



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a atividade
eletromiográfica dos músculos respiratórios em asmáticos: estudo
piloto**

RENATA NÓBREGA DELGADO

Natal

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios em asmáticos: estudo piloto

RENATA NÓBREGA DELGADO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Gardênia Maria Holanda Ferreira.

Natal

2014

Apoio ao Usuário

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN – Biblioteca Setorial do Centro de Ciências da Saúde

Delgado, Renata Nóbrega.

Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios em asmáticos: estudo piloto / Renata Nóbrega Delgado. – Natal/RN, 2014.

65f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Gardênia Maria Holanda Ferreira.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências da Saúde.

1. Asma – Adulto – Dissertação. 2. Eletromiografia – Dissertação. 3. Exercício respiratório – Dissertação. 4. Randomização – Dissertação. I. Holanda, Gardênia Maria. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia:

Prof. Dr. Jamilson Simões Brasileiro



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios em asmáticos: estudo piloto

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Gardênia Maria Holanda Ferreira – Presidente

Profa. Dra. Selma Souza Bruno – Membro Interno

Profa. Dra. Joceline Cássia Ferezini de Sá – Membro Externo

Aprovada em 13/12/2013

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Alexandre e Socorro, e à minha irmã, Larissa, por todos os ensinamentos e apoio diários.

Agradecimentos

À Deus, por abençoar todas as minhas escolhas, dando-me força, coragem e muita saúde para enfrentá-las.

Aos meus pais, Alexandre Delgado e Socorro Delgado, por não medirem esforços na minha educação, renunciando, muitas vezes, seus próprios projetos, para que eu pudesse alcançar os meus objetivos. Obrigada pelo amor incondicional e por todo o apoio.

À minha irmã Larissa Delgado, que, apesar da distância, permanece presente diariamente. Obrigada por todos os conselhos e por sempre me guiar em direção às melhores escolhas.

À Renan Fagundes, eu agradeço todo o amor, companheirismo, apoio e incentivo para que eu continue seguindo em frente.

À minha orientadora, Gardênia Holanda, obrigada por todo o carinho e dedicação, por ir muito além dos ensinamentos da pesquisa, compartilhando momentos que foram da alegria ao desespero, da vontade de desistir à de lutar novamente.

À família “Power”, ou, quem sabe, eu possa chamar de “meus anjinhos”. Ivanízia Silva, Victor Hugo, Tainá Queiroz, Thaisy Silva, Nelson Marinho e Rafaela Pedrosa, à vocês, faltam palavras para a agradecer, pois sem o empenho e trabalho em equipe, o projeto jamais sairia do papel. Quando eu esperava uma tarde cansativa de coletas, vocês transformavam em uma tarde prazerosa e divertida. Parabéns pelo trabalho e obrigada de coração à todos.

Às professoras Selma Bruno e Joceline Cássia, fico grata por terem aceitado o convite para esta banca. Obrigada por todas as grandiosas sugestões, que, sem dúvida, serão acatas.

À todos os professores do departamento, por direta ou indiretamente, contribuírem para a realização deste trabalho. Agradeço, em especial, aos professores Karla Morganna, Guilherme Fregonezi, Selma Bruno e Jamilson Brasileiro.

À todos os funcionários do departamento, por mostrarem-se sempre prestativos, seja nas questões materiais ou no cafezinho oferecido para me manter acordada.

À minha turma do mestrado, nomeada, honrosamente, por “Turma Fernando Macêdo”, por juntos caminhararmos nesta difícil jornada. Em especial, agradeço à Gabriela Suellen e Liane Brito por todo o apoio e por estarem sempre solícitas à ajudar, seja na pesquisa ou não.

À equipe Fisiocentro, pois conciliar o trabalho, obrigações da empresa e o mestrado não foi uma tarefa fácil, mas por compreenderem a minha necessidade de flexibilidade nos plantões, tornou-se possível. À Anderson Moraes, por durante todo esse tempo, assumir os meus plantões e me deixar tranquila, pois sabia que os meus bebês estavam em boas mãos.

Às mulheres de quinta, que, independente da distância, permanecem unidas e dispostas a ajudar umas as outras no que for preciso.

Às morgannetes, por sempre estarem ao meu lado. Eu sei que, independente da “geração”, sempre posso contar com vocês.

A todos os amigos, em especial àquelas que são irmãs por opção, Mariana Veras, Emeline Noronha, Maiana Dantas, Raíne Miranda, Ludmilla Dias e Laise Chaves, muito obrigada pela amizade e companheirismo.

À todos os voluntários que acreditaram na importância e na contribuição científica desta pesquisa. Muito obrigada por cumprirem fielmente o protocolo. Mais importante do que os números, foram os gratificantes relatos de que o treinamento proporcionou melhoras nas atividades diárias.

Enfim, a todos que participam ativamente da minha vida e que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Sumário

Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Lista de abreviaturas	x
Lista de tabelas	xi
Lista de figuras	xii
Resumo	xiii
Abstract	xiv
1. INTRODUÇÃO	01
2. JUSTIFICATIVA	06
3. OBJETIVOS	08
3.1 Objetivo geral	09
3.2 Objetivos específicos	09
4. HIPÓTESES	10
5. MATERIAIS E MÉTODOS	12
5.1 Caracterização da pesquisa	13
5.2 Local da pesquisa	13
5.3 População	13
5.4 Cálculo Amostral	13
5.5 Critérios de Inclusão	13
5.6 Critérios de exclusão	14
5.7 Randomização e Mascaramento	14
5.8 Procedimentos éticos	15
5.9 Instrumentos e procedimentos da coleta de dados	15
5.9.1 Avaliação clínica e antropométrica	16
5.9.2 Avaliação da função pulmonar	16
5.9.3 Avaliação da força muscular respiratória	17
5.9.4. Eletromiografia de superfície dos músculos respiratórios	18
5.9.5 Teste da caminhada dos seis minutos	21
5.10 Procedimentos experimentais	22
5.11 Análise de dados	23
5.12 Desenho do estudo	24

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1 Artigo: Respiratory muscle training promotes clinical and functional improvements in asthmatics	27
7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
8. REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	
APÊNDICES	

Lista de abreviaturas

ATS – *American Thoracic Society*
CEP – Comitê de Ética em Pesquisa
CPT – Capacidade Pulmonar Total
CVF – Capacidade Vital Forçada
DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
ECM – Esternocleidomastóideo
EMG – Eletromiografia
FR – Frequência Respiratória
GCA – Grupo Controle Asmático
GCS – Grupo Controle Saudável
GTA – Grupo Treinamento Asmático
GTS – Grupo Treinamento Saudável
IMC – Índice de Massa Corporal
PAD – Pressão Arterial Diastólica
PAS – Pressão Arterial Sistólica
PFE – Pico de Fluxo Expiratório
Plmáx – Pressão Inspiratória Máxima
RMS – *Root Means Square*
RRMC - Razão de rejeição de modo comum
SpO₂ – Saturação Periférica de Oxigênio
SPSS – *Statistical Package for the Social Science*
TC6M – Teste da Caminhada dos Seis Minutos
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TMI – Treinamento muscular Inspiratório
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
VEF1 – Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo
VR – Volume Residual

Lista de tabelas

- Tabela 1:** Tabela 1: Spirometric Variables and inspiratory maximum pressures, pre and post IMT, represented by average and standard deviation for each evaluated group. **33**
- Tabela 2:** Electromyographic variables, before and after IMT, represented by average and standard deviation for each evaluated group. **34**
- Tabela 3:** : Correlations between MIP and electrical activity and its significance in the moment after IMT. **35**
- Tabela 4:** Distance traveled in the 6MWT (gross value and predicted value percentage), pre and post IMT, represented by average and standard deviation for all evaluated groups. **36**

Lista de figuras

Figura 1: Espirômetro KoKo PFT System versão 4.14 (nSpire Health Inc, Longmont, USA)	17
Figura 2: Manovacuômetro digital MicroRPM (MICRO medical, Rocjester Kent, Reino Unido)	18
Figura 3: EMG System do Brasil®, Brasil)	19
Figura 4: Posicionamento dos eletrodos para registro da atividade eletromiográfica dos músculos ECM e diafragma.	20
Figura 5: Treinamento com POWERBreathe®	22

Resumo

O tratamento da asma visa obter e manter o controle da doença por períodos prolongados. O Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) pode ser uma alternativa na assistência ao paciente asmático, sendo utilizado como tratamento complementar ao farmacológico. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de um programa domiciliar de TMI sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios em adultos asmáticos. Trata-se de um ensaio clínico, em que dez adultos asmáticos e dez saudáveis foram randomizados em dois grupos (controle e treinamento). A atividade elétrica dos músculos inspiratórios (esternocleidomastóideo (ECM) e diafragma) foi obtida pela eletromiografia de superfície. Além disso, foram avaliados a função pulmonar (espirometria), e a Pressão Inspiratória Máxima – P_{Imáx} - manovacuometria. A capacidade funcional foi avaliada através da distância percorrida durante o teste da caminhada dos seis minutos. Os participantes foram avaliados antes e após um protocolo de TMI de 6 semanas com o aparelho POWERbreathe®. Os grupos treinamento e controle realizaram o TMI com 50% e 15% da P_{Imáx}, respectivamente. Os dados da amostra foram analisados através do SPSS 20.0, atribuindo-se significância de 5%. Foram utilizados o teste t, a ANOVA *one way* e a correlação de Pearson. Observou-se aumento da P_{Imáx}, após o TMI, nos grupos treinamento e no saudáveis controle ($P < 0,05$), que foi acompanhado pelo aumento significativo da atividade do ECM durante a P_{Imáx} no grupo treinamento saudáveis (1488%) e no grupo treinamento asmático (GTA) (1186,4%). O GTA também apresentou um aumento significativo da atividade do diafragma na respiração basal (48,5%). A capacidade funcional aumentou significativamente no grupo controle asmáticos (26,5m) e no grupo treinamento asmático (45,2m). Esses achados sugerem que o TMI promoveu melhoras clínicas em todos os grupos, com destaque para o GTA, sendo uma opção não farmacológica importante para indivíduos asmáticos.

Palavras-chave: asma, adulto, eletromiografia, exercícios respiratórios, randomização.

Abstract

Asthma treatment aims to achieve and maintain the control of the disease for prolonged periods. Inspiratory muscle training (IMT) may be an alternative in the care of patients with asthma, and it is used as a complementary therapy to the pharmacological treatment. Thus, the aim of this study was to investigate the effects of a domiciliary program of IMT on the electromyographic activity of the respiratory muscles in adults with asthma. This is a clinical trial in which ten adults with asthma and ten healthy adults were randomized into two groups (control and training). The electrical activity of inspiratory muscles (sternocleidomastoid (ECM) and diaphragm) was obtained by a surface electromyography. Furthermore, we assessed lung function (spirometry), maximal inspiratory pressure - MIP - (manometer). The functional capacity was evaluated by six minute walk test. Participants were assessed before and after the IMT protocol of 6 weeks with POWERbreathe® device. The training and the control groups underwent IMT with 50% and 15 % of MIP, respectively. The sample data were analyzed using SPSS 20.0, attributing significance of 5 %. Were used t test, ANOVA one way and Pearson correlation. It was observed an increase in MIP, after IMT, in both training groups and in healthy sham group ($P < 0.05$), which was accompanied by a significant increase in ECM activity during MIP in healthy training group (1488 %) and in asthma training group (ATG) (1186.4%). The ATG also showed a significant increase in diaphragm activity in basal respiration (48.5%). Functional capacity increased significantly in the asthma sham group (26.5 m) and in the asthma training group (45.2 m). These findings suggest that IMT promoted clinical improvements in all groups, especially the ATG, which makes it an important complementary treatment for patients with asthma.

Keywords: asthma, adult, electromyography, breathing exercises, randomization.

1. INTRODUÇÃO

A asma é uma doença inflamatória crônica, definida por características clínicas, fisiológicas e patológicas, caracterizada por hiperresponsividade das vias aéreas e por limitação ao fluxo aéreo, que leva a episódios recorrentes de sibilos, dispneia, opressão torácica e tosse, comumente pela manhã, ao despertar e à noite, podendo ser reversível espontaneamente ou através de tratamentos¹.

Estima-se que, mundialmente, a asma acometa cerca de 300 milhões de indivíduos¹ e, no Brasil, a partir de uma prevalência global de 10%, existam, aproximadamente, 20 milhões de asmáticos^{2,3}. O DATASUS, em 2011, registrou 160 mil hospitalizações em todas as idades, dado que posicionou a asma, no Brasil, como a quarta causa de internações⁴.

Uma característica de indivíduos asmáticos que afeta diretamente a musculatura respiratória é a hiperinsuflação pulmonar, que pode ser ocasionada por mecanismos, como: limitação ao fluxo aéreo expiratório, fechamento precoce de pequenas vias aéreas, atividade de músculos inspiratórios ao final da expiração e elasticidade pulmonar reduzida⁵. Essas características levam a alterações mecânicas na dinâmica tóraco-abdominal, deixando os músculos inspiratórios em uma posição desfavorável na relação comprimento-tensão^{6,7}. A hiperinsuflação pulmonar promove rebaixamento e retificação do diafragma, horizontalizando as costelas e encurtando a musculatura inspiratória, que, em desvantagem mecânica, aumentam o gasto energético na respiração e, combinado à diminuição da força, colocam os pacientes asmáticos em risco de fadiga muscular respiratória⁸.

Objetiva-se no tratamento do paciente asmático, o controle da doença por períodos prolongados. O tratamento deve ser realizado a partir de um controle das manifestações clínicas, como os sintomas, função pulmonar, necessidade de medicação de alívio e limitação de atividades físicas, a fim de reduzir o risco de exacerbações, perda acelerada da função pulmonar e os demais efeitos adversos do tratamento¹.

O Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) pode ser uma alternativa na assistência ao paciente asmático, sendo utilizado como tratamento complementar ao farmacológico⁹.

O TMI visa aumentar a eficiência muscular e a capacidade de trabalho, objetivando não somente o aumento da força muscular, mas também resistência.

Para tanto, é necessário que estes músculos apresentem mínimas condições fisiológicas, como condução nervosa íntegra e circulação adequada¹⁰.

Em resposta ao treinamento, os músculos respiratórios se adaptam às novas exigências, através da mudança na composição do tipo de fibras. As fibras glicolíticas (contração rápida) produzem aumento no nível de força, maior recrutamento de unidades motoras e são suscetíveis à fadiga. Em resposta ao treinamento de força e resistência, são ativadas e convertem-se em fibras oxidativas (contração lenta), resistentes à fadiga¹¹. Os músculos respiratórios respondem ao aumento de carga através desta adaptação na composição das fibras, adaptando-se à sobrecarga fisiológica em níveis celulares e subcelulares¹².

Os estudos com TMI iniciaram com Leith & Bradley¹³, que, ao avaliarem adultos saudáveis, verificaram um aumento da força e endurance dos músculos respiratórios. A partir daí, vários estudos utilizaram o TMI como objeto de pesquisa.

Weiner et al.¹⁴ discutiram o efeito do TMI em pacientes asmáticos. O treinamento foi realizado, inicialmente, com 15% da Pressão Inspiratória Máxima (PI_{máx}), aumentando durante os cinco primeiros meses até alcançar 60% da PI_{máx}. Nos últimos dois meses de treinamento, foi atingido uma carga de 80% da PI_{máx}. O grupo controle realizou um treinamento pelo mesmo tempo, sem resistência. Ao contrário do grupo controle, foi observado no grupo que realizou o TMI, um aumento da força e endurance dos músculos respiratórios, associado à redução dos sintomas, hospitalizações e consumo de medicamentos.

Em 2002, Ramirez-Sarmiento et al.¹⁵ avaliaram o efeito de um protocolo de TMI na estrutura do músculo inspiratório em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), utilizando uma carga de 40% a 50% da PI_{máx} e encontraram um aumento na força e endurance dos músculos inspiratórios, além de um aumento na proporção de fibras tipo I e no tamanho das fibras tipo II no músculo intercostal externo.

Em 2011, Turner et al.¹⁶ estudaram os efeitos do TMI em adultos asmáticos. O programa de treinamento estabeleceu uma carga de 50% da PI_{máx} no grupo treinamento e 15% no grupo placebo durante seis semanas. Foi observado, no grupo treinamento, o aumento da força muscular inspiratória, atenuação da fadiga dos músculos inspiratórios induzida pelo exercício, redução da percepção de

dispneia e aumento da tolerância ao exercício, enquanto o grupo placebo não apresentou alterações.

Para avaliar a atividade dos músculos respiratórios, tem-se utilizado a Eletromiografia (EMG), método que registra ondas elétricas geradas pelo músculo e nervos que o estimulam, avaliando, portanto, aspectos da inervação, junção neuromuscular e atividade intrínseca dos músculos. A avaliação eletromiográfica dos músculos respiratórios pode ser realizada através de eletrodos esofágicos, intramusculares e de superfície. Este último mostra-se como uma técnica favorável, pois além de não invasivo, causa pouco desconforto ao paciente e pode ser utilizado facilmente na prática clínica¹⁷.

Ratnovsky et al.¹⁸ estudaram a atividade elétrica de músculos respiratórios (esternocleidomastoideo (ECM), intercostal, diafragma (DF), reto abdominal e oblíquo externo) durante manobras respiratórias em indivíduos saudáveis, e concluíram que a EMG de superfície pode ser utilizada para avaliar a fadiga muscular, o follow-up de doenças ou para monitorar a função muscular durante programas de tratamento.

Em outro estudo sobre a reprodutibilidade e a sensibilidade da EMG de superfície dos músculos respiratórios, Riedi et al.¹⁹ verificaram que a EMG de superfície é reprodutível e sensível para a avaliação das mudanças na atividade muscular respiratória durante a imposição das cargas em pacientes com DPOC durante o repouso e em diferentes cargas inspiratórias.

Duiverman et al.¹⁷ avaliaram a reprodutibilidade e a sensibilidade da EMG de superfície de músculos respiratórios (diafragma, intercostal, escaleno e abdominal) em indivíduos saudáveis e em pacientes com DPOC, durante o repouso e em diferentes cargas inspiratórias. Foi observado no grupo DPOC, durante o repouso, uma alta atividade dos músculos respiratórios, com exceção do abdominal, o que não aconteceu nos indivíduos saudáveis. Durante a imposição de cargas, a atividade muscular inspiratória aumentou em ambos os grupos, no entanto, os indivíduos com DPOC, quando comparados aos saudáveis, apresentaram maior atividade elétrica nos músculos intercostal e escaleno.

Dornelas e Andrade et al.²⁰ avaliaram a ativação dos músculos diafragma e ECM durante um TMI a uma carga pressórica de 30% da PImáx em uma população de indivíduos com DPOC e saudáveis. Durante o TMI, foi observado um aumento da

atividade eletromiográfica do músculo ECM, enquanto o diafragma permaneceu constante. Os autores concluíram que o aumento da carga promove aumento da atividade muscular inspiratória e, em indivíduos com DPOC, este aumento ocorre especialmente nos músculos acessórios, representado pelo ECM.

A avaliação eletromiográfica fornece informações quantitativas sobre a função específica de cada músculo, sendo um dado essencial para justificar o efeito do TMI sobre os músculos inspiratórios. Até o momento, não existem pesquisas que tenham avaliado o efeito do TMI através da atividade eletromiográfica em adultos asmáticos.

Diante do exposto, justifica-se o desenvolvimento de um estudo capaz de investigar os efeitos de um programa domiciliar de treinamento muscular inspiratório sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios em adultos asmáticos.

2. JUSTIFICATIVA

O TMI tem sido objeto de estudo de pesquisadores na área da saúde, mostrando relevância no tratamento de asmáticos, visto que pode promover aumento na força dos músculos respiratórios, diminuição da dispneia e, conseqüentemente, melhor tolerância ao exercício.

Vários protocolos de TMI vêm sendo disponibilizados na literatura, porém existem poucos estudos controlados e randomizados que abordam os efeitos do TMI em pacientes asmáticos. Além disso, são necessárias análises mais criteriosas que possam elucidar a repercussão do TMI no recrutamento da musculatura inspiratória primária e acessória nesta população. Um método capaz de fornecer informações precisas sobre a função específica de cada músculo, através de dados quantitativos, é a EMG²¹. Através deste método, é obtido o registro da atividade muscular em qualquer instante, em diversos movimentos e posturas, além de revelar a inter-relação e coordenação dos músculos, o que é impossível por qualquer outro método.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Investigar os efeitos de um programa de treinamento muscular inspiratório sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios em pacientes asmáticos.

3.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a ativação da musculatura primária (diafragma) e acessória (ECM) à respiração antes e após o TMI;
- Avaliar os efeitos do TMI domiciliar sobre a força muscular inspiratória e função pulmonar;
- Verificar a capacidade funcional antes e após o TMI;
- Comparar as repercussões do TMI entre os grupos controle e treinamento.
- Correlacionar a força muscular inspiratória com a atividade elétrica dos músculos respiratórios avaliados.

4. HIPÓTESES

H₀:

O treinamento muscular inspiratório não altera a atividade elétrica da musculatura inspiratória nos asmáticos.

H₁:

O treinamento muscular inspiratório aumenta a atividade eletromiográfica do diafragma e diminui a atividade do músculo ECM nos indivíduos asmáticos.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de um ensaio clínico, randomizado, controlado e duplo-cego.

5.2 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Performance Neuromuscular do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal Rio Grande do Norte (UFRN).

5.3 População

A população do presente estudo foi composta por adultos jovens na faixa etária de 18 a 30 anos, saudáveis ou com diagnóstico de asma brônquica.

5.4 Cálculo Amostral

O cálculo amostral foi realizado utilizando o desvio padrão da variável P_Imax, baseado na magnitude do efeito para detectar uma diferença de 30,8 cmH₂O após o TMI em pacientes asmáticos, um α (bilateral)= 0.05 e β =0.80, obtido de um estudo prévio¹⁶. Dessa forma, foi calculada uma amostra de 17 pacientes em cada grupo, somados a 2, referentes à 10% de perda amostral, indicando um total de 19 indivíduos saudáveis e 19 asmáticos.

5.5 Critérios de inclusão

- Adultos asmáticos:
- Diagnóstico de asma confirmado pelo médico;
- Asma controlada (Sintomas diurnos e necessidade de medicação de alívio: nenhum ou $\leq 2x$ /semana); limitação de atividades, sintomas/despertares noturnos:

nenhum (a); Função pulmonar normal (Pico de Fluxo Expiratório (PFE) ou Volume expiratório forçado no primeiro segundo ($VEF_1 \geq 80\%$ do previsto)¹;

- Faixa etária de 18 a 30 anos;
- Ausência de pneumopatias prévias como fibrose cística, bronquiectasia, tuberculose e pneumonia;
- Índice de Massa Corporal (IMC) $\leq 30 \text{ Kg/m}^2$

- Adultos saudáveis:

- Faixa etária de 18 a 30 anos;
- Ausência de pneumopatias prévias como, fibrose cística, bronquiectasia, tuberculose e pneumonia;
- Provas de função pulmonar preservadas (CVF e VEF_1 acima de 80% do valor predito) (Pereira, 2002);
- Índice de Massa Corporal (IMC) $\leq 30 \text{ Kg/m}^2$

5.6 Critérios de exclusão

- Surgimento de alguma pneumopatia durante o período de treinamento;
- Incapacidade de realizar o protocolo estabelecido;
- Solicitação para sair do estudo;

5.7 Randomização e mascaramento

O grupo de adultos asmáticos, bem como o de saudáveis, foram divididos aleatoriamente (através do site www.randomization.com) em outros dois grupos: grupo controle e grupo treinamento. Dessa forma, foram avaliados quatro grupos, denominados: Grupo Controle Saudável (GCS), Grupo Controle Asmático (GCA), Grupo Treinamento Saudável (GTS) e Grupo Treinamento Asmático (GTA).

O grupo controle realizou o treinamento com carga correspondente a 15% da $PI_{m\acute{a}x}$, já o grupo treinamento realizou o treinamento com carga correspondente a 50% da $PI_{m\acute{a}x}$.

A carga de 15% foi estabelecida de acordo com estudos prévios, que afirmavam que apenas as cargas de treinamento acima de 22% da P_{Imáx} são capazes de melhorar a endurance dos músculos inspiratórios, enquanto cargas de no mínimo 30% da P_{Imáx} são necessárias para aumentar a força destes músculos²².

A randomização foi gerada com permuta de blocos. Cada grupo foi codificado e a alocação transferida para uma série de envelopes opacos selados, numerados sequencialmente. Por tratar-se de um estudo duplo-cego, os avaliadores e os participantes não têm conhecimento da alocação dos sujeitos nos dois grupos, assim como dos efeitos da intervenção, pois o instrumento POWERbreathe® apresenta uma peça que cobre o indicador do nível de resistência.

5.8 Procedimentos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRN, obtendo parecer nº 456.252 (Anexo 01). A participação dos sujeitos na pesquisa foi de caráter voluntário, sem fins lucrativos. Os participantes foram esclarecidos acerca dos objetivos e da metodologia proposta para o estudo e, posteriormente, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1). Após os esclarecimentos e consentimento, os voluntários foram recrutados e avaliados. Por ocasião da publicação dos resultados da pesquisa, foi assegurado o anonimato, o respeito pela dignidade humana, e todos os requisitos da bioética de acordo com a Resolução 196/96 e 251/97 do Conselho Nacional de Saúde.

5.9 Instrumentos e procedimentos da coleta de dados

Inicialmente, os examinadores realizaram encontros semanais, nos quais, foram apresentados, praticados e discutidos todos os procedimentos e instrumentos de coleta para padronização das técnicas. Em todas as reuniões, as dúvidas foram esclarecidas, enfatizando a importância de um estudo com procedimentos confiáveis e com o mínimo de vies.

Cada avaliação ou reavaliação foi realizada em um único dia, sendo padronizado o turno vespertino, a fim de minimizar as fontes técnicas de variação das medidas espirométricas, as quais indicam que os valores encontrados pela manhã diferenciam dos da tarde²³.

5.9.1 Avaliação clínica e antropométrica

Um questionário de avaliação clínica padronizado foi utilizado para registrar dados pessoais e o histórico da doença (Apêndice 2). Para avaliação do peso corporal utilizou-se uma balança digital, onde os participantes foram posicionados sem calçados e com roupas leves. A altura foi mensurada utilizando-se uma fita métrica de 150 centímetros (cm), fixada na parede. Nessa medição, os indivíduos mantiveram os calcanhares juntos e permaneceram o mais ereto possível com os calcanhares, panturrilhas, nádegas e dorso em contato com a parede.

A fórmula de peso/altura² (Kg/m²) foi utilizada para calcular o Índice de Massa Corpórea (IMC).

5.9.2 Avaliação da função pulmonar

A espirometria foi realizada através do espirômetroo KoKo PFT System versão 4.14 (nSpire Health Inc, Longmont, USA) (Figura 1) acoplado a um computador e calibrado diariamente, seguindo recomendações da ATS/ERS²⁴, considerando-se a temperatura ambiente e a injeção de um volume de 3000ml de ar por meio de uma seringa (Vitalograph, Buckingham, Inglaterra).

Antes de iniciar o teste, os pacientes foram instruídos detalhadamente sobre todos os procedimentos, sendo dadas as seguintes orientações por escrito: não ter tido problemas respiratórios nas últimas 3 semanas, como gripe, resfriado, bronquite e pneumonia; suspender o uso de broncodilatadores de curta duração por 4 horas e de longa duração por 12 horas; não ingerir café ou chá nas últimas 6 horas e evitar refeições volumosas 1 hora antes do teste²³.

Os testes foram aplicados com os participantes sentados em uma cadeira confortável, com a cabeça em posição neutra, utilizando um clipe nasal. Os pacientes foram orientados a respirar através de um bocal cilíndrico descartável colocado entre os dentes e lábios firmemente. O avaliador observou atentamente para evitar a ocorrência de vazamentos de ar durante as manobras espirométricas. Os sujeitos realizaram uma inspiração máxima, próxima à Capacidade Pulmonar Total (CPT), seguida de uma expiração máxima, próxima ao VR. Foram realizados, no máximo, oito testes em cada paciente, sendo considerados apenas os três melhores que apresentassem a variabilidade entre eles inferior a 5% ou 200 mililitros. O VEF_1 , a capacidade vital forçada (CVF) a relação entre o VEF_1 /CVF e o PFE foram os parâmetros observados. Os valores absolutos e percentuais foram considerados de acordo com as equações de normalidade para a espirometria em adultos propostas por Pereira et al.²⁵.



Figura 1: Espirômetro KoKo PFT System (Longmont, USA)

5.9.3 Avaliação da força muscular respiratória

A manovacuometria foi realizada para avaliar a força muscular respiratória, inferida através das pressões respiratórias máximas, utilizando o aparelho manovacuômetro digital MicroRPM (MICRO medical, Rocjester Kent, Reino Unido) (Figura 2). Antes do início de cada exame, o avaliador demonstrou e orientou todos os procedimentos. Estes, foram realizados com o indivíduo na posição sentada, em repouso, com a cabeça em posição neutra, fazendo uso de clipe nasal e bocal

cilíndrico descartável acoplado ao manovacuômetro e posicionado firmemente entre os lábios para evitar vazamento, com um orifício de fuga aérea de 2 mm de diâmetro para que os valores das pressões máximas não sofressem influência das pressões geradas pelos músculos da face e da orofaringe²⁶. Para medir a P_{Imáx}, o participante realizou uma inspiração máxima a partir do Volume Residual (VR)²⁷.

Todos os participantes realizaram ao menos três manobras aceitáveis - sem vazamento e com pelo menos 2 segundos de duração²⁸ e 1 segundo de sustentação²⁹ - e pelo menos duas reprodutíveis, com variação igual ou inferior a 10% do maior valor. Entretanto, se a última medida fosse a maior, era necessário outra mensuração. Houve um intervalo de um minuto entre as medidas, e o maior valor entre as manobras reprodutíveis foi o selecionado para análise²⁸. A avaliação foi considerada completa até que os indivíduos realizassem adequadamente as manobras³⁰.



Figura 2: Manovacuumetro digital Micro RPM.

5.9.4 Eletromiografia de superfície dos músculos respiratórios

A EMG de superfície foi realizada para detectar a atividade elétrica muscular do diafragma e ECM. Os sinais eletromiográficos foram obtidos por um módulo condicionador de sinais (MCS 1000) de 4 canais (EMG System do Brasil®, Brasil) (Figura 3), com um conversor analógico-digital - A/D (CAD, 12/36-60K) com resolução de 12bits. O equipamento tem uma razão de rejeição de modo comum

(RRMC) > 80dB, com frequência de amostragem configurada em 2000hz e filtragem do sinal entre 20 e 500 Hz. O ganho programado no conversor é de 50 vezes e nos eletrodos de 20 vezes, com amplificação dos sinais de 1000 vezes. O eletromiógrafo é alimentado por uma bateria externa e conectado a um notebook, o qual recebe o sinal e o armazena em arquivo. O *software* EMGLab (EMG System do Brasil®, Brasil) será utilizado para análise digital dos sinais.

A detecção dos sinais foi feita com eletrodos Double® (Hal Indústria de Comércio LTDA, São Paulo, Brasil) que são ativos, bipolares, cujo contato é constituído de Prata/Cloreto de Prata (Ag/AgCl) e um gel sólido aderente de alta condutibilidade. Nesse modelo de eletrodo, as superfícies de contato (Ag/AgCl) ficam inseridas em um corpo único confeccionado em espuma de polietileno que contém um adesivo medicinal hipoalergênico, sendo fixa a distância entre as superfícies de contato em 21mm.

Os eletrodos foram afixados à pele após tricotomização e limpeza com álcool, sendo orientados pelas proeminências ósseas e trajeto das fibras musculares. O posicionamento dos eletrodos para captação do sinal eletromiográfico seguiu o seguinte protocolo (Figura 4):

- ECM: no terço inferior da linha que se estende da borda inferior do processo mastóideo até o centro da fenda esternal³¹;
- Diafragma: no 7º e 8º espaço intercostal anterior, de acordo com a melhor captação do sinal, entre a linha axilar e hemiclavicular direita²⁰;
- Eletrodo de referência: Cabeça da ulna direita.



Figura 3: EMG System do Brasil®, Brasil

Devido à localização da musculatura avaliada, na tentativa de diminuir a interferência do sinal cardíaco, a avaliação foi realizada somente do lado direito do indivíduo³².

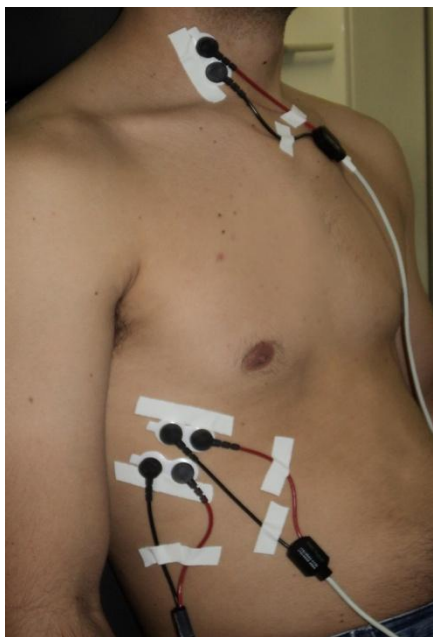


Figura 4: Posicionamento dos eletrodos para registro da atividade eletromiográfica dos músculos ECM e diafragma.

Os sinais eletromiográficos destes músculos foram registrados durante a respiração basal por 2 minutos, para que a amplitude da atividade muscular desta manobra, representada pelo valor do RMS (*Root Mean Square*/ raiz quadrada da média elevada ao quadrado), fosse utilizada para normalização do sinal eletromiográfico³³. O valor da ativação de cada músculo durante a respiração basal foi padronizado como sendo 100%. Os valores das ativações maiores ou menores a este valor foram considerados como aumento ou diminuição da atividade, respectivamente³⁴. Em seguida, foram realizados mais 2 minutos de incursões respiratórias profundas. Após essas duas captações de sinal, um novo registro foi realizado durante as manobras de PImáx.

Entre cada registro, foi dado um minuto de intervalo para descanso. Para os registros da respiração basal e da respiração profunda, foi considerado para análise apenas o minuto mediano³⁴.

Durante a captação dos sinais eletromiográficos, o paciente permaneceu sentado numa poltrona confortável com os braços e pernas apoiados. Além disso, os voluntários foram instruídos a realizarem os padrões de respiração diafragmático e freno labial durante todos os registros.

5.9.5 Teste da Caminhada de Seis Minutos

A avaliação da capacidade funcional foi realizada através do Teste da Caminhada dos seis minutos (TC6M), de acordo com as recomendações da ATS³⁵. O participante caminhou em um corredor de 30 metros, plano e coberto, demarcado cada metro no chão com fita métrica e a reviravolta marcada por um cone em cada extremidade, em um tempo total de seis minutos. O teste foi realizado pelo menos duas horas após as refeições e os participantes foram instruídos a usarem roupas e sapatos confortáveis.

Antes de iniciar o teste, o participante descansou por 10 minutos, período no qual o examinador explicou e demonstrou o teste. Após o descanso, foram mensuradas a frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), saturação de pulso de oxigênio (SpO₂), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), o nível de dispnéia segundo a escala de Borg Modificada (0-10) (Anexo 2) e a escala de percepção subjetiva de esforço de Borg (6-20) (Anexo 3). O examinador orientou o indivíduo a caminhar o mais longe possível, sem correr, podendo parar sempre que necessário, retornando ao teste quando se sentisse capaz (todavia, o cronômetro continuava marcando o tempo).

Durante a realização do teste, foram utilizadas frases de incentivo a cada minuto passado com o mesmo tom de voz. Ao término do tempo do teste, o indivíduo parava e sentava em uma cadeira para reavaliação da FR, FC, SpO₂, PAS, PAD, nível de dispnéia, percepção subjetiva de esforço e distância caminhada.

Para avaliação da FC e SpO₂ foi utilizado um oxímetro de pulso (OxyWatch® modelo MD300C3, Finger Pulse Oximeter - China), já a PAS e PAD foram verificadas utilizando um monitor de pressão arterial de inflação manual (modelo HEM-431CINT, OMRON® - China).

Para medição das distâncias percorridas será utilizada a equação proposta por Iwama et al.³⁶, determinando o percentual previsto para cada teste realizado pelo paciente:

Distância média percorrida nos seis minutos = $622.461 - (1.846 \times \text{Idade}_{\text{anos}}) + (61.503 \times \text{gênero}_{\text{homens}=1; \text{mulheres}=0})$.

5.10 Procedimentos experimentais

O Programa de TMI domiciliar foi realizado com o aparelho POWERbreathe® da linha *Classic Ligth Resistance* (POWERbreathe®, HaBLtd, Southon, UK), o qual permite um carga de até 90mmHg. Todos os participantes receberam um aparelho e foram orientados individualmente sobre como utilizá-lo, além de receberem um vídeo demonstrativo do protocolo. No momento da avaliação, os participantes realizaram a primeira sessão de TMI para familiarização com o dispositivo. Esta sessão não foi utilizada para análise.

Para o programa de TMI, ambos os grupos realizaram 30 esforços inspiratórios, duas vezes ao dia, 5 dias por semana, durante 6 semanas consecutivas. Os participantes do grupo controle realizaram o TMI com 15% da $P_{lm\acute{a}x}$, enquanto os do grupo treinamento realizaram as sessões com 50% da $P_{lm\acute{a}x}$ ^{16,37}.

Durante as sessões de treinamento, os participantes foram orientados a sentar-se confortavelmente, com o POWERbreathe® adaptado à boca através de um bocal, utilizando um clipe nasal (Figura 5). Ao final de cada semana de treinamento, os participantes de ambos os grupos compareceram ao Departamento de Fisioterapia da UFRN para supervisão e reavaliação da $P_{lm\acute{a}x}$, com consequente ajuste da carga do POWERbreathe®.

Durante todo o treinamento houve contato diário entre os avaliadores e os participantes com o intuito de confirmar se o exercício com o POWERbreathe® estava sendo realizado adequadamente, na frequência e carga orientadas e para esclarecimentos de dúvidas.

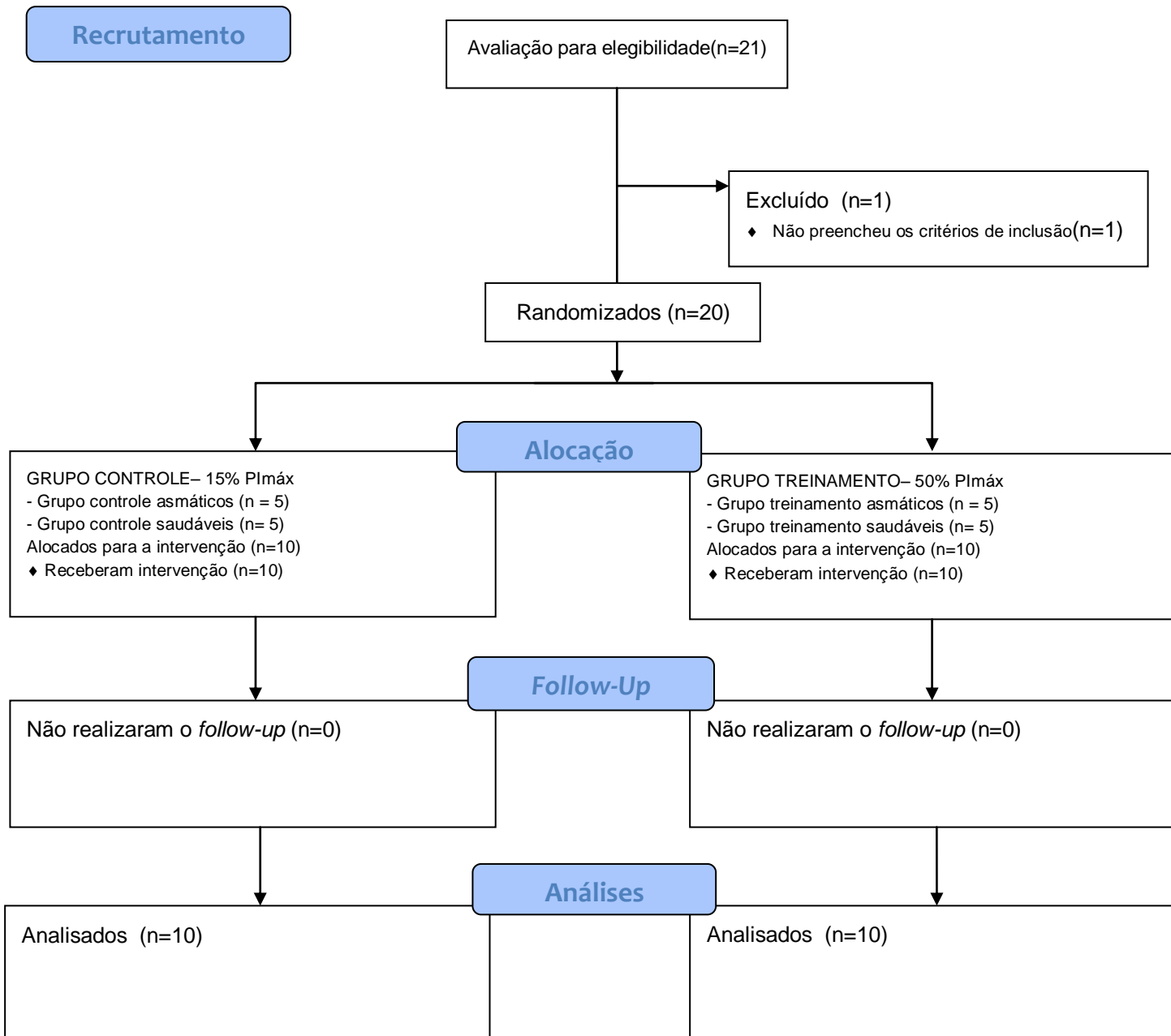


Figura 5 – Treinamento com POWERBreathe®

5.11 Análise de dados

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva dos dados obtidos por meio de construção de tabelas e do cálculo de variáveis estatísticas, como médias e desvio padrão. Posteriormente, os dados da amostra foram analisados através do software estatístico SPSS 20.0 (*Statistical Package for the Social Science*) atribuindo-se significância de 5%. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade dos dados e o teste de Levene para avaliar a homogeneidade de variância (homocedasticidade). Para comparar as variáveis intragrupos, foi utilizado o teste t para amostras dependentes, já a comparação das variáveis intergrupos foi realizada através da ANOVA *one way*. Para verificar a correção entre as diversas variáveis, foi utilizado o teste de correlação de Pearson.

5.12 Desenho do estudo



6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão serão apresentados em formato de artigo. Foi elaborado um artigo intitulado: Inspiratory muscle training promotes clinical and functional improvements in asthmatics. O artigo, em inglês, foi submetido ao periódico "Respiratory Medicine" e encontra-se adaptado às normas de publicação do periódico supracitado.

INSPIRATORY MUSCLE TRAINING PROMOTES CLINICAL AND FUNCTIONAL IMPROVEMENTS IN ASTHMATICS

Inspiratory muscle training in asthmatics

Abstract

Asthma treatment aims to obtain and maintain the control of the disease for prolonged periods. The Inspiratory Muscle Training (IMT) can be an alternative to the assistance of asthmatic patient, being used as a complementary treatment to the pharmacological. Thus, the objective of this study was to investigate the effects of a domiciliary IMT program on electromyographic activity of respiratory muscles in asthmatic adults. This consists of a clinical trial, in which ten asthmatic adults and ten healthy ones were randomized into two groups (control and training). The electrical activity of inspiratory muscles (sternocleidomastoid (SCM) and diaphragm) was obtained by surface electromyography. In addition, lung function (Spirometry), Maximum Inspiratory Pressure – MIP – (Manovacuometry) and functional capacity (the six-minute walk test) were evaluated. Participants were evaluated before and after 6 weeks IMT Protocol. Training and control groups performed the IMT with 50% and 15% of MIP, respectively. It was seen an increase in the MIP, after IMT, in the training and healthy control groups ($P < 0.05$), which was followed by significant increase in SCM's activity during the MIP in the healthy training group (1488%) and asthmatic training group (ATG) (1186.4%). The ATG also showed a significant increase in the activity of the diaphragm on the basal respiration (48.5%). Functional capacity was significantly increased in the asthmatics control group (26.5 m) and asthmatic training group (45.2 m). These findings suggest that the IMT promoted clinical improvement in all groups, with emphasis on the ATG, being an important non-pharmacological option for asthmatic individuals.

Keywords: asthma, adult, electromyography, breathing exercises, randomization.

INTRODUCTION

The asthmatic patient treatment aims to obtain and maintain the control of the disease for prolonged periods. This treatment must ensure the clinical manifestations control and promote the future risks reduction for patients, such as exacerbations, accelerated loss of lung function and adverse effects of treatment¹.

In this way, the Inspiratory Muscle Training (IMT) arises as an alternative in asthmatic patient assistance, being used as a complementary treatment to the pharmacological², aiming not only at the increase in muscle strength, but also in endurance^{3,4,5}, in addition to the inspiratory muscles fatigue mitigation, reduced dyspnea perception and increased exercise tolerance⁶.

To assess the activity of the respiratory muscles, the electromyographic (EMG) is used, method that records electrical waves generated by muscles and nerves that stimulate it, evaluating, therefore, innervation aspects, the neuromuscular junction and intrinsic muscles activity⁷. Besides, it can be used to monitor muscle function during training programs⁸, being reproducible and sensitive to the evaluation of changes in respiratory muscle activity during the imposition of inspiratory⁹ loads.

The electromyographic assessment provides quantitative information about the specific function of each muscle, being an essential data to justify the IMT effect on inspiratory muscles¹⁰. So far, there are no studies that have assessed the IMT effect by electromyographic activity in asthmatic adults.

Therefore, the study aims to investigate the effects of a domiciliary IMT program on electromyographic activity of respiratory muscles in asthmatic adults. It is presumed that the IMT increases the electrical activity of the diaphragm and decreases the sternocleidomastoid (SCM) muscle activity in asthmatics.

MATERIALS AND METHODS

It consists of a clinical trial, randomized, controlled and double-blind, approved

by the Research Ethics Committee of the Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brazil, obtaining a favorable opinion n° 456.252.

Subject and inclusion/exclusion criteria:

Participated in this study 10 healthy and 10 asthmatic individuals. The asthmatic and healthy groups were divided randomly into two groups: control group and training group. Thus, 5 participants in each group were assessed, named: Healthy Control Group (HCG), Asthma Control Group (ACG), Healthy Training Group (HTG) and Asthmatic Training Group (ATG). The control groups and training groups will perform the IMT with 15% and 50% of the maximum inspiratory pressure, respectively.

Randomization was generated with block swap. Each group was encoded and the allocation transferred to a series of opaque envelopes sealed, numbered sequentially. Because it is a double blind study, the evaluators and participants are not aware of the allocation of subjects in both groups.

Asthmatics with confirmed diagnosis by the doctor, with controlled asthma¹, without prior or lung diseases with body mass index (BMI) $\leq 30 \text{ Kg/m}^2$ were included. The healthy ones who presented evidence of preserved lung function participated in the research (forced vital capacity (FVC), forced expiratory Volume in one second (FEV1) above 80% of predicted value)¹, without prior lung diseases and body mass index (BMI) $\leq 30 \text{ Kg/m}^2$. Those who developed some lung disease during training became unable to perform the protocol or requested to leave the study were excluded.

Instruments and data collection:

A standardized clinical evaluation questionnaire was used to register personal details and history of the disease.

Spirometry was performed to evaluate lung function through the KoKo PFT spirometer System version 4.14 (nSpire Health Inc, Longmont, USA), according to the recommendations of the ATS/ERS¹². The absolute values and percentages were

considered according to the equations of normalcy for Spirometry proposed by Pereira et al.¹³.

The manovacuometry has been performed to evaluate the respiratory muscle strength using the digital MicroRPM manovacuometer (Micro medical, United Kingdom). To measure the MIP, the participant performed a maximum inspiration from the Residual Volume (RV)¹⁴. At least, were conducted at least three acceptable and two reproducible maneuvers, with the evaluation considered complete when individuals performed adequate maneuvers¹⁵. The equation proposed by Neder et al.¹⁴ was used as reference.

The surface EMG was conducted to detect the electrical activity of the diaphragm muscle and the SCM. The electromyographic signals were obtained by a signal conditioner module (MCS 1000) of 4 channels (EMG System of Brazil®, Brazil), with an analog-to-digital converter-A/D (CAD, 12/36-60 k) with resolution of 12bits. The equipment has a common-mode rejection ratio (RRMC) > 80dB, with sampling frequency set at 2000 Hz and filtering of the signal between 20 and 500 Hz. The set gain in the converter is 50 times and in the electrodes it is 20 times, with amplification of signals of 1000 times.

The detection of the signs was done with electrodes Double ® (Hal Trade Industry LTDA, São Paulo, Brazil) that are active, bipolars, whose contact consists of silver/silver chloride (Ag/AgCl) and a solid gel adherent of high conductivity. In this model of electrode, the contact surfaces (Ag/AgCl) are inserted in a single body made of polyethylene foam that contains a hypoallergenic medicinal adhesive, being the distance between the contacts surfaces fixed in 21 mm.

The electrodes were attached to the skin after trichotomization and cleansing with alcohol 002C guided by bone prominences and path of muscle fibers. The electrodesplacement for electromyographic signal capture on SCM and DP muscles followed the protocols of Falla et al¹⁶ and Dornelas de Andrade et al¹⁷, respectively. The reference electrodes were positioned on the head of the right ulna.

Due to the location of the evaluated muscles in an attempt to decrease the cardiac signal interference, the assessment was performed only on the right side of the individual¹⁸.

Electromyographic signals of these muscles were recorded during basal respiration for 2 minutes, so that the amplitude of the muscular activity, represented by the value of the RMS (*Root Mean Square*), was used for electromyographic signal¹⁹ normalization. The value of each muscle activation during basal respiration was standardized as being 100%. The activations for more or less than this value were considered as increased or decreased activity, respectively. Then, a new record was achieved during the maneuvers of MIP.

During the capture of electromyographic signals, the patient remained was sit in a comfortable armchair with arms and legs supported. In addition, the volunteers were instructed to perform normal diaphragmatic pursed lip breathing during all records.

Functional capacity evaluation was carried out through the six-minute Walk test (6WMT), in accordance with the recommendations of ATS²⁰. The vital signs, the dyspnea level according to the Modified Borg scale (0-10) and Borg Rating of Perceived Exertion Scale (6-20) were measured after 10 minute rest before the test and immediately after the test. For measurement of covered distances the equation proposed by Iwama et al.²¹ was used.

The IMT program was carried out with the POWERbreathe® equipment (*POWERbreathe®*, HaBLtd, Southon, UK), using a nasal clip. Both groups performed 30 inspiratory efforts twice a day, 5 days per week, for 6 consecutive weeks. Participants in the control group performed the IMT with 15% of MIP, while training group's sessions were held with 50% of MIP^{6,22}. At the end of each training week, participants performed the MIP reassessment, with consequent POWERbreathe® load adjustment. All participants received a unit and were advised individually on how to carry out the Protocol, in addition to receiving instructions in video.

The analysis was performed using the statistical software SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Science) with 5%. The Shapiro-Wilk test was used to test the normality of the data and the Levene test for assessing the homogeneity of variance (homoscedasticity). To compare the intra-group variables, the test t for dependent samples was used; the comparison of variables intergroup was held through the ANOVA one way. Pearson correlation test was used to verify the correlation between the different variables.

RESULTS

The sample was composed of 21 patients of both sexes, healthy or diagnosed with bronchial asthma, one patient was discarded for presenting values not acceptable on Spirometry. In this way, the study evaluated 10 asthmatic individuals (5 in the control group – ACG – and 5, in the Training Group –ATG) and 10 healthy ones (5 in the control group – HCG – and Training Group 5 – HTG).

Anthropometric data

In baseline, anthropometric variables showed no intergroup significant difference.

Spirometry and Manovacuometry

At the pre-training, the spirometric variables and MIP did not show intergroup significant difference, represented in table 1.

Spirometric values show that all healthy individuals showed normal respiratory function (FEV1 e FVC > 80% of predicted value), in addition to not showing alterations after the IMT in any group.

The inspiratory muscle strength increased significantly in training groups and the healthy control group. It should be noted that there was also an increase in the average MIP, after IMT, in the asthmatic control group, but without statistical significance (table 1).

Table 1: Spirometric Variables and inspiratory maximum pressures, pre and post IMT, represented by average and standard deviation for each evaluated group.

Variables/ Group	HCG (n=5)		HTG(n=5)		ACG(n=5)		ATG(n=5)	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
FEV ₁ (L)	3.3±	3.3±	3.7±	3.7±	2.8±	2.6±	3.5±	3.4±
	0.6	0.6	1.4	1.4	0.3	0.5	1.0	0.9
FEV ₁ (%)	96.6±	99.0±	95.6±	97.4±	82.2±	80.6±	87.0±	87.6±
	8.99	11.0	14.3	15.1	12.8	21.1	6.7	10.9
FVC (L)	3.7±	3.8±	4.2±	4.2±	3.2±	3.3±	4.4±	4.5±
	1.0	1.1	1.8	1.8	0.5	0.8	1.4	1.5
FVC (%)	97.0±	97.8±	97.4±	93.4±	83.0±	84.2±	98.2±	99.8±
	13.3	17.0	13.0	21.2	15.1	13.8	14.3	18.1
FEV1/FVC	0.9±	0.9±	0.9±	0.9±	0.8±	0.8±	0.8±	0.8±
	0.7	0.06	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
FEV1/FVC (%)	102.1±	100.2±	105.2±	105.3±	94.6±	92.8±	87.2±	86.4±
	11.5	10.7	8.9	11.1	14.1	11.4	11.0	11.1
PEF(L)	7.9±	7.7±	7.6±	7.6±	5.1±	5.8±	6.3±	6.8±
	1.3	1.9	1.9	2.1	1.8	1.3	1.6	1.2
PEF(%)	92.0±	87.6±	83.5±	81.5±	51.2±	63.2±	64.0±	72.0±
	14.4	16.6	11.2	10.8	16.2	15.2	19.7	7.1
MIP (cmH ₂ O)	96.6±	123.6±	84.0±	124.5±	82.6±	112.6±	89.8±	136.4±
	24.2	29.6*	25.5	26.8*	28.6	15.5	24.2	22.5*
MIP (cmH ₂ O) %	89.8±	115,4±	75,5±	113,2±	75,9±	105,8±	78,3±	121,8±
	19.5	24.6*	30.5	27.3*	18.3	15.4	17.3	28.8*

(*): $P < 0.05$ when comparing pre and post IMT values; GSS: Healthy Control Group; HTG: Healthy Training Group; GSA: Asthma Control Group; ATG: Asthma Training Group; FVC (L): forced Vital capacity in litres; FVC (%): predicted forced vital capacity percentage; (L) FEV₁: forced Expiratory Volume in one second in litres; FEV₁ (%): Fev1 predicted percentage; FEV1/FVC: reason of the forced expiratory volume in one second by the forced vital capacity; FEV1/FVC (%): forced expiratory volume reason percentage in one second by the predicted forced vital capacity ; PEF (L): peak expiratory flow in litres; PEF (%):predicted peak expiratory flow percentage ; MIP (cmH₂O): Maximum inspiratory pressure; MIP (cmH₂O) (%): predicted maximum inspiratory pressure.

Electromyography

When baseline, electromyographic variables showed no intergroup significant difference, described in table 2.

It could be observed (table 2), when comparing values before and after IMT, a significant increase on the electrical activity of the diaphragm on the basal respiration, only on the ATG. The IMT effect was found an increase activity of SCM, during the MIP, in groups participating in the training.

The basal respiration was considered as 100%, the other values were normalized from this value.

When comparing the IMT effect on the electromyographic activity between the groups, no significant differences were observed

Table 2: Electromyographic variables, before and after IMT, represented by average and standard deviation for each evaluated group.

Variable / Group	HCG (n=5)		HTG(n=5)		ACG(n=5)		ATG(n=5)	
	Before	After (%)	Before	After (%)	Before	After (%)	Before	After (%)
RMS (basal) SCM	100± 0.0	92.1± 27.8	100± 0.0	90.1± 46.3	100± 0.0	124.9± 77.0	100± 0.0	114.8± 49.1
RMS (basal) DP	100± 0.0	94.1± 42.9	100± 0.0	95.8± 36.5	100± 0.0	102.1± 30.8	100± 0.0	148.5± 31.3*
RMS (MIP) SCM (%)	1770.7±	1860.2±	1711.0±	3199.0±	1057.0±	170.,9±	1028.4±	2214.8±
	789.3	983.5	1064.4	1884.5 *	641.7	747.4	336.4	148.9 *
RMS (MIP) DP (%)	465.63 ± 204.2	370.0±	539.7±	695.6±	253.4±	354.6±	247.4±	356.2±
		143.8	367.2	334.0	154.0	313.3	47.4	100.7

(*): $< P 0.05$, when comparing pre and post IMT values; (%): normalized values according to the basal respiration; HCG: Healthy Control Group; HTG: Healthy Training Group; ACG: Asthma Control Group; ATG: Asthma Training Group; RMS: Root Mean Square; MIP – Maximum Inspiratory Pressure; SCM: Sternocleidomastoid; DP: Diaphragm; RMS: Root Mean Square.

Correlation between MIP and RMS

When performing a correlation analysis between the values of MIP and the electrical activity of the evaluated muscles, no significant differences were observed (table 3).

Table 3: Correlations between MIP and electrical activity and its significance in the moment after IMT.

Variable/ Group	HCG (n=5)	HTG(n=5)	ACG(n=5)	ATG(n=5)
MIP / RMS (basal) SCM	$r = 0.82$ $P = 0.08$	$r = - 0.27$ $P = 0.96$	$r = - 0.74$ $P = 0.15$	$r = - 0.49$ $P = 0.39$
MIP / RMS (basal) DP	$r = - 0.25$ $P = 0.67$	$r = 0.32$ $P = 0.60$	$r = - 0.64$ $P = 0.23$	$r = - 0.76$ $P = 0.13$
MIP / RMS (MIP) SCM	$r = - 0.79$ $P = 0.11$	$r = 0.22$ $P = 0.71$	$r = - 0.46$ $P = 0.42$	$r = 0,36$ $P = 0.54$
MIP / RMS (MIP) DP	$r = 0.41$ $P = 0.50$	$r = - 0.23$ $P = 0.71$	$r = 0.74$ $P = 0.14$	$r = - 0.12$ $P = 0.84$

HCG: Healthy Control Group; HTG: Healthy Training Group; ACG: Asthma Control Group; ATG: Asthma Training Group; RMS: Root Mean Square; MIP – Maximum Inspiratory Pressure; SCM: Sternocleidomastoid; DP: Diaphragm.

The 6-minute walk test

Before IMT, WD6 showed no intergroup significant difference, according to table 4.

The distances covered in the 6MWT, as well as the predicted value percentage, before and after the IMT, are presented in table 4. It might be noted that the WD6 increase was significant only in asthmatic individual groups.

Table 4: Distance traveled in the 6MWT (gross value and predicted value percentage), pre and post IMT, represented by average and standard deviation for all evaluated groups.

Variable/		HCG (n=5)		HTG(n=5)		ACG(n=5)		ATG(n=5)	
Group		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
6MWT (m)		613.6±	610.4±	637.8±	649.4±	599.8±	626.3±	648.2±	693.4±
		78.0	73.2	95.2	76.9	63.1	59.0 *	96.1	77.0 *
6MWT (m) (%)		103.4±	102.9±	105.4±	107.5±	100.9±	105.1±	107.3±	114.7±
		13.1	12.7	10.7	9.2	11.8	10.6 *	16.1	5.37 *

(*): $P < 0.05$ when comparing pre and post IMT values; HCG: Healthy Control Group; HTG: Healthy Training Group; ACG: Asthma Control Group; ATG: Asthma Training Group; 6MWT (m): distance travelled in the 6-minute walk test in meters; 6MWT (%): predicted percentage of distance travelled in the 6-minute walk test.

DISCUSSION

The main effects of IMT found in this study were: 1) increased MIP in the training groups (asthmatics and healthy) and in the healthy control group; 2) training groups (asthmatics and healthy) showed increased electrical activity of the SCM muscle during the MIP; 3) increase in electrical activity of the diaphragm muscle during basal breathing in asthmatic training group; 4) increase in the distance walked in the 6MWT in groups with asthmatics (control and training).

Before all tests, spirometry was performed for the evaluation of pulmonary function. All asthmatic participants who were included had controlled asthma; without lung function changes being observed in them.

During the IMT, the respiratory musculature is activated throughout the respiratory cycle, favoring the optimization of muscle function in increasing strength².

Sheel et al.²⁵ have attributed the increase in strength to better perception of respiration, increased respiratory muscle fatigue and ventilatory efficiency. In addition, the training and the increased respiratory load provide cellular adaptation, with improved oxidative capacity, and consequently better fatigue resistance²⁶.

We can observe that the load of 15%, as the 50% of MIP, promoted an increase in inspiratory muscle strength. Thus, the results suggest that the load of 15% of the MIP can be used when the goal is to gain strength. These data do not match those described by Hill et al.²⁷, which claim that only loads of at least 30% of MIP are able to increase respiratory muscle strength.

Accompanied by the increase of the MIP, the electrical activity of the SCM muscle during the MIP, increased in the groups that participated in the training. The increased activity of SCM in asthmatics in response to an exercise with load, can be justified by episodes of bronchial hyperactivity and inflammation, which with the intensification of work promotes increased recruitment of accessory muscles of respiration^{28,29}. Previous studies have claimed that the activity of this muscle increased during the imposition of inspiratory loads, in a patient with COPD^{17,30}. These findings allow us to affirm that the increased activity of muscle attachment, represented by the SCM, happening not only during training, but also as a result of a long-term training.

The asthmatic ventilatory mechanics is different with flattening of the diaphragm and accessory muscle overload. Thus, ventilation becomes more apical, which promotes a consequent increase in energy consumption³¹. In our study, the IMT was able to promote awareness and breathing re-education of the asthmatic patient, which was observed by increasing the electrical activity of the diaphragm during basal respiration in ATG, facilitating the biomechanical readjustment.

To relate the RMS values of DP and SCM muscles with the MIP, was not found correlation, as reported in previous studies^{17,32}. The lack of correlation can be explained by the fact of MIP being a global measure of inspiratory muscle strength, which can confuse the relationship between strength and electrical activity of individual muscles during exertion^{12,33}.

In response to IMT, only groups with asthmatic patients increased the distance

travelled during the 6MWT. Walk tests are often used as a way to quantify the effort intolerance³⁴, and it is very important for asthmatics, because many activities of daily life are held in sub maximal exercise levels³⁵.

Holland et al.³⁶, in study with COPD patients, showed that after intervention, the minimally significant clinical difference is 25 meters in the 6MWT. Our study found an improvement of 26.5 meters in GSA and 45.2 meters in the ATG. Asthmatics have similar characteristics to individuals with COPD, therefore, it can be suggested that the established protocol of IMT in this study was able to promote a clinical improvement in the groups with asthmatic individuals.

When comparing the effects of IMT among groups, no difference was observed in the inspiratory muscle strength, electrical activity of muscles evaluated, neither in functional capacity, Confirming the finding that inspiratory loads with low intensities (15% of MIP) are already sufficient to promote improvements in these outcomes.

The EMG, as an evaluation instrument was an important tool in this study, however, brought us some limitations, such as the signal normalization, the cross talk, the electrodes positioning and the postural positioning. The cross talk occurs when EMG analysis and surface interpretation is confused, that is, when the signal registration of interest is contaminated by non-physiological signals or signals from musculatures close to interest¹⁸. Normalization of electromyographic signals, the placement of the electrodes and the better positioning of the patient for electromyographic evaluation of respiratory muscles are issues that have not yet been well established, varying between studies.

The ATS/ERS¹² comments that the signal normalization during spontaneous breathing is not recommended because some muscles do not present considerable electrical activity during basal respiration. On the other hand, Dornelas de Andrade et al.³⁷ believe that during maximum efforts, there is interference from adjacent musculatures. The present study used standardization through the basal respiration, because it was found in every muscle electrical activity happening right now, in addition to smaller cross talk.

In this study we opted for electrode placement protocols using bone

references and distances based on proportions, because the anthropometric data diverged within the sample. We believe that these limitations have not affected the results of this study, because, according to Duiverman et al.⁷, with the proper placement of the electrodes, the electromyographic records of high quality can be obtained, being minimally disturbed by external factors.

CONCLUSION

The study showed that the IMT established protocol was able to promote an increase in the diaphragm's electromyographic activity during basal respiration, in the asthmatic training group; however, there was also an increase in the activity of the accessory muscle (SCM), during the MIP, in both training groups. In addition to electrical activity, inspiratory muscle strength also increased in healthy and asthmatic training group, the functional capacity increased only in asthmatics. Thus, we can conclude that the IMT protocol established in this study showed clinically important improvements, and may be considered a satisfactory complementary treatment option. We suggest that the IMT is included in pulmonary rehabilitation programs at home for asthmatic patients.

REFERENCES

1. Global Initiative for Asthma (GINA) Report, Global strategy for asthma management and prevention 2012 (Update). Available in: <http://www.ginasthma.com/>
2. Lima EVNCL, Lima WL, Nobre A, Santos AM, Brito LMO, Costa MRSR. Treinamento muscular inspiratório e exercícios respiratórios em crianças asmáticas. J. Bras. Pneumol. 2008; 34(8):552-8.
3. Weiner P, Azgad Y, Ganam R, Weiner M. Inspiratory muscle training in patients with bronchial asthma. Chest. 1992;102(5):1357-61.

4. Souza E, Terra ELSV, Pereira R, Chicayban L, Silva J, Sampaio-jorge F. Análise Eletromiográfica do treinamento muscular inspiratório sob diferentes cargas do Threshold. *Revista Perspectiva online*. 2008; 7(2):103-12.
5. Ramírez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Güell R, Barreiro E, Mota RHS, Sangenis M, Broquetas JM, Casan P, Gea J. Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002; 166(11):1491-1497
6. Turner LA, Mickleborough TD, McConnell AK, Stager JM, Tecklenburg-Lund S, Lindley MR. Effect of Inspiratory Muscle Training on Exercise Tolerance in Asthmatic Individuals. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43(11):2031-8
7. Duiverman ML, van Eykern LA, Vennik PW, Koëter GH, Maarsingh EJ, Wijkstra PJ. Reproducibility and responsiveness of a noninvasive EMG technique of the respiratory muscles in COPD patients and in healthy subjects. *J Appl Physiol*. 2004; 96(5):1723-9.
8. Ratnovsky A, Zaretsky U, Shiner RJ, Elad D. Integrated approach for in vivo evaluation of respiratory muscles mechanics. *J Biomech*. 2003; 36(12):1771-84.
9. Riedi C, Toledo AC, Ribeiro KP, Moreira MIF, Costa D. Efeitos do treinamento muscular respiratório com e sem carga em pacientes com DPOC. *Reabilitar*. 2005;27(7):04-10.
10. Boton LM, Silva AMT, Bolzan GP, Corrêa ECR, Busanello AR. Estudo eletromiográfico dos músculos faciais de respiradores nasais, respiradores orais viciados e obstrutivos. *Rev. CEFAC*. 2011; 13(1):27-34.
11. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S1:S82.
12. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166:518–624.

13. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol*. 2007; 33(4): 397-406.
14. Neder JA. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(3):155-165.
15. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebelo MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias na população brasileira. *J Bras Pneumol*. 2010;36(3):306-312.
16. Falla D, Dall'Alba P, Rainoldi A, Merletti R, Jull G. Location of innervation zones of sternocleidomastoid and scalene muscles--a basis for clinical and research electromyography applications. *Clin Neurophysiol*. 2002;113(1):57-63.
17. Dornelas de Andrade A, Silva TNS, Vasconcelos H, Marcelino M, Rodrigues-Machado MG, Galindo Filho VC, Moraes NH, Marinho PEM, Amorim CF. Inspiratory muscular activation during threshold® therapy in elderly healthy and patients with COPD. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005; 15:631–39.
18. Sinderby CA, Comtois AS, Thomson RG, Grassino AE. Influence of the bipolar electrode transfer function on the electromyogram power spectrum. *Muscle e Nerve* 1996;19:290-301.
19. Soderberg GL, Knutson LM. A guide for use and interpretation of kinesiologic eletromyografic data. *Physical Therapy*. 2000; 20:485-98.
20. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-7.

21. 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. *Braz J Med Biol Res.* 2009;42(11):1080-5.
22. West CR, Taylor BJ, Campbell IG, Romer LM. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in Paralympic athletes with cervical spinal cord injury. *Scand J Med Sci Sports.* 2013 doi: 10.1111/sms.12070. [Epub ahead of print].
23. Gosselink R, De Vos J, Van den Heuvel, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J.* 2011; 37:416-425.
24. Silva IS, Fregonezi GAF, Dias FAL, Ribeiro CD, Guerra RO, Ferreira GMH. Inspiratory muscle training for asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* In: The Cochrane Library, Issue 11, Art. No. CD003792. DOI: 10.1002/14651858.CD003792.pub4
25. Sheel AW. Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance. *Sports Méd.* 2002; 32(9): 567-581.
26. Enoka, RM. *Bases Neuromecânicas da cinesiologia.* São Paulo. Manole, 2000.
27. Hill K, Jenkins SC, Hillman DR, Eastwood PR. Dyspnoea in COPD: can inspiratory muscle training help? *Aust J Physiother.* 2004;50(3):169-80
28. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Physical Activity and hospitalization for exacerbation of COPD. *Chest.* 2006; 129(3):536-44.

29. Murray NP, McKenzie DK, Gandevia SC, Butler JE. Effect of airway inflammation on short-latency reflex inhibition to inspiratory loading in human scalene muscles. *Respir Physiol Neurobiol.* 2012; 181: 148-53.
30. Mañanas MA, Jané R, Fiz JA, Morera J, Caminal P. Study of myographic signals from sternomastoid muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2004;7(5):674-681.
31. Marcelino AMFC; Silva, HJ. Papel da pressão inspiratória máxima na avaliação da força muscular respiratória em asmáticos: Revisão sistemática. *Rev Port Pneumol.* 2010;16(3):463-470.
32. Hawkes EZ, Nowicky AV, McConnel AK. Diaphragm and intercostal surface EMG and muscle performance after acute inspiratory muscle loading. *Resp Physiol Neurobi.* 2007. 155: 213–219.
33. Yokoba M, Abe T, Katagiri M, Tomita T, Easton PA. Respiratory muscle electromyogram and mouth pressure during isometric contraction. 2003 *Respir. Physiol. Neurobiol.* 137(1), 51–60.
34. Di Mambro TR, Figueiredo PHS, Wanderley TR, Kriski AL, Guimarães FS. Treinamento muscular inspiratório na doença pulmonar obstrutiva crônica: impacto na qualidade de vida, intolerância ao esforço e dispneia. *Fisioter e Pesqui.* 2007; 14(2):65-71.
35. Fernandes PM, Pereira, NH, Santos ACBC, Soares, MESM. Teste de Caminhada de Seis Minutos: avaliação da capacidade funcional de indivíduos sedentários. *Rev Bras Cardiol.* 2012;25(3):185-191.
36. Holland AE, Hill CJ, Rasekaba T, et al. Updating the minimal important difference for six-minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease 2. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010; 91: 221–225.

37. Dornelas de Andrade A, Silva TS, Nobre E. Electromyographic activity of respiratory muscles: the possibility of considering diaphragmatic EMG as an isolated signal (Reply to the letter to the editor). *Respir Physiol Neurobiol.* 2007; 158:3-4.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao compararmos os efeitos do TMI hipoteticamente traçados, com os resultados encontrados, observamos que nenhuma hipótese foi inteiramente verdadeira. Durante a respiração basal, a atividade eletromiográfica do músculo primário (diafragma) aumentou apenas no grupo treinamento asmático, no entanto, também houve um aumento da atividade do músculo acessório (ECM), durante a manobra de P_{lmáx}, nos dois grupos treinamento. Além da atividade elétrica, a força muscular inspiratória também aumentou nos grupos saudáveis e no grupo treinamento asmático, já a capacidade funcional aumentou apenas nos grupos asmáticos. Estes dados nos permitem concluir que o TMI domiciliar promoveu maiores ganhos aos pacientes asmáticos, em especial àqueles que realizaram o treinamento com a maior carga (50% da P_{lmáx}), no entanto, não pode-se excluir o benefício observado com o treinamento utilizando a carga com 15% da P_{lmáx}.

Dessa forma, concluímos que o protocolo de TMI estabelecido neste estudo mostrou melhoras clinicamente importantes, podendo ser considerado uma opção de tratamento complementar importante, podendo ser incluído em programas de reabilitação pulmonar domiciliar para pacientes asmáticos.

Sugerimos a realização de estudos que utilizem esse protocolo de treinamento em crianças asmáticas, a fim de iniciar o tratamento precocemente, prevenindo maiores alterações mecânicas na caixa torácica.

8. REFERÊNCIAS

1. Global Initiative for Asthma (GINA) Report, Global strategy for asthma management and prevention 2012 (Update). Disponível em: <http://www.ginasthma.com/>
2. Solé D, Wandalsen GF, Camelo-Nunes IC, Naspitz CK; ISAAC - Brazilian Group. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema among Brazilian children and adolescents identified by the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) - Phase 3. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82(5):341-6.
3. Solé D, Camelo-Nunes IC, Wandalsen GF, Pastorino AC, Jacob CM, Gonzalez C, et al. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema in Brazilian adolescents related to exposure to gaseous air pollutants and socioeconomic status. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2007;17(1):6-13.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. DATASUS. Morbidade hospitalar do SUS – por local de internação – Brasil. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/miuf.def>. Acesso em: 10 de outubro de 2013.
5. Burgel PR, de Blic J, Chanez P, Delacourt C, Devillier P, Didier A, Dubus JC, Frachon I, Garcia G, Humbert M, Laurent F, Louis R, Magnan A, Mahut B, Perez T, Roche N, Tillie-Leblond I, Tunon de Lara M, Dusser D. Update on the roles of distal airways in asthma. *Eur Respir Rev*. 2009; 18: 112:80–95.
6. Clanton TL, Levine S. Respiratory muscle fiber remodeling in chronic hyperinflation: dysfunction or adaptation? *J Appl Physiol* 2009;107(1):324-35.
7. Lopes EA, Fanelli-Galvani A, Prisco CC, Gonçalves RC, Jacob CM, Cabral AL, et al. Assessment of muscle shortening and static posture in children with persistent asthma. *Eur J Pediatr* 2007;166(7):715-21.
8. Laghi F; Tobin M J. Disorders of the respiratory muscles. *American Journal of respiratory and Critical Care Medicine*. 2003; 168:10-48.

9. Lima EVNCL, Lima WL, Nobre A, Santos AM, Brito LMO, Costa MRSR. Treinamento muscular inspiratório e exercícios respiratórios em crianças asmáticas. *J. Bras. Pneumol.* 2008; 34(8):552-8.
10. Souza E, Terra ELSV, Pereira R, Chicayban L, Silva J, Sampaio-jorge F. Análise Eletromiográfica do treinamento muscular inspiratório sob diferentes cargas do Threshold. *Revista Perspectiva online* 2008; 7(2):103-12.
11. Enoka, RM. Bases Neuromecânicas da cinesiologia. São Paulo. Manole, 2000.
12. MACHADO, MGR. Bases da fisioterapia respiratória: Terapia intensiva e reabilitação. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2008.
13. Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol.* 1976; 41(4):508-16.
14. Weiner P, Azgad Y, Ganam R, Weiner M. Inspiratory muscle training in patients with bronchial asthma. *Chest.* 1992;102(5):1357-61.
15. Ramírez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Güell R, Barreiro E, Mota RHS, Sangenis M, Broquetas JM, Casan P, Gea J. Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine.* 2002; 166(11):1491-1497
16. Turner LA, Mickleborough TD, McConnell AK, Stager JM, Tecklenburg-Lund S, Lindley MR. Effect of Inspiratory Muscle Training on Exercise Tolerance in Asthmatic Individuals. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(11):2031-8
17. Duiverman ML, van Eykern LA, Vennik PW, Koëter GH, Maarsingh EJ, Wijkstra PJ. Reproducibility and responsiveness of a noninvasive EMG technique of the respiratory muscles in COPD patients and in healthy subjects. *J Appl Physiol.* 2004; 96(5):1723-9.

18. Ratnovsky A, Zaretsky U, Shiner RJ, Elad D. Integrated approach for in vivo evaluation of respiratory muscles mechanics. *J Biomech.* 2003; 36(12):1771-84.
19. Riedi C, Toledo AC, Ribeiro KP, Moreira MIF, Costa D. Efeitos do treinamento muscular respiratório com e sem carga em pacientes com DPOC. *Reabilitar.* 2005;27(7):04-10.
20. Dornelas de Andrade A, Silva TNS, Vasconcelos H, Marcelino M, Rodrigues-Machado MG, Galindo Filho VC, Moraes NH, Marinho PEM, Amorim CF. Inspiratory muscular activation during threshold® therapy in elderly healthy and patients with COPD. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2005; 15:631–39.
21. Botton LM, Silva AMT, Bolzan GP, Corrêa ECR, Busanello AR. Estudo eletromiográfico dos músculos faciais de respiradores nasais, respiradores orais viciados e obstrutivos. *Rev. CEFAC.* 2011; 13(1):27-34.
22. Hill K, Jenkins SC, Hillman DR, Eastwood PR. Dyspnoea in COPD: can inspiratory muscle training help? *Aust J Physiother* 2004;50(3):169-80
23. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol.* 2002;28(Supl 3):S1:S82.
24. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol.* 2007; 33(4): 397-406.
25. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166:518–624.
26. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: Normal values and relationship to age and sex. *Am rev respir dis.* 1969; 99:696-701.
27. Neder JA. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol.* 2002;28(3):155-165.

28. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol.* 2002; 28 Suppl 3:S155-6
29. Green M, Road J, Sieck GC, Similowski T. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:528–47.
30. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebelo MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias na população brasileira. *J Bras Pneumol.* 2010;36(3):306-312.
31. Falla D, Dall'Alba P, Rainoldi A, Merletti R, Jull G. Location of innervation zones of sternocleidomastoid and scalene muscles--a basis for clinical and research electromyography applications. *Clin Neurophysiol.* 2002;113(1):57-63.
32. Sinderby CA, Comtois AS, Thomson RG, Grassino AE. Influence of the bipolar electrode transfer function on the electromyogram power spectrum. *Muscle e Nerve* 1996;19:290-301.
33. Soderberg GL, Knutson LM. A guide for use and interpretation of kinesiologic eletromyografic data. *Physical Therapy.* 2000; 20:485-98.
34. Martins DM, Brito RR, Andrade ADF. Ativação muscular inspiratória durante exercícios com limiar de carga inspiratória em pacientes com insuficiência cardíaca. Dissertação de mestrado em fisioterapia – UFMG. Belo Horizonte, MG: 2009.
35. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-7
36. 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. *Braz J Med Biol Res.* 2009;42(11):1080-5.

37. West CR, Taylor BJ, Campbell IG, Romer LM. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in Paralympic athletes with cervical spinal cord injury. *Scand J Med Sci Sports*. 2013 doi: 10.1111/sms.12070. [Epub ahead of print].

ANEXOS

Anexo 1: Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFRN

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO NORTE /
UFRN CAMPUS CENTRAL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos do treinamento muscular inspiratório em asmáticos

Pesquisador: Gardênia Maria Holanda Ferreira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 21780313.6.0000.5537

Instituição Proponente: Departamento de Fisioterapia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 456.252

Data da Relatoria: 01/11/2013

Apresentação do Projeto:

A asma é um problema de saúde crônico das vias aéreas que afeta crianças e adultos e caracteriza-se por hiperinsuflação pulmonar. Esse quadro dificulta a execução de exercícios físicos devido ao aumento de demanda ventilatória, prejudicando a qualidade de vida das pessoas afetadas. Exercícios que hipertrofiem os músculos da respiração podem reverter ou atrasar as complicações da deterioração da função muscular inspiratória. Programas de fisioterapia respiratória têm trabalhado sobre esse conceito e utilizam o Treino Muscular Inspiratório (TMI) como tratamento complementar ao farmacológico para pacientes com limitação ao fluxo aéreo. Parâmetros usados para avaliar a eficiência do treino são espessura do diafragma (através de ultrassonografia) e atividade eletromiográfica. Neste projeto de pesquisa, que envolve trabalhos de doutorado, mestrado e Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, serão arrolados 83 indivíduos, sendo 43 asmáticos e 43 não asmáticos. Os participantes serão avaliados através de questionário de parâmetros gerais de saúde, além de testes específicos de função respiratória. Todos os participantes serão então submetidos ao treinamento muscular respiratório durante 6 semanas sendo cinco dias por semana, após o que serão reavaliados. Sujeitos dos dois grupos serão então subdivididos aleatoriamente em dois grupos, um dos quais continuará o treinamento em uma frequência menor e o outro cessará o treinamento, sendo re-avaliados após seis semanas. Serão excluídos do estudo participantes que apresentarem alguma pneumopatia durante o período de

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000
Bairro: Lagoa Nova **CEP:** 59.078-970
UF: RN **Município:** NATAL
Telefone: (84)3215-3135 **Fax:** (84)3215-3135 **E-mail:** cepufrn@reitoria.ufrn.br

Página 01 de 04

Dulce
Dulce Almeida, CD; DSc
Coordenadora - CEP/UFRN

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO NORTE /
UFRN CAMPUS CENTRAL



Continuação do Parecer: 456.252

treinamento, sejam incapazes de realizar o protocolo estabelecido, solicitem a saída do estudo, que tenham adesão ao protocolo de treinamento menor do que 80% e sobrepeso. Serão avaliados parâmetros de capacidade respiratória e também de qualidade de vida dos participantes.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário:

Investigar os efeitos de um programa domiciliar de treinamento muscular inspiratório sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios e sobre a mobilidade e espessura do músculo diafragma em adultos asmáticos.

Objetivos Secundários:

1. Quantificar a ativação da musculatura respiratória antes e após o treinamento muscular inspiratório;
2. Analisar a mobilidade e espessura do músculo diafragma antes e após o TMI;
3. Avaliar os efeitos do TMI domiciliar sobre a força dos músculos respiratórios;
4. Examinar a influência do TMI domiciliar sobre a função pulmonar;
5. Verificar a capacidade funcional antes e após o TMI;
6. Avaliar a qualidade de vida antes e após o TMI;
7. Correlacionar a aplicação do programa de TMI com a atividade muscular e a qualidade de vida dos pacientes asmáticos;
8. Comparar as repercussões do TMI entre os grupos controle e experimental;
9. Analisar os efeitos de um programa de manutenção e do destreinamento sobre a função pulmonar, força dos músculos respiratórios, capacidade funcional, atividade dos músculos respiratórios e mobilidade e espessura do diafragma.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são pequenos, envolvendo cansaço durante as avaliações. Este risco será minimizado com intervalos para descanso entre os procedimentos.

Os benefícios para os participantes serão maior entendimento sobre o manejo da asma, sinais e sintomas de exacerbação, fatores desencadeantes e controle ambiental, e potencial melhora no processo de controle da asma.

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000
Bairro: Lagoa Nova CEP: 59.078-970
UF: RN Município: NATAL
Telefone: (84)3215-3135 Fax: (84)3215-3135 E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Dulce Almeida CD; DSC
Coordenadora EPI/UFRN



Continuação do Parecer: 456.252

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa de intervenção que pode beneficiar pacientes asmáticos no sentido de melhorar sua capacidade respiratória, além de contribuir na avaliação da qualidade de vida desses indivíduos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os seguintes termos foram apresentados: carta de apresentação, declaração de não início da pesquisa, formulário CEP/UFRN, folha de rosto, carta de anuência assinada pela chefia do Departamento de Fisioterapia, projeto completo, questionário de avaliação clínica, questionário de avaliação da qualidade de vida de asmáticos e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. Este último escrito em linguagem acessível e contemplando todos os aspectos preconizados na Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde - CNS.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após revisão ética do protocolo em questão, concluímos que o mesmo se encontra bem instruído e obedecendo às normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo o ser humano.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução 466/12 - do Conselho Nacional de Saúde - CNS e Manual Operacional para Comitês de Ética - CONEP é da responsabilidade do pesquisador responsável:

1. elaborar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE em duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela (s) pessoa (s) por ele delegada(s), devendo as páginas de assinatura estar na mesma folha (Res. 466/12 - CNS, item IV.5d);
2. desenvolver o projeto conforme o delineado (Res. 466/12 - CNS, item XI.2c);
3. apresentar ao CEP eventuais emendas ou extensões com justificativa (Manual Operacional para

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000
Bairro: Lagoa Nova CEP: 59.078-970
UF: RN Município: NATAL
Telefone: (84)3215-3135 Fax: (84)3215-3135 E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Dulce Almeida, CD; DSc
Coordenadora - CEP/UFRN

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO NORTE /
UFRN CAMPUS CENTRAL



Continuação do Parecer: 456.252

Comitês de Ética - CONEP, Brasília - 2007, p. 41);

4. descontinuar o estudo somente após análise e manifestação, por parte do Sistema CEP/CONEP/CNS/MS que o aprovou, das razões dessa descontinuidade, a não ser em casos de justificada urgência em benefício de seus participantes (Res. 446/12 - CNS, item III.2u) ;
5. elaborar e apresentar os relatórios parciais e finais (Res. 446/12 - CNS, item XI.2d);
6. manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa (Res. 446/12 - CNS, item XI.2f);
7. encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto (Res. 446/12 - CNS, item XI.2g) e,
8. justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou não publicação dos resultados (Res. 446/12 - CNS, item XI.2h).

NATAL, 13 de Novembro de 2013

Dulce Almeida / CD; DSc
Coordenadora CEP/UFRN

Assinador por:
Dulce Almeida
(Coordenador)

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

Fax: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Anexo 2: Nível de dispnéia segundo a escala de Borg Modificada (0-10).

0 <i>Nenhuma</i>	
0,5 <i>Muito, muito leve</i>	
1 <i>Muito leve</i>	
2 <i>Leve</i>	
3 <i>Moderada</i>	
4 <i>Pouco intensa</i>	
5 <i>Intensa</i>	
6	
7 <i>Muito intensa</i>	
8	
9 <i>Muito, muito intensa</i>	
10 <i>Máxima</i>	

Anexo 3: Escala de percepção subjetiva de esforço de Borg (6-20).

ESCALA DE BORG	
	6
	7 Extremamente leve
	8
	9 Muito leve
	10
	11 Razoavelmente leve
	12
	13 Pouco intenso
	14
	15 Intenso
	16
	17 Muito intenso
	18
	19 Extremamente intenso
	20

APÊNDICES

Apêndice 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esclarecimentos

Este é um convite para você participar da pesquisa: “Efeito do treinamento muscular inspiratório em asmáticos”, coordenada pela prof^a Dr^a Gardênia Maria Holanda Ferreira.

Esta pesquisa pretende Investigar os efeitos de um programa domiciliar de treinamento muscular inspiratório sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios e sobre a mobilidade e espessura do músculo diafragma em adultos asmáticos.

O motivo que nos leva a fazer este estudo é a necessidade de pesquisas que avaliem os efeitos de um programa domiciliar de fortalecimento dos músculos inspiratórios em adultos asmáticos e que possam contribuir para a melhora do controle da asma.

Caso não queira participar, sua vontade será respeitada. Caso decida aceitar o convite, você será submetido(a) ao(s) seguinte(s) procedimentos:

- Avaliação clínica: aplicação de um questionário para obtenção de informações pessoais e sobre a asma;
- Avaliação antropométrica: realizada para medir o peso e altura;
- Avaliação da atividade dos músculos respiratórios: para esta avaliação serão posicionados alguns eletrodos, semelhante aos eletrodos de um eletrocardiograma, e você terá que realizar algumas respirações;
- Avaliação da força dos músculos respiratórios e função do pulmão: Você terá que realizar respirações profundas com um bocal entre os lábios e com o nariz ocluído por um clipe nasal, sendo medido o quanto respirou;
- Avaliação da capacidade física: Você terá que andar em um corredor durante 6 minutos, podendo parar quando achar necessário.

A realização de todas as medidas terá cerca de 2 horas de duração e serão previamente agendadas, de forma que você não seja prejudicado(a).

Para realização dos exercícios domiciliares, você receberá um aparelho, o POWERbreathe®, e deverá realizar os exercícios 5 dias por semana, 2 vezes por dia, durante 6 semanas consecutivas. Em cada sessão serão realizadas 30 respirações. Os exercícios serão realizados de duas formas: com 15% ou 50% da máxima força dos músculos inspiratórios. A forma de realizar o exercício será escolhida através de sorteio para cada participante. Após esse período de treinamento, todos os participantes serão reavaliados.

As atividades realizadas serão de caráter não invasivo, ou seja, NÃO serão realizados procedimentos que envolvam corte, penetração de instrumentos, coleta de sangue ou que possam gerar dor ou desconforto. Você poderá cansar durante as

avaliações, no entanto, esse cansaço será minimizado com intervalos para descanso entre os procedimentos.

Os benefícios ao participar da pesquisa são: maior entendimento sobre o manejo da asma, sinais e sintomas de exacerbação, fatores desencadeantes e controle ambiental, além de ajudar a melhorar o processo de controle da asma.

Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar.

Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Se você tiver algum gasto pela sua participação nessa pesquisa, ele será ressarcido, caso solicite.

Se sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você terá direito a indenização.

Todas as dúvidas que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente à Profa Dra Gardênia Maria Holanda Ferreira, no endereço Rua Joaquim Alves, 1832 Bairro Lagoa Nova, Natal/RN ou pelo telefone (84) 8803-3888.

Dúvidas a respeito da ética dessa pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRN no endereço Praça do Campus Universitário, Lagoa Nova, Caixa Postal 1666, Natal/ RN, CEP 59.072-970 ou pelo telefone (84)3215-3135 e pelo e-mail cepufrn@reitoria.ufnr.br.

Consentimento Livre e Esclarecido

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa “Efeito do treinamento muscular inspiratório sobre a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios em adultos asmáticos”, e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura do pesquisador responsável

Pesquisadora responsável:
Gardênia Maria Holanda Ferreira
Endereço: Rua Joaquim Alves. 1832, Lagoa Nova
Telefone: (84) 88033888

Apêndice 2: Questionário de Avaliação Clínica

I – IDENTIFICAÇÃO

1. Nome Completo: _____	
2. Qual o endereço residencial? Rua: _____ no. _____ Complemento: _____ Bairro: _____ Ponto de referência: _____ Telefone: () próprio _____ () contato: _____	
3. Data de nascimento	____/____/____
4. Gênero: (1) Feminino (2) Masculino	____
5. Cor: (1) Branca (2) Parda (3) Preta	____
6. Escolaridade:	_____

II – HISTÓRIA CLÍNICA

1. Há quanto tempo foi diagnosticada a asma?	_____
2. Classificação da asma: (1) Controlada (2) Parcialmente controlada (3) Não controlada	____
3. Sintomas diurnos: (1) Sim (2) Não Qual (is): Tosse () Cansaço () Chiado () Outros _____	____
4. Frequências dos sintomas diurnos: (1) $\leq 2x$ /semana (2) $\geq 3x$ /semana (3) Diariamente	____
5. Sintomas noturnos: (1) Sim (2) Não Qual (is): Tosse () Cansaço () Chiado () Outros _____	____
6. Frequências dos sintomas noturnos: (1) $\leq 2x$ /semana (2) $\geq 3x$ /semana (3) Diariamente	____
7. Limitação de atividades: (1) Sim (2) Não Quais: _____	____
8. Necessidade de mediação controle/alívio: (1) Nenhuma (2) $\leq 2x$ /semana (3) $\geq 3x$ /semana Quais: _____ Frequência ao dia: _____	____

<p>9. Assintomático entre as crises: (1) Sim (2) Não Se não, apresenta: (2.1) Tosse (2.2) Chiado (2.3) Escarro (2.4) Cansaço</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<p>10. Duração das crises: (1) Horas (2) Dias (3) Meses (4) Anos Última crise? _____</p>	<input type="checkbox"/>
<p>11. Consequências das crises: (1) Falta aula (2) Não faz esportes (3) Não brinca (4) Não sobe escadas (5) Internação (6) Ida ao PS (7) Intubação (8) Uso de Corticóide (9) Consegue fazer atividades sem BD (10) Consegue fazer atividades com uso de BD (11) Não consegue fazer nada</p>	<input type="checkbox"/>
<p>12. Medidas tomadas na crise: (1) Spray (2) Aumenta dose de corticóide (3) Antecipa horário de medicação (4) Inalação (5) Procura PS</p>	<input type="checkbox"/>
<p>13. Fatores desencadeantes: (1) Alimentos (2) Esforço físico (3) Frio/umidade (4) Lã (5) Emoção (6) Infecções respiratórias (7) Fumo/fumaça (8) Drogas (9) Viagem (10) Flores (11) Perfume (12) Poeira (13) Animais</p>	<input type="checkbox"/>
<p>14. Época do ano de maior frequência das crises: (1) Jan- Mar (2) Abr-Jun (3) Jul-Set (4) Out-Dez</p>	<input type="checkbox"/>
<p>15. Alívio das crises: (1) Espontâneo (2) Medicação (3) Hospitalização</p>	<input type="checkbox"/>
<p>16. Medicamentos usados durante a crise: (1) Xantinas (2) Corticóide IN (3) Corticóide oral (4) Corticóide IM (5) β2- agonista de curta duração (6) β2 – agonista de longa duração (7) Outros Quais: _____</p>	<input type="checkbox"/>
<p>17. Quantas vezes procurou o PS no último mês?</p>	<input type="checkbox"/>
<p>18. Quantas hospitalizações no último mês?</p>	<input type="checkbox"/>
<p>19. Reação alérgica: (1) Eczema (2) Picada de insetos</p>	<input type="checkbox"/>

(3) Alimentos Quais? _____	
20. Co-morbidades: (1) Fibrose cística (2) Bronquiectasia (3) Tb (4) Outras Quais? _____	<input type="checkbox"/>
21. Ingestão de medicamentos além do tratamento da asma: (1) Sim (2) Não Quais? _____	<input type="checkbox"/>
22. Condições de moradia: (1) Umidade (2) Tapetes (3) Alvenaria (4) Terra batida (5) Animais domésticos	<input type="checkbox"/>

III – ANTECEDENTES MÓRBIDOS FAMILIARES

1. Mãe:
2. Pai
3. Avós
4. Tios

IV – ANTROPOMETRIA

1. Peso:	<input type="checkbox"/>
2. Altura:	<input type="checkbox"/>
3. IMC:	<input type="checkbox"/>

01. Espirometria

	VEF1	CVF	VEF1/CVF	PEFR
Medida 1				
Medida 2				
Medida 3				
Medida 4				
Medida 5				
Medida 6				
Medida 7				
Medida 8				

02. Eletromiografia dos músculos inspiratórios

RMS	Respiração basal
ECM	
Diaf 7º	
Diaf 8º	

RMS	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9
ECM									
Diaf 7º									
Diaf 8º									

03. Manovacuometria

	PI _{máx}
Medida 1	
Medida 2	
Medida 3	
Medida 4	
Medida 5	
Medida 6	
Medida 7	
Medida 8	
Medida 9	

04. TC6M

	Tinicial	Tfinal
FC		
SpO2		
PA		
FR		
Fadiga		
Dispneia		

Número de voltas:

Última volta (m):

Distância total percorrida:

OBS.:

