



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

MEIRE FORTI

**INFLUÊNCIA DA HIDROTERAPIA SOBRE A FUNÇÃO PULMONAR,
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA E MOBILIDADE
TÓRACOABDOMINAL EM MULHERES COM SÍNDROME
FIBROMIÁLGICA**

SÃO CARLOS

2015

MEIRE FORTI

Influência da hidroterapia sobre a função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ester da Silva

SÃO CARLOS

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F741ih

Forti, Meire.

Influência da hidroterapia sobre a função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica / Meire Forti. -- São Carlos : UFSCar, 2015.
105 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Fibromialgia. 2. Força muscular respiratória. 3. Função pulmonar. 4. Hidroterapia. I. Título.

CDD: 616.742 (20ª)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Meire Forti, realizada em 29/05/2015:

Profa. Dra. Ester da Silva
UFSCar

Profa. Dra. Aparecida Maria Catai
UFSCar

Profa. Dra. Simone Dal Corso
UNINOVE

Investigação conduzida no Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular – Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico (NUPEF) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Projeto desenvolvido com apoio da FAPESP (Processos nº 2013/16008-0 e nº 2011/22122-5)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha família, pois devo tudo o que tenho a esta família maravilhosa. Vocês sempre estiveram e estarão ao meu lado e por isso serei eternamente grata. Obrigada por terem participado ativamente desta importante fase da minha vida!

AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir alcançar mais esta conquista em minha vida e por me dar forças nos momentos difíceis e quando pensei em desistir. Só posso agradecer por ter me proporcionado saúde e fé para concluir mais uma etapa em minha vida.

Aos meus pais, Neide e Severino, pessoas essenciais em minha vida, só tenho a agradecer pelo imenso amor, pelo incentivo, pelo apoio nos momentos mais difíceis e pela disposição em me ajudar sempre que precisei. Vocês sempre serão as pessoas mais especiais e fundamentais para mim. Amo muito vocês.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Ester da Silva, a qual só tenho a agradecer de todo o meu coração. Obrigada por ter me proporcionado todo aprendizado que obtive ao seu lado. Agradeço também pela oportunidade de ser sua aluna, por estar sempre disponível para me ajudar, por me guiar para a realização deste trabalho e por ter acreditado em mim. Você foi essencial para o meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada por me fazer crescer tanto!

Ao Antonio Roberto Zamunér pela importante contribuição em minha vida acadêmica me co-orientando desde minhas iniciações científicas até o mestrado. Obrigada por me transmitir tantos conhecimentos, pela paciência, por sempre estar disposto a me ajudar e pela amizade. Foi uma honra trabalhar ao seu lado. Muito obrigada!

Ao meu irmão Odair, às minhas irmãs Sandra e Mirian e cunhados Adriana, Jefferson e Danilo, por estarem sempre presentes me apoiando, torcendo e vibrando com as minhas conquistas. Muito obrigada por me ajudarem em tudo o que preciso, tenho certeza que eu não teria chegado até aqui sem o apoio e o carinho que recebi de vocês. Obrigada!

Aos meus sobrinhos Lucas, Isabela e Manuela, por me proporcionarem imensa alegria mesmo nos dias difíceis. Obrigada por estarem sempre me esperando quando eu voltava para casa. Sem os seus sorrisos, abraços e brincadeiras eu não iria conseguir ter chegado até aqui.

Ao meu namorado Leonardo, agradeço o carinho, a amizade e a paciência durante os momentos difíceis. Obrigada por não desistir da nossa história, principalmente quando tudo parecia ter chegado ao fim. Obrigada pelo Amor.

À Prof^a. Dr^a. Aparecida Maria Catai por possibilitar a realização deste trabalho me acolhendo em seu laboratório. Muito obrigada pelos ensinamentos, pela paciência e por todo conhecimento que você tem me transmitido.

À Carolina Pieroni Andrade e à Nayara Yamada Tamburús, por contribuírem para a realização deste trabalho, pela amizade e pela constante presença durante os momentos de lazer. Vocês foram muito importantes e

essenciais para o meu crescimento, tanto pessoal como profissional. Obrigada por sempre estarem dispostas a me ajudar!

Aos alunos da Prof^a. Aparecida Maria Catai, Vinicius Minatel, Natália Perseguini, Camila Pantoni, Rodrigo Simões, Viviane Simões, Cristina de Oliveira, Mariana Gois, Silvia Moura, Patrícia Santos e Juliana Milan por estarem dispostos a me ajudar e proporcionar vários aprendizados, pelo acolhimento e amizade.

Aos professores da graduação da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) e a todos os professores do programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFSCar, os quais contribuíram para a minha formação.

Aos funcionários da PPG-Ft e do departamento de fisioterapia, em especial à Iolanda Villela por tornar todas as minhas manhãs mais alegres com seu bom humor.

À FAPESP pelo apoio financeiro, o qual foi essencial para a realização deste trabalho.

Às voluntárias que participaram do estudo e que me ensinaram que um simples sorriso pode fazer a diferença na vida das pessoas. Obrigada por me acolherem em suas vidas.

À Leticia Ramos de Souza, ao Mário Capelossi e à Thalita França, que estiveram presentes como apoio técnico em nosso laboratório e que foram peças importantes para a realização deste trabalho. Obrigada pela amizade.

Às pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e para que eu conseguisse alcançar este sonho. Muito Obrigada!

“Ainda que eu falasse a língua dos homens e falasse a língua dos anjos, sem o amor, eu nada seria.”

(1 Coríntios 13)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR	American College of Rheumatology
ANOVA	Análise de variância
ATS	American Thoracic Society
AVDs	Atividades de vida diária
CA	Cirtometria axilar
CAb	Cirtometria abdominal
CR-10 de Borg	Escala de Borg
CVF	Capacidade vital forçada
CVF (% do predito)	Capacidade vital forçada em porcentagem do predito
CVL	Capacidade vital lenta
CVL (% do predito)	Capacidade vital lenta em porcentagem do predito
CX	Cirtometria xifoide
ECG	Eletrocardiograma
EVA	Escala visual analógica
FC	Frequência cardíaca
FIQ	Questionário sobre o impacto da fibromialgia
FR	Frequência respiratória
GC	Grupo controle
GS	Grupo saudável
GSFM	Grupo síndrome fibromiálgica
GT	Grupo treinado
IAB	Inventário de Ansiedade de Beck
IC	Intervalo de Confiança

IDB	Inventário de Depressão de Beck
IMC	Índice de Massa Corporal
IPAQ	Índice de qualidade de sono de Pittsburgh
LAV	Limiar anaeróbio ventilatório
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
PE _{máx}	Pressão expiratória máxima
PE _{máx} (% do predito)	Pressão expiratória máxima em porcentagem do predito
PI _{máx}	Pressão inspiratória máxima
PI _{máx} (% do predito)	Pressão inspiratória máxima em porcentagem do predito
RPM	Rotações por minuto
SF-36	Questionário de qualidade de vida <i>Short Form-36</i>
SFM	Síndrome Fibromiálgica
SNC	Sistema Nervoso Central
TE	Tamanho de efeito
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
VEF ₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF ₁ (% do predito)	Volume expiratório forçado no primeiro segundo em porcentagem do predito
VEF ₁ /CVF	Razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada
VVM	Ventilação voluntária máxima
VVM (% do predito)	Ventilação voluntária máxima em porcentagem do predito

RESUMO

A síndrome fibromiálgica (SFM) é uma condição reumatológica, caracterizada por dor crônica difusa não inflamatória e *tender points* em locais anatómicos específicos. Além do quadro doloroso, a SFM também está associada à presença de uma variedade de sintomas como a fadiga e a dispneia, os quais têm chamado a atenção para a avaliação do sistema respiratório em mulheres com SFM. Assim, essa dissertação foi composta por dois estudos com o intuito de elucidar os aspectos desconhecidos relacionados ao sistema respiratório de mulheres com SFM. O **Estudo I**, intitulado “**Função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica: associação com as manifestações clínicas**”, teve como objetivo avaliar a função pulmonar, a força muscular respiratória e a mobilidade tóracoabdominal, bem como avaliar as possíveis associações das variáveis respiratórias com as manifestações clínicas em mulheres com SFM. Os resultados mostram que as voluntárias do grupo SFM estudadas apresentam menor endurance muscular respiratória, força muscular inspiratória e mobilidade torácica em relação às voluntárias saudáveis. Além disso, o estudo revelou que quanto menor a força muscular inspiratória, maior o número de *tender points* ativos e fadiga e menor a mobilidade axilar. O **Estudo II**, intitulado “**Influência de um programa de hidroterapia aeróbio sobre a função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica: ensaio clínico randomizado controlado**”, teve como objetivo avaliar a influência de um programa de hidroterapia aeróbio sobre variáveis respiratórias e manifestações clínicas em mulheres com SFM, bem como avaliar a associação entre as variáveis respiratórias com as manifestações clínicas. Os resultados mostram que o programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas aumentou a capacidade vital lenta, a capacidade vital forçada, a força muscular inspiratória, a mobilidade torácica, o limiar de dor à pressão e o bem-estar, e reduziu a dor e a limitação por aspectos físicos. A melhora clínica não apresentou associação com as variáveis respiratórias. **Conclusão:** As voluntárias com SFM apresentam menor endurance muscular respiratória, força muscular inspiratória e mobilidade torácica em relação às voluntárias saudáveis. Além disso, um programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas promoveu melhora da função pulmonar, da força muscular inspiratória, da mobilidade torácica, do limiar de dor à pressão, do bem-estar, da dor e da limitação por aspectos físicos. No entanto, a melhora clínica da SFM não apresentou associação com a melhora das variáveis respiratórias.

Descritores: Fibromialgia, Força muscular respiratória, Função pulmonar, Hidroterapia.

ABSTRACT

The fibromyalgia syndrome (FMS) is a rheumatologic condition characterized by non-inflammatory widespread chronic pain and tender points in specific anatomic locations. In addition to the pain symptoms, FMS is also associated with the presence of a variety of symptoms such as fatigue and dyspnea, which has called attention to the review of the respiratory system in women with FMS. Thus, this work consisted of two studies aiming to elucidate the unknown aspects related to the respiratory system of women with FMS. The **Study I**, entitled "**Pulmonary function, respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility in women with fibromyalgia syndrome: association with clinical manifestations**", aimed to evaluate lung function, respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility as well as to assess possible associations of respiratory variables with clinical manifestations in women with FMS. The results show that the FMS group in this study has lower respiratory muscle endurance, inspiratory muscle strength and thoracic mobility compared to healthy participants. In addition, the study demonstrated that the lower inspiratory muscle strength, the greater the number of tender points and fatigue and lower axillary mobility. The **Study II**, entitled "**Influence aerobic hydrotherapy program on lung function, respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility in women with fibromyalgia syndrome: a randomized controlled trial**", aimed to evaluate the influence of an aerobic hydrotherapy program on respiratory variables and clinical manifestations in women with FMS and assess the association between respiratory variables and clinical manifestations. The results show that a 16-week aerobic hydrotherapy program increased the slow vital capacity, the forced vital capacity, the inspiratory muscle strength, the thoracic mobility, the pressure pain threshold, well-being, and decreased pain, and limitations caused by physical aspects. Clinical improvement was not associated with the respiratory variables. **Conclusion:** The subjects with FMS had lower respiratory muscle endurance, inspiratory muscle strength and thoracic mobility compared to healthy subjects. In addition, a 16-week aerobic hydrotherapy program showed to be effective in ameliorating lung function, inspiratory muscle strength, thoracic mobility, pressure pain threshold, well-being, pain and limitations caused by physical aspects. However, clinical improvement of FMS symptoms was not associated with the improvement of respiratory variables.

Keywords: Fibromyalgia, Respiratory muscle strength, Lung function, Hydrotherapy.

LISTA DE FIGURAS

METODOLOGIA

- Figura 1: Fluxograma das participantes ao longo do estudo. SFM = Síndrome Fibromiálgica23
- Figura 2: Linha do tempo mostrando as avaliações dos grupos saudável (GS) e com síndrome fibromiálgica (GSFM) ao longo do estudo.....24
- Figura 3: Ilustração das fases do protocolo de hidroterapia aeróbio: A) alongamento; B) exercício no cicloergômetro aquático e na cama elástica e C) relaxamento.....32
- Figura 4: A) Ilustração do cicloergômetro aquático (Hidrocycle®); B) canaletas abertas (menor resistência); C) canaletas fechadas (maior resistência) maior arrasto de água.34

ESTUDO I

- Figura 1: Fluxograma das participantes do estudo44

ESTUDO II

- Figura 1: Fluxograma das participantes do estudo76

LISTA DE TABELAS E QUADROS

METODOLOGIA

- Quadro 1: Descrição detalhada do protocolo de hidroterapia aeróbio33
- Tabela 1: Variáveis coletadas durante o treinamento. Média \pm DP das 32 sessões de hidroterapia do GT (n=15).33

ESTUDO I

- Tabela 1: Idade, IMC e características cardiorrespiratórias basais e manifestações clínicas do grupo síndrome fibromiálgica (GSFM) e do grupo saudável (GS)49
- Tabela 2: Variáveis respiratórias do grupo síndrome fibromiálgica (GSFM) e do grupo saudável (GS)51
- Tabela 3: Coeficiente de correlação de Spearman (r_s)52

ESTUDO II

- Tabela 1: Idade, IMC e características cardiorrespiratórias basais e durante o TECP no início do estudo do grupo treinado (GT) e do grupo controle (GC) nas análises por-protocolo e por intenção-de-tratar77
- Tabela 2: Variáveis de função pulmonar do grupo treinado (GT) linha de base e pós treinamento e do grupo controle (GC) linha de base e pós sem treinamento usando a análise por-protocolo79
- Tabela 3: Variáveis de função pulmonar do grupo treinado (GT) linha de base e pós treinamento e do grupo controle (GC) linha de base e pós sem treinamento usando a análise por intenção-de-tratar80
- Tabela 4: Variáveis de força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal do grupo treinado (GT) linha de base e pós treinamento e do grupo controle (GC) linha de base e pós sem treinamento usando a análise por-protocolo83
- Tabela 5: Variáveis de força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal do grupo treinado (GT) linha de base e pós treinamento e do grupo controle (GC) linha de base e pós sem treinamento usando a análise por intenção-de-tratar84
- Tabela 6: Dados do Limiar de dor a pressão, EVA dor, EVA Fadiga e EVA bem-estar e questionários de ambos os grupos (GT e GC) usando a análise por-protocolo87

Tabela 7: Dados do Limiar de dor a pressão, EVA dor, EVA Fadiga e EVA bem-estar e questionários de ambos os grupos (GT e GC) usando a análise por intenção-de-tratar	88
Tabela 8: Efeitos da hidroterapia sobre os componentes do questionário SF-36 de ambos os grupos (GT e GC) usando a análise por-protocolo	89
Tabela 9: Efeitos da hidroterapia sobre os componentes do questionário SF-36 de ambos os grupos (GT e GC) usando a análise por intenção-de-tratar	90
Tabela 10: Correlações entre as mudanças nos valores de P _{lmáx} (% do predito), CA, CX e CVF (% do predito) e as mudanças nas manifestações clínicas da SFM após 16 semanas	91

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	17
2. METODOLOGIA	21
2.1. Aspectos éticos do estudo	21
2.2. Casuística.....	21
2.3. Planejamento geral do estudo e procedimentos experimentais	23
2.3.1 Desenho dos estudos	23
2.3.2 Avaliação clínica e fisioterapêutica	24
2.3.3 Procedimentos para a randomização	25
2.3.4 Procedimentos gerais para avaliação respiratória	25
2.4. Avaliação da função pulmonar.....	26
2.5. Avaliação da força muscular respiratória	26
2.6. Avaliação da mobilidade tóracoabdominal.....	27
2.7. Avaliação das manifestações clínicas.....	28
2.7.1 Avaliação da dor, da fadiga e do bem-estar geral.....	28
2.7.2. Avaliação do limiar de dor à pressão e dos tender points	28
2.7.3. Avaliação da qualidade de vida, do impacto da fibromialgia sobre a qualidade de vida, depressão, ansiedade e qualidade do sono.....	28
2.8. Teste de exercício cardiopulmonar (TECP)	29
2.9. Programa de hidroterapia aeróbio	31
3. ESTUDO I - Função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica: associação com manifestações clínicas	39
4. ESTUDO II - Influência de um programa de hidroterapia aeróbio sobre a função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica: ensaio clínico randomizado controlado.....	61
5. Considerações finais e desdobramentos futuros.....	99
6. Atividades realizadas durante o mestrado	101
Anexo I - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos	104
Anexo II – Comprovante de submissão do estudo I	105

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A síndrome fibromiálgica (SFM) é uma condição reumatológica caracterizada por dor crônica difusa, não inflamatória e pela presença de *tender points* (pontos dolorosos) em locais anatômicos específicos (1).

Além do quadro doloroso, a SFM está associada a uma variedade de sintomas como distúrbios do sono, rigidez matinal, parestesias de extremidades, alterações de humor como ansiedade e depressão, entre outras (2, 3).

A SFM é uma das doenças reumatológicas mais frequentes, atrás apenas da osteoartrite, com prevalência de 2,5% na população geral (2, 4) e representando 5,7% de todos os atendimentos na clínica geral (5). Entretanto, suas etiologia e fisiopatologia ainda não são completamente elucidadas e seu diagnóstico é basicamente clínico, baseado nos critérios diagnósticos estabelecidos pelo *American College of Rheumatology* (ACR) (1, 3).

Considerando o efeito combinado da dor com a presença de uma variedade de sintomas, a SFM promove impacto negativo sobre a qualidade de vida de seus portadores. Assim, ocorre diminuição das atividades de vida diárias (AVDs) e contribui para a redução do nível de atividade física e da capacidade funcional nesses indivíduos. Essas alterações, em longo prazo, podem comprometer o sistema cardiorrespiratório de mulheres com SFM (6). Além disso, sintomas como a dispneia (7,8), a fadiga (9) e a presença da dor em regiões relacionadas à mecânica respiratória (10) têm chamado a atenção para a avaliação do sistema respiratório de mulheres com SFM.

Apesar da dispneia e da fadiga constituírem sintomas subjetivos, elas são altamente incapacitantes e têm sido relacionadas com distúrbios do sono, baixo

desempenho físico, disfunção nervosa central, distúrbios de ansiedade (9,11) e podem estar associadas também a alterações do sistema respiratório.

Além disso, está bem estabelecido que doenças que promovem dor e rigidez da musculatura localizada na região do tórax e da coluna vertebral favorecem alterações da mecânica respiratória (12). Assim, ressalta-se que regiões relacionadas à mecânica respiratória, incluindo o músculo trapézio superior, os músculos suboccipitais, a região cervical anterior e a segunda costela são as regiões mais sensíveis e as mais acometidas pela dor na SFM (10). Portanto, a avaliação do sistema respiratório em mulheres com SFM é extremamente relevante a fim de elucidar possíveis comprometimentos.

Assim, alguns estudos (11, 13, 14, 15, 16) avaliaram o sistema respiratório em mulheres com SFM, porém os resultados são controversos. Com relação à função pulmonar, estudos anteriores (14-16) reportaram que mulheres com SFM apresentam valores espirométricos dentro da normalidade, enquanto Kesiktas et al. (13) encontraram alteração de função pulmonar de caráter obstrutivo em mulheres com SFM.

A mobilidade torácica tem sido outro fator controverso na literatura. Ozgocmen et al. (15) relataram que mulheres com SFM apresentam redução da mobilidade torácica, fato este não constatado por Sahin et al. (16). Porém, parece ser consenso na literatura que indivíduos com SFM apresentam redução da força muscular respiratória (11, 15, 16). A causa dessas alterações ainda é desconhecida, no entanto, fatores como dor, fraqueza de músculos respiratórios e disfunções relacionadas ao sistema nervoso central (SNC), como inibição reflexa dolorosa e limitação na ativação do comando central para ativação muscular, são algumas das possíveis explicações para tais alterações (13, 15, 16).

Em função da complexidade dos sintomas, da subjetividade clínica e da cronicidade da SFM, ainda não existe um consenso de qual tratamento mostra-se o mais efetivo (17). Dessa forma, embora a maioria dos tratamentos baseie-se em medicamentos para redução da dor e dos sintomas, a combinação do tratamento farmacológico com o tratamento não farmacológico tem demonstrado ser a abordagem mais eficaz no tratamento da SFM (13), ganhando destaque a hidroterapia e o exercício físico aeróbio enquanto tratamentos não farmacológicos (18-20).

Diversas modalidades de exercício físico vêm sendo utilizadas (19, 21), com destaque aos programas de exercícios aeróbios, os quais têm demonstrado efetividade na redução da dor e na melhora da função física, da qualidade de vida e do bem-estar global em mulheres com SFM (22, 23). Esses efeitos podem ser explicados pelo fato de que o exercício proporciona aumento dos níveis de beta-endorfinas circulantes, além de influenciar o sistema serotoninérgico e diminuir a atividade simpática (23).

Na hidroterapia, as propriedades físicas da água e a temperatura do meio favorecem que o indivíduo seja submetido a diferentes forças físicas, o que promove uma série de alterações fisiológicas que englobam os sistemas neuromuscular, metabólico e cardiorrespiratório (5). Além disso, os benefícios proporcionados pelas propriedades físicas da água e da temperatura do meio se somam aos benefícios obtidos pelo exercício físico, os quais são realizados com menor sobrecarga (24). Assim, a hidroterapia promove relaxamento muscular, redução da dor, diminuição do impacto articular e redução das limitações funcionais, da ansiedade e da depressão (5).

Contudo, apesar da literatura apresentar resultados promissores sobre o efeito da hidroterapia em pacientes com SFM, ao nosso conhecimento nenhum estudo avaliou a efetividade de protocolos de exercícios aeróbios na água sobre a força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com SFM.

Diante desta contextualização, a presente dissertação foi composta por dois estudos. No primeiro, intitulado **“Função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica: associação com às manifestações clínicas”**, identificamos a necessidade de investigar se mulheres com SFM apresentam alteração de função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal comparadas com voluntárias saudáveis, bem como avaliar a relação entre essas variáveis com as manifestações clínicas da SFM.

A partir dos resultados obtidos no Estudo I identificamos, então, a necessidade de investigar a hipótese de que um programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas, baseado na frequência cardíaca (FC) do limiar anaeróbio ventilatório (LAV), poderia ser uma estratégia efetiva para a melhora das variáveis de função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal, bem como para a melhora clínica na SFM. Para isso foi desenvolvido o Estudo II, intitulado **“Influência de um programa de hidroterapia aeróbio sobre a função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal: ensaio clínico randomizado controlado”**.

2. METODOLOGIA

A metodologia será detalhada neste capítulo em função do formato da apresentação da dissertação ser empreendido na forma de artigos científicos.

2.1. Aspectos éticos do estudo

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos (protocolo nº. 112.508) e registrado no ClinicalTrials.gov sob número NCT01839305.

Todas as participantes foram informadas e esclarecidas a respeito dos objetivos e da metodologia experimental a que iriam ser submetidas e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.2. Casuística

Cento e oitenta e nove mulheres foram triadas, sendo que 133 apresentavam diagnóstico clínico de SFM e 56 eram saudáveis. As voluntárias foram recrutadas na comunidade local através de cartazes e folhetos distribuídos nas dependências da universidade, em clínicas de reumatologia e em pontos estratégicos (clínicas de fisioterapia, academias etc.), além de recrutamento a partir de nossa base de dados. Destas, 59 (36 com SFM e 23 saudáveis) foram consideradas elegíveis, concordaram em participar do estudo e submeteram-se às avaliações da linha de base. As 23 voluntárias saudáveis foram pareadas por idade, índice de massa corporal (IMC) e nível de atividade física - segundo o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) (25) - ao grupo de 23 voluntárias com SFM, compondo ambos os grupos a amostra do Estudo I. Para realizar o Estudo II, outras 13 voluntárias com SFM completaram todas as etapas do estudo e compuseram a amostra totalizando 36 voluntárias com SFM para o

Estudo II. O fluxograma geral das participantes do estudo está apresentado na figura 1.

Foram incluídas no estudo voluntárias com SFM diagnosticadas por um médico reumatologista, de acordo com os critérios diagnósticos estabelecidos pelo *American College of Rheumatology (ACR)* (1). As voluntárias com SFM e as saudáveis tinham entre 30 a 60 anos de idade e classificadas como sedentárias segundo o questionário IPAQ, ou seja, não realizavam atividades físicas contínuas ≥ 10 min mais que quatro vezes por semana e praticavam menos de 150 min/semana de atividade física (25).

Os critérios de exclusão foram tabagismo, antecedentes de doenças sistêmicas não controladas como Diabetes Mellitus, hipertensão arterial sistêmica ou qualquer doença respiratória, cardíaca, neurológica, infectocontagiosas de pele, dificuldades na compreensão das orientações sobre os procedimentos experimentais, obesidade (IMC >40) e usuárias de medicamentos que pudessem influenciar nas variáveis estudadas, tais como broncodilatadores, analgésicos de uso contínuo, tranquilizantes ou antidepressivos.

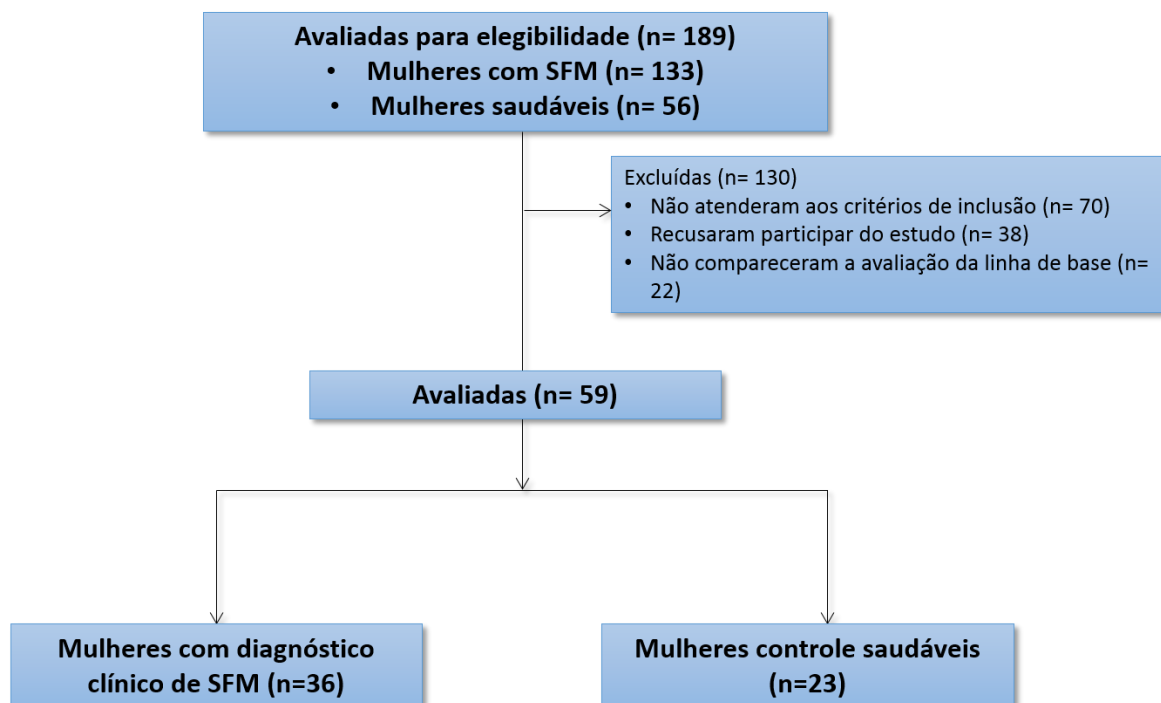


Figura 1: Fluxograma das participantes ao longo do estudo. SFM: Síndrome Fibromiálgica.

2.3. Planejamento geral do estudo e procedimentos experimentais

2.3.1 Desenho dos estudos

O **Estudo I** configura-se como transversal do tipo caso-controle, enquanto que o **Estudo II** possui o desenho de um ensaio clínico randomizado e controlado. Na figura 2 está apresentada a linha do tempo comum aos estudos I e II.

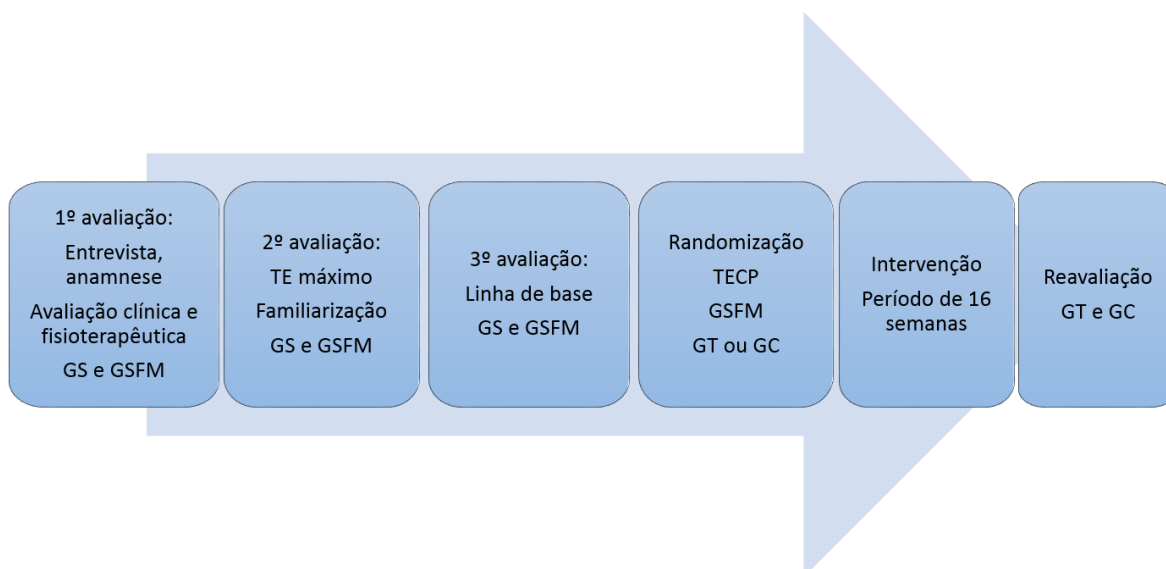


Figura 2: Linha do tempo mostrando as avaliações dos grupos saudável (GS) e com síndrome fibromiálgica (GSFM) ao longo do estudo.

2.3.2. Avaliação clínica e fisioterapêutica

Todas as voluntárias foram submetidas à avaliação clínica e fisioterapêutica que consistiu de anamnese completa, avaliação antropométrica, aferição da frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), frequência respiratória (FR), eletrocardiograma (ECG) de repouso, avaliação postural e avaliação dos *tender points* (1). Também foram submetidas a um teste ergométrico clínico, o qual teve como objetivo avaliar as condições clínicas e cardiológicas frente ao exercício físico, servindo também como critério de exclusão caso a voluntária apresentasse anormalidades (alterações eletrocardiográficas, da pressão arterial e arritmias).

Após essa etapa, as voluntárias foram convidadas a participar das avaliações da linha de base que consistiu na avaliação da função pulmonar, da força muscular respiratória, da mobilidade tóracoabdominal e da avaliação de algumas manifestações clínicas.

2.3.3. Procedimentos para a randomização

As participantes com SFM foram randomizadas em grupo treinado (GT) ou grupo controle (GC). Ao primeiro ofertou-se o tratamento hidroterapêutico, enquanto que o segundo grupo recebeu orientações para a manutenção das atividades realizadas durante a linha de base. Uma pessoa não envolvida no estudo e cega às informações dos pacientes realizou a randomização e forneceu aos pesquisadores a alocação dos grupos. Para a randomização foram utilizados envelopes opacos, preparados previamente e designados por números aleatórios gerados a partir do website <http://www.randomization.com>, o qual criou uma sequência de randomização com proporção de 1:1, realizada após as avaliações na linha de base.

2.3.4 Procedimentos gerais para avaliação respiratória

Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador no período da manhã (entre 7h00 – 12h00 a.m.) em um laboratório climatizado, com temperatura e umidade relativa do ar mantidas entre 22 a 24°C e entre 40 a 60%, respectivamente. As voluntárias foram familiarizadas com o laboratório e com o protocolo experimental e instruídas a utilizar roupas confortáveis, a evitar bebidas alcoólicas e estimulantes (café, chás, refrigerantes) e não praticar atividades físicas extenuantes até 48h antes das avaliações, bem como no dia das avaliações.

2.4. Avaliação da função pulmonar

Para avaliação da função pulmonar foi utilizado um módulo de fluxo (ULTIMA PFX, Medical Graphics, St. Paul, MN, USA) e as provas de função pulmonar foram realizadas segundo as orientações da American Thoracic Society (26) e das diretrizes brasileiras para testes de função pulmonar (27).

Todas as medidas foram coletadas pelo mesmo pesquisador e realizadas, portanto, sob comando verbal homogêneo. As voluntárias foram orientadas a permanecer sentadas e a utilizar um clipe nasal durante a realização das manobras. Realizaram-se as manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM). As curvas volume-tempo e fluxo-volume foram realizadas de acordo com os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade preconizados pelas diretrizes para testes de função pulmonar (27) e cada manobra foi considerada completa quando houvesse no mínimo três curvas aceitáveis e duas reprodutíveis. Posteriormente, utilizou-se para o estudo a melhor das três curvas. O cálculo da porcentagem do predito foi realizado segundo as equações de predição propostas para a população brasileira (27).

2.5. Avaliação da força muscular respiratória

Para avaliação da força muscular respiratória foi utilizado um manovacuômetro digital MVD300 (Globalmed®, Porto Alegre - RS, Brasil) conectado a um microcomputador (*software* MVD300, Globalmed, Brasil). Todas as medidas foram realizadas com as voluntárias sentadas, fazendo uso de um adaptador de bocais de plástico rígido contendo um pequeno orifício de 2mm de diâmetro, servindo de válvula de alívio, com o objetivo de prevenir a elevação da

pressão na cavidade oral (28) e um clipe nasal para evitar o escape de ar. A pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) foi realizada a partir do volume residual, enquanto que a pressão expiratória máxima (PE_{máx}) iniciou-se a partir da capacidade pulmonar total. Foram realizadas cinco manobras de esforço inspiratório e expiratório máximos, sem vazamento de ar perioral, sustentados por pelo menos 2 segundos, com valores próximos entre si ($\leq 10\%$). Foi considerada para o estudo a medida de maior valor (28-30). Após obter os valores das pressões respiratórias máximas, foram calculados aos valores previstos para PI_{máx} e PE_{máx} através das equações de predição propostas por Neder (29).

2.6. Avaliação da mobilidade tóracoabdominal

Para avaliar a mobilidade tóracoabdominal foram realizadas a cirtometria nos níveis axilar (CA), xifoidiano (CX) e abdominal (CAb), utilizando-se uma fita métrica escalonada em centímetros (cm). As medidas foram realizadas com as voluntárias em posição ortostática com as mãos no quadril e tórax semidesnudo. As voluntárias foram orientadas a realizar uma expiração máxima até o volume residual, seguido de uma inspiração máxima até a capacidade pulmonar total. A diferença entre essas medidas forneceu o grau de mobilidade tóracoabdominal. Foram realizadas três medidas em cada nível, utilizando-se para o estudo a medida de maior valor (31, 32).

2.7 Avaliação das manifestações clínicas

2.7.1 Avaliação da dor, da fadiga e do bem-estar geral.

Os níveis atuais de dor, fadiga e bem-estar foram avaliados pela escala visual analógica (EVA) medindo de 0 (sem dor e sem fadiga e pior condição possível para bem-estar) à 100 mm (máxima dor e máxima fadiga e melhor condição possível para bem-estar).

2.7.2. Avaliação do limiar de dor à pressão (LDP) e dos *tender points*

O LDP foi avaliado por meio de um algômetro digital (OE-220: Tissue Hardness Meter & Algometer, Ito Co., Japão) de acordo com a metodologia descrita por Chesterton et al. (33). Foi considerado como LDP geral (LDP-G) a média dos 18 *tender points* descrito por Wolfe et al.(1). Para avaliar o LDP das regiões mais envolvidas na mecânica respiratória (LDP-R), considerou-se a média dos seguintes pontos, avaliados bilateralmente: a) espaços intertransversos entre C5-C7 (músculo esternocleidomastóideo); b) ponto médio da borda superior do ventre muscular do músculo trapézio superior; c) segunda articulação costocostal. Os *tender points* foram considerados ativos e contabilizados quando o LDP referido pela voluntária foi menor que uma pressão de 4 kg (6).

2.7.3. Avaliação da qualidade de vida, do impacto da fibromialgia sobre a qualidade de vida, depressão, ansiedade e qualidade do sono.

A qualidade de vida foi avaliada utilizando o questionário SF-36 composto por oito dimensões (capacidade funcional, aspecto físico, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspecto social, aspecto emocional e saúde mental), com o escore de cada dimensão variando de 0 (pior estado) a 100 (melhor estado) (34).

O impacto da fibromialgia sobre a qualidade de vida foi avaliado pelo Questionário sobre o Impacto da Fibromialgia (FIQ), que prescreve que quanto maior o escore, maior é o impacto da SFM na qualidade de vida (35).

A depressão e a ansiedade foram avaliadas pelos questionários do Inventário de Depressão de Beck (IDB) validado para o Brasil (maior o escore, corresponde a sintomas depressivos mais acentuados) (36) e pelo Inventário de Ansiedade de Beck (IAB), validado no Brasil (maior o escore, corresponde a sintomas de ansiedade mais acentuados) (37), respectivamente.

Por último, para avaliar a qualidade do sono foi utilizado o Índice da Qualidade do Sono de Pittsburgh (IQSP), que é um questionário composto por sete componentes que são somados, de modo que pontuações de 0 a 4 indicam boa qualidade do sono, de 5 a 10 indicam qualidade ruim e acima de 10 indicam distúrbio do sono (38).

2.8. Teste de exercício cardiopulmonar (TECP)

Este teste foi realizado visando obter a frequência cardíaca (FC) no limiar anaeróbio ventilatório (LAV), para posteriormente ser utilizada na prescrição da intensidade do treinamento de hidroterapia aeróbio.

O TECP foi realizado utilizando um protocolo contínuo do tipo rampa, em cicloergômetro com frenagem eletromagnética (LODE BV – Corival V2, Groningen, Holanda), com o assento ajustado para permitir cerca de 5 a 10 graus de flexão do joelho. As voluntárias foram orientadas a manterem a cadência de pedaladas em 60 rpm e a não realizarem contração isométrica de membros superiores.

O protocolo do TECP compreendeu 1 min pré-teste na posição sentada no cicloergômetro para estabilização das variáveis, realização de ECG e aferição da PA. Em seguida foram realizados 4 min de aquecimento a 4 W, seguido de incremento de potência até a exaustão física, definida como o momento em que as voluntárias foram incapazes de manter as pedaladas em 60 rpm, ou até a manifestação de um sintoma limitante (e.g. dor em membros inferiores, tontura, náuseas, dispneia etc). O incremento de potência foi determinado individualmente, de acordo com a fórmula proposta por Wasserman et al. (39) (Incremento de potência (W) = [(estatura – idade) x 20] – [150 + (6 x massa corporal)]/100).

As variáveis ventilatórias e metabólicas foram obtidas respiração a respiração a partir de um sistema de análise de gases (ULTIMA PFX, Medical Graphics, St. Paul, MN, USA). A cada 2 min, as pacientes foram questionadas sobre a fadiga muscular dos membros inferiores (Borg-MMII) e sobre a fadiga respiratória (Borg-R) de acordo com a escala de percepção de esforço Borg CR-10 (40) e a PA foi aferida pelo método auscultatório de Korotkoff utilizando um esfigmomanômetro de mercúrio e estetoscópio Littmann. O eletrocardiograma com 12 derivações e a FC foram monitorizados durante todo o teste (Welch Allyn CardioPerfect Workstation, Skaneateles Falls, NY).

Após o teste, o LAV foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Zamunér et al. (41) e Higa et al. (42), ou seja, pela perda do paralelismo entre o VO_2 e VCO_2 analisado visualmente por três observadores devidamente treinados e cegados entre si.

2.9. Programa de hidroterapia aeróbio

O programa de hidroterapia aeróbio foi realizado em ambiente fechado com piscina aquecida ($30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), compreendendo 32 sessões realizadas duas vezes por semana (em dias alternados) durante 16 semanas. As sessões eram realizadas em grupos de até cinco voluntárias e supervisionadas por no mínimo dois fisioterapeutas. Cada sessão de hidroterapia teve duração de 45 minutos e dividiu-se nas seguintes fases: 1) Aquecimento (10 min), 2) Exercícios aeróbios (25 min), 3) Exercícios de membros superiores (5 min) e 4) Relaxamento (5 min), conforme discriminado na Figura 3. A intensidade dos exercícios aeróbios foi realizada com base na FC atingida no LAV obtido de cada voluntária por meio de um teste cardiopulmonar (TECP).

Nas sessões do programa de hidroterapia aeróbio, a PA foi aferida pelo método auscultatório de Korotkoff utilizando um esfigmomanômetro aneroide Premium® e um estetoscópio Rappaport Premium®, a FC foi monitorizada por um Freqüencímetro Polar® modelo FT1 (Electro Oy, Finland) e a percepção subjetiva do esforço foi avaliada pela escala CR10 de Borg (40) todas analisadas no início, durante os exercícios aeróbios e no final de cada sessão (tabela 1). A intensidade do esforço foi ajustada no decorrer das sessões a partir dos dados da FC e da escala de Borg (40).



Figura 3: Ilustração do protocolo de hidroterapia aeróbio. A) alongamento; B) exercício no cicloergômetro aquático e na cama elástica e C) relaxamento.

O grupo controle (GC) teve um acompanhamento por 16 semanas, recebendo instruções para a manutenção das atividades e dos hábitos identificados na linha de base, não recebendo intervenção hidroterapêutica.

A descrição detalhada do protocolo de hidroterapia aeróbio consta no Quadro 1.

Quadro 1: Descrição detalhada do programa de hidroterapia aeróbio

FASE	DESCRIÇÃO	PROGRESSÃO	TEMPO
Aquecimento	Foram realizados exercícios de baixa intensidade (caminhada leve para frente, para trás e lateralmente) e alongamento muscular com duração de até 30s dos músculos trapézios, peitorais, flexores, extensores de ombro; flexores e extensores de cotovelo; flexores, extensores de quadril; e flexores e extensores de joelho.	-----	10 min
Exercícios Aeróbios	Nível 1: 5 min de pedaladas sobre espaguete à 80% da FC atingida no LAV. Nível 2: 10 min de saltos na cama elástica aquática (jump) à 110% da FC atingida no LAV. Nível 3: 10 min de exercício em cicloergômetro aquático (Hydrocycle®) à 100% da FC atingida no LAV.	Ajuste de resistência no cicloergômetro aquático (figura 4) Aumento da velocidade das pedaladas e dos saltos.	25 min
Exercícios de membros superiores	5 min de saltos baixos na piscina associados com exercícios de membros superiores, visando manter a FC atingida no LAV. Foram exercitados os grupos musculares de flexores e extensores do ombro, adutores e abdutores do ombro, flexores e extensores de cotovelo utilizando de dispositivos para aumentar a resistência da água.	Aumento do número de séries e repetições até no máximo de três séries de 15 repetições.	5 min
Relaxamento	Foram utilizados dispositivos flutuantes com o intuito de auxiliar as voluntárias a permanecerem na posição mais confortável possível.	-----	5 min

Tabela 1: Variáveis coletadas durante o treinamento. Média \pm DP das 32 sessões de hidroterapia do GT (n=15).

	REPOUSO INICIAL	DURANTE O EXERCÍCIO			REPOUSO FINAL
		80% da FC do LAV	110% da FC do LAV	100% da FC do LAV	
FC (bpm)	85 \pm 6	90 \pm 7	123 \pm 10	112 \pm 9	84 \pm 5
PAS (mmHg)	110 \pm 7	110 \pm 8	150 \pm 9	140 \pm 9	110 \pm 8
PAD (mmHg)	70 \pm 5	70 \pm 3	90 \pm 2	80 \pm 2	74 \pm 5
BORG-M	-----	3 \pm 1,5	7 \pm 3	5 \pm 2,5	-----
BORG-R	-----	2 \pm 2	6 \pm 2	4,5 \pm 2	-----

LAV: limiar anaeróbio ventilatório; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica, PAD: pressão arterial diastólica; BORG-M: percepção subjetiva do esforço muscular; BORG-R: percepção subjetiva do esforço respiratório.

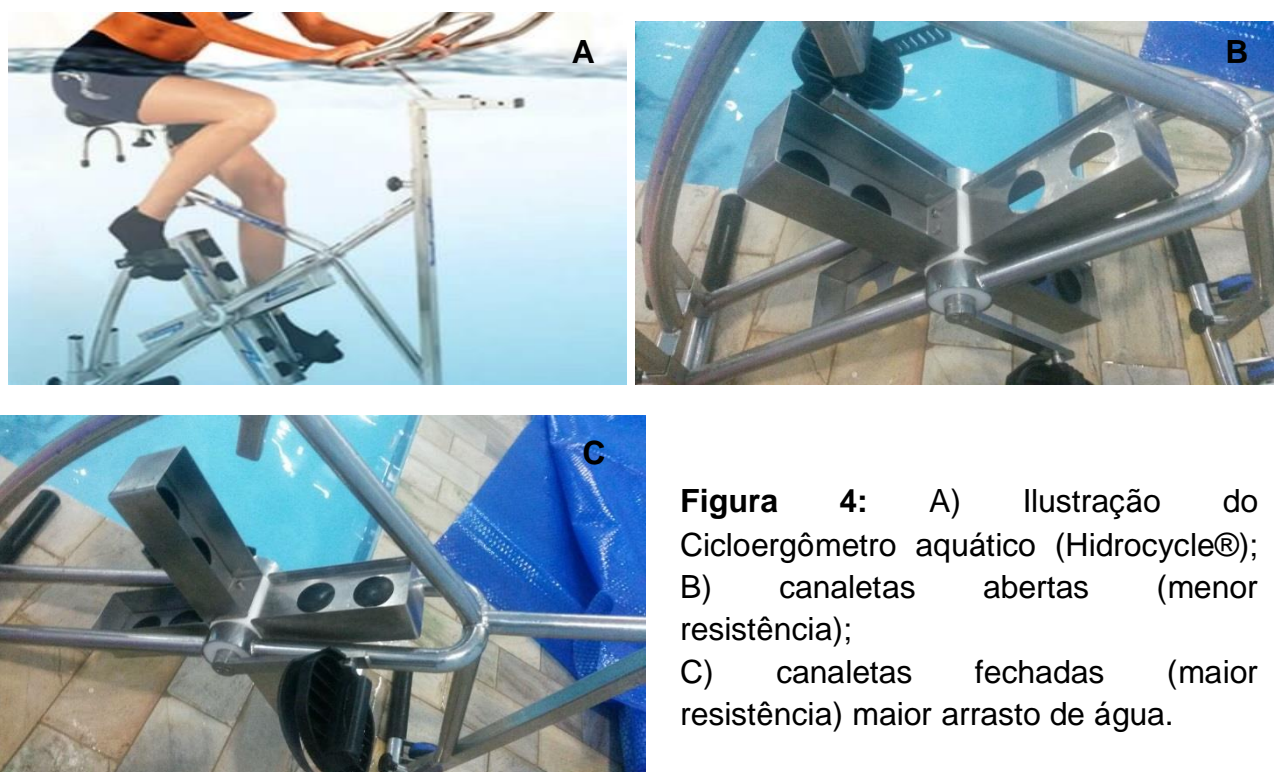


Figura 4: A) Ilustração do Cicloergômetro aquático (Hidrocycle®); B) canaletas abertas (menor resistência); C) canaletas fechadas (maior resistência) maior arrasto de água.

REFERÊNCIAS

1. Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB et al. The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum* 1990; 33(2):160-172.
2. Heymann RE, Paiva ES, Helfenstein Junior M et al. Consenso brasileiro do tratamento da fibromialgia. *Revista Brasileira de Reumatologia* 2010; 50(1): 56-66.
3. Wolfe F, Clauw DJ, Fitzcharles MA et al. The American College of Rheumatology preliminary diagnostic criteria for fibromyalgia and measurement of symptom severity. *Arthritis Care & Research* 2010; 65(5): 600-610.
4. Senna ER, de Barros AL, Silva EO et al. Prevalence of rheumatic diseases in Brazil: a study using the COPCORD approach. *J Rheumatol* 2004; 31:594-597.
5. Bastos CC, Oliveira EM. Síndrome da fibromialgia: tratamento em piscina aquecida. *Lato & Sensu* 2003; 10 (1): 3-5.
6. Latorre PA, Santos MA, Heredia-Jiménez JM et al. Effect of a 24-week physical training programme (in water and on land) on pain, functional capacity, body composition and quality of life in women with fibromyalgia. *Clin Exp Rheumatol* 2013; 31 (Supl. 79): S72-80.
7. Weiss DJ, Kreck T, Albert RK. Dyspnea Resulting From Fibromyalgia. *Chest* 1998; 113:246-49.
8. Çetin A, Sivri A. Respiratory Function and Dyspnea in Fibromyalgia Syndrome. *Journal of Musculoskeletal Pain* 2001; 9(1): 7-15.
9. Akyol Y, Ulus Y, Tander B, Bilgici A, Kuru O. Muscle strength, fatigue, functional capacity, and proprioceptive acuity in patients with fibromyalgia. *Turk J Phys Med Rehab* 2013; 59: 292-8.
10. Maquet D, Croisier JL, Demoulin C, Crielaard JM. Pressure pain thresholds of tender point sites in patients with fibromyalgia and in healthy controls. *Eur J Pain* 2004; 8(2):111-7.
11. Caidahl K, Lurie M, Bake B, Johansson G, Wetterquist H. Dyspnea in chronic primary fibromyalgia. *J Intern Med* 1989; 226:265-70.
12. Casas A, Pavía J, Maldonado D. Respiratory muscle disorders in chest wall diseases. *Arch Bronconeumol* 2013; 39(8):361-6.
13. Kesiktas N, Karagulle Z, Erdogan N, Yazicioglu K, Yilmaz H, Paker N. The efficacy of balneotherapy and physical modalities on the pulmonar system of patients with fibromyalgia. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2011; 24: 57-65.

14. Sener U, Uçok K, Ulaşlı AM et al. Evaluation of health-related physical fitness parameters and association analysis with depression, anxiety, and quality of life in patients with fibromyalgia. *Int J Rheum Dis* 2013.
15. Özgöçmen S, Çimen OB, Ardicoglu O. Relationship between Chest Expansion and Respiratory Muscle Strength in Patients with Primary Fibromyalgia. *Clin Rheumatol* 2002; 21:19–22.
16. Sahin G, Ulubaş B, Calikoğlu M, Çime OB, Erdoğan C. Is chest expansion a determinant of pulmonary muscle strength in primary fibromyalgia? *Joint Bone Spine* 2004; 71: 140–143.
17. Häuser W, Thieme K, Turk DC. Guidelines on the management of fibromyalgia syndrome – A systematic review. *European Journal of Pain* 2010; 14: 5-10.
18. McVeigh JG, McGaughey H, Hall M, Kane P. The effectiveness of hydrotherapy in the management of fibromyalgia syndrome: a systematic review. *Rheumatology International* 2008; 29(2): 119-130.
19. Busch AJ, Schachter CL, Overend TJ, Peloso PM, Barber KAR. Exercise for fibromyalgia: A systematic review. *J Rheumatol* 2008; 35(6): 1130-1144.
20. Rooks DS, Silverman CB, Kantrowitz FG. The effects of progressive strength training and aerobic exercise on muscle strength and cardiovascular fitness in women with fibromyalgia: A Pilot Study. *Arthritis Care & Research* 2002; (47): 22-28.
21. Valim V. Benefícios dos exercícios físicos na fibromialgia. *Revista Brasileira de Reumatologia* 2006; 46(1): 49-55.
22. Valim V, Natour J, Xiao Y et al. Efeitos do exercício físico sobre os níveis séricos de serotonina e seu metabólito na fibromialgia: um estudo piloto randomizado. *Rev Bras Reumatol* 2013; 53(6): 538-541.
23. Valim V, Oliveira L, Suda A et al. Aerobic fitness effects in fibromyalgia. *J Rheumatol* 2003;30: 1060–9.
24. Assis MR, Silva LE, Alves AM et al. A randomized controlled trial of deep water running: clinical effectiveness of aquatic exercise to treat fibromyalgia. *Arthritis Rheum* 2006; 55: 57-65.
25. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista brasileira de atividade física e saúde* 2001; 6(2): 05-18.
26. American Thoracic Society. Standardization of spirometry 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152:1107-36.
27. Pereira CAC. Espirometria. *Jornal de Pneumologia* 2002; 28(Supl 3): S1-S82.

28. Black FL, Hyatt ER. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99(5): 696-702.
29. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med and Biol Res* 1999; 32(6): 719-727.
30. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol* 2002; 28(Supl 3):S155-S65.
31. Paulin E, Brunetto AF, Carvalho CRF. Effects of a physical exercises program designed to increase thoracic mobility in patients with chronic obstructive pulmonar disease. *J Pneumol* 2003;29(5): 287-94.
32. Moreno MA, Catai AM, Teodori RM, Borges BLA, Cesar MC, Silva E. Effect of a muscle stretching program using the Global Postural Reeducation method on respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility of sedentary Young males. *J Bras Pneumol* 2007; 33(6): 679-689.
33. Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE. Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *Clin J Pain* 2007; 23(9): 760-766.
34. Ciconelli RM, Ferraz MB, Santos W, Meinão I, Quaresma MR. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Revista Brasileira de Reumatologia* 1999; 39(3):144-150.
35. Marques AP, Santos AMB, Assumpção A, Matsutani LA, Lage LV, Pereira CAB. Validação da Versão Brasileira do Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ). *Revista Brasileira de Reumatologia* 2006;46(1): 24-31.
36. Gorenstein C, Andrade L. Validation of a Portuguese version of the Beck Depression Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory in Brazilian subjects. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 1996; 29(4): 453-457.
37. Cunha J.A. Manual da versão em português das Escalas Beck. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2001.
38. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research* 1989; 28(2):193-213.
39. Wasserman K, Hansen JE, Sue D, Whipp BJ, Casaburi R. Principles of exercise testing and interpretation. 4th ed: Williams and Wilkins, Philadelphia; 1999.
40. Borg, G. Borg's perceived exertion and pain scales. *Illinois: Human Kinetics*. 1998.

41. Zamunér AR, Catai AM, Martins LE, Sakabe DI, Da Silva E. Identification and agreement of first turn point by mathematical analysis applied to heart rate, carbon dioxide output and electromyography. *Braz J Phys Ther.* 2013;17(6):614-22.
42. Higa MN, Silva E, Neves VF, Catai AM, Gallo L, Silva de Sá MF. Comparison of anaerobic threshold determined by visual and mathematical methods in healthy women. *Braz J Med Biol Res.* 2007;40(4):501-8.

3. ESTUDO I

(Versão em português)

Função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica: associação com manifestações clínicas.

Autores: Meire Forti, Antonio R Zamunér, Carolina P Andrade, Ester da Silva.

Artigo submetido na revista: Respiratory Care (Fator de Impacto: 1.838)

RESUMO

Introdução: A síndrome fibromiálgica (SFM) está associada a uma variedade de sintomas como a fadiga e dispneia, os quais podem estar relacionados a alterações do sistema respiratório. **Objetivos:** Avaliar a função pulmonar, a força muscular respiratória e a mobilidade tóracoabdominal em voluntárias com SFM, bem como verificar a associação dessas variáveis com manifestações clínicas. **Métodos:** Participaram do estudo 23 voluntárias com SFM (GSFM), e 23 voluntárias saudáveis (GS). As voluntárias passaram pelas avaliações de função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal. As manifestações clínicas como número de *tender points* ativos, dor, fadiga, bem-estar e limiar de dor à pressão geral e em regiões envolvidas na mecânica respiratória também foram avaliadas. Para a análise dos dados foram utilizados o teste de Mann-Whitney e o coeficiente de correlação de Spearman. **Resultados:** O GSFM apresentou menores valores de ventilação voluntária máxima (VVM) ($p=0,03$), pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) ($p=0,003$), cirtometria axilar (CA) e cirtometria xifoidiana (CX) ($p<0,0001$ e $p=0,0003$, respectivamente), bem como maiores valores de cirtometria abdominal (CA_b) ($p<0,05$) comparado ao GS. No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos para a pressão expiratória máxima (PE_{máx}) ($p>0,05$). A PI_{máx} em porcentagem do predito (% do predito) apresentou correlação significativa positiva com a CA ($r=0,41$; $p=0,05$), e correlação negativa com o número de *tender points* ativos ($r=-0,44$; $p=0,03$) e fadiga ($r=-0,41$; $p=0,04$). **Conclusão:** As voluntárias com SFM apresentaram menor endurance muscular respiratória, força muscular inspiratória e mobilidade torácica do que as voluntárias saudáveis. Além disso, a força muscular inspiratória apresentou associação com o número de *tender points* ativos, fadiga e mobilidade axilar.

Palavras-chave: Fibromialgia, Força muscular respiratória, Função pulmonar

1 INTRODUÇÃO

A síndrome fibromiálgica (SFM) é uma condição reumatológica de prevalência crescente em todo o mundo (1) e caracterizada por dor crônica difusa de origem não inflamatória, bem como hipersensibilidade em locais anatômicos específicos denominados *tender points* (2).

Embora a dor na SFM seja generalizada, as regiões mais acometidas estão relacionadas à mecânica respiratória, incluindo o músculo trapézio superior, os músculos suboccipitais, a região cervical anterior e a segunda costela (3).

A literatura relata que doenças que promovem dor e rigidez da musculatura localizada na região do tórax e da coluna vertebral podem levar à diminuição da capacidade funcional dos músculos envolvidos na respiração, facilitando o desenvolvimento de disfunção respiratória (4).

Assim, a presença de dor em regiões relacionadas à mecânica respiratória, a fadiga e a presença de sintomas como dispneia na SFM chamaram a atenção para a avaliação do sistema respiratório em mulheres com SFM (5-10). Entretanto, os resultados ainda são incipientes e alguns contraditórios.

Com relação à função pulmonar, Kesiktas et al. (10) observaram um padrão respiratório obstrutivo em mulheres com SFM, indicado pelos baixos valores de volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF_1) e razão entre VEF_1 e capacidade vital forçada (VEF_1/CVF). Por outro lado, alguns estudos (7-9) não encontraram alteração da função pulmonar em mulheres com SFM. Ozgocmen et al. (7) encontraram, por sua vez, menor força muscular respiratória e menor mobilidade torácica em voluntárias com SFM comparadas às voluntárias saudáveis. No entanto, Sahin et al. (8) observaram apenas comprometimento da força muscular respiratória, não reportando alteração da mobilidade torácica.

A causa dessas alterações ainda é desconhecida, porém, algumas hipóteses foram propostas. Ozgocmen et al. (7) sugeriram que a fraqueza muscular respiratória em pacientes com SFM pode ser explicada pela baixa mobilidade torácica, e que uma inibição reflexa dolorosa ocasionada pelo medo da dor constitui um dos principais fatores nesta relação. Por outro lado, estudos (8,10) consideram que as alterações de função pulmonar e de força muscular respiratória não estão diretamente associadas ao comprometimento do sistema respiratório, mas podem ser decorrentes do baixo nível de atividade física nessa população.

Baseado no exposto, hipotetizamos que voluntárias com SFM não apresentam alteração da função pulmonar, no entanto, apresentam menor força muscular respiratória e menor mobilidade tóracoabdominal, e que essas alterações estão associadas às manifestações clínicas como dor, fadiga e baixo limiar de dor à pressão (LDP). Assim, visando elucidar as alterações respiratórias na SFM, o presente estudo objetivou avaliar a função pulmonar, a força muscular respiratória e a mobilidade tóracoabdominal, bem como avaliar a relação entre essas variáveis com as manifestações clínicas em mulheres com SFM.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Desenho do estudo e sujeitos

O estudo foi transversal do tipo caso-controle e realizou-se entre dezembro de 2013 e agosto de 2014 na Universidade Federal de São Carlos. Foram entrevistadas 176 voluntárias do gênero feminino, sendo 46 consideradas elegíveis para participar do estudo. As voluntárias foram distribuídas em dois grupos, o primeiro composto por 23 mulheres com diagnóstico clínico de SFM

(grupo SFM, GSFM) com base nos critérios estabelecidos pelo *American College of Rheumatology (ACR)* (2). O recrutamento das voluntárias foi a partir das mídias sociais, cartazes distribuídos em clínicas de reumatologia e em pontos estratégicos (clínicas de fisioterapia, academias etc.) na cidade de São Carlos/SP ou a partir do banco de dados da Unidade Saúde Escola da UFSCar. O outro grupo foi composto de 23 voluntárias saudáveis pareadas ao GSFM por idade, índice de massa corporal e nível de atividade física (11), tendo sido recrutadas na comunidade local através do contato pessoal dos pesquisadores ou do nosso banco de dados, constituindo o grupo saudável (GS) de acordo com a Figura 1.

Os critérios de exclusão foram tabagismo, antecedentes de doenças sistêmicas não controladas como Diabetes Mellitus, hipertensão arterial sistêmica ou qualquer doença respiratória, cardíaca, neurológica, infectocontagiosas de pele, dificuldades na compreensão das orientações sobre os procedimentos experimentais, obesidade (IMC>40) e usuárias de medicamentos que pudessem influenciar nas variáveis estudadas, tais como broncodilatadores, analgésicos de uso contínuo, tranquilizantes ou antidepressivos.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (protocolo nº. 112.508) e registrado no ClinicalTrials.gov sob número NCT01839305. Todas as participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

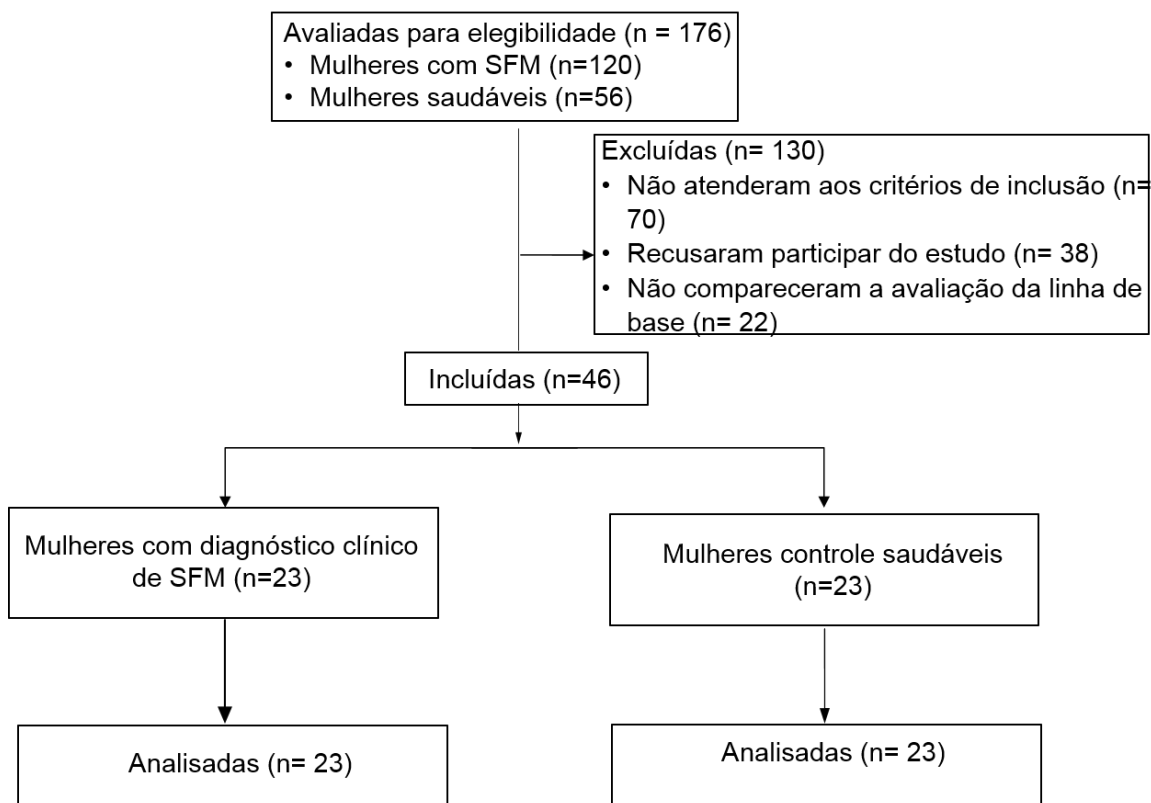


Figura 1: fluxograma das participantes do estudo.

2.2 Procedimentos experimentais

Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador no período da manhã (entre 7h00 – 12h00 a.m.) em um laboratório climatizado, com temperatura e umidade relativa do ar mantidas entre 22 a 24°C e entre 40 a 60%, respectivamente.

As voluntárias compareceram três vezes ao laboratório. Na primeira visita foi realizada a anamnese e as avaliações física e clínica. Na segunda visita, as voluntárias foram submetidas a um teste ergométrico clínico, o qual teve como objetivo avaliar as condições clínicas e cardiológicas frente ao exercício físico, servindo também como critério de exclusão caso a voluntária apresentasse

anormalidades (alterações eletrocardiográficas, da pressão arterial e arritmias). Neste dia as voluntárias também foram familiarizadas com o laboratório e com o protocolo experimental, assim como instruídas a evitar o consumo de bebidas alcoólicas e estimulantes (café, chás, refrigerantes) e a não realizar atividades físicas extenuantes 48 h antes das avaliações, bem como no dia das avaliações.

Na terceira visita as voluntárias foram questionadas sobre sua condição de saúde e se seguiram as orientações prévias ao teste e em seguida foram submetidas às avaliações das manifestações clínicas, da função pulmonar, da força muscular respiratória e da mobilidade tóracoabdominal.

2.3 Avaliação do LDP e dos tender points

O LDP foi avaliado por meio de um algômetro digital (OE-220: Tissue Hardness Meter & Algometer, Ito Co., Japão) de acordo com a metodologia descrita por Chesterton et al. (12). Foi considerado como LDP geral (LDP-G) a média dos 18 *tender points* descrito por Wolfe et al.(2). Para avaliar o LDP das regiões mais envolvidas na mecânica respiratória (LDP-R), considerou-se a média dos seguintes pontos, avaliados bilateralmente: a) espaços intertransversos entre C5-C7 (músculo esternocleidomastóideo); b) ponto médio da borda superior do ventre muscular do músculo trapézio superior; c) segunda articulação costocostal. Os tender points foram considerados ativos e contabilizados quando o LDP referido pela voluntária foi menor que uma pressão de 4 kg (13).

2.4 Avaliação da dor, fadiga e bem-estar

Os níveis atuais de dor, fadiga e bem-estar foram avaliados pela escala visual analógica (EVA) medindo de 0 (sem dor, sem fadiga e pior condição

possível para bem-estar) à 100 mm (máxima dor, máxima fadiga e melhor condição possível para bem-estar).

Além disso, visando uma melhor caracterização do GSFM, as voluntárias responderam ao Questionário sobre o Impacto da Fibromialgia (FIQ) para determinar o impacto da fibromialgia sobre a qualidade de vida. Quanto maior o escore reportado no FIQ, maior é o impacto da SFM na qualidade de vida do indivíduo (14), conforme Tabela 1.

2.5 Avaliação da função pulmonar

Para avaliação da função pulmonar utilizou-se um módulo de fluxo (ULTIMA PFX, Medical Graphics, St. Paul, MN, USA). As provas de função pulmonar foram realizadas segundo as orientações da *American Thoracic Society* (15) e das diretrizes brasileiras para testes de função pulmonar (16).

As voluntárias foram orientadas a permanecer sentadas e a utilizar um clipe nasal durante a realização das manobras. Foram realizadas as manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM). Cada manobra foi considerada completa quando houvesse no mínimo três manobras aceitáveis e duas reprodutíveis. Foi utilizada para o estudo a melhor das três curvas. O cálculo da porcentagem do predito foi realizado segundo os valores estabelecidos para a população brasileira (16).

2.6 Avaliação da força muscular respiratória

A força muscular respiratória foi avaliada por meio das medidas das pressões respiratórias máximas utilizando-se um manovacuômetro digital MVD300 (Globalmed®, Porto Alegre - RS, Brasil) conectado a um microcomputador (*software* MVD300, Globalmed, Brasil). A pressão inspiratória

máxima ($P_{Imáx}$) foi realizada a partir do volume residual, enquanto que a pressão expiratória máxima ($P_{Emáx}$) foi iniciada a partir da capacidade pulmonar total. Todas as medidas foram realizadas com as voluntárias sentadas, com o uso de uma peça bucal com orifício de 2 mm (17) e um clipe nasal para evitar o escape de ar. Cinco manobras de esforço inspiratório e expiratório máximos foram realizadas, sem vazamento de ar perioral, sustentados por pelo menos 2 segundos e com valores próximos entre si ($\leq 10\%$). Considerou-se para o estudo a medida de maior valor (17-19). O cálculo do valor predito foi realizado utilizando as equações de predição propostas por Neder (18).

2.7 Medida de mobilidade tóracoabdominal

Para avaliar a mobilidade tóracoabdominal foram realizadas a cirtometria nos níveis axilar (CA), xifoidiano (CX) e abdominal (CAb), utilizando-se uma fita métrica escalonada em centímetros (cm). As medidas foram realizadas com as voluntárias em posição ortostática, com as mãos no quadril e tórax semidesnudo. As voluntárias foram orientadas a realizar uma expiração máxima, até o volume residual, seguido de uma inspiração máxima, até a capacidade pulmonar total. A diferença entre essas medidas forneceu o grau de mobilidade tóracoabdominal (20, 21). Realizou-se três medidas em cada nível, utilizando-se para o estudo a medida de maior valor.

2.8 Análise estatística

O cálculo amostral foi realizado no programa *GPower* (versão 3.1), baseado no estudo de Ozgocmen et al. (7). Para detectar uma diferença de 15 cmH₂O para a variável $P_{Imáx}$, com um nível de significância $\alpha = 0,05$ e Power de 80%, foi sugerido um tamanho amostral de 19 voluntárias em cada grupo.

Os procedimentos estatísticos foram realizados no aplicativo *BioEstat versão 5.0*, com a normalidade dos dados verificada por meio do teste Shapiro-Wilk. Para comparação intergrupos utilizou-se o teste de Mann-Whitney. A relação entre as variáveis respiratórias e o número de *tender points* ativos, dor, fadiga e LDP foi verificada pelo coeficiente de correlação de Spearman. Para a classificação da força de correlação adotou-se o critério de classificação de Dancey (22), no qual $r = 0$ a $0,30$ - correlação fraca; $r = 0,31$ a $0,70$ - correlação moderada e $r > 0,71$ - correlação forte. O nível de significância foi estabelecido em 5%.

3 RESULTADOS

Os dados referentes à idade, índice de massa corporal (IMC), variáveis cardiorrespiratórias basais e manifestações clínicas estão apresentados na Tabela 1. Não houve diferença significativa entre os grupos para idade, IMC e variáveis cardiorrespiratórias basais ($p > 0,05$). Com relação às manifestações clínicas, observou-se, como esperado, que o GSFM apresentou maior número de *tender points* ativos, dor e fadiga, bem como menores LDP-G, LDP-R e bem-estar comparados ao GS ($p < 0,05$; Tabela 1).

Tabela 1: Idade, IMC e características cardiorrespiratórias basais e manifestações clínicas do grupo síndrome fibromiálgica (GSFM) e do grupo saudável (GS)

	GSFM (n = 23)	GS (n = 23)	P-valor
Dados basais			
Idade (anos)	48,7±7,4	49,3±7,0	0,8
IMC (Kg/m²)	27,6±2,9	26,4±4,6	0,1
Respiração (ciclos/min)	14,7±4,0	15,0±2,2	0,9
FC (bpm)	70,5±7,5	73,0±7,9	0,2
PAS (mmHg)	115,6±11,9	109,1±9,9	0,1
PAD (mmHg)	67,6±5,1	69,±8,2	0,4
Manifestações Clínicas			
Número de Tender points ativos	17,3±1,3*	10,5±6,1	0,0005
LDP-G (Kg/cm²)	2,0±0,5*	4,1±1,6	<0,0001
LDP-R (Kg/cm²)	1,4±0,4*	2,9±1,3	<0,0001
EVA Dor (mm)	54±23*	08±18	<0,0001
EVA Fadiga (mm)	45±23*	12±21	<0,0001
EVA Bem-estar (mm)	61±24*	85±20	0,0007
Duração dos sintomas (anos)	8,0±4,7	NA	NA
FIQ (escore total)	68,0±14,0	NA	NA

*p<0,05 GS vs GSFM. IMC: índice de massa corporal; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; LDP-G: limiar de dor à pressão geral; LDP-R: limiar de dor à pressão nas regiões mais envolvidas na mecânica respiratória; EVA: escala visual analógica. FIQ: questionário do impacto da fibromialgia; NA: não se aplica. Valores em média±desvio padrão.

Na tabela 2 estão apresentados os resultados referentes às medidas de função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal. Com relação às variáveis de função pulmonar, observou-se que o GSFM apresentou menores valores de CVL, CVF, VEF₁ e VVM expressas em valores absolutos, comparado ao GS ($p < 0,05$). No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos para os valores de CVL, CVF e VEF₁ expressas em porcentagem do predito ($p > 0,05$). Já o GSFM apresentou menores valores de VVM em porcentagem do predito em relação ao GS ($p < 0,05$).

Para os valores de força muscular respiratória, observou que o GSFM apresentou menores valores de PImáx, tanto em valor absoluto como em porcentagem do predito (% do predito), quando comparados ao GS ($p < 0,05$). Entretanto, não houve diferença significativa entre os grupos com relação aos valores de PEmáx ($p > 0,05$). Considerando os valores relacionados à mobilidade tóracoabdominal, o GSFM apresentou menor CA ($p < 0,05$) e CX ($p < 0,05$) e maior CAb comparado ao GS ($p < 0,05$; Tabela 2).

Tabela 2: Variáveis respiratórias do grupo síndrome fibromiálgica (GSFM) e do grupo saudável (GS).

	GSFM (n = 23)	GS (n = 23)	P-valor
Função pulmonar			
CVL (L)	3,0±0,6*	3,5±0,5	0,003
CVL (% do predito) †	91,3±16,2	96,5±9,3	0,2
CVF (L/s)	3,1±0,6*	3,7±0,5	0,004
CVF (% do predito) †	92,3±17,3	100,6±8,2	0,1
VEF₁ (L/s)	2,5±0,5*	2,8±0,3	0,01
VEF₁ (% do predito) †	95,3±19,3	98,9±9,6	0,5
VVM (L/min)	91,2±18,6*	107,9±14,7	0,005
VVM (% do predito) †	96,5±19,2*	108,1±14,6	0,03
Força muscular respiratória			
PI_{máx} obtida (cmH₂O)	65,1±17,0*	82,7±19,8	0,007
PI_{máx} (% do predito) #	76,0±19,7*	96,6±22,2	0,004
PE_{máx} obtida (cmH₂O)	92,7±20,6	102,3±18,9	0,08
PE_{máx} (% do predito) #	109,7±26,1	120,3±21,6	0,09
Mobilidade tóracoabdominal			
CA (cm)	4,3±0,7*	6,1±1,2	<0,0001
CX (cm)	4,1±1,2*	5,6±1,1	0,0005
CAb (cm)	3,1±1,5*	2,0±0,9	0,007

*p<0,05. CVL: capacidade vital lenta; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM: ventilação voluntária máxima; PI_{máx}: pressão inspiratória máxima; PE_{máx}: pressão expiratória máxima; CA: circunferência axilar; CX: circunferência xifoidiana; CAb: circunferência abdominal. Valores em média±desvio padrão. †valores expressos em porcentagem do predito segundo as equações de predições propostas por Pereira, 2002. #valores expressos em porcentagem do predito segundo as equações de predição propostas por Neder, 1999.

Correlações significativas positivas foram encontradas entre a PI_{máx} (% do predito) e a CA ($r_s = 0,41$; $p = 0,05$). Além disso, observaram-se correlações negativas entre PI_{máx} (% do predito) e número de *tender points* ativos ($r_s = -0,44$ $P = 0,03$), e entre PI_{máx} (% do predito) e EVA fadiga ($r_s = -0,41$; $p = 0,04$) (tabela 3).

Para as demais variáveis não foram encontradas correlações significativas ($p > 0,05$).

Tabela 3: Coeficiente de correlação de Spearman (r_s).

Variáveis	GSFM		GS	
	r_s	P	r_s	p
Número de tender points ativos	-0,44	0,03	-0,09	0,66
LDP-G (kg/cm ²)	0,05	0,79	0,01	0,93
LDP-R (kg/cm ²)	0,10	0,64	0,09	0,67
PI _{máx} (% do predito)				
EVA dor (mm)	-0,29	0,17	-0,11	0,61
EVA fadiga (mm)	-0,41	0,04	-0,0005	0,99
CA (cm)	0,41	0,05	-0,21	0,33

GSFM: grupo síndrome fibromiálgica; GS: grupo saudável; PI_{máx} (% do predito): pressão inspiratória máxima em porcentagem do predito; CA: circunferência axilar; LDP-G: limiar de dor a pressão geral; LDP-R: limiar de dor a pressão nas regiões mais envolvidas na mecânica respiratória; EVA: escala visual analógica.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou avaliar e comparar a função pulmonar, a força muscular respiratória e a mobilidade tóracoabdominal em mulheres com SFM, bem como verificar a associação entre as variáveis respiratórias com as manifestações clínicas estudadas.

Os principais achados do presente estudo mostram que o GSFM apresentou menores valores das variáveis espirométricas em valores absolutos comparados ao GS. No entanto, em relação aos valores apresentados em porcentagem do predito, o GSFM apresentou menores valores de VVM, que representa a endurance muscular respiratória, comparado ao GS. Além disso, as

mulheres com SFM apresentaram menor força muscular inspiratória, porém, sem comprometimento da força muscular expiratória. Com relação à mobilidade tóracoabdominal, observou-se que as voluntárias com SFM apresentaram menor mobilidade torácica e maior mobilidade abdominal comparada às voluntárias saudáveis.

O comprometimento da função pulmonar em pacientes com SFM é controverso. Kesiktas et al. (10) encontraram que mulheres com SFM apresentam padrão respiratório obstrutivo, justificando que a inatividade física pode ser a maior responsável por este achado. Porém, vale ressaltar que foram incluídas mulheres tabagistas, fator que pode ter influenciado nos resultados. Por outro lado, alguns autores (7-9) não encontraram alteração de função pulmonar em mulheres com SFM.

O presente achado corrobora os resultados de estudos prévios (7-9), uma vez que nossos achados não revelaram comprometimento da função pulmonar nas voluntárias com SFM, já que os valores de CVL, CVF e VEF₁ estão dentro da normalidade segundo os valores preditos (16).

Destaca-se ainda, que no presente estudo, apesar das mulheres com SFM apresentarem valores de VVM dentro da normalidade, estes foram menores comparados às voluntárias saudáveis. A manobra de VVM simula um esforço físico extenuante e reflete a *endurance* dos músculos respiratórios (23). A capacidade de *endurance* está fortemente associada às propriedades mecânicas dos pulmões e da caixa torácica, somadas às condições dos músculos respiratórios (composição do tipo de fibras, adequado suprimento sanguíneo e a integridade dos elementos contráteis) (24). Estudos mostram que a inatividade física pode favorecer algumas modificações nas proteínas contráteis e no

metabolismo das mitocôndrias dos músculos, o que pode promover hipotrofia, fraqueza e diminuição do número de sarcômeros (25). Além disso, a presença da fadiga, que constitui uma das principais limitações da SFM (13), pode ter favorecido o menor desempenho durante a manobra de VVM. Assim, o baixo nível de atividade física associado com os sintomas da SFM pode ter contribuído para a menor *endurance* muscular respiratória.

Os dados relacionados à força muscular respiratória mostram que as voluntárias com SFM apresentam menor força muscular inspiratória em relação às voluntárias saudáveis, porém, sem alteração de força muscular expiratória. Estudos prévios (7, 8, 26) encontraram menor força muscular inspiratória e expiratória em voluntárias com SFM em comparação às voluntárias saudáveis, contrastando com os achados do presente estudo. Não temos uma explicação clara para esta divergência, entretanto, uma diferença na severidade da síndrome entre as populações estudadas pode ser a causa dos diferentes resultados.

A explicação para a menor força muscular respiratória em pacientes com SFM é controversa. Ozgocmen et al. (7) encontraram associação entre força muscular respiratória e mobilidade torácica, não havendo associação com dor, e concluíram, portanto, que uma inibição reflexa dolorosa ocasionada pelo medo da dor pode constituir um dos principais fatores nesta relação. Entretanto, outros estudos (8, 26) consideram como principal responsável pela redução da força muscular respiratória a incapacidade de voluntárias com SFM em realizar atividade física com intensidade suficiente para promover estresse e adaptações benéficas ao sistema respiratório.

Visando elucidar os possíveis mecanismos associados à redução da força muscular inspiratória em pacientes com SFM, no presente estudo avaliamos a

associação entre a $PI_{máx}$ (% do predito), manifestações clínicas e mobilidade tóracoabdominal. Assim, nossos achados revelaram associações moderadas, indicando que quanto menor a força muscular inspiratória, maior o número de *tender points* ativos, maior a fadiga e menor a mobilidade torácica ao nível axilar.

A associação observada entre o número de *tender points* ativos e a força muscular inspiratória pode ser fundamentada a partir do estudo de Klaver-Król et al. (27). Os autores referem que voluntárias com SFM apresentam maior velocidade de condução da membrana das fibras musculares, a qual está associada com maior número de *tender points* ativos. O aumento da velocidade de condução da membrana das fibras musculares pode ser atribuído à anormalidade no metabolismo oxidativo em fibras musculares do Tipo 1 (moth-eaten fibres and ragged-red fibres) e hipotrofia de fibras musculares Tipo 2 (28, 29), podendo resultar em redução da força muscular. Assim, essas alterações podem ter ocorrido também nos músculos respiratórios, justificando a associação observada no presente estudo. Além disso, o número de *tender points* ativos apresenta um caráter funcional e fornece informações complementares ao auto-relato da dor (27, 30). Portanto, nossos resultados suportam a hipótese de que não só o medo da dor, como a dor em si pode estar associada à diminuição da força muscular inspiratória.

Outro fator que se relacionou moderadamente com os baixos valores de força muscular inspiratória nas voluntárias com SFM foi a mobilidade axilar. Em estudo recente realizado por Lanza et al. (31), os autores encontraram – por meio da análise de regressão linear - que a cirtometria axilar foi a variável que melhor explicou as variações de $PI_{máx}$, concordando com os achados do presente

estudo. Assim, sugerimos que a redução da força muscular inspiratória pode estar associada com a menor mobilidade axilar.

A fadiga é mais um fator que teve associação com os baixos valores de força muscular inspiratória. Estudos anteriores (32, 33) mostraram que sintomas como a fadiga e a fraqueza subjetiva podem influenciar na habilidade funcional e no desempenho físico. Assim, não só a dor, como também a fadiga pode ter limitado o desempenho na execução das manobras de pressões respiratórias máximas. Entretanto, a análise utilizada no presente estudo não nos permite inferir causalidade. Dessa forma, a redução da força muscular inspiratória como possível fator causal da fadiga não pode ser descartado. Assim, estudos futuros devem ser realizados para elucidar se a melhora da força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal promovem melhora da fadiga e outras manifestações clínicas.

Vale ressaltar que no presente estudo a força muscular expiratória das voluntárias com SFM foi semelhante à das voluntárias saudáveis. Tal fato pode ser atribuído à ausência de relato de dores musculares na região dos músculos abdominais, que são os principais músculos expiratórios. Assim, pode-se inferir que os músculos abdominais não têm sua função limitada pela influência da dor, como observado para a PImáx.

Outro achado interessante do presente estudo foram os resultados referentes à mobilidade tóracoabdominal. No entanto, ao nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo a avaliar a mobilidade nos níveis axilar, xifoide e abdominal em pacientes com SFM. Estudos anteriores consideraram como mobilidade torácica apenas a medida de cirtometria na região correspondente ao quarto espaço intercostal (7, 8). Corroborando os resultados dos estudos

anteriores, os presentes achados revelaram redução da mobilidade torácica. Entretanto, surpreendentemente as voluntárias com SFM apresentaram maior mobilidade abdominal. Estudos mostram que, apesar de mulheres com SFM apresentarem dor generalizada, as regiões mais acometidas relacionam-se à musculatura envolvida na mecânica respiratória (3). Assim, embora a cirtometria não nos permita inferir a contribuição torácoabdominal no volume corrente, sugerimos que a presença da dor localizada na musculatura respiratória pode ter contribuído para uma restrição da mobilidade torácica, favorecendo maior mobilidade abdominal durante a respiração máxima exigida para a realização da cirtometria.

Baseado no exposto, nossos resultados fornecem importantes implicações clínicas e denotam a importância de uma abordagem mais ampla no tratamento de pacientes com SFM, com intervenções que envolvam além do sistema musculoesquelético, o sistema respiratório. Assim, futuros estudos devem abordar os efeitos do treinamento específico da musculatura respiratória e a sua influência sobre as manifestações clínicas em pacientes com SFM.

Apesar dos resultados interessantes obtidos no presente estudo, algumas limitações devem ser consideradas. A avaliação do grau de dispneia e do LDP em todos os músculos envolvidos na respiração (i.e., músculo reto abdominal, escalenos, intercostais internos etc) poderiam contribuir com a interpretação dos presentes resultados. Denota-se também, que as correlações encontradas foram moderadas ($R < 0,7$) (22) e que, devido ao tamanho amostral, não foi possível realizar uma análise de regressão linear múltipla visando elucidar a associação entre as variáveis respiratórias e manifestações clínicas. Além disso, futuros estudos utilizando métodos como a pletismografia optoeletrônica, a qual

possibilita a avaliação da cinemática 3D dos movimentos respiratórios, podem fornecer informações importantes com relação à mecânica e função respiratória em pacientes com SFM.

Em conclusão, as voluntárias com SFM estudadas apresentam menor *endurance* muscular respiratória, força muscular inspiratória e mobilidade torácica. Além disso, a menor força muscular inspiratória está associada à menor mobilidade axilar, bem como ao maior número de *tender points* ativos e fadiga.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste estudo (Processos nº 2013/16008-0 e 2011/22122-5).

REFERÊNCIAS

1. Cavalcante AB, Sauer, JF, Chalot SD et al. A prevalencia de fibromialgia: uma revisao de literatura. *Rev Bras Reumatol* 2006;46(1):40-8.
2. Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, Bennett RM, Bombardier C, Goldenberg DL, et al. The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum* 1990;33(2):160-172.
3. Maquet D, Croisier JL, Demoulin C, Crielaard JM. Pressure pain thresholds of tender point sites in patients with fibromyalgia and in healthy controls. *Eur J Pain* 2004;8(2):111–7.
4. Casas A, Pavía J, Maldonado D. Respiratory muscle disorders in chest wall diseases. *Arch Bronconeumol* 2013;39(8):361-6.
5. Weiss DJ, Kreck T, Albert RK. Dyspnea Resulting From Fibromyalgia. *Chest* 1998;113:246-49.
6. Çetin A, Sivri A. Respiratory Function and Dyspnea in Fibromyalgia Syndrome. *Journal of Musculoskeletal Pain* 2001;9(1):7-15.
7. Ozgocmen S, Çimen OB, Ardicoglu O. Relationship between Chest Expansion and Respiratory Muscle Strength in Patients with Primary Fibromyalgia. *Clin Rheumatol* 2002;21:19–22.

8. Sahin G, Ulubaş B, Calikoğlu M, Çime OB, Erdoğan C. Is chest expansion a determinant of pulmonary muscle strength in primary fibromyalgia? *Joint Bone Spine* 2004;71:140–143.
9. Sener U, Uçok K, Ulaşlı AM et al. Evaluation of health-related physical fitness parameters and association analysis with depression, anxiety, and quality of life in patients with fibromyalgia. *International Journal of Rheumatic Diseases* 2013.
10. Kesiktaş N, Karagülle Z, Erdoğan N, Yazıcıoğlu K, Yılmaz H, Paker N. The efficacy of balneotherapy and physical modalities on the pulmonary system of patients with fibromyalgia. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2011;24: 57-65.
11. Craig CL, Marshall AL, Strotrom M et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(8):1381-1385.
12. Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE. Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *Clin J Pain* 2007;23(9):760-766.
13. Latorre PA, Santos MA, Heredia-Jiménez JM et al. Effect of a 24-week physical training programme (in water and on land) on pain, functional capacity, body composition and quality of life in women with fibromyalgia. *Clin Exp Rheumatol* 2013;31(Suppl. 79):S72-80.
14. Marques AP, Santos AMB, Assumpção A, Matsutani LA, Lage LV, Pereira CAB. Validation of the Brazilian version of the Fibromyalgia Impacto Questionnaire (FIQ). *Rev Bras Reumatol* 2006;46(1):24-31.
15. American Thoracic Society. Standardization of spirometry 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1107-36.
16. Pereira CAC: Espirometria. *J Pneumol* 2002;28(Supl 3):S1-S82
17. Black FL, Hyatt ER. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969;99(5):696-702.
18. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med and Biol Res* 1999;32(6):719-727.
19. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol* 2002; 28(Supl 3):S155-S65.
20. Paulin E, Brunetto AF, Carvalho CRF. Effects of a physical exercises program designed to increase thoracic mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Pneumol* 2003;29(5):287-94.
21. Moreno MA, Catai AM, Teodori RM, Borges BLA, Cesar MC, Silva E. Effect of a muscle stretching program using the Global Postural Reeducation

- method on respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility of sedentary Young males. *J Bras Pneumol* 2007;33(6):679-689.
22. Dancy C, Reidy J. Statistics without Maths for Psychology: using SPSS for windows. London: Prentice Hall, 2004.
 23. Moreno MA, Catai AM, Teodori RM, Borges BLA, Zuttin RS, Silva E. Respiratory system adaptations relative to pulmonary function in response to a muscle stretching program using the Global Posture Reeducation method. *Fisioterapia e Pesquisa* 2009;16(1):11-5.
 24. Costa D, Jamami M. Bases fundamentais da espirometria. *Rev Bras Fisioter* 2001;5(2):95-102.
 25. Valle PHC, Winkelmann ER, Kern E, Silva AMV, Marchi PLB, Costa D. Efeitos do treinamento e destreinamento da força muscular respiratória em soldados. *Ativ física e saúde* 2002;7(1):46-54.
 26. Caidahl K, Lurie M, Bake B, Johansson G, Wetterquist H. Dyspnoea in chronic primary fibromyalgia. *J Intern Med* 1989;226:265–70.
 27. Klaver-Król EG, Zwarts MJ, Klooster PM, Rasker JJ. Abnormal muscle membrane function in fibromyalgia patients and its relationship to the number of tender points. *Clin Exp Rheumatol* 2012;30(74):S44-S50.
 28. Bengtsson A: The muscle in fibromyalgia. *Rheumatol* 2002;41:721–4.
 29. Gerdle B, Östlund N, Grönlund C, Roeleveld K, Karlsson S. Firing rate and conduction velocity of single motor units in the trapezius muscle in fibromyalgia patients and healthy controls. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2008;18:707-716.
 30. Jacobs JW, Rasker JJ, Van Der Heide A et al. Lack of correlation between the mean tender point score and self-reported pain in fibromyalgia. *Arthritis Care Res* 1996;9:105-11.
 31. Lanza FC, Camargo A, Archija LRF, Selman JPR, Malaguti C, Corso S. Chest wall mobility is related to respiratory muscle strength and lung volumes in healthy subjects. *Respir Care* 2013;58(12):2107-12.
 32. White KP, Speenckley M, Harth M, Ostbye T. Comparing self-reported function and work disability in 100 community cases of fibromyalgia syndrome versus controls in London, Ontario. *Arthritis Rheum* 1999; 42(1):76-83.
 33. Cardoso FS, Curtolo M, Natour J, Lombardi Junior I. Avaliação da qualidade de vida, força muscular e capacidade funcional em mulheres com fibromialgia. *Rev Bras Reumatol* 2011;51(4):338-50.

4. ESTUDO II

(Versão em português)

Influência de um programa de hidroterapia aeróbio sobre a função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica: ensaio clínico randomizado controlado.

Autores: Meire Forti, Antonio R Zamunér, Carolina P Andrade, Thalita F França, Nayara Y Tamburús, Ester da Silva

Artigo a ser submetido à *International Journal of Sports Medicine* (Fator de Impacto: 2.374).

RESUMO

Introdução: A presença de sintomas como a fadiga e a dispneia tem chamado a atenção para avaliação do sistema respiratório de mulheres com síndrome fibromiálgica (SFM). Dentre as diversas modalidades de tratamentos não farmacológicos propostos a hidroterapia tem ganhado destaque. No entanto, são escassos na literatura estudos mostrando sua influência sobre o sistema respiratório em mulheres com SFM. **Objetivos:** Avaliar o efeito da hidroterapia sobre a função pulmonar, a força muscular respiratória e a mobilidade tóracoabdominal em voluntárias com SFM, bem como verificar a associação dessas variáveis com as manifestações clínicas. **Métodos:** 36 voluntárias com SFM foram randomizadas em grupo treinado (GT=18), que recebeu tratamento hidroterapêutico ou em grupo controle (GC=18) que não recebeu intervenção. As voluntárias foram avaliadas na linha de base e após um período de 16 semanas. Realizaram-se avaliações da função pulmonar, da força muscular respiratória e da mobilidade tóracoabdominal. As manifestações clínicas como número de *tender points* ativos, dor, fadiga, bem-estar, limiar de dor a pressão geral (LDP-G) e em regiões envolvidas na mecânica respiratória (LDP-R), impacto da fibromialgia sobre a qualidade de vida, ansiedade, depressão e qualidade do sono, também foram avaliadas. O programa de hidroterapia aeróbio foi realizado por 16 semanas. Cada sessão era dividida em 4 fases: aquecimento, exercícios aeróbios, exercícios de membros superiores e relaxamento. **Resultados:** Após 16 semanas de hidroterapia, o GT apresentou melhora da função pulmonar (CVL, CVL % do predito, CVF, CVF % do predito; $p < 0,05$), da força muscular inspiratória (PI_{máx}, PI_{máx} % do predito; $p < 0,05$) e da mobilidade torácica (CA e CX, $p < 0,05$). Além disso, a dor, o LDP-G, o bem-estar e o componente de limitação por aspectos físicos do SF-36 também melhoraram após a hidroterapia. No entanto, não houve correlação significativa entre a melhora das variáveis respiratórias com a melhora das manifestações clínicas ($p > 0,05$). **Conclusão:** Um programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas foi efetivo para a melhora da função pulmonar, da força muscular inspiratória, da mobilidade torácica, da dor, do LDP, do bem-estar e da limitação física em mulheres com SFM. A melhora clínica não apresentou associação com as variáveis respiratórias.

Palavras-chave: Fibromialgia, Força muscular respiratória, Função pulmonar, Hidroterapia

1 INTRODUÇÃO

A síndrome fibromiálgica (SFM) é uma patologia complexa e incapacitante, caracterizada por dor musculoesquelética difusa, não inflamatória e que está associada com a presença de uma variedade de sintomas como distúrbios do sono, rigidez matinal, parestesias de extremidades, ansiedade e depressão (1, 2). Assim, indivíduos com SFM apresentam redução do nível de atividade física e da capacidade funcional que, em longo prazo, pode comprometer também o sistema cardiorrespiratório (3).

Além disso, sintomas como a dispneia (4, 5), a fadiga (6) e a presença da dor em regiões relacionadas à mecânica respiratória (7) chamaram a atenção para avaliação do sistema respiratório em mulheres com SFM. Apesar de alguns resultados ainda serem controversos, estudos anteriores encontraram comprometimento do sistema respiratório em mulheres com SFM. Kesiktas et al. (8) demonstraram que mulheres com SFM apresentam alteração da função pulmonar sugestivos de obstrução pulmonar, baseado nos resultados de volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e razão entre VEF1 e capacidade vital forçada (VEF1/CVF). Por outro lado, Ozgocmen et al. (9) não encontraram alteração da função pulmonar, mas reportaram menor mobilidade torácica em mulheres com SFM em relação às mulheres saudáveis. Entretanto, parece ser consenso que mulheres com SFM apresentam menor força muscular inspiratória e expiratória (9, 10). Esses achados têm sido justificados por fatores como dor, fraqueza de músculos respiratórios, inatividade física e disfunções relacionadas ao sistema nervoso central (SNC) como inibição reflexa dolorosa (8-10).

Apesar das pesquisas permitirem avanços no entendimento da etiologia e da fisiopatologia da SFM, ainda não existe tratamento efetivo para a síndrome em

si (2). Assim, a combinação do tratamento farmacológico com o tratamento não farmacológico tem mostrado ser eficaz no tratamento da SFM (8). Dentre as modalidades terapêuticas não farmacológicas para a SFM, o exercício físico aeróbio e a hidroterapia têm ganhado destaque por seus inúmeros benefícios (11, 12).

Estudos demonstram que o exercício físico aeróbio promove efeitos benéficos em pacientes com SFM, os quais proporcionam a melhora da capacidade física e sintomas, tais como dor, fadiga, *tender points* e qualidade de vida (11, 13). A justificativa desses efeitos têm sido atribuída a fatores como a melhora da oxigenação tecidual, aumento da resistência muscular aos microtraumas, bem como aumento dos níveis de serotonina e endorfina (14, 15).

Na hidroterapia, as melhoras obtidas estão relacionadas ao relaxamento muscular, à redução da dor, à diminuição da sobrecarga articular, à redução das limitações funcionais e da ansiedade e depressão com conseqüente aumento da capacidade do indivíduo em realizar as AVDs (15, 16). Esses efeitos podem ser justificados pelos benefícios proporcionados pelo exercício físico associado às vantagens ocasionadas pelas propriedades físicas da água e da temperatura do meio, os quais são efetivos tanto para a melhora clínica como para a melhora da capacidade funcional dos pacientes (17-19).

Além disso, Kesiktas et al. (8) observaram que tanto a hidroterapia como a balneoterapia foram capazes de promover melhora da função pulmonar e da dispneia em mulheres com SFM. Entretanto, ao nosso conhecimento, nenhum estudo avaliou a efetividade de protocolos de exercícios aeróbios na água sobre a força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com SFM.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência de um programa de hidroterapia aeróbio sobre variáveis respiratórias e manifestações clínicas em mulheres com SFM, bem como avaliar a associação entre as variáveis respiratórias com as manifestações clínicas.

2 MÉTODOS

2.1 Desenho do estudo e participantes

O presente estudo consistiu de um ensaio clínico randomizado e controlado, realizado entre dezembro de 2013 e dezembro de 2014 na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Foram entrevistadas 133 mulheres, sendo que 36 foram consideradas elegíveis para o estudo. Foram incluídas no estudo voluntárias com SFM diagnosticadas por um médico reumatologista, de acordo com os critérios diagnósticos estabelecidos pelo *American College of Rheumatology (ACR)* (1). As voluntárias tinham entre 30 a 60 anos de idade e classificadas como sedentárias segundo o questionário IPAQ, ou seja, não realizavam atividades físicas contínuas ≥ 10 min mais que quatro vezes por semana e praticavam menos de 150 min/semana de atividade física (25).

Os critérios de exclusão foram tabagismo, antecedentes de doenças sistêmicas não controladas como Diabetes Mellitus, hipertensão arterial sistêmica ou qualquer doença respiratória, cardíaca, neurológica, infectocontagiosas de pele, dificuldades na compreensão das orientações sobre os procedimentos experimentais, obesidade (IMC >40) e usuárias de medicamentos que pudessem influenciar nas variáveis estudadas, tais como broncodilatadores, analgésicos de uso contínuo, tranquilizantes ou antidepressivos.

2.2 Randomização

As participantes foram randomizadas em grupo treinado (GT), o qual recebeu tratamento hidroterapêutico, ou grupo controle (GC), o qual recebeu orientações para a manutenção das atividades realizadas durante a linha de base. Uma pessoa não envolvida no estudo e cega às informações dos pacientes realizou a randomização e forneceu aos pesquisadores a alocação dos grupos. Para a randomização foram utilizados envelopes opacos, preparados previamente e designados por números aleatórios gerados a partir do website <http://www.randomization.com>, o qual criou uma sequência de randomização com proporção de 1:1. A randomização foi realizada após as avaliações na linha de base.

2.3 Medidas de desfecho

As variáveis de desfecho principais foram a função pulmonar, a força muscular respiratória e a mobilidade tóracoabdominal avaliadas na linha de base e após um período de 16 semanas. As variáveis de desfecho secundárias se constituíram das manifestações clínicas como dor, fadiga, bem-estar, limiar de dor à pressão, qualidade de vida, impacto da fibromialgia na qualidade de vida, ansiedade, depressão e qualidade do sono obtidas na linha de base e após o período de 16 semanas.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (protocolo nº. 112.508) e registrado no ClinicalTrials.gov sob número NCT01839305. Todas as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.4 Procedimentos experimentais

Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador no período da manhã (entre 7h00 – 12h00 a.m.) em um laboratório climatizado, com temperatura e umidade relativa do ar mantidas entre 22 a 24°C e entre 40 a 60%, respectivamente.

Na primeira visita, as voluntárias foram triadas e submetidas à avaliação física e clínica, além de eletrocardiograma (ECG), pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR) basais dentro da normalidade.

Na segunda visita, todas as voluntárias foram submetidas a um teste ergométrico clínico, o qual teve como objetivo avaliar as condições clínicas e cardiológicas frente ao exercício físico, servindo também como critério de exclusão caso a voluntária apresentasse anormalidades (alterações eletrocardiográficas, da pressão arterial e arritmias). Nesse dia, as voluntárias também foram familiarizadas com o laboratório e com o protocolo experimental e instruídas a se abster de bebidas alcoólicas e estimulantes (café, chás, refrigerantes) e não realizar atividades físicas extenuantes 48 h antes das avaliações, bem como no dia das avaliações.

Na terceira visita, as voluntárias foram submetidas as avaliações de função pulmonar, força muscular respiratória, mobilidade tóracoabdominal e avaliação das manifestações clínicas por meio de questionários. Essas avaliações foram realizadas na linha de base e após o período de 16 semanas.

Neste mesmo dia as voluntárias passaram por um teste de exercício cardiopulmonar (TECP) sintoma limitado, visando obter a intensidade do treinamento.

2.5 Avaliação da função pulmonar

Para avaliação da função pulmonar foi utilizado um módulo de fluxo (ULTIMA PFX, Medical Graphics, St. Paul, MN, USA) e as provas de função pulmonar realizaram-se segundo as orientações da *American Thoracic Society* (21) e das diretrizes brasileira para testes de função pulmonar (22).

Todas as medidas foram coletadas pelo mesmo pesquisador e realizadas, portanto, sob comando verbal homogêneo. As voluntárias foram orientadas a permanecer sentadas e utilizar um clipe nasal durante a realização das manobras. Foram realizadas as manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM). As curvas volume-tempo e fluxo-volume foram realizadas de acordo com os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade preconizados pelas diretrizes para testes de função pulmonar (22) e cada manobra foi considerada completa quando houvesse no mínimo três curvas aceitáveis e duas reprodutíveis. Posteriormente, utilizou-se para o estudo a melhor das três curvas. O cálculo da porcentagem do predito foi realizado por meio das equações de predição estabelecidos para a população brasileira (22).

2.6 Avaliação da força muscular respiratória

Para avaliação da força muscular respiratória foi utilizado um manovacuômetro digital MVD300 (Globalmed®, Porto Alegre - RS, Brasil) conectado a um microcomputador (*software* MVD300, Globalmed, Brasil). Todas as medidas foram realizadas com as voluntárias sentadas, com o uso de um adaptador de bocais de plástico rígido contendo um pequeno orifício de 2mm de diâmetro, servindo de válvula de alívio com o objetivo de prevenir a elevação da pressão na cavidade oral (23), e um clipe nasal para evitar o escape de ar. A

pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) foi realizada a partir do volume residual, enquanto que a pressão expiratória máxima (PE_{máx}) iniciou-se a partir da capacidade pulmonar total. Foram realizadas cinco manobras de esforço inspiratório e expiratório máximos, sem vazamento de ar perioral, sustentados por pelo menos 2 segundos, com valores próximos entre si ($\leq 10\%$). Foi considerada para o estudo a medida de maior valor (23-25). Após obter os valores das pressões respiratórias máximas, foi calculado a porcentagem do predito através das equações de predição propostas por Neder (24).

2.7 Avaliação da mobilidade tóracoabdominal

Para avaliar a mobilidade tóracoabdominal foram realizadas a cirtometria nos níveis axilar (CA), xifoidiano (CX) e abdominal (CAb), utilizando-se uma fita métrica escalonada em centímetros (cm). As medidas foram realizadas com as voluntárias em posição ortostática com as mãos no quadril e tórax semidesnudo. As voluntárias foram orientadas a realizar uma expiração máxima, até o volume residual, seguida de uma inspiração máxima, até a capacidade pulmonar total. A diferença entre essas medidas forneceu o grau de mobilidade tóracoabdominal (26, 27). Foram realizadas três medidas em cada nível, utilizando-se para o estudo a medida de maior valor.

2.8 Avaliação das manifestações clínicas

Os níveis atuais de dor, fadiga e bem-estar foram avaliados pela escala visual analógica (EVA) medindo de 0 (sem dor e sem fadiga e pior condição possível para bem-estar) a 100 mm (máxima dor e máxima fadiga e melhor condição possível para bem-estar).

Para avaliação do limiar de dor à pressão (LDP), utilizou-se um algômetro digital (OE-220: Tissue Hardness Meter & Algometer, Ito Co., Japão) de acordo com a metodologia descrita por Chesterton et al. (28). Foi considerado como LDP geral (LDP-G) a média do LDP obtido nos 18 *tender points* descrito por Wolfe et al.(1). Para avaliar o LDP nas regiões mais envolvidas na mecânica respiratória (LDP-R) foi considerada a média do LDP nos seguintes pontos, avaliados bilateralmente: a) espaços intertransversos entre C5-C7 (músculo esternocleidomastóideo); b) ponto médio da borda superior do ventre muscular do músculo trapézio superior; c) segunda articulação costovertebral. Os *tender points* foram considerados ativos e contabilizados quando o LDP referido pela voluntária foi menor que uma pressão de 4 kg (3).

A qualidade de vida foi avaliada pelo questionário *Short Form-36* (SF-36), o qual é composto por oito dimensões com o escore de cada dimensão variando de 0 (pior estado) a 100 (melhor estado) (29).

O impacto da fibromialgia na qualidade de vida foi avaliado pelo Questionário sobre o Impacto da Fibromialgia (FIQ), sendo que quanto maior o escore, maior é o impacto da SFM na qualidade de vida (30). A depressão e a ansiedade foram avaliadas, respectivamente, pelo Inventário de Depressão de Beck (BDI) e Inventário de Ansiedade de Beck (BAI). Quanto maior o escore em ambos os questionários, mais acentuados os sintomas de depressão e ansiedade (31, 32). A qualidade do sono foi avaliada por meio do Índice da Qualidade do Sono de Pittsburgh (IQSP), composto por sete componentes que são somados, de modo que pontuações de 0 a 4 indicam boa qualidade do sono, de 5 a 10 indicam qualidade ruim e acima de 10 indicam distúrbio do sono (33).

2.9 Teste de exercício cardiopulmonar (TECP)

Este teste foi realizado visando obter a frequência cardíaca (FC) no limiar anaeróbio ventilatório (LAV), para posteriormente ser utilizada na prescrição da intensidade do treinamento de hidroterapia aeróbio.

O TECP foi realizado utilizando um protocolo contínuo do tipo rampa, em ciclo ergômetro com frenagem eletromagnética (LODE BV – Corival V2, Groningen, Holanda), com o assento ajustado para permitir cerca de 5 a 10 graus de flexão do joelho. As voluntárias foram orientadas a manterem a cadência de pedaladas em 60 rpm e a não realizarem contração isométrica de membros superiores.

O protocolo do TECP compreendeu 1 min pré-teste na posição sentada no cicloergômetro para estabilização das variáveis, realização de ECG e aferição da PA. Em seguida foram realizados 4 min de aquecimento a 4 W, seguido de incremento de potência até a exaustão física, definida como o momento em que as voluntárias foram incapazes de manter as pedaladas em 60 rpm, ou até a manifestação de um sintoma limitante (e.g. dor em membros inferiores, tontura, náuseas, dispneia etc). O incremento de potência foi determinado individualmente, de acordo com a fórmula proposta por Wasserman et al. (39) (Incremento de potência (W) = [(estatura – idade) x 20] – [150 + (6 x massa corporal)]/100).

As variáveis ventilatórias e metabólicas foram obtidas respiração a respiração a partir de um sistema de análise de gases (ULTIMA PFX, Medical Graphics, St. Paul, MN, USA). A cada 2 min, as pacientes foram questionadas sobre a fadiga muscular dos membros inferiores (Borg-MMII) e sobre a fadiga respiratória (Borg-R) de acordo com a escala de percepção de esforço Borg

CR-10 (40) e a PA foi aferida pelo método auscultatório de Korotkoff utilizando um esfigmomanômetro de mercúrio e um estetoscópio Littmann. O eletrocardiograma com 12 derivações e a FC foram monitorizados durante todo o teste (Welch Allyn CardioPerfect Workstation, Skaneateles Falls, NY).

Após o teste, o LAV foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Zamunér et al. (41) e Higa et al. (42), ou seja, pela perda do paralelismo entre o VO_2 e VCO_2 analisado visualmente por três observadores devidamente treinados e cegados entre si.

2.10 Programa de hidroterapia aeróbio

O programa de hidroterapia aeróbio foi realizado em ambiente fechado com piscina aquecida ($30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). O programa compreendeu 32 sessões realizadas duas vezes por semana (em dias alternados) durante 16 semanas. As sessões foram realizadas em grupos de até cinco voluntárias e supervisionadas por no mínimo dois fisioterapeutas. Cada sessão de hidroterapia teve duração de 45 minutos, distribuídos nas seguintes fases:

1) Aquecimento (10 minutos): Realização de exercícios de baixa intensidade (caminhada leve) e alongamento muscular com duração de até 30s para cada grupo muscular;

2) Exercícios aeróbios (25 minutos): Realizados em intensidades baseadas na frequência cardíaca (FC) atingida no limiar anaeróbio ventilatório (LAV) obtido, por sua vez, a partir de um teste de exercício cardiopulmonar (TECP) sintoma limitado realizado em cada voluntária. O protocolo aeróbio foi dividido, então, em três níveis, a saber:

Nível 1: 5 min de exercício físico a 80% da FC atingida no LAV. Nessa etapa as voluntárias realizaram pedaladas sobre flutuadores simulando uma bicicleta;

Nível 2: 10 min de exercício físico a 110% da FC atingida no LAV. Nessa etapa as voluntárias realizaram exercícios que constituíam pequenos saltos na cama elástica aquática (*jump*);

Nível 3: 10 min de exercício físico a 100% da FC atingida no LAV, realizadas em cicloergômetro aquático (Hidrocycle®). A progressão da intensidade no decorrer das sessões se deu a partir do ajuste de carga no cicloergometro aquático por meio do fechamento das canaletas, que impõe resistência ao exercício, devido ao maior arrasto de água, bem como pelo aumento da velocidade em rpm.

3) Exercícios de membros superiores (5 minutos): foram exercitados os principais grupos musculares dos membros superiores com a utilização de dispositivos para aumentar a resistência da água, associados a saltos baixos na piscina, visando manter a FC no nível do LAV;

4) Relaxamento (5 minutos): foram utilizados dispositivos flutuantes com o intuito de auxiliar as voluntárias a permanecerem na posição mais confortável possível.

Durante as sessões, a PA foi aferida pelo método auscultatório de Korotkoff utilizando um esfigmomanometro aneroide Premium® e um estetoscópio Rappaport Premium®, a FC foi monitorizada por um Frequencímetro Polar® modelo FT1 (Electro Oy, Finlândia), a percepção subjetiva do esforço foi avaliada pela escala CR10 de Borg (35) e a dor pela escala visual analógica (EVA).

A intensidade do esforço foi ajustada no decorrer das sessões a partir dos dados da FC e da escala de Borg.

O grupo controle (GC) teve um acompanhamento por 16 semanas recebendo instruções para a manutenção das atividades e hábitos identificados na linha de base, não recebendo intervenção hidroterapêutica.

2.10 Análise estatística

O cálculo amostral foi realizado no programa *GPower* (versão 3.1), baseado em um estudo piloto. Considerou-se para o cálculo um tamanho de efeito de 0,64 e η^2 parcial de 0,2 para a variável $PI_{máx}$, com nível de significância estabelecido em 5% e *Power* de 80%. O tamanho amostral sugerido foi de 12 voluntárias em cada grupo.

Realizou-se uma análise de intenção-de-tratar, na qual foram incluídas todas as voluntárias inicialmente randomizadas. Os valores ausentes foram substituídos pelos valores da última observação obtida. Uma análise utilizando apenas os dados das voluntárias que completaram o protocolo também foi realizada (análise por-protocolo). As análises foram processadas usando os *softwares* Bioestat versão 5.0 e SPSS versão 20.0. O nível de significância foi estabelecido em 5%.

Para avaliar a distribuição dos dados aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Para comparações intergrupos (GC x GT) relacionadas às variáveis: idade, características antropométricas e cardiorrespiratórias basais, foi utilizado o Teste T de Student para amostras independentes. A análise de variância (ANOVA) *two-way* medidas repetidas com um fator grupo (GT x GC) e com um fator de repetição (linha de base x Pós 16 semanas) seguida do *post-hoc* de Bonferroni foi utilizada para verificar a diferença entre os grupos ao longo das 16

semanas para as variáveis de desfecho principais e secundárias. O tamanho de efeito (TE) foi calculado pelo método d de Cohen (38). Os critérios de classificação foram: valores $< 0,5$ = TE pequeno; $0,5 - 0,79$ = TE médio; e $\geq 0,8$ = TE grande. Para os dados não normais, utilizaram-se testes não-paramétricos, sendo o Mann-Whitney para comparação intergrupos e o Wilcoxon para comparação intragrupo, além do teste de Bonferroni a priori. A associação entre as alterações nos valores de $PI_{\text{máx}}$ (% do predito), CA, CX e CVF (% do predito) e as mudanças nas manifestações clínicas da SFM foram avaliadas pelo coeficiente de correlação de Pearson.

3 RESULTADOS

3.1 Participantes e características basais

Cento e trinta e três mulheres com diagnóstico clínico de SFM foram entrevistadas para o estudo. Destas, 36 foram consideradas elegíveis e concordaram em participar do estudo. Após a randomização, 3 voluntárias do GT descontinuaram o tratamento e 3 voluntárias do GC desistiram em participar das avaliações. Assim, 30 pacientes completaram a análise por-protocolo (Figura 1).

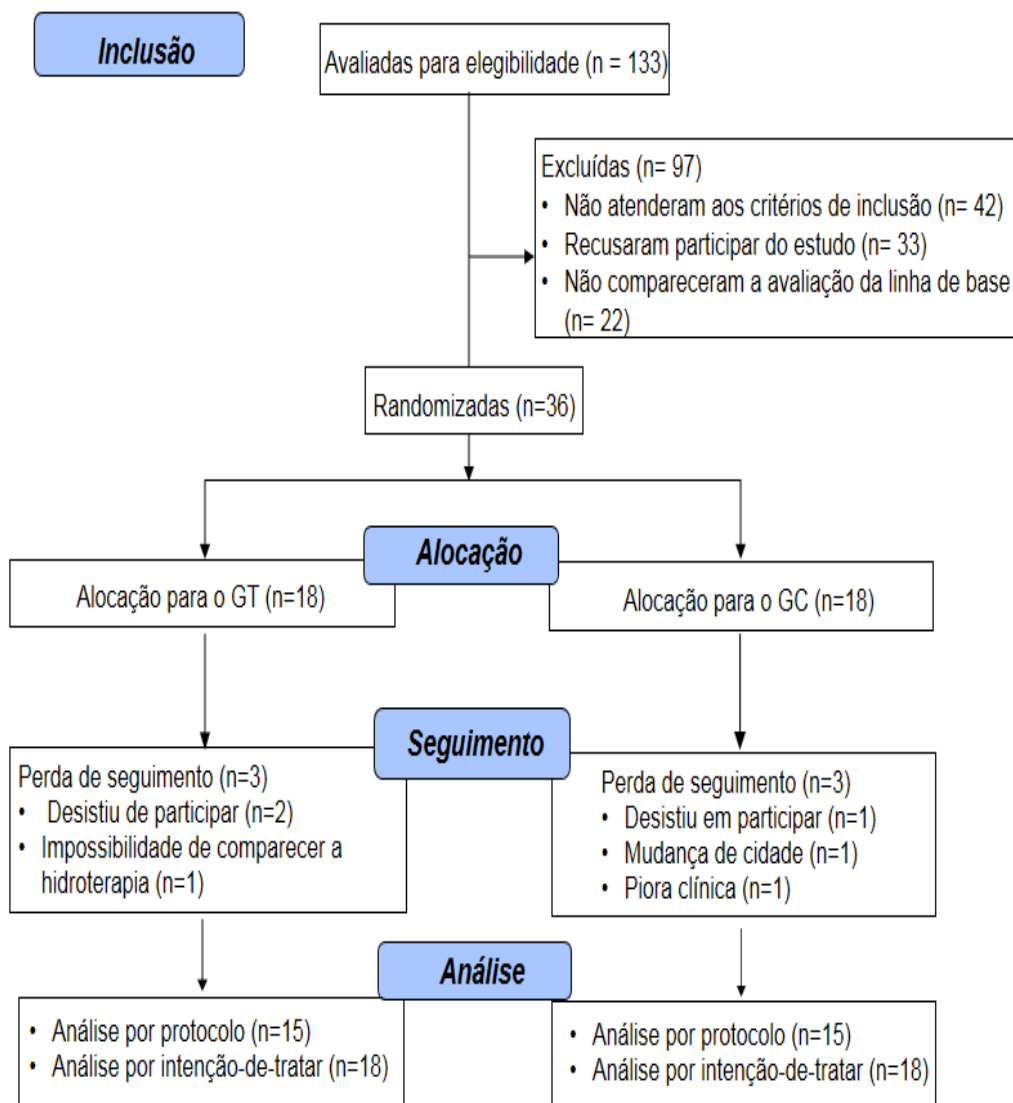


Figura 1: Fluxograma das participantes do estudo.

Os dados referentes à idade, IMC, variáveis cardiorrespiratórias basais, variáveis do TECP obtidas no LAV e a duração dos sintomas estão apresentados na tabela 1. Verifica-se que tanto na análise por-protocolo como na análise por intenção-de-tratar não houve diferenças significativas entre os grupos estudados ($p > 0,05$).

Os resultados das variáveis de função pulmonar, força muscular respiratória, mobilidade tóracoabdominal e manifestações clínicas foram apresentados utilizando a análise de intenção-de-tratar e a análise por-protocolo.

Tabela 1: Idade, IMC e características cardiorrespiratórias basais e durante o TECP no início do estudo do grupo treinado (GT) e do grupo controle (GC) nas análises por-protocolo e por intenção-de-tratar.

	Análise por-protocolo			Análise por intenção-de-tratar		
	GT	GC	P	GT	GC	P
	(n = 15)	(n = 15)		(n=18)	(n=18)	
Dados basais						
Idade (anos)	53,4±6,4	47,8±9,1	0,06	52,0±7,6	48,6±8,5	0,2
IMC (Kg/m²)	27,4±2,6	29,6±4,5	0,1	27,6±2,6	29,1±4,2	0,2
Respiração (ciclos/min)	15,7±3,1	15,9±2,5	0,8	15,7±2,8	16,1±2,9	0,6
FC (bpm)	72,2±11,2	70,5±6,2	0,9	71,3±10,9	71,3±6,5	0,9
PAS (mmHg)	118,6±9,1	111,3±10,6	0,06	118,3±8,5	113,8±12,4	0,2
PAD (mmHg)	71,3±4,8	66,6±6,1	0,07	70,5±5,1	67,7±6,4	0,1
Dados do TECP obtidos no LAV						
Potência obtida no LAV	44,5±20,8	45,5±26,2	0,9	44,0±20,5	42,2±28,1	0,8
FC obtida no LAV	106,5±16,7	104,2±17,3	0,7	107,6±15,5	105,2±17,2	0,6
VO₂ obtido no LAV	10,2±3,0	9,7±1,8	0,4	10,2±2,7	9,6±1,9	0,4
Características clínicas						
Duração dos sintomas (anos)	8,7±4,9	9,4±5,4	0,7	8,8±4,6	8,4±5,5	0,8

IMC: índice de massa corporal; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; TECP: teste de exercício cardiopulmonar; LAV: limiar anaeróbio ventilatório. Valores em média±desvio padrão.

3.2 Função pulmonar

Nas tabelas 2 e 3 estão apresentados os resultados referentes aos efeitos de um programa de hidroterapia aeróbio sobre os valores de função pulmonar considerando a análise por-protocolo e a análise por intenção-de-tratar, respectivamente. Observa-se que tanto na análise por-protocolo como na análise por intenção-de-tratar houve interação significativa entre Grupo e Tratamento para a variável CVL ($F_{1,28} = 4,2$; $p=0,04$; $F_{1,34} = 4,1$; $p=0,04$), CVL (% do predito) ($F_{1,28} = 10,6$; $p=0,003$; $F_{1,34} = 9,9$; $p= 0,003$), CVF ($F_{1,28} = 3,1$; $p=0,04$; $F_{1,34} = 4,0$, $p= 0,049$) e CVF (% do predito) ($F_{1,28} = 3,8$; $p=0,04$; $F_{1,34} = 4,4$; $p= 0,04$). As análises de comparações múltiplas revelaram que o GT apresentou aumento significativo da CVL, da CVL (% do predito), da CVF e da CVF (% do predito) após o programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas. Por outro lado, o GC apresentou redução significativa dessas mesmas variáveis em relação à linha de base, após 16 semanas sem intervenção.

Tabela 2: Variáveis de função pulmonar do grupo treinado (GT) linha de base e pós treinamento e do grupo controle (GC) linha de base e pós sem treinamento usando a análise por-protocolo.

Variáveis	GT (n=15)				GC (n=15)				P-valor		
	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	G	T	I
CVL (L)	2,8±0,7	3,0±0,6*	0,1 (0,002; 0,2)	0,5	3,3±0,5	3,2±0,5	-0,05 (-0,2 - 0,07)	0,2	0,2	0,3	0,04
CVL (% do predito)	90,9±18,7	96,8±17,5*	5,8 (2,3; 9,3)	0,9	97,7±10,0	95,7±9,3	-2,0 (-5,4; 1,4)	0,2	0,6	0,1	0,003
CVF (L/s)	2,8±0,7	3,0±0,7*	0,2 (-0,01; 0,2)	0,6	3,2±0,5	3,3±0,4	-0,04 (-0,1; 0,1)	0,1	0,07	0,2	0,048
CVF (% do predito) #	98,6±18,8	104,1±20,5*	5,5 (0,6; 10,4)	0,5	108,9±8,6	107,3±9,8	-1,6 (-6,4; 3,2)	0,2	0,2	0,2	0,042
VEF ₁ (L/s)	2,3±0,6	2,4±0,6	0,06 (-0,03; 0,1)	0,6	2,7±0,36	2,7±0,35	-0,03 (-0,1; 0,05)	0,1	0,06	0,7	0,1
VEF ₁ (% do predito) #	96,6±20,3	100,1±20,3	3,4 (-0,3; 7,3)	0,5	106,7±6,5	105,7±6,5	-0,9 (-4,8; 2,9)	0,1	0,2	0,4	0,1
VVM (L/min)	88,3±19,6	95,0±24,7	6,6 (-0,8; 14,1)	0,4	96,1±14,0	97,2±15,5	1,2 (-6,3; 8,7)	0,1	0,4	0,1	0,3
VVM (% do predito) #	84,2±19,2	90,9±21,9	6,7 (0,1; 13,2)	0,5	86,1±10,8	87,7±13,7	1,6 (-4,9; 8,1)	0,1	0,9	0,07	0,2

Valores apresentados em média ± DP; Média das diferenças (pós 16 semanas menos linha de base); IC= intervalo de confiança; ES= tamanho de efeito; CVL= capacidade vital lenta; CVF= capacidade vital forçada; VEF₁= volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM= ventilação voluntária máxima. G= efeito principal de grupo; T= efeito principal de tratamento: pré vs pós; I= interação entre grupo e tratamento; * p < 0,05 vs GT linha de base; † p < 0,05 vs GC pós. #Valores expressos em porcentagem do predito segundo as equações de predição para a população brasileira propostas por Pereira 2002.

Tabela 3: Variáveis de função pulmonar do grupo treinado (GT) linha de base e pós treinamento e do grupo controle (GC) linha de base e pós sem treinamento usando a análise por intenção-de-tratar.

Variáveis	GT (n=18)				GC (n=18)				P-valor		
	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	G	T	I
CVL (L)	2,9±0,6	3,0±0,6*	0,1 (0,001; 0,2)	0,2	3,2±0,5	3,1±0,5	-0,04 (-0,06 - 0,1)	0,2	0,1	0,3	0,04
CVL (% do predito)	90,8±18,1	95,7±17,1*	4,8 (1,9; 7,8)	0,7	96,5±10,2	94,8±9,5	-1,6 (-4,6; 1,3)	0,2	0,6	0,1	0,003
CVF (L/s)	2,9±0,6	3,0±0,6*	0,1 (0,01; 0,2)	1,0	3,3±0,4	3,2±0,4	-0,03 (-0,1; 0,08)	0,1	0,1	0,2	0,05
CVF (% do predito) #	99,1±19,7	103,8±19,7*	4,6 (0,5; 8,6)	0,5	107,3±8,9	106,0±9,6	-1,3 (-5,4; 2,7)	0,2	0,3	0,2	0,04
VEF₁ (L/s)	2,3±0,6	2,4±0,5	0,04 (-0,02; 0,1)	0,4	2,7±0,3	2,6±0,3	-0,03 (-0,1; 0,04)	0,3	0,6	0,7	0,1
VEF₁ (% do predito) #	97,9±19,7	100,9±19,6	2,9 (-0,3; 6,1)	0,4	106,0±7,3	105,2±8,9	-0,8 (-4,0; 2,4)	0,1	0,2	0,3	0,1
VVM (L/min)	90,1±21,3	95,6±25,1	5,5 (-0,6; 11,7)	0,4	94,7±14,0	95,7±15,3	1,0 (-5,2; 7,2)	0,08	0,7	0,1	0,3
VVM (% do predito) #	84,1±17,7	89,7±20,3	5,5 (0,1; 11,0)	0,4	84,7±10,6	86,0±13,3	1,3 (-4,0; 6,8)	0,1	0,7	0,07	0,2

Valores apresentados em média ± DP; Média das diferenças (pós 16 semanas menos linha de base); IC= intervalo de confiança; ES= tamanho de efeito; CVL= capacidade vital lenta; CVF= capacidade vital forçada; VEF₁= volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM= ventilação voluntária máxima. G= efeito principal de grupo; T= efeito principal de tratamento: pré vs pós; I= interação entre grupo e tratamento; * p < 0,05 vs GT linha de base; † p < 0,05 vs GC pós. #Valores expressos em porcentagem do predito segundo as equações de predição para a população brasileira propostas por Pereira 2002.

3.3 Força muscular respiratória

Nas tabelas 4 e 5 estão apresentadas os resultados referentes à força muscular respiratória considerando as análises por-protocolo e por intenção-de-tratar, respectivamente. Observa-se que tanto na análise por-protocolo como na análise por intenção-de-tratar houve interação significativa entre Grupo e Tratamento para as variáveis P_{Imáx} ($F_{1,28} = 19,8$; $p < 0,0001$; $F_{1,34} = 17,8$; $p < 0,0001$) e P_{Imáx} (% do predito) ($F_{1,28} = 20,3$; $p < 0,0001$; $F_{1,34} = 18,2$; $p < 0,0001$). As análises de comparações múltiplas revelaram que, após o programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas, o GT apresentou aumento significativo de força muscular inspiratória observado pelos maiores valores da P_{Imáx} e P_{Imáx} (% do predito). Por outro lado, o GC apresentou redução significativa dessas mesmas variáveis em relação a linha de base ($p < 0,05$). Na comparação intergrupo, o GT apresentou maior P_{Imáx} e P_{Imáx} (% do predito) em relação ao GC após um período de 16 semanas ($p < 0,05$).

3.4 Mobilidade tóracoabdominal

Nas tabelas 4 e 5 também estão apresentados os valores referentes à mobilidade tóracoabdominal considerando as análises por-protocolo e por intenção-de-tratar, respectivamente. Observa-se que tanto na análise por-protocolo como na análise por intenção-de-tratar foi encontrada interação significativa entre Grupo e Tratamento para as variáveis CA ($F_{1,28} = 5,6$; $p = 0,02$; $F_{1,34} = 5,4$; $p = 0,02$) e CX ($F_{1,28} = 6,1$; $p = 0,02$; $F_{1,34} = 5,9$; $p = 0,02$). A análise de comparação múltipla revelou que, após 16 semanas de hidroterapia, o GT apresentou aumento significativo da mobilidade torácica observado pelos maiores valores de CA e CX. Por outro lado, o GC apresentou redução

significativa para essas mesmas variáveis em relação à linha de base. Além disso, o GT apresentou maiores valores de CA e CX obtidos no pós quando comparado ao GC ($p < 0,05$).

Tabela 4: Variáveis de força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal do grupo treinado (GT) linha de base e pós treinamento e do grupo controle (GC) linha de base e pós sem treinamento usando a análise por-protocolo.

Variáveis	GT (n=15)				GC (n=15)				P-valor			
	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	G	T	I	
PI_{máx} (cmH₂O)	67,4±24,3	79,5±21,1*†	12,1 (5,6; 18,6)	0,9	76,4±13,4	68,5±10,4	-7,8 (-14,3; -1,3)	0,6	0,8	0,3	<0,00001	
PI_{máx} (% do predito)[#]	80,5±28,5	95,2±24,1*†	14,7 (7,1; 22,3)	0,9	88,6±16,1	79,5±11,3	-9,1 (-16,7; -1,4)	0,6	0,6	0,3	<0,00001	
PE_{máx} (cmH₂O)	92,4±28,9	94,3±20,3	1,8 (-6,3; 10,0)	0,1	95,8±19,2	87,2±15,5	-8,5 (-16,7; -0,3)	0,5	0,8	0,2	0,07	
PE_{máx} (% do predito)[#]	113,2±35,8	114,8±25,2	1,5 (-8,3; 11,5)	0,07	111,1±20,1	102,3±19,2	-8,7 (-18,7; 1,2)	0,5	0,4	0,3	0,1	
CA (cm)	3,9±0,7	4,7±1,4*†	0,7 (0,1; 1,4)	0,5	4,7±0,9	4,4±0,8	-0,3 (-1,0; 0,3)	0,2	0,3	0,4	0,02	
CX (cm)	3,8±1,1	4,6±1,6*†	0,7 (-0,1; 1,5)	0,5	4,7±1,3	4,1±1,2	-0,7 (-1,5; 0,1)	0,4	0,6	0,9	0,02	
Cab (cm)	2,9±1,6	2,7±0,7	-0,2 (-1,0; 0,5)	0,1	2,3±1,0	2,1±1,5	-0,2 (-1,0; 0,5)	0,1	0,1	0,4	1,0	

Valores apresentados em média ± DP; Média das diferenças (pós 16 semanas menos linha de base); IC= intervalo de confiança; ES= tamanho de efeito. PI_{máx}= pressão inspiratória máxima; PE_{máx}= pressão expiratória máxima; CA= cirtometria axilar; CX= cirtometria xifoide; Cab= cirtometria abdominal. G= efeito principal de grupo; T= efeito principal de tratamento: pré vs pós; I= interação entre grupo e tratamento; * p < 0,05 vs GT linha de base; † p < 0,05 vs GC pós. [#] valores expressos em porcentagem do predito segundo as equações de predição propostas por Neder, 1999.

Tabela 5: Variáveis de força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal do grupo treinado (GT) linha de base e pós treinamento e do grupo controle (GC) linha de base e pós sem treinamento usando a análise por intenção-de-tratar.

Variáveis	GT (n=18)				GC (n=18)				P-valor			
	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	G	T	I	
PI_{máx} (cmH₂O)	67,1±23,5	77,2±21,4*†	10,1 (4,4; 15,7)	0,8	72,2±15,6	65,6±11,6	-6,5 (-12,2; -0,8)	0,6	0,5	0,3	<0,00001	
PI_{máx} (% do predito)[#]	79,6±27,8	91,9±25,2*†	12,2 (5,6;18,9)	0,8	84,0±18,2	76,4±12,6	-7,5 (-14,2; -0,9)	0,6	0,4	0,3	<0,00001	
PE_{máx} (cmH₂O)	91,7±27,9	93,2±20,9	1,5 (-5,2; 8,3)	0,1	94,1±18,1	87,0±14,3	-7,1 (-13,9; -0,3)	0,5	0,7	0,2	0,07	
PE_{máx} (% do predito)[#]	111,2±34,9	112,5±26,2	1,3 (-6,9; 9,5)	0,06	109,8±18,7	102,5±17,6	-7,2 (-15,5; 0,9)	0,4	0,4	0,3	0,1	
CA (cm)	4,1±1,1	4,7±1,5*†	0,6 (0,07; 1,2)	0,5	4,6±1,0	4,3±0,8	-0,2 (-0,8; 0,2)	0,2	0,9	0,3	0,02	
CX (cm)	3,7±1,2	4,3±1,6*†	0,6 (-0,09; 1,3)	0,5	4,6±1,2	4,0±1,2	-0,6 (-1,2; 0,1)	0,3	0,4	0,9	0,02	
Cab (cm)	3,0±1,8	2,8±1,2	-0,2 (-0,8; 0,4)	0,1	2,3±1,0	2,1±1,4	-0,2 (-0,8; 0,4)	0,2	0,1	0,4	1,0	

Valores apresentados em média ± DP; Média das diferenças (pós 16 semanas menos linha de base); IC= intervalo de confiança; ES= tamanho de efeito. PI_{máx}= pressão inspiratória máxima; PE_{máx}= pressão expiratória máxima; CA= cirtometria axilar; CX= cirtometria xifoide; Cab= cirtometria abdominal. G= efeito principal de grupo; T= efeito principal de tratamento: pré vs pós; I= interação entre grupo e tratamento; * p < 0,05 vs GT linha de base; † p < 0,05 vs GC pós. [#] valores expressos em porcentagem do predito segundo as equações de predição propostas por Neder, 1999.

3.5 Manifestações clínicas

Nas tabelas 6 e 7 são apresentados os dados do limiar de dor à pressão geral (LDP-G) e em regiões relacionadas à mecânica respiratória (LDP-R), bem como do número de *tender points* ativos, da escala visual analógica (EVA) de dor, fadiga e bem-estar e também dos questionários FIQ, BDI, BAI e IQSP considerando a análise por-protocolo e a análise por intenção-de-tratar, respectivamente. Observa-se que tanto na análise por-protocolo como na análise por intenção-de-tratar houve interação significativa entre Grupo e Tratamento para as variáveis LDP-G ($F_{1,28} = 4,1$; $p=0,05$; $F_{1,34} = 4,0$; $p=0,04$), EVA dor ($F_{1,28} = 4,2$; $p= 0,04$; $F_{1,34} = 4,1$; $p=0,04$) e EVA bem-estar ($F_{1,28} = 9,0$; $p= 0,006$; $F_{1,34} = 8,6$; $p=0,006$). As análises de comparações múltiplas revelaram que o GT apresentou aumento da EVA bem-estar após 16 semanas de hidroterapia, enquanto o GC apresentou diminuição do bem-estar após um período de 16 semanas sem receber intervenção ($p<0,05$). Além disso, após um período de 16 semanas, o GT apresentou maior LDP-G e menor dor comparado ao GC. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas nas análises intragrupo.

Tanto na análise por-protocolo como na análise de intenção-de-tratar (tabelas 6 e 7), foi observado um efeito principal significativo de tratamento para as variáveis FIQ ($F_{1,28} = 9,9$; $p=0,004$; $F_{1,34} = 9,4$; $p=0,004$) e depressão ($F_{1,28} = 10,6$; $p=0,003$; $F_{1,34} = 9,9$; $p=0,003$), sendo que, independente dos grupos, os valores apresentados no pós foram maiores quando comparados aos valores da linha de base.

Além disso, um efeito principal significativo de grupo foi observado tanto na análise por-protocolo como na análise por intenção-de-tratar, sendo que o

GT apresentou maiores valores para as variáveis EVA bem-estar ($F_{1,28} = 6,6$; $p=0,01$; $F_{1,34} = 8,1$; $p=0,007$) e menores valores para as variáveis EVA fadiga ($F_{1,28} = 4,3$; $p=0,04$; $F_{1,34} = 5,2$; $p=0,02$), FIQ ($F_{1,28} = 7,8$; $p=0,009$; $F_{1,34} = 6,2$; $p=0,04$) e ansiedade ($F_{1,28} = 6,4$; $p= 0,01$; $F_{1,34} = 10,0$; $p=0,003$) comparado ao GC (tabelas 6 e 7).

Análises não paramétricas foram realizadas para os componentes do questionário SF-36. Observa-se que tanto na análise por-protocolo como na análise por intenção-de-tratar, o GT apresentou melhora do componente 'limitação física' após 16 semanas de hidroterapia ($p<0,01$). Além disso, após um período de 16 semanas, o GT apresentou maiores valores dos componentes 'dor' e 'limitação social' em relação ao GC ($p<0,01$) (tabelas 8 e 9).

Nas análises de correlações não foram encontradas associações significativas entre a melhora das variáveis respiratórias com a melhora clínica ($p>0,05$) (Tabela 10).

Tabela 6: Dados do Limiar de dor a pressão, EVA dor, EVA Fadiga e EVA bem-estar e questionários de ambos os grupos (GT e GC) usando a análise por-protocolo.

Variáveis	GT (n= 15)				GC (n= 15)				P-valor		
	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	G	T	I
LDP-G (Kg/cm ²)	2,2±0,6	2,4±0,8†	0,2 (-0,1; 0,5)	0,3	2,3±0,6	2,1±0,7	-0,3 (-0,6; 0,06)	0,4	0,5	0,7	0,05
LDP-R (Kg/cm ²)	1,6±0,7	1,8±0,6	0,2 (-0,06; 0,5)	0,3	1,7±0,4	1,5±0,6	-0,1 (-0,4; 0,1)	0,2	0,7	0,7	0,07
Número de tender points ativos	16,4±2,2	15,9±3,0	-0,5 (-1,6; 0,7)	0,2	16,6±2,1	17,0±2,3	0,4 (-0,7; 1,5)	0,2	0,4	0,9	0,2
EVA dor (0–10 mm)	52±25	51±25†	-0,1 (-1,4; 1,1)	0,04	48±19	65±21	1,6 (0,4; 2,9)	0,8	0,4	0,09	0,04
EVA fadiga (0–10 mm)	41±27	41±27	-0,02 (-1,9; 1,9)	0,002	49±25	63±25	1,4 (-0,5; 3,4)	0,5	0,04	0,3	0,2
EVA bem-estar (0–10 mm)	63±20	74±20*†	1,0 (-0,2; 2,3)	0,5	59±26	43±22	-1,6 (-2,9; -0,3)	0,6	0,01	0,4	0,006
FIQ (0 – 100)	57,0±16,4	48,3±18,4	-8,7 (-14,7; -2,6)	0,5	68,4±10,3	63,9±10,7	-4,5 (-10,5; 1,5)	0,4	0,009	0,004	0,3
IDB (0 – 21)	19,6±9,8	13,6±7,3	-6,0 (-9,4; -2,5)	0,6	21,9±8,1	20,1±10,2	-1,8 (-5,3; 1,6)	0,2	0,2	0,003	0,09
IAB (0 – 21)	16,2±11,4	12,2±7,1	-3,9 (-8,2; 0,3)	0,4	22,8±8,3	21,5±10,3	-1,3 (-5,6; 2,9)	0,1	0,01	0,08	0,3
IQSP Total (0 – 21)	9,4±5,2	7,6±4,7	-1,8 (-3,5; -0,01)	0,4	10,4±3,3	10,4±3,1	0,0 (-1,7; 1,7)	0	0,2	0,1	0,2

Valores apresentados em média ± DP; Média das diferenças (pós 16 semanas menos linha de base); IC= intervalo de confiança ES= tamanho de efeito. LDP-G: limiar de dor a pressão geral; LDP-R: limiar de dor a pressão nas regiões mais envolvidas na mecânica respiratória; EVA= escala visual analógica; FIQ: impacto da fibromialgia na qualidade de vida; IDB: Inventário de depressão de Beck; IAB: Inventário de ansiedade de Beck; Índice de qualidade de sono de Pittsburgh. G= efeito principal de grupo; T= efeito principal de tratamento: pré vs pós; I= interação entre grupo e tratamento. * p < 0,05 vs GT linha de base; † p < 0,05 GT pós vs GC pós.

Tabela 7: Efeitos da hidroterapia sobre o Limiar de dor a pressão, a EVA dor, a EVA Fadiga e a EVA bem-estar e os questionários de ambos os grupos (GT e GC) usando a análise por intenção-de-tratar.

Variáveis	GT (n= 18)				GC (n= 18)				P-valor		
	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	G	T	I
LDP-G (Kg/cm ²)	2,3±0,7	2,5±0,7†	0,2 (-0,1; 0,4)	0,3	2,2±0,6	2,0±0,6	-0,2 (-0,5; 0,05)	0,5	0,2	0,7	0,04
LDP-R (Kg/cm ²)	1,6±0,6	1,8±0,6	0,2 (-0,05; 0,4)	0,3	1,6±0,5	1,5±0,5	-0,1 (-0,3; 0,1)	0,2	0,3	0,7	0,07
Número de tender points ativos	16,1±2,6	15,7±3,1	-0,3 (-1,3; 0,5)	0,1	16,8±1,9	17,1±2,2	0,3 (-0,6; 1,2)	0,2	0,1	0,9	0,2
EVA dor (0–10 mm)	49±25	48±25†	-0,1 (-1,2; 0,9)	0,04	51±19	65±19	1,4 (0,3; 2,4)	0,6	0,1	0,09	0,04
EVA fadiga (0–10 mm)	41±26	41±25	-0,01 (-1,6; 1,6)	0,002	49±24	61±24	1,1 (-0,4; 2,8)	0,3	0,02	0,3	0,2
EVA bem-estar (0–10 mm)	65±10	74±19*†	0,8 (-0,2; 1,9)	0,4	59±23	45±21	-1,3 (-2,4; -0,2)	0,5	0,007	0,5	0,006
FIQ (0 – 100)	58,3±16,8	51,1±19,2	-7,2 (-12,3; -2,1)	0,5	68,1±10,5	64,4±10,8	-3,7 (-8,9; 1,3)	0,5	0,01	0,004	0,3
IDB (0 – 21)	20,3±9,8	15,3±8,6	-5,0 (-7,9; -2,0)	0,7	21,1±7,9	19,6±9,6	-1,5 (-4,5; 1,4)	0,2	0,3	0,003	0,1
IAB (0 – 21)	15,1±10,8	11,8±6,8	-3,2 (-6,8; 0,2)	0,4	23,5±9,4	22,4±11,1	-1,1 (-4,6; 2,4)	0,1	0,003	0,08	0,3
IQSP Total (0 – 21)	9,9±5,2	8,4±4,9	-1,5 (-2,9; -0,01)	0,4	10,5±4,0	10,5±3,8	0,0 (-1,4; 1,4)	0,0	0,3	0,1	0,1

Valores apresentados em média ± DP; Média das diferenças (pós 16 semanas menos linha de base); IC= intervalo de confiança; ES= tamanho de efeito. LDP-G: limiar de dor a pressão geral; LDP-R: limiar de dor a pressão nas regiões mais envolvidas na mecânica respiratória EVA= escala visual analógica; FIQ: impacto da fibromialgia na qualidade de vida; IDB: Inventário de depressão de Beck; IAB: Inventário de ansiedade de Beck; Índice de qualidade de sono de Pittsburgh. G= efeito principal de grupo; T= efeito principal de tratamento: pré vs pós; I= interação entre grupo e tratamento. * p < 0,05 vs GT linha de base; † p < 0,05 GT pós vs GC pós.

Tabela 8: Efeitos da hidroterapia sobre os componentes do questionário SF-36 de ambos os grupos (GT e GC) usando a análise por-protocolo.

Variáveis	GT (n= 15)				GC (n= 15)			
	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES
SF – 36 #								
Capacidade Funcional (0–100)	46,3±21,5	55,3±19,1	9,0 (0,7; 17,2)	0,4	39,6±14,6	40,6±16,6	1,0 (-7,2; 9,2)	0,06
Limitação por aspecto físico (0 – 100)	13,3±31,1	41,6±44,9*	28,3 (11,1; 45,4)	0,7	6,6±19,9	15,0±32,4	8,3 (-8,8; 25,4)	0,2
Dor (0 – 100)	37,6±20,0	45,2±17,1†	7,6 (-1,0; 16,3)	0,4	25,9±10,9	30,6±9,6	4,7 (-3,9; 13,4)	0,4
Estado geral de saúde (0 – 100)	46,1±19,2	53,9±22,5	7,8 (-3,3; 18,9)	0,4	47,0±19,8	42,1±20,9	-4,9 (-16,0; 6,2)	0,2
Vitalidade (0 – 100)	34,6±21,3	44,0±23,0	9,3 (-0,3; 19,0)	0,4	23,6±16,3	32,0±16,4	8,3 (-1,3; 18,0)	0,5
Aspectos Sociais (0 – 100)	51,6±18,2	63,3±21,8†	11,6 (0,3; 22,9)	0,6	43,3±21,5	42,5±24,4	-0,8 (-12,1; 10,4)	0,03
Limitação por aspectos emocionais (0 – 100)	26,6±38,2	37,7±45,1	11,1 (-12,5; 34,7)	0,3	15,5±30,5	24,4±38,7	8,8 (-14,7; 32,5)	0,2
Saúde mental (0 – 100)	49,3±27,1	50,4±23,6	1,0 (-9,3; 11,4)	0,04	40,0±17,7	47,7±17,7	7,7 (-2,6; 18,1)	0,4

Valores apresentados em média ± DP; Média das diferenças (pós 16 semanas menos linha de base); IC= intervalo de confiança. SF-36: qualidade de vida; * p < 0,01 vs GT linha de base; † p < 0,01 GT pós vs GC pós. # Análise não-paramétrica

Tabela 9: Efeitos da hidroterapia sobre os componentes do questionário SF-36 de ambos os grupos (GT e GC) usando a análise por intenção-de-tratar.

Variáveis	GT (n= 18)				GC (n= 18)			
	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES	Linha de base	Pós	Média da diferença (95% IC)	ES
SF – 36 #								
Capacidade Funcional (0–100)	46,1±19,8	53,6±18,1	7,5 (0,6; 14,3)	0,4	38,3±14,6	39,1±17,1	0,8 (-6,0; 7,7)	0,08
Limitação por aspecto físico (0 – 100)	11,1±28,7	37,4±43,8*	23,6 (9,0; 38,2)	0,6	8,3±21,0	15,2±31,1	6,9 (-7,6; 21,5)	0,2
Dor (0 – 100)	36,0±18,6	42,3±16,9†	6,3 (-0,8; 13,6)	0,3	25,0±10,7	28,9±10,2	3,9 (-3,2; 11,1)	0,4
Estado geral de saúde (0 – 100)	45,6±18,1	52,1±21,4	6,5 (-2,7; 15,7)	0,3	46,0±20,5	41,8±21,2	-4,1 (-13,3; 5,1)	0,2
Vitalidade (0 – 100)	33,0±19,7	40,8±22,1	7,7 (-0,3; 15,9)	0,4	24,1±16,3	31,1±16,5	6,9 (-1,1; 15,0)	0,4
Aspectos Sociais (0 – 100)	50,0±17,6	59,7±22,1†	9,7 (0,3; 19,1)	0,5	43,0±20,1	42,3±22,7	-0,6 (-10,1; 8,7)	0,03
Limitação por aspectos emocionais (0 – 100)	24,1±35,8	33,3±42,7	9,2 (-10,2; 28,7)	0,2	20,3±32,6	27,7±38,3	7,4 (-12,1; 26,9)	0,2
Saúde mental (0 – 100)	46,6±25,7	47,5±22,8	0,8 (-7,7; 9,5)	0,03	39,7±17,1	46,2±17,4	6,4 (-2,1; 15,0)	0,5

Valores apresentados em média ± DP; Média das diferenças (pós 16 semanas menos linha de base); IC= intervalo de confiança. SF-36: qualidade de vida; * p < 0,01 vs GT linha de base; † p < 0,01 GT pós vs GC pós. # Análise não-paramétrica.

Tabela 10: Correlações entre as mudanças nos valores de PImáx (% do predito), CA, CX e CVF (% do predito) e as mudanças nas manifestações clínicas da SFM após 16 semanas.

	Δ PImáx (% do predito)		Δ CA (mm)		Δ CX (mm)		Δ CVF (% do predito)	
	R	P	R	P	r	P	R	P
Δ LDP-G (kg/cm ²)	0,1	0,6	0,2	0,4	0,2	0,5	0,02	0,9
Δ EVA dor (mm)	0,1	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	-0,2	0,3
Δ EVA bem-estar (mm)	0,08	0,7	-0,08	0,7	-0,09	0,7	0,05	0,8

PImáx (% do predito): pressão inspiratória máxima em porcentagem do predito; CA: cirtometria axilar; CX: cirtometria xifoidiana; CVF (% do predito): capacidade vital forçada em porcentagem do predito; LDP-G: limiar de dor a pressão geral; EVA: escala visual analógica. Δ : valores obtidos no pós menos os valores obtidos na linha de base.

4 DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo revelam que as voluntárias com SFM submetidas a um programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas apresentaram melhora da função pulmonar, da força muscular inspiratória e da mobilidade torácica. Foi observado também melhora do limiar de dor à pressão, da dor, do bem-estar e da limitação por aspectos físicos. No entanto, não foi observada associação entre a melhora das variáveis respiratórias com a melhora das manifestações clínicas estudadas.

Os resultados revelaram melhora da função pulmonar, observado pelo aumento nos valores de CVL e CVF após 16 semanas de hidroterapia. Esses resultados corroboram os achados de Kesiktas et al. (8), que relataram que, após três semanas, tanto a hidroterapia como a balneoterapia promoveram melhora da função pulmonar em mulheres com SFM. Além disso, Xu et al. (39) observaram que a balneoterapia realizada por 21 dias em homens saudáveis também promoveu melhora significativa da função pulmonar. A melhora da

função pulmonar tem sido atribuída à pressão hidrostática, exercida pela água, na parede do tórax durante a imersão. Assim, durante a inspiração a pressão hidrostática atua como sobrecarga, consistindo em um exercício diafragmático. Além disso, auxilia na elevação do diafragma, o que facilita a expiração e diminui o espaço morto (8). Fato esse que, após 16 semanas de hidroterapia, pode ter contribuído para promover adaptações que resultaram em maior eliminação de ar durante a expiração, resultando em aumento dos volumes e capacidades pulmonares.

Com relação à força muscular respiratória, nossos achados revelaram que um programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas promoveu aumento da força muscular inspiratória, observada pelo aumento da $PI_{máx}$. Apesar do protocolo proposto não compreender o treinamento específico dos músculos respiratórios, o presente achado pode ser decorrente do fato do tratamento ter envolvido o trabalho de grupos musculares de membros superiores e, conseqüentemente, o trabalho de músculos acessórios da respiração, tais como os músculos peitoral maior e trapézio superior. Além disso, como mencionado anteriormente, o exercício realizado em meio aquático promove sobrecarga ao diafragma durante a inspiração, por meio da pressão hidrostática na parede torácica, impondo um trabalho resistido para esta musculatura (40). Destaca-se, ainda, que a pressão hidrostática acentua a elevação do diafragma durante a expiração. Isso contribui para maior distensão do diafragma e favorece a relação comprimento-tensão, o que resulta em maior efetividade na contração do diafragma (41). Dessa forma, o protocolo de hidroterapia proposto pode ter promovido mudanças estruturais nas fibras musculares do tipo I e tipo II dos músculos envolvidos na inspiração, bem como

alterações na mecânica respiratória, resultando em aumento da força muscular inspiratória (42).

Outro achado importante observado como efeito do programa de hidroterapia aeróbio, realizado por 16 semanas, refere-se a maior mobilidade torácica em mulheres com SFM. Uma possível explicação para esse achado pode estar no fato de que exercícios realizados em água aquecida podem favorecer o relaxamento dos tecidos moles e articulações (43). Portanto, isso sugere que o efeito térmico da água exercida sobre as articulações do gradil costal pode ter contribuído para a melhora da mobilidade torácica observada no GT. Além disso, ressalta-se que durante as sessões foram realizados exercícios e alongamentos envolvendo os membros superiores, e conseqüentemente a expansibilidade do gradil costal, fato este que pode ter influenciado também para o aumento da mobilidade torácica.

No que se refere às manifestações clínicas, a literatura mostra que a hidroterapia tem sido eficaz para a melhora dos sintomas de dor em mulheres com SFM (3, 15, 17, 19). Nossos resultados revelaram que, após 16 semanas, o GT apresentou maior LDP-G e menor dor comparado ao GC. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas nas análises intragrupo. Estudos prévios (15, 19) demonstraram que 16 semanas de hidroterapia foram suficientes para promover aumento do LDP e diminuição da dor em mulheres com SFM. Esses achados tem sido atribuídos a diversos mecanismos, tais como o aumento dos níveis de serotonina e endorfina periférica, ativação de múltiplos sistemas de analgesia mediada por substâncias como o hormônio de crescimento e corticotrofina (15). Além disso, mecanismos periféricos como o aumento da oxigenação muscular, o aumento da densidade dos capilares

musculares, bem como a diminuição da susceptibilidade aos microtraumas, são fatores que também podem ter influenciado na diminuição da sintomatologia dolorosa (15). Os efeitos da imersão também desempenham um papel importante na resposta algica (16). A água aquecida promove efeito vasodilatador, o que favorece um aumento do aporte sanguíneo para regiões comumente acometidas na SFM e contribui para redução da tensão muscular, com conseqüente redução da dor (16).

A melhora do bem-estar, observada nas voluntárias do GT após as 16 semanas de hidroterapia, pode estar relacionada à melhora clínica. Além disso, a realização da hidroterapia em grupo possibilitou que as voluntárias tivessem maior interação social e troca de experiências a respeito da SFM, melhorando, conseqüentemente, o bem-estar. Destaca-se, ainda, que as voluntárias do GT apresentaram melhora da limitação física após 16 semanas de hidroterapia. Esses achados justificam a importância da hidroterapia pelos efeitos do exercício físico e das propriedades da água na melhora clínica.

Apesar dos resultados interessantes, este estudo apresenta algumas limitações. A avaliação do grau da dispneia poderia contribuir para melhor interpretação dos resultados e melhor caracterização dos sintomas relacionados ao sistema respiratório.

Como desdobramento para futuros estudos consideramos importante envolver o treinamento específico da musculatura respiratória e a utilização de métodos como a pletismografia optoeletrônica para a avaliação da mecânica e função respiratória. Assim como, verificar se os ganhos alcançados no presente estudo são mantidos após interrupção do tratamento da SFM.

Apesar das limitações, nossos achados revelam importantes implicações clínicas. A hidroterapia deve ser encorajada, como tratamento não farmacológico para mulheres com SFM, uma vez que demonstrou ser eficaz em melhorar não apenas algumas das manifestações clínicas, mas também nas variáveis respiratórias.

Em conclusão, o programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas foi eficaz para a melhora da função pulmonar, força muscular inspiratória e mobilidade torácica em mulheres com SFM, bem como na melhora da dor, do limiar de dor à pressão, do bem-estar e da limitação por aspecto físico. No entanto, a melhora das variáveis respiratórias não está relacionada à melhora clínica.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo fomento a este estudo (Processos nº 2013/16008-0 e 2011/22122-5).

5 REFERÊNCIAS

1. Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB et al. The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum* 1990; 33(2):160-172.
2. Häuser W, Thieme K, Turk DC. Guidelines on the management of fibromyalgia syndrome – A systematic review. *European Journal of Pain* 2010; 14: 5-10.
3. Latorre PA, Santos MA, Heredia-Jiménez JM et al. Effect of a 24-week physical training programme (in water and on land) on pain, functional capacity, body composition and quality of life in women with fibromyalgia. *Clin Exp Rheumatol* 2013; 31 (Supl. 79): S72-80.
4. Weiss DJ, Kreck T, Albert RK. Dyspnea Resulting From Fibromyalgia. *Chest* 1998; 113:246-49.

5. Çetin A, Sivri A. Respiratory Function and Dyspnea in Fibromyalgia Syndrome. *Journal of Musculoskeletal Pain* 2001; 9(1): 7-15.
6. Akyol Y, Ulus Y, Tander B, Bilgici A, Kuru O. Muscle strength, fatigue, functional capacity, and proprioceptive acuity in patients with fibromyalgia. *Turk J Phys Med Rehab* 2013; 59: 292-8.
7. Maquet D, Croisier JL, Demoulin C, Crielaard JM. Pressure pain thresholds of tender point sites in patients with fibromyalgia and in healthy controls. *Eur J Pain* 2004; 8(2):111–7.
8. Kesiktas N, Karagulle Z, Erdogan N, Yazicioglu K, Yilmaz H, Paker N. The efficacy of balneotherapy and physical modalities on the pulmonary system of patients with fibromyalgia. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2011; 24: 57-65.
9. Ozgocmen S, Çimen OB, Ardicoglu O. Relationship between Chest Expansion and Respiratory Muscle Strength in Patients with Primary Fibromyalgia. *Clin Rheumatol* 2002; 21:19–22.
10. Sahin G, Ulubaş B, Calikoğlu M, Çime OB, Erdoğan C. Is chest expansion a determinant of pulmonary muscle strength in primary fibromyalgia? *Joint Bone Spine* 2004; 71: 140–143.
11. Busch AJ, Schachter CL, Overend TJ, Peloso PM, Barber KAR. Exercise for fibromyalgia: A systematic review. *J Rheumatol* 2008; 35(6): 1130-1144.
12. McVeigh JG, McGaughey H, Hall M, Kane P. The effectiveness of hydrotherapy in the management of fibromyalgia syndrome: a systematic review. *Rheumatology International* 2008; 29(2): 119-130.
13. Rooks DS, Silverman CB, Kantrowitz FG. The effects of progressive strength training and aerobic exercise on muscle strength and cardiovascular fitness in women with fibromyalgia: A Pilot Study. *Arthritis Care & Research* 2002; (47): 22-28.
14. Nichols DS, Glenn TM. Effects of aerobic exercise on pain perception, affect, and level of disability in individuals with fibromyalgia. *Physical Therapy* 1994; 74(4): 327-332.
15. Munguía-Izquierdo D, Legaz-Arrese A. Exercise in warm decreases pain and improves cognitive function in middle-age women with fibromyalgia. *Clin Exp Rheumatol* 2007; 25: 823-830.
16. Bastos CC, Oliveira EM. Síndrome da fibromialgia: tratamento em piscina aquecida. *Lato & Sensu*. 2003; 10 (1): 3-5.
17. Assis MR, Silva LE, Alves AM *et al*. A randomized controlled trial of deep water running: clinical effectiveness of aquatic exercise to treat fibromyalgia. *Arthritis Rheum* 2006; 55: 57-65.

18. Tomas-Carus P, Hakkinen A, Gusi N, Leal A, Hakkinen K, Ortega-Alonso A. Aquatic training and detraining on fitness and quality of life in fibromyalgia. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(7): 1044-50.
19. Zamunér AR, Andrade CP, Forti M, et al. Effects of a hydrotherapy programme on symbolic and complexity dynamics of heart rate variability and aerobic capacity in fibromyalgia patients. *Clin Exp Rheumatol* 2015; 33(Suppl. 88): S87-S95 (Impresso).
20. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista brasileira de atividade física e saúde* 2001; 6(2): 05-18.
21. American Thoracic Society. Standardization of spirometry 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med*.1995; 152:1107-36.
22. Pereira CAC. Espirometria. *Jornal de Pneumologia* 2002; 28(Supl 3): S1-S82.
23. Black FL, Hyatt ER: Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99(5): 696-702.
24. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med and Biol Res* 1999; 32(6): 719-727.
25. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol* 2002; 28(Supl 3):S155-S65.
26. Paulin E, Brunetto AF, Carvalho CRF. Effects of a physical exercises program designed to increase thoracic mobility in patients with chronic obstructive pulmonar disease. *J Pneumol* 2003; 29(5):287-94.
27. Moreno MA, Catai AM, Teodori RM, Borges BLA, Cesar MC, Silva E. Effect of a muscle stretching program using the Global Postural Reeducation method on respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility of sedentary Young males. *J BrasPneumol* 2007; 33(6): 679-689.
28. Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE. Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *Clin J Pain* 2007; 23(9): 760-766.
29. Ciconelli RM, Ferraz MB, Santos W, Meinão I, Quaresma MR. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Revista Brasileira de Reumatologia* 1999; 39(3):144-150.
30. Marques AP, Santos AMB, Assumpção A, Matsutani LA, Lage LV, Pereira CAB. Validação da Versão Brasileira do Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ). *Revista Brasileira de Reumatologia* 2006;46(1): 24-31.

31. Gorenstein C, Andrade L. Validation of a Portuguese version of the Beck Depression Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory in Brazilian subjects. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 1996; 29(4): 453-457.
32. Cunha J.A. Manual da versão em português das Escalas Beck. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2001.
33. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research* 1989; 28(2):193-213.
34. Wasserman K, Hansen JE, Sue D, Whipp BJ, Casaburi R. Principles of exercise testing and interpretation. 4th ed: Williams and Wilkins, Philadelphia; 1999.
35. Borg, G. Borg's perceived exertion and pain scales. *Illinois: Human Kinetics*. 1998.
36. Zamunér AR, Catai AM, Martins LE, Sakabe DI, Da Silva E. Identification and agreement of first turn point by mathematical analysis applied to heart rate, carbon dioxide output and electromyography. *Braz J Phys Ther*. 2013;17(6):614-22.
37. Higa MN, Silva E, Neves VF, Catai AM, Gallo L, Silva de Sá MF. Comparison of anaerobic threshold determined by visual and mathematical methods in healthy women. *Braz J Med Biol Res*. 2007;40(4):501-8.
38. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Illinois 1988.
39. Xu L, Shi R, Wang B et al. 21-day balneotherapy improves cardiopulmonary function and physical capacity of pilots. *Journal of Physical Therapy Science* 2013; 25(1):109-112.
40. Fagundes AA, Silva RF. Effect of the immersion in warm water on the respiratory system. *Fisioterapia e movimento* 2006; 19 (4): 113-118.
41. Moreno MA, Catai AM, Teodori RM et al. Respiratory system adaptations relative to pulmonary function in response to a muscle stretching program using the Global Posture Reeducation method. *Fisioterapia e Pesquisa* 2009; 16(1): 11-5.
42. Araujo ZTS, Nogueira PAMS, Cabral EEA et al. Effectiveness of low-intensity aquatic exercise on COPD: A randomized clinical trial. *Respiratory Medicine* 2012; 106: 1535-1543.
43. Ide MR, Caromano FA, Dip MAVB, Guerino MR. Respiratory exercises in the chest expansion of elderly persons: aquatic and land exercises. *Fisioterapia em movimento* 2007; 20(2): 33-40.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS FUTUROS

Os estudos apresentados contribuíram para uma abordagem mais ampla nas intervenções em pacientes com SFM, considerando as importantes informações sobre o sistema respiratório.

O **Estudo I** revelou que mulheres com SFM apresentam menor *endurance* muscular respiratória, força muscular inspiratória e mobilidade torácica. Além disso, revelou interessante associação entre a força muscular inspiratória e a mobilidade axilar, *tender points* e fadiga, consistindo em um ponto de partida para realização de tratamentos que envolvam o sistema respiratório e sua influência sobre as manifestações clínicas em pacientes com SFM.

O **Estudo II** demonstrou que um programa de hidroterapia aeróbio de 16 semanas foi efetivo para a melhora da função pulmonar, força muscular inspiratória e mobilidade torácica em mulheres com SFM, bem como a melhora de alguns sintomas como a dor, o limiar de dor à pressão, o bem-estar e a limitação por aspectos físicos. Esses resultados têm importante relevância clínica e reforçam os achados do Estudo I, encorajando a avaliação do sistema respiratório em mulheres com SFM, bem como a realização da hidroterapia como uma intervenção mais ampla oferecendo melhorias também sobre o sistema respiratório de mulheres com SFM.

Dessa forma, o uso de metodologia simples e de baixo custo possibilitou obter informações importantes do sistema respiratório de mulheres com SFM, bem como da efetividade da hidroterapia.

Como desdobramento do presente estudo, um ensaio clínico randomizado cruzado está sendo desenvolvido visando elucidar se os ganhos obtidos no presente estudo serão mantidos após a interrupção do tratamento.

6. ATIVIDADES REALIZADAS DURANTE O MESTRADO

Atividades desenvolvidas durante o período de realização do mestrado (Março de 2013 à Maio de 2015) relacionadas ao projeto de pesquisa.

Publicações relacionadas ao tema do projeto temático: Estudo das adaptações biomecânicas, sensoriais, cardiorrespiratórias e da qualidade de vida associadas à intervenção fisioterapêutica na síndrome fibromiálgica (FAPESP- nº 2011/22122-5)

- ZAMUNÉR, A. R.; ANDRADE, C. P.; FORTI, M.; MARCHI, A.; MILAN, J. C.; CATAI, A. M.; PORTA, A.; SILVA, E. Effects of a hydrotherapy program on symbolic and complexity dynamics of heart rate variability and aerobic capacity in fibromyalgia patients. *Clinical and Experimental Rheumatology* 2015; 33: 73-81.
- ZAMUNÉR, A.R.; PORTA, A.; ANDRADE, C. P.; MARCHI, A.; FORTI, M.; FURLAN, R.; BARBIC, F.; CATAI, A. M.; SILVA, E. Cardiovascular control in women with fibromyalgia syndrome: do casual methods provide non redundant information compared to more traditional approaches. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2015. DOI: 10.1152/ajpregu.00012.2015.
- ZAMUNÉR, A. R.; FORTI, M.; ANDRADE, C. P.; Avila, M. A.; SILVA, E. Respiratory sinus arrhythmia and its association with pain in women with fibromyalgia syndrome 2015. DOI: 10.1111/papr.12321.

Outras publicações no período não relacionadas à dissertação

- FORTI, M.; ZAMUNÉR, A. R.; KUNZ, V.C.; SALVIATI, M. R.; NERY, T. A. G.; SILVA, E. Ratings of perceived exertion at anaerobic threshold in patients with coronary artery disease. *Fisioterapia e Pesquisa* 2014; 21: 113-119.

Trabalhos publicados em anais de eventos

- FORTI, M; ZAMUNÉR, AR; ANDRADE, CP; SILVA, E. Avaliação da força muscular respiratória e da mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica. In: XXXI Congresso Brasileiro de Reumatologia. 2014, Belo Horizonte. Suplemento da Revista Brasileira de Reumatologia, 2014. v.54. p. 47.
- ANDRADE, CP; ZAMUNÉR, AR; FORTI, M; SILVA, E. Impacto da síndrome fibromiálgica na qualidade de vida: relação com a capacidade funcional aeróbia. In: XXXI Congresso Brasileiro de Reumatologia. 2014, Belo Horizonte. Suplemento da Revista Brasileira de Reumatologia, 2014. v.54. p. 48.
- ZAMUNÉR, AR; ANDRADE, CP; FORTI, M; DRIUSSO, P; CATAI, AM.; FURLAN, R; SILVA, E. Cardiovascular autonomic control and its relationship with the quality of life in patients with fibromyalgia: Preliminary study. In: 2014 8th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO), 2014, Trento. 2014 8th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO), 2014. p. 133.

- ANDRADE, CP; ZAMUNÉR, AR; FORTI, M; CATAI, AM; DRIUSSO, P; SILVA, E. Association between baroreflex function and pressure pain threshold in women with fibromyalgia. In: 2014 8th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO), 2014, Trento. 2014 8th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO), 2014. p. 211.

Participação em eventos

- XXXI Congresso Brasileiro de Reumatologia- CBR. Avaliação da força muscular respiratória e mobilidade tóracoabdominal em mulheres com síndrome fibromiálgica. 2014.

Atividades acadêmico-científicas

- Curso de curta duração: “Interpretação do ECG normal e anormalidades elétricas”. Universidade Metodista de Piracicaba, UNIMEP, Piracicaba, Brasil. 2013
- Curso de curta duração: "Quantifying complexity of the cardiovascular control via spontaneous variability of physiological variables". Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, Brasil. 2013
- Curso de curta duração: “Cardiovascular Variability: From Mathematical Models To Physiological And Clinical Applications”. Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, Brasil. 2014

ANEXOS

ANEXO I - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



PROJETO DE PESQUISA

Título: INFLUÊNCIA DA HIDROTERAPIA SOBRE O CONTROLE AUTONÔMICO CARDIOVASCULAR E A CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA EM MULHERES COM SÍNDROME FIBROMIÁLGICA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 02271312.7.0000.5504

Pesquisador: ANTONIO ROBERTO ZAMUNÉR

Instituição: Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 112.508

Data da Relatoria: 14/08/2012

Apresentação do Projeto:

O projeto é apresentado de forma clara expondo o estado da arte.

Objetivo da Pesquisa:

Bem definido

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Bem definido seguindo as recomendações dadas no parecer anterior

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

As recomendações dadas no parecer anterior foram seguidas e tanto o Projeto de pesquisa quanto o TCLE foram reescritos de forma que as questões levantadas foram esclarecidas

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

adequado

Recomendações:

Nada a declarar

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nada a declarar uma vez que as questões levantadas anteriormente foram esclarecidas

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: 1633-5180

Fax: 1633-8180

E-mail: caphumanos@power.ufscar.br

ANEXO II – Comprovante de submissão do estudo I

Manuscript ID: RC-04401

Title: Lung function, respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility in women with fibromyalgia syndrome: association with clinical manifestations

Authors: Forti, Meire
Zamunér, Antonio
Andrade, Carolina
Silva, Ester

Date Submitted: 03-Jul-2015

Dear author:

This is to confirm your paper "Lung function, respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility in women with fibromyalgia syndrome: association with clinical manifestations" has been received by Respiratory Care.

Before your manuscript can be eligible for the peer review process, each author must complete our submission form using this link:

https://mc.manuscriptcentral.com/rcare?URL_MASK=81b9d266c05b4fd98e8804a5b9d4b7a6

Or, each author may log in to the Author Center to complete the form <https://mc.manuscriptcentral.com/rcare> Click 'Submitted Manuscripts' on the left, and then 'Submission Form' at the bottom right.

Be sure to include the manuscript ID in all correspondence. If there are any changes to your contact information, please log in to Manuscript Central <https://mc.manuscriptcentral.com/rcare> and edit your account.

Thank you for submitting your paper to Respiratory Care.