

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES

CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA

CAMILA MOREIRA

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO COM *KETTLEBELL* NA
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM MULHERES JOVENS SAUDÁVEIS:
UM ESTUDO PILOTO.**

VITÓRIA

2019

CAMILA MOREIRA

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO COM *KETTLEBELL* NA
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM MULHERES JOVENS SAUDÁVEIS:
UM ESTUDO PILOTO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro de Educação Física e Desportos da
Universidade Federal do Espírito Santo, como
requisito parcial para obtenção do grau de
Licenciada em Educação Física

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Luciana Carletti.

VITÓRIA

2019

CAMILA MOREIRA

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO COM *KETTLEBELL* NA
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM MULHERES JOVENS SAUDÁVEIS:
UM ESTUDO PILOTO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro de Educação Física e Desportos da
Universidade Federal do Espírito Santo como
requisito final para obtenção do grau de Licenciada
em Educação Física.

Trabalho Defendido e Aprovado em:
____/____/____

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a Dra. Luciana Carletti
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof^a Ms. Carla Zimerer
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-orientadora

Prof^a Sabrina Pereira Alves
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a Dr^a Karine Jacon Sarro
Universidade Estadual de Campina


CAMILA MOREIRA

EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO COM *KETTLEBELL* NA
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM MULHERES JOVENS SAUDÁVEIS:
UM ESTUDO PILOTO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro de Educação Física e Desportos da
Universidade Federal do Espírito Santo como
requisito final para obtenção do grau de Licenciada
em Educação Física.

Trabalho Defendido e Aprovado em:
09/12/2019

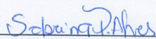
COMISSÃO EXAMINADORA



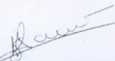
Profª Dra. Luciana Carletti
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Profª Ms. Carla Zimerer
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-orientadora



Profª Sabrina Pereira Alves
Universidade Federal do Espírito Santo



Profª Drª Karine Jacon Sarro
Universidade Estadual de Campina

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me mostrar o caminho certo. Sem Ele nada seria possível.

À minha mãe Celina Januário Moreira, pelo incentivo aos estudos e pelo apoio incondicional que serviram de alicerce para as minhas realizações.

À minha orientadora Prof^ª Dra. Luciana Carletti, pela sua dedicação e paciência durante o projeto. Seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

Agradeço também à minha co-orientadora Prof.^a Ms. Carla Zimerer, pelo incentivo e pela dedicação ao meu projeto de pesquisa.

Sou grata a todo corpo docente do Centro de Educação Física e Desportos que sempre transmitiram seu saber com muito profissionalismo.

Também agradeço a todos os meus colegas de curso, pela oportunidade do convívio e pela cooperação durante toda a jornada.

E finalmente, agradeço ao Instituto Habilitar, na figura do Prof^º Alberto Monteiro, e demais sócios, pela parceria e apoio, fornecendo o manômetro para as coletas e suas instalações, quando se fez necessário. Também agradeço ao Prof^º Waldir Zanotti por todo o apoio e dedicação na coleta dos dados deste estudo.

RESUMO

Introdução: O treinamento com *kettlebell* é considerado um treinamento de alta intensidade e que pode provocar melhorias na função respiratória máxima (FMR) de mulheres jovens sedentárias. **Objetivo:** O objetivo primário deste estudo foi avaliar os efeitos do treinamento com *kettlebell* na função respiratória. O objetivo secundário foi relacionar os efeitos na FMR com as melhorias na aptidão cardiorrespiratória máxima ($VO_{2máx}$). **Metodologia:** O programa de treinamento teve a duração de 12 semanas, contando com 2 de familiarização e 10 semanas divididas em 3 fases: específica I (2 semanas), específica II (4 semanas) e específica III (4 semanas). Para aferir a FMR utilizou-se um manovacúmetro analógico. Foram aplicadas medidas antropométricas de peso e estatura e de composição corporal. Avaliou-se o VO_2 por meio de um teste cardiopulmonar. A análise estatística aplicada foi o teste t de Student pareado, e análise de regressão simples. **Resultado:** Observou-se aumento da massa corporal ($62,34 \pm 4,58$ kg vs $62,75 \pm 4,60$ kg; $p=0,02$); sem alterações no IMC ($23,61 \pm 2,90$ kg/m² vs $23,86 \pm 3,04$ kg/m²); % de gordura ($26,65 \pm 7,02\%$ vs $25,46 \pm 5,53\%$); e massa magra ($45,47 \pm 1,68$ kg e $46,57 \pm 1,18$ kg). O $VO_{2máx}$ não aumentou significativamente ($32,83 \pm 3,48$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ vs $35,33 \pm 3,55$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) –e a FMR aferida pela pressão inspiratória máxima (PImáx) apresentou uma tendência de aumento ($-75,0 \pm 25,88$ cmH₂O vs $-95,16 \pm 24,37$ cmH₂O; $p=0,08$). Foi constatada relação entre as modificações no $VO_{2máx}$ e na pressão inspiratória máxima. **Conclusão:** Nesse estudo piloto o treinamento com *kettlebell* aplicado por 12 semanas apresentou potencial para melhoria da FMR. Os efeitos na FMR se relacionam com melhoria na capacidade cardiorrespiratória. O desenvolvimento deste estudo, com uma amostra maior poderá estabelecer as possíveis melhorias das pressões respiratórias máximas provocadas pelo TKB em mulheres jovens saudáveis.

Palavras chave: Treinamento. Força Muscular. *Kettlebell*. Respiração. Músculos Respiratórios.

ABSTRACT

Introduction: Kettlebell training is considered high intensity training and can lead to improvements in respiratory muscle strength (RMS) in sedentary young women. **Objective:** The primary objective of this study was to evaluate the effects of kettlebell training on respiratory function. The secondary objective was to correlate the effects on RMS with improvements in maximal cardiorespiratory fitness ($VO_2\text{max}$). **Methods:** The training program lasted 12 weeks, with 2 familiarization and 10 weeks divided into 3 phases: specific I (2 weeks), specific II (4 weeks) and specific III (4 weeks). An analog manovacuometer was used to measure RMS. Anthropometric measurements of weight and height and body composition were applied. VO_2 was assessed by a cardiopulmonary test. The statistical analysis applied was the paired Student's t test and simple regression analysis. **Results:** Body mass increased (62.34 ± 4.58 kg vs 62.75 ± 4.60 kg; $p = 0.02$); no changes were observed in BMI (23.61 ± 2.90 kg/m² vs 23.86 ± 3.04 kg/m²); % fat ($26.65 \pm 7.02\%$ vs $25.46 \pm 5.53\%$); and lean mass (45.47 ± 1.68 kg and 46.57 ± 1.18 kg). $VO_2\text{max}$ did not increase significantly (32.83 ± 3.48 ml.kg⁻¹.min⁻¹ vs 35.33 ± 3.55 ml.kg⁻¹.min⁻¹) and the RMS measured by maximal inspiratory pressure (MIP) showed an increasing trend (-75.0 ± 25.88 cmH₂O vs -95.16 ± 24.37 cmH₂O; $p = 0.08$). Relationship between changes in $VO_2\text{max}$ and maximal inspiratory pressure was found. **Conclusion:** In this pilot study kettlebell training applied for 12 weeks showed potential for improving RMS. The effects on RMS are related to improvement in cardiorespiratory capacity. The development of this study with a larger sample could establish possible improvements in TKB-induced maximal respiratory pressures in healthy young women.

Key Words: Training. Muscle Force. Kettlebell. Breath. Breath Muscles.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Protocolo de treinamento com o *kettlebell*.....19

Figura 2. Correlação entre o delta do VO_2 máx e da $PImáx$21

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. Dados demográficos, capacidade aeróbia e força dos músculos respiratórios antes e após o treinamento.....20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. METODOLOGIA.....	10
<u>2.1</u> DESENHO EXPERIMENTAL.....	10
<u>2.2</u> AMOSTRA.....	11
<u>2.3</u> PROCEDIMENTOS.....	11
<u>2.3.1</u> ANTROPOMETRIA E TESTE CARDIOPULMONAR.....	11
<u>2.3.2</u> TESTE DE REPETIÇÃO MÁXIMA.....	12
<u>2.3.3</u> FUNÇÃO PULMONAR.....	13
<u>2.3.4</u> PROTOCOLO DE TREINAMENTO.....	13
<u>2.4</u> ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
3. RESULTADOS.....	20
4. DISCUSSÃO.....	21
5. 6.	8

5.1 INTRODUÇÃO

A Força Muscular Respiratória (FMR) é um parâmetro indicativo do desempenho mecânico dos músculos respiratórios (OHARA et al., 2018), podendo ser um fator determinante para a performance no exercício. A FMR é expressa pelos valores de Pressão Inspiratória Máxima (PImáx) e da Pressão Expiratória Máxima (PEmáx), e pode ser avaliada por procedimentos avaliativos simples e não-invasivos, como a manovacuometria e espirometria (FILHO e DONÁDIO, 2015).

Adicionalmente, a FMR pode ser melhorada com alguns tipos de treinamentos, tais como o treinamento muscular inspiratório (LIMA et al., 2008) e o método Pilates (FRANCO et al., 2014; CAMPOS et al., 2019). LIMA et al. (2008) aplicaram um treinamento muscular inspiratório (TMI) e exercícios respiratórios em 50 crianças asmáticas de 8 a 12 anos, organizadas em dois grupos: o primeiro (grupo TMI) realizou um TMI com uma carga de 40% PImáx, em conjunto com um programa de assistência e educação em asma (1 vez por mês), durante sete semanas consecutivas. Já o grupo controle (GC) contou apenas com consultas médicas mensais e ensino sobre a asma. Desta forma, foram observados incrementos significativos da PImáx e da PEmáx no grupo TMI: PImáx de $-48,32 \pm 5,7$ cmH₂O para $-109,92$ cmH₂O ± 18 ; PEmáx de $50,64$ cmH₂O $\pm 6,5$ para $82,04$ cmH₂O ± 17 ($p < 0,0001$), sem resultados significativos de melhora no grupo controle.

Corroborando com este estudo, Franco et al., (2014) avaliaram os efeitos do treinamento com Pilates em 19 voluntários (7 homens e 12 mulheres de ambos os sexos; idade entre 9 e 22 anos) diagnosticados com fibrose cística. O treinamento teve a duração de 4 meses. A pesquisa evidenciou melhorias significativas na PImáx dos homens ($n=7$), $77,85$ cmH₂O $\pm 19,54$ cmH₂O vs. antes e $101,42$ cmH₂O $\pm 22,67$ cmH₂O no fim do treinamento. Já nas mulheres ($n=12$) a PEmáx aumentou de $67,85$ cmH₂O $\pm 18,89$ cmH₂O para $85,00$ cmH₂O $\pm 17,32$ cmH₂O. Nesse sentido, modalidades que solicitam um controle mais consciente da respiração, como a Yoga e o Pilates, parecem exercer efeitos positivos sobre a mecânica da respiração (CHANAVIRUT et al., 2006; CAMPOS et al., 2019).

Em consonância, o treinamento com *kettlebell* evoca um esforço respiratório considerável e consciente. A ferramenta *kettlebell* (KB) assemelha-se a uma bola de ferro fundido com uma alça, comumente empregado na antiga União Soviética por feirantes, como forma de pesagem de produtos. Somente nos anos 2000, o KB foi inserido na América pelo instrutor das forças armadas russas, Pavel Tsatsouline e, posteriormente difundiu-se pela

Formatado: Numerada + Nível: 1 + Estilo da numeração: 1, 2, 3, ... + Iniciar em: 1 + Alinhamento: Esquerda + Alinhado em: 0 cm + Recuar em: 0,63 cm

Comentado [SA1]: Confira essa referência

Formatado: Não Realce

América e o restante do mundo (TSATSOULINE, 2006). A respiração no treinamento com KB acontece de maneira diferenciada, realizando um potente ruído na expiração, similarmente ao que praticantes de artes marciais e boxeadores realizam quando golpeiam um soco (TSATSOULINE, 2006). Embora a respiração neste tipo de treinamento seja bem marcada, não há estudos que demonstrem os efeitos do treinamento com KB sobre a FMR.

O treinamento com KB alcança intensidades equivalentes a 86,8% da frequência cardíaca máxima, sendo considerado de alta intensidade (MEIGH et al., 2019; ACMS, 2011). Além disso, pesquisas apontam que exercícios físicos de intensidades acima de 85% do $VO_{2máx}$ levam a fadiga da musculatura diafragmática, inclusive em atletas de elite (BABCOOK et al., 1996; JOHNSON et al., 1993). Isso acontece por efeito do metaborreflexo inspiratório que é incitado pela fadiga diafragmática perante o aumento de metabólitos, promovendo o aumento da atividade simpática muscular, vasoconstrição e consequente redistribuição do fluxo sanguíneo dos músculos esqueléticos ativos para o diafragma. Em torno de 14% a 16% do débito cardíaco dirige-se ao diafragma, nestas circunstâncias. (HARMS et al., 1998; DEMPSEY et al., 2006; SHEEL et al., 2001)

As primeiras investigações científicas sobre os efeitos do treinamento com KB datam de 2010, quando foi publicado o primeiro estudo sobre seus efeitos nos parâmetros da função cardiorrespiratória (FARRAR et al., 2010). A partir de então, **alguns** estudos passaram a indicar este tipo de treinamento para o aumento da força (JAY et al., 2011; CHEN et al., 2018) e da aptidão cardiorrespiratória (FARRAR et al., 2010; LAKE; LAUDER, 2011; OTTO et al., 2012; HULSEY et al., 2012; FORTNER et al., 2014; WILLIAMS E KRAEMER, 2015). Contudo, apenas dois estudos avaliaram os efeitos do treinamento com KB na aptidão cardiorrespiratória máxima ($VO_{2máx}$), encontrando resultados controversos.

Jay et al. (2011), ao investigarem homens e mulheres de meia idade, com dores musculoesqueléticas e sem experiência com o KB, não encontraram melhoras na capacidade cardiorrespiratória em decorrência do treinamento KB com duração de 8 semanas, com três sessões semanais por 20 minutos (10-15 minutos de estímulo intervalado). Embora tenha gerado reduções clinicamente relevantes na dor do pescoço/ombro e maior força nos extensores do tronco, o modelo de treinamento proposto foi insuficiente para causar melhoras no $VO_{2máx}$ dos voluntários.

Em contrapartida, Falatic et al. (2015) analisaram os efeitos do treinamento com KB na capacidade aeróbia de atletas de futebol feminino (n = 17) fora de temporada, com experiência

Comentado [SA2]: Atenção aqui também. Esses estudos indicam realmente o que você apontou?

precedente nessa modalidade. A pesquisa estudou um grupo de intervenção com *kettlebell* (n = 9) e um grupo de circuito com pesos (n = 8). As voluntárias do grupo *kettlebell* realizaram um teste com o exercício *snatch* KB para apontar repetições individuais para este exercício. Todos os grupos treinaram 3 vezes semanais, durante 4 semanas. O grupo KB executou o protocolo 15:15 em 20 minutos de KB com o exercício *snatch* (15 segundos de trabalho e 15 segundos de descanso), usando um KB de 12kg. O outro grupo realizou um circuito com peso contínuo, por 20 minutos. Ao final da intervenção, não houve alteração no $VO_{2m\acute{a}x}$ do CWT. Contudo, a intervenção com KB promoveu um aumento significativo do $VO_{2m\acute{a}x}$ de aproximadamente 6%.

Sabe-se que o aumento no $VO_{2m\acute{a}x}$ decorrente do treinamento é proveniente da melhoria de fatores centrais e periféricos, tais quais: capacidade de difusão pulmonar, débito cardíaco, capacidade de carreamento de oxigênio (O_2) para os músculos esqueléticos. Entretanto, a relação entre o aumento da força dos músculos esqueléticos envolvidos na respiração e o aumento no consumo máximo de oxigênio não tem sido amplamente discutida pela literatura (WADE, 2016).

Portanto, em razão disso, o objetivo primário deste estudo foi avaliar os efeitos do treinamento com *kettlebell* na função respiratória. O objetivo secundário foi correlacionar os efeitos na FMR com as melhorias na aptidão cardiorrespiratória máximas ($VO_{2m\acute{a}x}$).

6.2. METODOLOGIA

2.1 Desenho Experimental

Esta pesquisa caracteriza-se por ser do tipo experimental com delineamento longitudinal e correlacional (THOMAS et al., 2007). Todas as voluntárias envolvidas foram esclarecidas sobre os procedimentos empregados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), (CAAE): 90506418700005542.

O programa de treinamento teve a duração de 12 semanas, contando com 2 de familiarização e 10 semanas divididas em 3 fases: específica I (2 semanas), específica II (4 semanas) e específica III (4 semanas).

As participantes do treinamento, oriundas da comunidade interna e externa da UFES foram submetidas à uma intervenção de treinamento com *kettlebell* (GT) e um grupo de controle (GC). O grupo GT recebeu uma intervenção de treinamento de 10 semanas envolvendo três sessões semanais três vezes por semana, enquanto os

Comentado [SA3]: O que isso significa?

membros do grupo GC continuaram seu estilo de vida diário sem participar de nenhum treinamento físico;

Comentado [SA4]: O que aconteceu com o GC? Ele foi mencionado aqui, mas não entrou na análise e nem foi explicado se ele será adicionado em um momento posterior.

2.2 Amostra

A amostra foi constituída por seis participantes (idade = $24,67 \pm 2,25$ anos; massa corporal = $62,34 \pm 4,58$ kg; massa magra = $45,47 \pm 1,68$ kg; altura = $162,83 \pm 4,79$ cm; índice de massa corporal = $23,61 \pm 2,90$ kg/m²; $\dot{V}O_{2\text{máx}} = 32,83 \pm 3,48$ ml.kg⁻¹.min⁻¹).

Para a inclusão das participantes foram adotados os seguintes critérios: ser do sexo feminino; ser saudável; ter experiência anterior com musculação (mínimo de 3 meses) com o objetivo de facilitar a aprendizagem da técnica dos exercícios; não ter experiência anterior com a prática de exercício com KB; apresentar condições físicas adequadas aos testes e ao treinamento (mediante avaliação de um médico cardiologista); estar sem praticar exercício físico nos últimos 3 meses.

Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: presença de hipertensão, histórico de doença neurológica ou limitações cognitivas, doenças cardiovasculares, metabólicas, ortopédicas, endócrinas e/ou respiratórias; consumo de tabaco ou algum tipo de medicamento, suplemento ergogênico ou nutricional conhecido por afetar o metabolismo ou o desempenho no exercício. Durante o período de treinamento as participantes foram orientadas a não realizar outro tipo de exercício físico que intervisse no processo de coleta de dados.

2.3 Procedimentos

2.3.1 Antropometria e Teste Cardiopulmonar

As participantes foram encaminhadas para o Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX) da UFES, para coleta de dados pessoais e estado de saúde. Em seguida, realizaram uma avaliação antropométrica e de estatura (estadiômetro da marca Marte balanças e aparelhos Ltda., modelo LC200, 2009, Santa Rita do Sapucaí), e massa corporal (balança, marca Marte balanças e aparelhos Ltda., modelo LC200, 2009, Santa Rita do Sapucaí), com a finalidade de se obter o índice de massa corporal (IMC; kg.m⁻²). Para ~~aferrir~~ mensurar as dobras cutâneas foi utilizado um compasso científico Mitutoyo com precisão de 1 mm, empregando o protocolo de 7 dobras (JACKSON; POLLOCK, 1986), para cálculo do percentual de gordura corporal e massa corporal magra.

Teste Cardiopulmonar

exercício de intensidade progressiva até a exaustão ou o surgimento de sintomas e/ou sinais que limite a continuação (HERDY et al., 2016). Este teste é relevante para a elaboração de treinamentos, pois conta com medidas mais apuradas do consumo de oxigênio, dos limiares ventilatórios e de outras variáveis cardiovasculares. Baseado nesses elementos e dados como a relação entre o VO_2 e a FC, é possível adquirir dados adicionais que contribuem com a avaliação funcional e a prescrição individualizada de exercício físico. (HERDY et al., 2016)

Nesse sentido, foi realizado um eletrocardiograma de repouso, utilizando o eletrocardiógrafo Micromed (Porto Alegre, RS), acompanhado por um médico cardiologista, para detectar possíveis anormalidades. Posteriormente, com a participante em pé na esteira (Inbra Sport Super ATL, Porto Alegre, Brasil) foram acoplados os eletrodos para captar os sinais eletrocardiográficos, além do monitoramento da frequência cardíaca no período de esforço. Uma máscara facial de silicone foi ajustada no rosto da participante, permitindo a respiração pela boca e pelo nariz sendo conectada à uma turbina (pneumotacômetro) para análise dos gases expirados e medição do fluxo de ar.

O protocolo empregado foi uma adaptação do já utilizado por LIRA et al. (2013), em que foi ~~organizado-realizado~~ um aquecimento de 5 minutos a $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ acompanhado de um ~~retoque-incremento~~ da velocidade para $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, com ~~incrementos-aumentos~~ gradativos da velocidade da esteira na proporção de $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada minuto até o esgotamento da participante, com esteira em 0% de inclinação. As variáveis ventilatórias foram mensuradas utilizando o analisador metabólico de gases *Cortex Metalyzer 3b* (Alemanha), com coleta respiração a respiração, sendo analisados pelo programa *Metasoft*TM. O teste ~~contará-contou~~ com o incentivo verbal para as voluntárias na fase final do TCPE, visando o esforço máximo. ~~Como-A~~ velocidade máxima da esteira rolante ~~será-foi~~ estabelecida como a velocidade de corrida atingida durante os últimos 30 segundos do teste. O $VO_{2\text{máx}}$ ~~será-foi~~ determinado como o maior valor médio de 20 segundos do VO_2 . No mínimo, três dos seguintes critérios ~~foram-serão~~ obrigatórios para a admissão do teste como máximo: a) exaustão voluntária; b) atingir pelo menos 95% da frequência cardíaca máxima prevista para a idade ($220-\text{idade}$); c) obter razão de troca respiratória (RTR) igual ou acima de 1,10; d) consumo máximo de oxigênio, observado pelo conceito de platô (HOWLEY et al., 1995).

2.3.2 Teste de Repetição Máxima

Foi realizado o teste de uma repetição máxima (1RM) no aparelho *Leg Press* 45°. As voluntárias fizeram um aquecimento completando 4 repetições submáximas do exercício. Em seguida, foi determinado 1RM em quatro testes com períodos de descanso de 3 a 5 min entre cada teste. Foi selecionado um peso inicial que estava dentro da capacidade percebida pelas voluntárias (cerca de 50 a 70% da capacidade). A carga foi aumentada progressivamente até que as voluntárias não conseguissem completar a repetição selecionada em até 5 tentativas. O último peso levantado com sucesso foi anotado como 1-RM absoluto.

2.3.3 Função Pulmonar

A força dos músculos ~~re~~expiratórios foi avaliada através da mensuração das pressões respiratórias máximas (PRM). Para tanto, foi utilizado um manovacuômetro analógico (Murenas, Minas Gerais, Brasil), escalonado em -120 a +120cmH₂O.

As participantes permaneceram sentadas a 90°, com os pés apoiados ao chão, com os cotovelos flexionados e as mãos segurando firmemente o bocal de formato retangular de 15 milímetros em polipropileno, com válvula de alívio e linha de pressão em silicone de 40 centímetros próximo à boca. Para avaliação da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}), as participantes foram orientadas a realizar a inspiração máxima, até o volume residual (VR), e em seguida, após posicionamento adequado do equipamento na boca, a expiração forçada. Para avaliar a pressão expiratória máxima (PE_{máx}), foi solicitado que as participantes realizassem uma inspiração máxima até o nível da capacidade pulmonar total, em seguida, foi efetuado um esforço expiratório máximo contra a via aérea ocluída. O teste ~~avaliativo da função pulmonar~~ foi realizado por três vezes, com duração média de seis segundos cada manobra de expiração e inspiração. A coleta foi executada sempre pelo mesmo avaliador, e as participantes foram devidamente orientadas sobre os procedimentos a serem executados, repetindo-se o processo por três vezes e selecionando a de maior valor. A diferença não poderia ser superior a 10% entre as repetições, caso acontecesse, foi necessário repetir o procedimento. Durante a avaliação das pressões respiratórias máximas função pulmonar, o avaliador verificou se o equipamento estava adequadamente posicionado na boca da participante e adicionou uma presilha nasal para evitar possíveis escapes aéreos.

2.3.4 Protocolo de Treinamento

O protocolo de treinamento, conforme mostrado na figura 1, teve a duração de 12 semanas e foi distribuído em 4 fases: Familiarização (duas semanas), Específica I (duas

semanas), Específica II (4 semanas) e Específica III (quatro semanas). As sessões foram constituídas por um período de aquecimento, exercícios e desaquecimento e foram realizadas nas segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras. Todas as participantes foram orientadas por treinadores experientes e estimuladas verbalmente a realizar o máximo de repetições possíveis.

Aquecimento

Antes do início de cada sessão de treinamento, as participantes realizaram um aquecimento (5 minutos), com 15 repetições para cada um dos seis exercícios. Com o propósito de trabalhar os grupamentos musculares envolvidos na prática com *kettlebell*, foram usados os seguintes exercícios, respectivamente: avanço, elevação de quadril, flexão lateral de tronco, rotação de tronco, flexão e extensão de coluna e caminhada do fazendeiro (*Farm's walk*). Os exercícios foram executados sem intervalo para descanso.

Familiarização

~~Com o objetivo de familiarizar as participantes à técnica necessária para a execução dos exercícios *swing* e agachamento com KB, à escala de afetividade (HARDI; REJESKI, 1989) e de Borg de 0 a 10 pontos (BORG, 1982), foi empregado um período de familiarização. A familiarização teve como objetivo familiarizar os indivíduos com a técnica para o cumprimento dos exercícios utilizados durante a intervenção (*swing* e agachamento). Os exercícios utilizados nesta fase foram, respectivamente: flexão de tronco; *dead lift*; primeira parte do *swing* com *kettlebell*, *swing* com a toalha, *swing* com *kettlebell* (V), *swing* de frente para a parede e (VI) e agachamento. As participantes foram habituadas com a escala de percepção subjetiva de esforço (Borg CR-10). O treinamento foi realizado com um total de 15 repetições cada exercício e descanso de 60 segundos entre as séries, por duas semanas consecutivas, sempre às segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras.~~

Formatado: Fonte: Não Itálico

Comentado [SA5]: ?

Comentado [SA6]: que foi utilizada para...

Fase Específica I

Na terceira semana de treinamento foi iniciada a Fase Específica I. As participantes realizaram uma sucessão de cinco estímulos de *Swing*, na proporção 30 segundos de exercício seguidos de 30 segundos de descanso, com um *kettlebell* de 8 quilogramas. Foram dados 2 minutos de recuperação ao final da série, em seguida, as participantes executaram 3 estímulos

de agachamento, seguindo o mesmo protocolo de tempo de execução e intervalo para descanso. A partir desta fase, as participantes foram estimuladas a fazer o maior número de repetições possíveis.

O protocolo de treinamento foi iniciado com um *kettlebell* de 8 quilogramas e foram adotados os seguintes critérios para o aumento da carga: I) Escala de Percepção de Esforço (PSE) ≤ 5 (BORG, 1982); II) Número de repetições igual ou superior a 23 (FUSI et al, 2017; III); execução técnica adequada ao exercício (TSATSOULINE, 2006). Quando os critérios foram atingidos, o peso do *kettlebell* foi aumentado em 4 quilogramas durante todas as fases do treinamento. Os indivíduos que realizaram os exercícios não tomaram conhecimento dos parâmetros de acréscimo de peso. Esse incremento foi adotado pois os *kettlebells* são comumente disponíveis comercialmente com incrementos de 4 kg (4kg - 8kg - 12kg - 16kg - 20 kg e assim por diante) (JAY et al., 2011), embora já se encontre comercialmente, kettlebells com progressão de 2kg no mercado.-

Fase Específica II e III

Durante as quatro semanas da Específica II as voluntárias efetuaram três séries com cinco estímulos de *swing* e agachamento na proporção 30:30 de execução de exercícios e descanso, além de 2 minutos de intervalo entre as séries. A fase Específica III foi semelhante à específica II, no entanto, o intervalo entre as séries foi de 1 minuto.

Fase Específica III

Desaquecimento

Ao final das sessões, as participantes realizaram um desaquecimento (5 minutos), com a utilização de alongamentos ativos e passivos, de maneira ininterrupta. Foram realizados os seguintes exercícios: flexão de tronco, flexão de tronco com joelhos em 90°, flexão de quadril, rotação de quadril. Depois dos alongamentos, as participantes permaneceram em decúbito ventral até completar os 5 minutos de desaquecimento.

Comentado [SA8]: Essa informação não cabe descrever. Isso pode gerar questionamentos desnecessários. Veja bem... desaquecimento foi prescrito de forma que cada exercício durasse 30seg, após realizar todos os exercícios estaria completo 5 minutos de desaquecimento. O que ocorria é que as vezes a voluntária não cumpria exatamente os 30seg para cada exercício, resultando no término antes dos 5min. Nesse caso, nós pedimos que elas fiquem ali até completar o tempo. Então sugiro que assumo que foi 5min de exercícios e pronto.

Quadro 1 - PLANO DE TREINAMENTO

	Familiarização	Específica I	Específica II	Específica III
SEMANAS	1ª e 2ª	3ª e 4ª	5ª, 6ª, 7ª e 8ª	9ª, 10ª, 11ª e 12ª
OBJETIVOS	Familiarizar os indivíduos com a técnica para o cumprimento dos exercícios utilizados durante a intervenção	Treinar os indivíduos com relação à execução rápida e contínua dos exercícios Swing e Agachamento, com a manutenção correta da técnica.	Desenvolver a força e a aptidão aeróbia.	Desenvolver a força e a aptidão aeróbia.
Nº. de repetições	1 série, 15 repetições para cada exercício	1 série, 5 estímulos de 30 segundos de Swing, 1 série de 3 vezes 30 segundos de agachamento	3 séries, 3 vezes, 30 segundos de Swing alternado com 2 vezes de 30 segundos de agachamento	3 séries, 3 vezes, 30 segundos de Swing alternado com 2 vezes 30 segundos de agachamento
Intervalo entre os estímulos	60 segundos	30 segundos	30 segundos	30 segundos
Intervalo entre as séries	0 segundos	2 minutos	2 minutos	1 minuto

Figura-QUADRO 1 - Protocolo de Treinamento com *kettlebell*

Análise Estatística

Para testar a normalidade de distribuição das variáveis será aplicado o teste de *Shapiro-Wilk*. De acordo com os resultados do teste de normalidade os parâmetros serão tratados com os testes específicos para testar o efeito do treinamento (testes *t-Student* pareado ou teste de *Wilcoxon*) nas medidas de tendência central (média e mediana) (testes *t-Student* pareado ou teste de *Wilcoxon*) e para a análise correlacional entre o VO₂máx e o delta da FMR (Correlação de *Pearson* ou de *Spearman*). A significância estatística será considerada para $p < 0,05$.

7.3. RESULTADOS

De acordo com a Tabela 1 expressa os valores obtidos para as variáveis mensuradas foram: massa corporal PRÉ $62,34 \pm 4,58$ [44 – 47] e PÓS ($62,75 \pm 4,60$ [46 – 47]), IMC PRÉ ($23,61 \pm 2,90$ kg/m²) e PÓS ($23,86 \pm 3,04$ kg/m²); % de gordura PRÉ ($26,65 \pm 7,02\%$) e PÓS ($25,46 \pm 5,53\%$); massa magra PRÉ ($45,47 \pm 1,68$ kg) e PÓS ($46,57 \pm 1,18$ kg) durante o período da pesquisa.

Além disso, os dados analisados enunciaram aumentos percentuais ao final do treinamento nos seguintes parâmetros: massa corporal 0,65%; IMC 0,58%; massa magra 2,41%; PE_{máx} 5,12%; PI_{máx} 20,34%; VO₂máx 7,08%. O % percentual de gordura teve uma redução de 4,46% ao final do processo.

O Delta de VO₂máx e da PI_{máx} apresentaram, correlação moderada ($r = 0,657$), mas ainda não significativa, possivelmente pelo tamanho da amostra (Figura 2).

Comentado [SA9]: Penso que já é discussão

Tabela 1 – Dados demográficos, capacidade aeróbia e força dos músculos respiratórios antes e após o treinamento.

	PRÉ	PÓS	P
Idade (anos)	24,67 ± 2,25	25,17 ± 1,94	0,76
Massa corporal (kg)	62,34 ± 4,58 [44 – 47]	62,75 ± 4,60 [46 – 47]	0,02*
Altura (cm)	162,83 ± 4,79	162,83 ± 4,79	0,272
IMC (kg/m ²)	23,61 ± 2,90	23,86 ± 3,04	0,347
% de gordura (kg)	26,65 ± 7,02	25,46 ± 5,53	0,261
Massa magra (kg)	45,47 ± 1,68	46,57 ± 1,18	0,149
PE _{máx} (cmH ₂ O)	97,50 ± 19,42	102,50 ± 24,03	0,46
PI _{máx} (cmH ₂ O)	-75,00 ± 25,88	-94,16 ± 24,37	0,08

VO ₂ máx (ml/kg ⁻¹ min ⁻¹)	32,83 ±3,48	35,33 ± 3,55	0,99
--	-------------	--------------	------

Dados apresentados como média ± desvio padrão e mediana [intervalo interquartil]. IMC = Índice de Massa Corporal; PEmáx = Pressão Expiratória Máxima; PImáx = Pressão Inspiratória Máxima; VO₂máx = Consumo Máximo de Oxigênio.* Indica diferença significativa (p≤ 0,05).

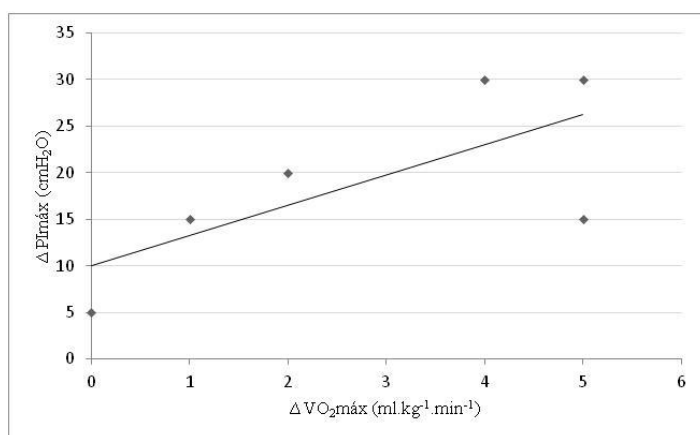


Figura 2 –
Correlação entre o
delta do VO₂máx

e da PImáx.

8.4. DISCUSSÃO

Os objetivos deste estudo piloto foram avaliar os efeitos do treinamento com *kettlebell* na função respiratória e correlacioná-los com as melhorias na aptidão cardiorrespiratória máxima (VO₂máx). Deste modo, os resultados encontrados nesta pesquisa evidenciaram que um treinamento com *kettlebell* em mulheres jovens saudáveis não resultou em melhorias na força respiratória máxima e na aptidão aeróbia, embora aumentos percentuais foram observados, especialmente na PImáx (20,34%).

Portanto, foi identificado uma tendência de melhoria na PImáx, e ainda, correlação moderada entre VO₂máx e essa variável. Nesse sentido, é possível que o desenvolvimento desse estudo com um número maior de participantes possa comprovar efeitos favoráveis sobre a PImáx no treinamento com *kettlebell*.

Essas adaptações consideradas em conjunto, podem trazer um significado importante para a execução do exercício físico, isso porquê o aumento da FMR (WINKELMANN et al.,

Formatado: Recuo: À esquerda: 0 cm, Primeira linha: 0,06 cm, Numerada + Nível: 1 + Estilo da numeração: 1, 2, 3, ... + Iniciar em: 1 + Alinhamento: Esquerda + Alinhado em: 0 cm + Recuar em: 0,63 cm

2009) associado ao aprimoramento oxidativo da musculatura respiratória (POWERS et al., 1992) e da resistência à fadiga do diafragma (VRABAS et al., 1999) atenua os metaborreflexos evocados pela musculatura respiratória (RIBEIRO et al. 2016). Esses efeitos sugerem que, durante o exercício há menor estimulação simpática, e consequentemente, menor efeito vasoconstritor para a musculatura responsável pela locomoção (RIBEIRO et al. 2016).

Ao comparar os valores de P_{Imáx} e P_{Emáx} das participantes com os valores preditos das equações propostas por Neder et al, observou-se que três das participantes apresentaram valores de P_{Imáx} (-55, -90 e -80 cmH₂O) e duas apresentaram P_{Emáx} (60 e 90 cmH₂O) (dados não apresentados nos resultados) inferiores a média dos preditos (-101,6 ± 13 cmH₂O) e (114,1 ± 14,8 cmH₂O) (NEDER et al, 1999). No entanto, após o período de treinamento todas obtiveram melhoras na P_{Imáx}, e aquelas que apresentavam menores valores iniciais, atingiram os maiores percentuais de aumento (33,3% a 50%) comparada a participante que se encontrava dentro dos parâmetros de normalidade, segundo NEDER et al, 1999 (4,5% de aumento). Ainda, ressalta-se que o número de voluntárias que finalizaram o ciclo de treinamento é muito pequeno, e portanto, esses achados precisam de confirmação.

Conclusão

Nesse estudo piloto o treinamento com *kettlebell* aplicado por 12 semanas apresentou potencial para melhoria da FMR, devido a tendência de adaptação da força de músculos respiratórios. Os efeitos na força de músculos inspiratórios se relacionam com melhoria na capacidade cardiorrespiratória.

É importante ressaltar que o desenvolvimento deste estudo, com uma amostra maior é de suma importância para que se possa estabelecer as possíveis melhorias das pressões respiratórias máximas provocadas pelo TKB em mulheres jovens saudáveis.

9.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACMS. **Diretrizes do ACMS para os testes de esforço e sua prescrição**. 6ª ed. ED. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2003. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE.

Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e prescrição de exercícios. 8ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2011.

BABCOCK MA, Pegelow DF, Johnson BD, Dempsey JA. **Aerobic fitness effects on exercise-induced low-frequency diaphragm fatigue.** J Appl Physiol. 1996;81(5):2156-64.

BORG, G. A. V. **Psychophysical bases of perceived exertion.** Medicine and science in sports and exercise, Knoxville, v. 14, p. 377-381, 1982.

CALLEGARO C.C, Ribeiro JP, Tan CO, Taylor JA. **Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals.** Respir Physiol Neurobiol. 2011;177(1):24-9.

CAMPOS, J.L. VANCINI RL, RODRIGUES ZANONI G, BARBOSA DE LIRA CA, SANTOS ANDRADE M, JACON SARRO K. **Effects of mat Pilates training and habitual physical activity on thoracoabdominal expansion during quiet and vital capacity breathing in healthy women.** J Sports Med Phys Fitness 2019;59:57-64.

CHEN H. T, Wu HJ, Chen YJ, Ho SY, Chung YC. **Effects of 8-week kettlebell training on body composition, muscle strength, pulmonary function, and chronic low-grade inflammation in elderly women with sarcopenia.** Exp Gerontol. 2018;112:112–8.

DEMPSEY JA, Romer L, Rodman J, Miller J, Smith C. **Consequences of exercise-induced respiratory muscle work.** Respir Physiol Neurobiol. 2006;151(2-3):242-50.

FALATIC, A. J.; PLATO, P. A.; HOLDER, C., FINCH, D.; HAN, K.; CISAR, C. J. **The effects of kettlebell training on aerobic capacity.** Journal of Strength and Conditioning Research, Lincoln, v. 29, p. 1202–1209, 2015.

FARRAR, R.; MAYHEW, J.; KOCH, J. A. **Oxygen cost of kettlebell swings.** Journal of Strength and Conditioning Research, Lincoln, v. 24, p.1034–1036, 2010.

FORTNER, H. A.; SALGADO, J. M.; HOLMSTRUP, A. M.; HOLMSTRUP, M. E. **Cardiovascular and Metabolic Demands of the Kettlebell Swing using Tabata Interval**

versus a Traditional Resistance Protocol. International Journal of Exercise Science, Bowling Green, v. 7, n. 9, p.179-185, 2014.

FRANCO, Caroline Buarque et al . Efeitos do método Pilates na força muscular e na função pulmonar de pacientes com fibrose cística. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 40, n. 5, p. 521-527, Out. 2014.

FUSI, Flor et al. Respostas cardiopulmonares agudas ao exercício com *kettlebell*. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. 2017, vol.39, n.4://dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2017.08.002.

HARMS CA, Wetter TJ, McClaran SR, Pegelow DF, Nickle GA, Nelson WB, et al. **Effects of respiratory muscle work on cardiac output and its distribution during maximal exercise.** J Appl Physiol. 1998;85(2):609-18

HEINZMANN FILHO J.P, Donadio M.V.F. **Teste de força muscular ventilatória: é viável em crianças jovens?** Revista Paulista de Pediatria. 2015;33(3):274-179.

HERDY, Artur Haddad et al. **Teste Cardiopulmonar de Exercício: Fundamentos, Aplicabilidade e Interpretação.** Arq. Bras. Cardiol., São Paulo, v. 107, n. 5, p. 467-481, Nov. 2016.

HOWLEY, E. T.; BASSET, D. R.; WELCH, H.G.; **Criteria for maximal oxygen uptake: Review and commentary.** Medicine and Science in Sports Exercise, Knoxville, v. 27, n.9,p. 1292-1301, 1995.

HULSEY, C. R.; SOTO, D.T.; KOCH, A. J. ; MAYEW, J. L. **Comparison of kettlebell swings and treadmill running at equivalent rating of perceived exertion values.** Journal of Strength and Conditioning Research, Lincoln, v. 26, n 5, p. 1203–1207, 2012.

JACKSON, A.S.; & POLLOCK, M.L. **Generalized equations for predicting body density of men.** British Journal of Nutrition, 40, 497-504. 1978.

JAY, K.; FRISCH, D.; HANSEN, K.; ZEBIS, M. K.; ANDERSEN, C. H.; MORTENSEN, O. S.; ANDERSEN, L. L. **Kettlebell training for musculoskeletal and cardiovascular health:**

A randomized controlled trial. Scandinavian journal of work, environment and health, Helsinki, v. 37, p. 196-203, 2011.

JOHNSON B.D, Babcock M.A, Suman O.E, Dempsey J.A. **Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans.** J Physiol. 1993;460:385-405.

LAKE, J.; LAUDER, M. **Mechanical demands of kettlebell swing exercise.** Journal of Strength and Conditioning Research, Lincoln, v. 26, n. 12, p. 3209-3216, 2011.

LIMA, Elisângela Veruska Nóbrega Crispim Leite et al . **Treinamento muscular inspiratório e exercícios respiratórios em crianças asmáticas.** J. bras. pneumol., São Paulo , v. 34, n. 8, p. 552-558, Aug. 2008 .

LIRA, C. A. B.; PEIXINHO-PENA, L. F.; VANCINI; R. L; FREITAS, R. J.; FACHINA. G.;ALMEIDA, A. A.; ANDRADE, M. S.; SILVA, A. C. **Heart rate response during a simulated Olympic boxing match is predominantly above ventilatory threshold 2: a cross sectional study,** Sports Medicine, Auckland, v. 4, p. 175-182, 2013.

MEIGH ET AL. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation (2019) 11:19

O'HARA RB, Serres J, Traver KL, Wright B, Vojta C, Eveland E. The influence of nontraditional training modalities on physical performance: review of the literature. Aviat Space Environ Med. 2012;83(10):985-90.

NEDER J.A, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research** 1999; 32:719-27.

OTTO, W.H.; COBURN, J. W.; BROWN, L. E.; SPIERING, B. A. Effects of weightlifting vs. kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. **Journal of Strength and Conditioning Research,** Lincoln, v. 26, p. 1199-1202, 2012.

POWERS S.K, Criswell D, Lieu FK, Dodd S, Silverman H. **Exercise-induced cellular alterations in the diaphragm.** Am J Physiol. 1992;263(5 Pt 2):R1093-8.

RIBEIRO, Jorge P.; CHIAPPA, Gaspar R.; CALLEGARO, Carine C.. **Contribuição da musculatura inspiratória na limitação ao exercício na insuficiência cardíaca: mecanismos fisiopatológicos.** Revista Brasileira de Fisioterapia, São Carlos , v. 16, n. 4, p. 261-267, Ago. 2012.

SHEEL AW, Derchak PA, Morgan BJ, Pegelow DF, Jacques AJ, Dempsey JA. **Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans.** J Physiol. 2001;537(Pt 1):277-89.

SILVA, S; MONTEIRO, W; FARINATTI, P. Avaliação da Capacidade Máxima de Exercício: Uma Revisão sobre os Protocolos Tradicionais e a Evolução para Modelos Individualizados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 17, n. 5, p. 363-369, 2011

SOUSA J.B.F.R, G. Volpe, M. S. **Effects of a standard pulmonary rehabilitation program after a minimal period of treatment.** Revista Brasileira Ciência e Movimento. 2014;22(3):126-132.

SPENGLER CM, Roos M, Laube SM, Boutellier SML. **Decreased exercise blood lactate concentrations after respiratory endurance training in humans.** Eur J Appl Physiol. 1999;79(4):299-305

[THOMAS JR, Nelson JK, Silverman SJ. Métodos de pesquisa em atividade física 5 ed. Porto Alegre: Artmed; 2007](#)

TSATSOULINE, P. **Enter the Kettlebell!: Strength Secret of the Soviet Supermen.** Saint Paul: Dragon Door Publications; 2006. p. 200.

VRABAS I.S, Dodd SL, Powers SK, Hughes M, Coombes J, Fletcher L, et al. **Endurance training reduces the rate of diaphragm fatigue in vitro.** Med Sci Sports Exerc. 1999;31(11):1605-12.

WADE M, O'Hara R, Caldwell L, Ordway J, Bryant D. Continuous One-Arm Kettlebell Swing Training on Physiological Parameters in US Air Force Personnel: A Pilot Study. **Journal of Special Operations Medicine**. Winter 2016;16(4):41-47

WILLIAMS, B. M., KRAEMER, R. R. Comparison of cardiorespiratory and metabolic responses in kettlebell high-intensity interval training versus sprint interval cycling. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 29, n. 12, p. 3317-3325, 2015.

WINKELMANN E.R, Chiappa GR, Lima COC, Vecili PRN, Stein R, Ribeiro JP. **Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness**. Am Heart J. 2009;158(5):768.e1-7.