciliary beat), the last one may lead to a higher occurrence of respiratory diseases in this population. **Objective:** The objective of this study was to evaluate the acute effects of inspiratory muscle training in ciliary beat, inspiratory muscle strength and cardiorespiratory capacity in elderly men. **Methods:** for the evaluation the Montreal Cognitive Assessment (MoCA), Pulmonary Function Test, Manovacuometry, the Saccharin Transit Time test (STT) and the Six-Minute Walk Test (6MWT) were performed; a single session of respiratory muscle training was performed using PowerBreathe® with a load of 30% of the maximum inspiratory pressure (MIP) achieved in the manovacuometry with 3x15. **Results:** 10 male subjects with 68,20±6,49 years old participated in this research; there was no significant difference in spirometric values; MIP and maximum expiratory pressure (MEP) values indicated significant post-training changes; the distance covered in the 6MWT in the pre-training (542,50±74,78m) showed a significant decrease (531,7±62,10m) in the post-training ( $p = 0,050$ ), equal to the time of STT which in the pre-training presented 20,12±8,61 minutes and in the post-training dropped to 10,36±3,35 minutes ( $p = 0,001$ ).

**Palavras-chave:** Mucociliary Clearance; Aging; Maximal Respiratory Pressures; Respiratory Muscle Training.

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que a demografia da população mundial vem se tornando cada vez mais velha nos últimos anos. Em 2019, o número de indivíduos com mais de 60 anos era de 1 bilhão, com projeção de aumentar em 2050 até 2,1 bilhões de idosos<sup>1</sup>. O envelhecimento é um processo natural que traz consigo alterações morfológicas e fisiológicas em diversos sistemas corporais. Essas alterações cursam com diminuição da capacidade de adaptação fisiológica a diferentes estímulos ambientais, resultando em maior risco de adquirir e/ou desenvolver doenças crônicas e aumentando o risco de morte<sup>2,3</sup>.

No processo de envelhecimento todos os sistemas podem ser afetados, alguns mais do que outros dependendo da história e dos hábitos de vida de cada indivíduo. Especialmente as mais evidentes após os 65 anos de idade: as alterações musculares periféricas e respiratórias<sup>4,5</sup>.

As modificações no sistema respiratório podem ser divididas didaticamente em três áreas, sendo a primeira relacionada a mudanças no tecido conjuntivo, ou seja, diminuição da elasticidade pulmonar e diminuição da mobilidade da caixa torácica com aumento da rigidez da mesma. A segunda modificação diz respeito a redução da força muscular inspiratória e expiratória, diminuindo assim a capacidade ventilatória e a capacidade de tosse. E a terceira modificação refere-se a mudança no sistema de limpeza do epitélio brônquico, ou seja, alterações no clearance mucociliar especificamente no batimento ciliar.<sup>6-9</sup>

Dentre essas modificações, a redução da força muscular respiratória está diretamente ligada com a alteração muscular periférica conhecida como sarcopenia primária.<sup>4</sup> Sabe-se que mudanças estruturais podem contribuir para fraqueza

muscular, assim como, o aumento da cifose torácica e a diminuição do espaço intercostal, também tendem a interferir na efetividade da contração do diafragma.<sup>8</sup>

Além disso, essas alterações também interferem na atividade da musculatura expiratória, diminuindo a efetividade da tosse, a qual associada com a diminuição da capacidade inspiratória, podem aumentar o risco de pneumonia e outras infecções respiratórias comuns<sup>8,9</sup>.

O idoso também pode apresentar alteração na capacidade funcional cardiorrespiratória, menor limiar de fadiga durante a atividade física, porém vale lembrar que isso pode estar relacionado não somente ao envelhecimento como também a fatores genéticos e sociais, como a prática atividade física regular<sup>10,11</sup>.

O clearance mucociliar é um mecanismo de defesa do sistema respiratório<sup>12-15</sup>, onde no idoso a frequência do batimento ciliar está diminuído podendo assim aumentar o risco de doenças respiratórias, como a pneumonia<sup>12,13,15</sup>. Esse processo quando associado a outras características do indivíduo, como inatividade física, presença de comorbidades e histórico de tabagismo podem influenciar ainda mais na deficiência do transporte mucociliar<sup>16,17</sup>. Assim a diminuição da força muscular que leva a diminuição dos volumes e capacidades, podem levar a alteração também do sistema mucociliar e conseqüente aumentar a chance de infecção respiratória no idoso.

Atualmente, a fisioterapia respiratória dispõe de recurso que busca otimizar a força muscular respiratória que é o treino muscular inspiratório com carga linear ou alinear. O treinamento muscular respiratório para o ganho de força utiliza-se de cargas altas e baixo número de repetições. Os aparelhos utilizados para o treino têm a sua carga imposta por meio de mola (tipo *spring-load*). O indivíduo deve inspirar

através do bocal utilizando um clipe nasal e gerar pressão o suficiente para abrir a válvula, o que acontece quando a pressão gerada for maior que a exercida pela mola<sup>18</sup>.

Estudos mostram o treino muscular inspiratório não só melhora a força dos músculos inspiratórios como também diminui a percepção de dispneia, aumenta a tolerância ao exercício de alta intensidade em indivíduos saudáveis, melhora a capacidade funcional, qualidade de vida<sup>18-21</sup> e melhora o pico de fluxo inspiratório em indivíduos com DPOC<sup>22</sup>. Outros efeitos decorrentes do treino muscular inspiratório em idosos é a melhora da mobilidade diafragmática, melhora da saturação periférica de oxigênio, aumento da distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos e aumento na frequência do batimento ciliar<sup>23-25</sup>.

No entanto, por mais que se tenham muitos estudos divulgados sobre o TMR, ainda há poucos estudos que visam entender seus efeitos agudos e poucos estudos com a participação de homens idosos. Assim o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos agudos do treino muscular inspiratório sobre o batimento ciliar, a força muscular inspiratória e a capacidade cardiorrespiratória em homens idosos.

## **MÉTODOS**

Foram incluídos nessa pesquisa 10 indivíduos do sexo masculino, com mais de 60 anos, sem história de tabagismo atual e sem comprometimento cognitivo de acordo com o *Montreal Cognitive Assessment (MoCA)*<sup>26</sup>. Todos os indivíduos após serem esclarecidos sobre o estudo, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1).

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências – FFC – Unesp Marília (parecer nº 5.541.247), e as

avaliações ocorreram no Centro de Estudos da Educação e da Saúde – CEES, Unesp, Campus de Marília.

Inicialmente os indivíduos passaram por anamnese onde foram coletados dados como idade, peso e altura (Balança Digital Antropométrica Bk-F/FA *Balmak*®), presença ou não de disfunções respiratórias ou cardiovasculares, histórico familiar de doenças respiratórias, medicações em uso e a prática regular de exercício físico (Anexo 2).

Antes e após o protocolo de treino muscular respiratório os indivíduos foram submetidos a avaliação espirométrica em espirometro digital portátil MIR *Spirobank II Basic*. Foram realizadas três provas reprodutivas e aceitáveis de capacidade vital forçada (CVF) de acordo com as normas da *American Thoracic Society*<sup>27</sup> e das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar<sup>28</sup>. E da melhor prova de CVF foram obtidos em litros e porcentagem do predito os valores de CVF e o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e em porcentagem a razão  $VEF_1/CVF$ , sendo os valores preditos calculados baseado na fórmula de Knudson<sup>29</sup>.

Para avaliar a força muscular respiratória foi realizada a manovacuometria, onde foram obtidas as medidas de Pressão Inspiratória Máxima (PImáx) e Pressão Expiratória Máxima (PEmáx). Os indivíduos foram avaliados na posição sentada, ligados ao manovacuômetro (Comercial Médica®) por meio do bucal e utilizando grampo nasal. Para a medir a PImáx foi solicitado expiração máxima, ou seja, até Volume Residual (VR) seguida de esforço máximo e já para medir a PEmáx solicitou-se inspiração máxima, isto é, até a Capacidade Pulmonar Total (CPT) seguida de esforço máximo. Foram realizadas três manobras com diferença menor de 10% entre elas e o maior valor considerado<sup>30-32</sup>.



O Teste de Trânsito de Sacarina (TTS) foi utilizado para avaliar a velocidade do movimento ciliar, colocando 2,5 microgramas de sacarina sódica granulada (5 grãos) 1 cm após a borda anterior da concha nasal inferior direita utilizando um canudo plástico demarcado previamente com uma caneta esferográfica. Os indivíduos foram orientados a manterem-se sentados com o pescoço levemente estendido, em silêncio, sem movimentar a cabeça, sem espirrar, tossir ou aspirar o nariz e o tempo foi marcado desde a colocar da partícula na narina até a primeira percepção do gosto adocicado e indicando o tempo de clearance mucociliar<sup>33-35</sup>.

E finalmente, para avaliar a capacidade funcional cardiorrespiratória os indivíduos foram submetidos ao teste de caminhada de seis minutos (TC6) que foi realizado em um corredor de 30 metros, sem trânsito de pessoas, demarcado a cada três metros, com cones no início e fim do trajeto. Os indivíduos caminharam a maior distância durante seis minutos, o mais rápido possível sem correr, sendo permitido parar ou diminuir a velocidade, caso julgassem necessário<sup>36</sup>. O avaliador forneceu comando verbal padronizado a cada minuto<sup>37</sup> e, ao final do teste, a distância total percorrida foi registrada e comparada com os valores preditos para a população brasileira<sup>38</sup>. O teste seria interrompido caso os pacientes relatassem dor torácica, dispneia intensa, fadiga e exaustão, ou caso ela fosse solicitada pelo próprio paciente<sup>36</sup>.

Os sinais vitais foram avaliados antes e após o TC6: pulso (P) e a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) por meio de oximetria de pulso (Geratherm®); pressão arterial sistólica e diastólica (PAS e PAS) utilizando um esfigmomanômetro de aneróide com braçadeira (PREMIUM®) e uso de estetoscópio (P.A.MED.® Rappaport); e a percepção de dispneia com auxílio da escala modificada de Borg<sup>39</sup>.

O treino muscular inspiratório foi realizado com um dispositivo de carga linear pressórico, o *Powerbreathe*<sup>®</sup>, com carga inspiratória ajustada para 30% da pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>) dos indivíduos. Foi realizada uma única sessão do treino, com três séries de 15 repetições com um intervalo de 1 minuto entre elas, e os indivíduos foram reavaliados imediatamente após para o efeito agudo.

Para a análise estatística, a normalidade dos dados foi verificada utilizando o Teste de Kolmogorov-Smirnov. Para comparação dos efeitos do treino muscular os dados passaram pelo Teste t pareado ou Teste de Wilcoxon dependendo da normalidade dos dados. As análises foram feitas por meio do pacote estatístico computacional SigmaSTAT<sup>®</sup>, sempre considerando 5% de significância.

## RESULTADOS

Participaram deste estudo 10 indivíduos do gênero masculino com 68,20±6,49 anos de idade, sendo que 60% dos indivíduos tinham Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), 20% tinha Diabetes Mellitus (DM), apenas um indivíduo apresentava ter histórico de doença respiratória (COVID-19) e somente um indivíduo tinha histórico de asma na família. Na amostra estudada não havia nenhum fumante atual, três eram ex-fumante e oito eram fisicamente ativos (Tabela 1). Quanto a medicação nenhuma medicação interfere no batimento ciliar (Tabela 2).

**Tabela 1. Caracterização gerais da amostra estudada (n = 10)**

<b>Variáveis</b>	
<b>Idade (anos)</b>	68,20±6,49
<b>Peso (kg)</b>	81,20±12,40
<b>Altura (m)</b>	1,70±0,06
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27,80±4,38
<b>Não fumante n(%)</b>	7 (70)

<b>Ex fumante n(%)</b>	3 (30)
<b>Pratica atividade física n(%)</b>	8 (80)
<b>Não pratica atividade física n(%)</b>	2 (20)

% - porcentagem; kg – quilograma; kg/m<sup>2</sup> – quilograma dividido pela altura ao quadrado; IMC – índice de massa corporal; m – metros.

**Tabela 2. Medicamentos em uso contínuo dos pacientes**

<b>Classe farmacológica</b>	<b>n (%)</b>
Anti-hipertensivos	6 (60)
Hipoglicemiantes	4 (40)
Protetor gástrico	1 (10)
Antidepressivo	1 (10)

% - porcentagem.

Não houve diferença significativa entre as medidas da CVF, no VEF<sub>1</sub> e na razão VEF<sub>1</sub>/CVF antes e após o treino muscular respiratório (Tabela 3).

**Tabela 3. Variáveis espirométricas pré e pós treino muscular**

<b>Variável</b>	<b>Pré-treino</b>	<b>Pós-treino</b>	<b>p</b>
<b>CVF (L)*</b>	3,22 [3,01-3,68]	3,17 [3,11-3,66]	0,375
<b>CVF (%) *</b>	84,50 [73,00-85,00]	83,00 [72,00-84,00]	0,359
<b>VEF<sub>1</sub> (L)*</b>	2,59 [2,45-3,04]	2,55 [2,45-3,18]	0,813
<b>VEF<sub>1</sub> (%) #</b>	99,70±26,2	99,40±25,70	0,685
<b>VEF<sub>1</sub> /CVF (%) #</b>	80,69±2,96	80,78±3,38	0,880

# Teste t pareado (média±desvio padrão); \* Teste de Wilcoxon (mediana [25% - 75%]; CVF – capacidade vital forçada expiratória; % - porcentagem; L – litros; VEF<sub>1</sub> – volume expirado forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub> /CVF – índice de Tiffeneau.

Observou-se diminuição significativa ( $p = 0,003$ ) após o treinamento de  $-2,2\text{cmH}_2\text{O}$  na  $P_{\text{máx}}$ , ou seja, melhora na medida, e um aumento também significativo ( $p = 0,001$ ) de  $3,9\text{cmH}_2\text{O}$  na  $P_{\text{Emáx}}$  (Figura 1).

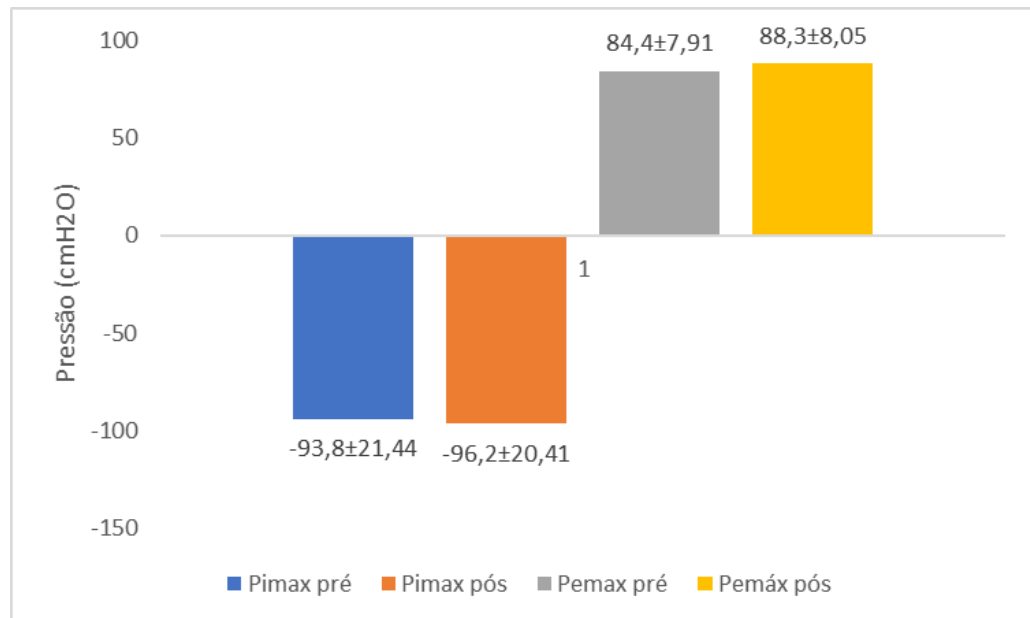


Figura 1 – Média e desvio padrão da Pimax e Pemax pré e pós treino.

Já no teste de caminhada de seis minutos (TC6) observou-se diminuição na distância percorrida após o treinamento de  $542,50 \pm 74,78\text{m}$  e ao final passou a ser  $531,7 \pm 62,10\text{m}$  ( $p = 0,05$ ).

O tempo no teste de trânsito de sacarina (TTS) diminuiu de  $20,12 \pm 8,61$  minutos e para  $10,36 \pm 3,35$  minutos, diferença de  $9,75$  minutos ( $p = 0,001$ ).

## DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que mesmo uma única sessão de treino muscular respiratório pode interferir no clearance muco ciliar e aumentar a força inspiratória e expiratória em idosos. Os resultados dessa pesquisa devem ser observados com cuidado, já que apesar do aumento ter sido estatístico, esse aumento é discreto do ponto de vista clínico, especialmente a força muscular respiratória.

Sabe-se que TMR é um treino de força e portanto segue os princípios do treinamento físico, que são especificidade, sobrecarga e reversibilidade<sup>18</sup>, mas também necessidade de tempo que ocorra adaptação fisiológica<sup>41</sup>. Aa maioria dos estudos com TMR utilizam mais do que uma sessão de treinamento e os resultados começam a serem vistos a longo prazo<sup>18,40</sup>, assim os resultados obtidos aqui provavelmente foram consequentes a melhora na coordenação e não ganho de força. O ganho de força dos músculos respiratórios depende da sobrecarga e da adaptação, algo que ocorre somente após algumas sessões de treinamento, em média quatro semanas<sup>41</sup>. Deve-se salientar ainda que o próprio método, ou seja, a manovacuometria prevê período de familiarização e aprendizado que pode alterar o resultado final.

Já com relação a PEmáx, o aumento médio, também mínimo, provavelmente aconteceu porque durante o treino, os indivíduos exalaram através do bucal, o que talvez tenha imposto uma carga de trabalho sobre os músculos expiratórios (intercostais internos e abdominais). Uma segunda hipótese proposta pode ser que a carga utilizada pelos indivíduos tenha induzido uma maior ventilação pulmonar e aumento de fluxo de ar já que a ventilação forçada ativa a musculatura expiratória<sup>42</sup>. No entanto, os ganhos foram mínimos e como não tiveram mais sessões, muito provavelmente esses pequenos aumentos não se mantiveram.

O TC6 é utilizado para avaliar o condicionamento cardiorrespiratório de intensidade submáxima e reflete as atividades de vida diária dos indivíduos. Além disso, permite avaliar globalmente o funcionamento integrado dos sistemas cardiovascular, pulmonar, vascular periférico e locomotor, mas não é sensível ao ponto de oferecer informações específicas sobre cada um deles<sup>36</sup>. Apesar de uma sessão de TMR ter diminuído a distância percorrida no teste, acreditamos que não

houve mudança da capacidade cardiorrespiratória mas a diminuição pode ser explicada por cansaço do voluntário decorrente do protocolo da pesquisa, que consistiu em realizar os testes no pré-treino (espirometria, manovacuometria, TTS e TC6), a sessão de treinamento muscular no meio e refazer os testes para avaliar os efeitos agudos do treinamento no pós-treino.

Além disso, de acordo com Redelmeier et al<sup>43</sup>, diferenças maiores que 54m no TC6 pré e o pós treinamento é considerada mudança mínima necessária para se perceber alguma melhora clínica, então é possível supor que esse valor também possa ser considerado para mostrar um declínio clínico, o que não ocorre no presente estudo (diferença de 10 m).

Sabe-se que o clearance mucociliar e o batimento ciliar são importantes como mecanismo de defesa pulmonar<sup>12,13</sup> e podem diminuir sua eficiência com o envelhecimento. Além disso, outros fatores como o sedentarismo, a presença de comorbidades como diabetes mellitus (DM) e hipertensão arterial sistêmica (HAS) e a utilização de determinados medicamentos<sup>13,16</sup>.

A diminuição apresentada de 9,75 minutos no tempo durante o teste de trânsito de sacarina (TTS) pós-treino em relação ao pré-treino pode indicar melhora na frequência do batimento ciliar causada pelo treinamento muscular respiratório. Os mecanismos corretos do controle desse sistema ainda não são bem conhecidos, mas acredita-se que estejam ligadas ao sistema nervoso autônomo (SNA)<sup>44</sup>.

De modo geral, o aumento da atividade do SNA, ocorre com o exercício físico aeróbico e resistido, os quais também aumentam a liberação de mediadores adrenérgicos e da ventilação<sup>44</sup>. Assim o TTS pode ter diminuído pois o TMR ativou o SNA assim como TC6.

Este estudo traz informações relevantes que devem ser mais estudadas nessa população e que permitirão compreender ainda mais o mecanismo de interferência do treino de força na função pulmonar. Sugere-se a realização de estudos mais longos e com amostras maiores buscando treinar idosos e relacionar com a atividade simpática e com o batimento ciliar.

## **CONCLUSÃO**

O protocolo de pesquisa aqui testado aumentou a força muscular inspiratória e expiratória, aumentou o batimento ciliar e diminuiu a performance no TC6 em homens idosos.

## **REFERÊNCIAS**

1. World Health Organization [<https://www.who.int/>]. Health-topics:Ageing [acesso em 30 jan 2023]. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/ageing#>.
2. Ito K, Barnes PJ. COPD as a disease of accelerated lung aging. *Chest* [Internet]. 2009;135(1):173–80.
3. Troen BR. The biology of aging. *Mt Sinai J Med* [Internet]. 2003 Jan;70(1):3–22.
4. Elliott JE, Greising SM, Mantilla CB, Sieck GC. Functional impact of sarcopenia in respiratory muscles. *Respiratory Physiology & Neurobiology* [Internet]. 2016;226:137–46.
5. Lowery EM, Brubaker AL, Kuhlmann E, Kovacs EJ. The aging lung. *Clinical Interventions in Aging*. 2013;8:1489–96.
6. Janssens JP. Aging of the respiratory system: Impact on pulmonary function

- tests and adaptation to exertion. *Clin Chest Med*. 2005;26(3):469–84.
7. Janssens JP, Pache JC, Nicod LP. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *Eur Respir J*. 1999;13(1):197–205.
  8. Roman MA, Rossiter HB, Casaburi R. Exercise, ageing and the lung. *Eur Respir J* [Internet]. 2016;48(5):1471–86.
  9. Skloot GS. The Effects of Aging on Lung Structure and Function. *Clin Geriatr Med* [Internet]. 2017;33(4):447–57.
  10. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510–30.
  11. Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ. The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2007;10(1):36–44.
  12. Bailey KL, Bonasera SJ, Wilderdyke M, Hanisch BW, Pavlik JA, DeVasure J, et al. Aging causes a slowing in ciliary beat frequency, mediated by PKC $\epsilon$ . *Am J Physiol - Lung Cell Mol Physiol*. 2014;306(6):584–9.
  13. Ho JC, Chan KN, Hu WH, Lam WK, Zheng L, Tipoe GL, et al. The effect of aging on nasal mucociliary clearance, beat frequency, and ultrastructure of respiratory cilia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(4):983–8.
  14. Munkholm M, Mortensen J. Mucociliary clearance: Pathophysiological aspects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2014;34(3):171–7.
  15. Agius AM, Smallman LA, Pahor AL. Age, smoking and nasal ciliary beat frequency. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1998;23(3):227–30.



16. De Oliveira-Maul JP, De Carvalho HB, Goto DM, Maia RM, Fló C, Barnabé V, et al. Aging, diabetes, and hypertension are associated with decreased nasal mucociliary clearance. *Chest* [Internet]. 2013;143(4):1091–7.
17. Proença M, Pitta F, Kovelis D, Mantoani LC, Furlanetto KC, Zabatiero J, et al. Transporte mucociliar e sua relação com o nível de atividade física na vida diária em fumadores saudáveis e não fumadores. *Revista Portuguesa de Pneumologia*. 2012;18(5):233–8.
18. Britto RR, Vasconcelos JAC de, Lopes RB, Montemezzo D. Treinamento específico da musculatura respiratória. *In*: Britto RR, Brant TCS, Parreira VF. Recursos manuais e instrumentais em fisioterapia respiratória. – 2.ed.rev.e ampl. – Barueri, SP: Manole, 2014. P295-309.
19. Gosselink R, De Vos J, Van Den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: What is the evidence? *Eur Respir J*. 2011;37(2):416–25.
20. Langer D, Ciavaglia C, Faisal A, Webb KA, Neder JA, Gosselink R, et al. Inspiratory muscle training reduces diaphragm activation and dyspnea during exercise in COPD. *J Appl Physiol*. 2018;125(2):381–92.
21. Magadle R, McConnell AK, Beckerman M, Weiner P. Inspiratory muscle training in pulmonary rehabilitation program in COPD patients. *Respir Med*. 2007;101(7):1500–5.
22. Mills DE, Johnson MA, Barnett YA, Smith WHT, Sharpe GR. The effects of inspiratory muscle training in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(4):691–7.

23. Souza H, Rocha T, Pessoa M, Rattes C, Brandão D, Fregonezi G, et al. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. 2014;69(12):1545–53.
24. Aznar-Lain S, Webster AL, Cañete S, San Juan AF, López Mojares LM, Pérez M, et al. Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity and spontaneous physical activity in elderly subjects: A randomized controlled pilot trial. *Int J Sports Med*. 2007;28(12): 1025-9.
25. Mehani SHM. Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinical Interventions in Aging*. 2017;12:1705–15.
26. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. *J Am Geriatr Soc [Internet]*. 2005 Apr;53(4):695–9.
27. American Thoracic Society. Standardization of Spirometry. *Am J Respir Crit Care Med [Internet]*. 1995;152:1107–36.
28. Pereira CA de C. Espirometria. *Jornal Brasileiro Pneumologia*. 2002;28:1–82.
29. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *The American Review of Respiratory Disease*. 1983 Jun;127(6):725–34.
30. Costa D, Gonçalves HA, de Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, de Lima Montebelo MI. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*.

- 2010;36(3):306–12.
31. Parreira V, França D, Zampa C, Fonseca M, Tomich G, Britto R. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2007;11(5):361–8.
  32. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2002;28(3):155–65.
  33. Stanley P, MacWilliam L, Greenstone M, Mackay I, Cole P. Efficacy of a saccharin test for screening to detect abnormal mucociliary clearance. *British Journal of Diseases of the Chest*. 1984;78(C):62–5.
  34. Bush A, Cole P, Hariri M, Mackay I, Phillips G, O’Callaghan C, et al. Primary ciliary dyskinesia: Diagnosis and standards of care. *Eur Respir J*. 1998;12(4):982–8.
  35. Greenstone M, Cole PJ. Ciliary function in health and disease. Vol. 79, *British Journal of Diseases of the Chest*. 1985. p. 9–26.
  36. Britto RR, Vasconcellos JAC de, Lopes RB, Montemezzo D. Teste de Caminhada de 6 minutos. *In*: Britto RR, Sousa LAP de, Pereira DAG. Recursos manuais e instrumentais em fisioterapia respiratória. – 2.ed.rev.e ampl. – Barueri, SP: Manole, 2014. p. 87-97.
  37. American Thoracic Society. American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:111–7.
  38. Iwama AM, Andrade GN, Shima P, Tanni SE, Godoy I, Dourado VZ. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian

- subjects. *Brazilian J Med Biol Res.* 2009;42(11):1080–5.
39. Borg GA V. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377–81.
40. Eastwood PR et al. The effects of learning on the ventilatory responses to inspiratory threshold loading. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158(4): 1190-6.
41. Hill K, Cecins NM, Eastwood PR, Jenkins SC. Inspiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease: A practical guide for clinicians. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010; 91:1466-70.
42. Kawauchi, TS. Efeitos de um programa combinado de treinamento muscular inspiratório e de fortalecimento muscular periférico na capacidade respiratoria, na capacidade funcional e na qualidade de vida de indivíduos com insuficiência cardíaca avançada [thesis]. São Paulo: Faculdade de Medicina; 2015 [cited 2023-01-12]. doi: 10.11606/T.5.2015.ted-15122015-105659.
43. Redelmeier DA et al. Interpreting small differences in functional status: the Six Minute Walk test in chronic lung disease patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155(4): 1278-82.
44. Wanner A. Autonomic controle and mucociliary functions. *Chest.* 1987;91(5 SUPPL):49S-51S.

## **ANEXO 1**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “Efeitos agudos do treino muscular respiratório no batimento ciliar, na força muscular e na capacidade cardiorrespiratória: Estudo de caso”.

Caso você concorde em participar, serão realizados os seguintes testes: *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), teste curto que avalia memória, atenção, concentração, linguagem, entre outros aspectos cognitivos; teste de função pulmonar (Espirometria), que assim como o teste de força muscular respiratória (Manovacuometria), são realizados através da respiração em equipamentos específicos; teste para detecção da velocidade do batimento ciliar (TTS), no qual é colocado um grão de açúcar na narina e é calculado o tempo até a detecção do gosto doce na boca; e um teste de caminhada de duração de seis minutos (TC6); será realizado uma sessão de fortalecimento da musculatura respiratória com o equipamento Powerbreathe®; em seguida serão realizados novamente os testes já descritos.

Esta pesquisa tem alguns riscos, como desconforto durante a realização dos testes e do treino muscular, tais quais tosse, vertigem, falta de ar, cansaço, entre outros. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, serão monitorados os sinais vitais antes, durante e após os procedimentos. A pesquisa pode ajudar a melhorar a capacidade de realizar exercícios físicos, melhorar a força dos músculos respiratórios e diminuir a chance de infecções respiratórias, como pneumonias.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para

participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento durante a pesquisa. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não trará qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não divulgará seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do RG \_\_\_\_\_, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

Marília, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

**Pesquisadora: FERNANDA FERREIRA RIBEIRO - Unesp Marília**  
**Contato: (11) 99398-3001 Email: Fernanda.f.ribeiro@unesp.br**  
**Orientador: Alexandre Ricardo Pepe Ambrozin - Unesp Marília**  
**Contato: (14) 98149-7071 Email: alexandre.ambrozin@unesp.br**

**ANEXO 2****Ficha de Avaliação**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Histórico de doenças respiratórias ou cardiovasculares:

---



---

Histórico familiar de doenças respiratórias:

---



---

Medicamentos: \_\_\_\_\_

---

Pratica de atividade física:

---

*Montreal Cognitive Assessment (MoCA)*: \_\_\_\_\_**Treino Respiratório**

	<b>Pré treino</b>	<b>Pós treino</b>
<b>TTS</b>		
<b>CVF</b>		
<b>VEF<sub>1</sub></b>		



<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>		
<b>PI<sub>máx</sub></b>		
<b>PE<sub>máx</sub></b>		
<b>Pulso</b>		
<b>SpO<sub>2</sub></b>		
<b>Fr</b>		
<b>PA</b>		
<b>Borg</b>		
<b>Voltas TC6</b>		
<b>Dist TC6</b>		