



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar)
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DE SAÚDE (CCBS)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA (PPGFt)



Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular/Núcleo de
Pesquisas em Exercício Físico (NUPEF)

CLAUDIO DONISETTE DA SILVA

ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES AO LONGO DE 11
SEMANAS DE TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM
CICLISTAS RECREACIONAIS: ESTUDO CLÍNICO RANDOMIZADO
CONTROLADO E DUPLO-CEGO

São Carlos
2019

CLAUDIO DONISETTE DA SILVA

ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES AO LONGO DE 11
SEMANAS DE TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM
CICLISTAS RECREACIONAIS: ESTUDO CLÍNICO RANDOMIZADO
CONTROLADO E DUPLO-CEGO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia 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. Projeto desenvolvido com apoio da CAPES.

Orientadora: Profa. Dra. Aparecida Maria Catai

São Carlos
2019

Investigação conduzida no Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular (LFCV) – Núcleo de Pesquisas em Exercício Físico (NUPEF) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Projeto desenvolvido com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – Proc. nº 2016/22215-7).

FOLHA DE APROVAÇÃO



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 Cláudio Donisete da Silva, realizada em 26/02/2019:

Profa. Dra. Aparecida Maria Catai
UFSCar

Prof. Dr. Emmanuel Gomes Ciolac
UNESP

Profa. Dra. Luciana Di Thommlazo Luporini
UFSCar

Silva, Claudio Donisete

ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES AO LONGO DE 11
SEMANAS DE TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM
CICLISTAS RECREACIONAIS: ESTUDO CLÍNICO RANDOMIZADO
CONTROLADO E DUPLO-CEGO / Claudio Donisete Silva. -- 2019.
57 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus São
Carlos, São Carlos

Orientador: Aparecida Maria Catai

Banca examinadora: Aparecida Maria Catai, Emmanuel Gomes Ciolac,
Luciana di Thommazo Luporini

Bibliografia

1. Treinamento respiratório. 2. Treinamento físico. 3. Sistema
cardiovascular. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III.
Titulo.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Ronildo Santos Prado – CRB/8 7325

Dedico esse trabalho a minha filha Luana, minha inspiração, por todo amor, carinho e incentivo. Sem você essa conquista não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa importante de minha vida está chegando ao fim e é claro que sozinho eu jamais teria conseguido, por isso abaixo eu agradeço todas as pessoas que fizeram parte dessa história.

Primeiramente gostaria de agradecer a minha filha Luana, que mesmo com a pouca idade teve muita força para suportar minha ausência e distância nesse período, teve também muita paciência e compreensão pelas inúmeras vezes em que levei trabalho para fazer em casa nos finais de semana que tínhamos juntos. Agradeço pelas vezes em que se sentou junto comigo enquanto eu estudava e até mesmo pelos ensaios das minhas apresentações que você assistiu.

Agradeço aos meus pais, João e Aparecida, pelo incentivo de sempre nas minhas escolhas tanto pessoais como profissionais, pela amizade, carinho, atenção e amor. Por me fazer acreditar nos meus sonhos. E principalmente pelo apoio na criação da minha querida Luana. Agradeço ao meu irmão Reinaldo e minha irmã Ana Lucia, pelas conversas nas horas mais difíceis, nos momentos de aperto. Reinaldo mesmo de longe acompanhando e ajudando em tudo que foi possível e Ana Lucia, sempre presente e disposta a qualquer momento. Obrigado aos dois pelo carinho, amizade e parceria sempre.

A Karina minha namorada e companheira, esteve presente em todos os momentos praticamente desde o início dessa caminhada. Agradeço muito pelo incentivo, pelos conselhos, pelo ensinamento e pelo carinho. Sem você tudo teria sido mais difícil. Agradeço as minhas enteadas Bibi e Ieda que também muito contribuíram para o meu crescimento e amadurecimento

A todos os meus familiares, tios e primos, obrigado pelo apoio e incentivo que sempre me deram, agradeço pelas visitas que me fizeram nesse período distante e pela compreensão da minha ausência em alguns dos nossos encontros de família. Agradeço também meu cunhado Cilas e meus sobrinhos João Victor e Liliane e a minha sempre amiga Fabi.

A minha orientadora, professora e acima de tudo amiga Catai, grande mestre, grande profissional e grande pessoa. Obrigado pelos ensinamentos, pela sua paciência e atenção. Tenho um grande orgulho de chamar de minha Orientadora e uma grande admiração pelo seu trabalho. Obrigada pela paciência e compreensão.

A minha "coorientadora" Patrícia Rehder, grande amiga, muito obrigado por acreditar em mim, você esteve ao meu lado em todos os momentos com toda sua experiência e sabedoria, muito obrigado pelos ensinamentos, broncas, cobranças, correções, amizade, carinho e paciência.

Aos meus companheiros de coleta, amigos que considero como filhos: Camila com sua delicadeza, Raphael com sua experiência e Étore com seu conhecimento formaram a equipe perfeita que eu precisava para conseguir trilhar esse caminho. Obrigado por me ajudarem com esse trabalho como se fosse de vocês!

A toda equipe do laboratório LFCV/NUPEF, Juliana, Silvia, Mariana, Stephanie, Gabriela, Thomas, Maria Cecília, Vinicius, Richard, Rafaela, Ana Carolina e Giovana. Agradeço por todos os momentos, festas e discussões, vocês foram muito importantes durante esse período, obrigado por todos os ensinamentos e por estarem sempre dispostos a me ajudar. Sem a ajuda de todos vocês, nada seria possível

Agradeço imensamente a minha amiga Clara, grande parceira para todos os momentos, obrigado pelas muitas conversas de apoio e por estar sempre presente.

Agradeço meu amigo Jean Alex, grande incentivador desde o meu primeiro dia como aluno ouvinte na disciplina.

Agradeço também todas as amizades feitas aqui no Departamento de Fisioterapia, local onde passei a maioria dos dias durante esses dois anos. Agradeço a todos os alunos e professores do programa que me deram a oportunidade de aprender.

Meu agradecimento aos professores Rodrigo Polaquini e Cleiton Libardi, membros da minha banca de qualificação. Muito obrigado pelas dicas e sugestões, sem elas esse trabalho não teria sido finalizado.

Agradeço também à CAPES pelo apoio financeiro e ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia pelo auxílio dado durante esses dois anos.

Aos meus amigos Nelson e Claudinha que nunca desistiram da nossa amizade mesmo com toda a dificuldade para podermos realizar um encontro. Nelson agora um pouco mais distante. Aos amigos da ginástica que mesmo distantes sempre me deram apoio e a oportunidade de continuar vivenciando essa modalidade que tanto gosto. Obrigada pela amizade e pelo carinho de todos.

Aos amigos Aline, Amaury, Lucas, Marina, Júlio e Rubens, amigos que a profissão me deu, embora hoje cada um tenha seguido seu destino para outros cantos nossa amizade permanece a mesma.

Por fim, agradeço a todos os participantes que participaram deste trabalho, sem a colaboração de vocês nada disso seria possível.

RESUMO

Introdução: As variáveis cardiovasculares [frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e duplo produto (DP)] são parâmetros importantes para a determinação da intensidade ideal de treinamento. No entanto, não há estudos que avaliem essas variáveis ao longo de sessões de treinamento muscular inspiratório. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as adaptações de variáveis cardiovasculares FC, PAS, PAD e DP durante 33 sessões e em diferentes intensidades de treinamento muscular inspiratório em ciclistas recreacionais. **Métodos:** Trinta e um homens, ciclistas recreacionais, com idade entre 20 e 40 anos, foram randomizados por aleatorização estratificada em três grupos de treinamento: baixa intensidade [Grupo Sham (GS)], moderada [Grupo 60% da P_{IMAX} (G60)] e alta [Grupo pressão inspiratória crítica (GPC)]. Todos os grupos realizaram: teste de força muscular inspiratória e teste de resistência muscular inspiratória incremental, para determinação da carga de treinamento. O programa de treinamento foi realizado durante 11 semanas, três vezes por semana, durante aproximadamente 55 minutos/sessão. A FC foi registrada antes, durante e após cada sessão de treinamento e a PAS e PAD foram registradas antes e após cada sessão. O DP foi calculado multiplicando a FC pela PAS, antes e após cada sessão. Para análise estatística, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) *two way* mista com post-hoc de Tukey. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. **Resultados:** Os deltas dos valores de FC e de DP foram maiores no G60 e GPC, quando comparado ao GS, sugerindo maior demanda cardíaca. Já o delta de PAS apresentou menores valores no GS comparado aos G60 e GPC. Em relação as semanas de treinamento houve uma redução da PAS na quinta e nona semanas do protocolo experimental quando comparadas a primeira semana. A PAD apresentou diferença apenas entre GS e GPC. **Conclusão:** O treinamento muscular inspiratório não foi capaz de reduzir as variáveis cardiovasculares ao longo de 11 semanas, a cada sessão de treinamento, em ciclistas recreacionais embora as cargas mais altas levaram a maiores demandas.

Palavras-chave: Sistema Cardiovascular. Sistema Respiratório. Treinamento Físico. Treinamento Respiratório.

ABSTRACT

Background: The cardiovascular variables [heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and rate pressure product (RPP)] are important parameter for the determination of the ideal intensity of training. However, there are no studies that evaluate the same variables during the inspiratory muscle training. Thus, the objective of this study was to evaluate the response of cardiovascular variables HR, SBP, DBP and RPP during 33 sessions and in different intensities of inspiratory muscle training in recreational cyclist. **Methods:** Thirty-one men, recreational cyclists, between 20 and 40 years old, were stratified randomized in three training groups: low [Sham Group (SG)], moderate [60% of MIP (60G)] and high intensity [Critical Inspiratory pressure (CPG)]. All groups performed: inspiratory muscle strength test and incremental inspiratory muscle endurance test, to determinate load. Training program was conducted during 11 weeks, three times a week, during approximately 55 minutes/session. HR was recorded before, during and after each training session and SBP and DBP was recorded before and after each session, RPP was calculated by multiplying HR by SBP before and after each session. For statistical analysis the Two-way mixed ANOVA was used and post-hoc analysis was conducted by Tukey test. The level of significance was set at $p < 0.05$. **Results:** The deltas of HR and RPP values were higher in 60G and CPG, when compared to SG, suggesting greater cardiac demand. On the other hand, the delta of SBP presented lower SG values compared to 60G and CPG. Regarding the weeks of training, there was a reduction of SBP in the fifth and ninth weeks of the experimental protocol when compared to the first training week. DBP presented difference only between SG and CPG. **Conclusion:** Inspiratory muscle training was not able to reduce cardiovascular variables over 11 weeks, at each training session, in recreational cyclists although higher loads led to greater demands.

Key-word: Cardiovascular system, Respiratory system, Physical training, Respiratory training

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquematização do protocolo experimental realizado durante 13 semanas e 33 sessões de treinamento muscular inspiratório.	23
Figura 2: Figura ilustrativa da avaliação de força muscular inspiratória	24
Figura 3: Figura ilustrativa da avaliação de resistência muscular inspiratória incremental	25
Figura 4: Ilustração de uma sessão de treinamento muscular inspiratório e dos momentos de coleta de dados.....	27
Figura 5: Fluxograma de perdas.....	29
Figura 6. Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a frequência cardíaca. ..	31
Figura 7. Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a pressão arterial sistólica.	32
Figura 8. Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a pressão arterial diastólica.	33
Figura 9. Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre o duplo produto.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da amostra	30
Tabela 2. Comparação entre 1º e a 33º sessão de treinamento muscular inspiratório...	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONSORT - *Consolidated Standards of Reporting Trials*

DP – Duplo produto

DP_{REP} - Duplo produto de repouso

ECG – Eletrocardiograma

FC – Frequência cardíaca

FC_{EX} – Frequência cardíaca de exercício

FC_{REP} - Frequência cardíaca de repouso

FMI – Força muscular inspiratória

FR – Frequência respiratória

G60 – Grupo 60% da PI_{MAX}

GS – Grupo Sham

GPC – Grupo pressão inspiratória crítica

IMC – Índice de massa corporal

PA – Pressão arterial

PA_{REP} – Pressão arterial de repouso

PAD – Pressão arterial diastólica

PAD_{REP} – Pressão arterial diastólica de repouso

PAS – Pressão arterial sistólica

PAS_{REP} – Pressão arterial sistólica de repouso

TECP – Teste de exercício cardiopulmonar

TMI – Treinamento muscular inspiratório

PI_{MAX} – Pressão inspiratória máxima

PThC – Pressão inspiratória crítica

PTh_{MAX} – Máxima carga inspiratória sustentada por pelo menos um minuto

RMIi – Resistência muscular inspiratória incremental

VO_{2PICO} – Consumo de oxigênio pico

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	16
2. ESTUDO 1 (Versão em português com inserção de ilustrações e detalhamento das descrições)	19
2.1 Introdução	20
2.2 Métodos	21
2.2.1 Tipo de estudo e procedimentos éticos	21
2.2.2 Participantes do estudo	21
2.2.3 Planejamento, avaliação clínica e caracterização dos participantes	22
2.2.3.1 Teste de exercício cardiopulmonar	22
2.2.4 Protocolo experimental	23
2.2.4.1 Força muscular inspiratória	23
2.2.4.2 Resistência muscular inspiratória	24
2.2.4.3 Determinação da pressão inspiratória crítica	25
2.2.5 Treinamento muscular respiratório	25
2.2.6 Aquisição das variáveis cardiovasculares	26
2.2.7 Análise dos dados	26
2.2.8 Análise estatística	27
2.3 Resultados	28
2.3.1 Características dos participantes	28
2.3.2 Efeitos de 11 semanas de treinamento muscular inspiratório na frequência cardíaca	31
2.3.3 Efeitos de 11 semanas de treinamento muscular inspiratório na pressão arterial sistólica e diastólica	31
2.3.4 Efeitos de 11 semanas de treinamento muscular inspiratório no duplo produto	33

2.3.5 Análise comparativa dos efeitos do treinamento muscular inspiratório entre a 1ª e a 33ª sessão de treinamento, nas diferentes variáveis estudadas	34
2.4 Discussão	36
2.5 Conclusão	38
2.6 Agradecimentos	38
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS FUTUROS	38
4. REFERÊNCIAS	40
ANEXO A PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS	44
ANEXO B TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	48
ANEXO C COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO	53
ANEXO D COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA.....	55

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O monitoramento do treinamento físico é essencial para controlar e avaliar as adaptações fisiológicas, determinando se o atleta está se adaptando ao programa de treinamento, bem como auxiliar na avaliação e prescrição de protocolos de exercícios (BOURDON et al., 2017; FOSTER; RODRIGUEZ-MARROYO; DE KONING, 2017; HALSON, 2014). Dentre as variáveis fisiológicas utilizadas para monitorar o treinamento estão as variáveis cardiovasculares, como: frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), duplo produto (DP), entre outras. O comportamento destas variáveis está diretamente relacionado com a intensidade do exercício aplicado. (STONE; LIANG, 1984).

Considerada de fácil acesso, a FC tem sido utilizada como uma das principais variáveis fisiológicas relacionadas à prescrição e ao controle da intensidade do esforço físico e suas respostas e adaptações são objetos de estudo de muitas investigações científicas. O conhecimento das respostas da FC em diversas situações torna-se essencial para a correta prescrição e subsequente controle das cargas de treinamento aeróbio (BUCHHEIT, MARTIN, 2014).

Em condições de repouso, as respostas da FC são moduladas predominantemente pela via parassimpática do sistema nervoso autônomo para manter a homeostase cardíaca e, assim, um ritmo cardíaco basal. Enquanto, durante as diferentes fases do exercício aeróbico, um aumento da FC na transição repouso-exercício é causado pela inibição da atividade vagal cardíaca no nó sinoatrial, que contribui para elevar o fluxo sanguíneo periférico para suprir as demandas metabólicas dos grupos musculares envolvidos no exercício (ROWELL; O'LEARY, 1990). Em exercícios de baixa intensidade após essa elevação imediata, a retomada vagal ocorre, diminuindo a FC. Já, nos exercícios de domínio moderado a intenso, é observado um aumento mais lento na resposta da FC atribuída a estimulação da atividade simpática no nó sinoatrial (BELTRAME et al., 2012; MACIEL et al., 1986).

Nesse contexto, a FC pode ser influenciada pela idade e pela aptidão física e depende de outros fatores, como o tipo de exercício realizado, o volume e a intensidade do exercício (BELTRAME et al., 2012). Durante o exercício resistido, por exemplo, a resposta aumentada das variáveis cardiovasculares está mais relacionada à carga total de

trabalho (intensidade, número de repetições e duração do período de descanso), do que apenas a carga imposta (DE SOUZA NERY et al., 2010). No entanto, no exercício aeróbico realizado de forma contínua, no qual a intensidade do esforço permanece constante a FC apresenta um aumento gradual até atingir a fase de balanço energético, também conhecida como *steady-state* (HALSON, 2014).

A PA também é considerada uma variável de intensidade e controle de risco associada à atividade física. Nesse contexto, a PA é representada pela pressão arterial sistólica (PAS) e pela pressão arterial diastólica (PAD), que exibem diferentes respostas durante o exercício em sujeitos saudáveis. Em atividades contínuas de intensidade progressiva, a PAS aumenta em proporção direta a intensidade do exercício devido à elevação do débito cardíaco, enquanto a PAD não varia neste tipo de exercício, podendo reduzir levemente na dependência da duração do exercício, quando comparado à PAS e à FC (PALATINI, 1988).

Juntas, FC e PA podem ser usadas para avaliar a carga de trabalho e a demanda metabólica imposta ao coração. O DP, que é o produto entre a FC e a PAS, encontra excelentes possibilidades de aplicação no monitoramento e prescrição de exercícios em populações que inspiram o cuidado em termos de risco cardíaco e é considerado um bom indicador de sobrecarga cardíaca (ANSARI et al., 2012).

Estudos têm mostrado que o treinamento muscular inspiratório (TMI), tem sido capaz de promover benefícios cardiovasculares, como melhora da modulação autonômica cardíaca e sensibilidade do barorreflexo (UBLOSAKKA-JONES et al., 2018; UBOLSAKKA-JONES et al., 2017). Além disso, melhorias no desempenho esportivo foram encontradas em atletas e praticantes de atividade física após período de TMI. Essa melhora tem sido justificada pelo aumento da força e resistência muscular respiratória, bem como pelo atraso na ativação do metaborreflexo muscular inspiratório, que é um reflexo protetor que redireciona o fluxo sanguíneo dos músculos periféricos para os músculos respiratórios, diminuindo a sensação de falta de ar, por aumento de irrigação sanguínea aos músculos respiratórios (DEMPSEY et al., 2006; HAJGHANBARI et al., 2013; SALES et al., 2016).

Ainda, tem sido relatado que, atletas e/ou praticantes de esportes com características aeróbicas, como o ciclismo, respondem melhor ao TMI, em relação aos demais tipos de modalidades esportivas, como o futebol, hughby e basquete (KARSTEN et al., 2018). Tendo como base que o ciclismo recreacional vem ganhando novos adeptos

no cenário nacional (CARVALHO; FREITAS, 2012), conjuntamente com o grande número de adeptos dessa modalidade na cidade de São Carlos, contribuíram para a escolha desta população para o presente estudo.

No entanto ainda não está claro na literatura qual a melhor intensidade de treinamento de TMI promove melhores resultados. Em revisões sistemáticas realizadas com atletas, HajGanbari et al. (2013) reportaram estudos que utilizaram entre 50 e 80% da PI_{MAX} enquanto Karsten et al (2018) identificaram protocolos que utilizaram de 30% até 80% da PI_{MAX} , porém 76% dos estudos incluídos nesta revisão utilizaram entre 50 e 60% da PI_{MAX} . Dessa forma, a grande maioria dos estudos utilizam apenas a força dos músculos inspiratórios, em percentuais da PI_{MAX} , para prescrição da intensidade de treinamento e não levam em conta a resistência desses músculos (MINATEL, 2017).

Vários estudos compararam as respostas cardiovasculares agudas após as sessões de TMI, tanto em repouso (GROSSMAN et al., 2001; MARKOV et al., 2001; MELES et al., 2004) quanto em exercício (GETHING; PASSFIELD; DAVIES, 2004; ROMER; MCCONNELL; JONES, 2002; SONETTI et al., 2001). No entanto, não há investigações sobre as modificações crônicas dessas variáveis, avaliadas ao longo de cada sessão de TMI. E ainda se questiona se as possíveis adaptações serão semelhantes ou distintas em diferentes cargas de treinamento inspiratório.

Considerando a busca de entendimento das questões levantadas associadas a determinar se existe algum período nas semanas de TMI em que as alterações das variáveis cardiovasculares seriam mais evidentes é que foi proposto um estudo intitulado “Efeitos de 11 semanas de treinamento muscular inspiratório sobre as variáveis cardiovasculares em ciclistas recreacionais: Estudo clínico, randomizado controlado e duplo cego”. Esse estudo está submetido no formato de manuscrito à revista *Journal of Physical Activity and Health* (Anexo 3.) e será apresentado a seguir.

2. ESTUDO 1 (Versão em português com inserção de ilustrações e detalhamento das descrições)

Título em inglês: Effects of 11 weeks of inspiratory muscle training on cardiovascular variables in recreational cyclists: A randomized double blinded controlled trail

Título em português: “Efeitos de 11 semanas de treinamento muscular inspiratório sobre as variáveis cardiovasculares em ciclistas recreacionais: Estudo clínico, randomizado controlado e duplo cego” Claudio Donisete da Silva, Patrícia Rehder dos Santos, Raphael Martins de Abreu, Camila Akemi Sakaguchi, Étore De Favare Signini, Aparecida Maria Catai.

Manuscrito submetido ao periódico “Journal of Physical Activity and Health” – Fator de impacto - 1.723 e qualis A1.

2.1 Introdução

Em busca de um melhor desempenho esportivo, muitos técnicos e atletas de diferentes modalidades buscam ferramentas complementares ao treinamento convencional, sendo o treinamento muscular inspiratório (TMI) uma nova opção (HAJGHANBARI et al., 2013). Estudos mostraram que exercícios com respiração lenta e TMI têm sido capazes de promover benefícios cardiovasculares devido à melhora da modulação autonômica cardíaca e da sensibilidade barorreflexa (UBLOSAKKA-JONES et al., 2018; UBOLSAKKA-JONES et al., 2017). Além disso, melhorias no desempenho esportivo têm sido demonstradas em atletas e praticantes de atividade física após o TMI, justificado pelo aumento da força e resistência muscular inspiratória, e também pelo atraso na ativação do metaborreflexo muscular inspiratório (DEMPSEY et al., 2006; HAJGHANBARI et al., 2013; SALES et al., 2016).

Nesse contexto, o monitoramento do treinamento físico é essencial para controlar e analisar respostas adaptativas fisiológicas, determinando se o atleta está se adaptando ao programa de treinamento, bem como auxiliando na avaliação e prescrição de protocolos de exercícios (BOURDON et al., 2017; FOSTER; RODRIGUEZ-MARROYO; DE KONING, 2017; HALSON, 2014). Dentre as variáveis fisiológicas utilizadas para monitorar a intensidade durante o treinamento estão as variáveis cardiovasculares, como a frequência cardíaca (FC), a pressão arterial (PA) e o duplo produto (DP), muito utilizadas por serem de fácil aquisição e interpretação na área esportiva (STONE; LIANG, 1984).

Sendo assim, compreender as respostas dessas variáveis durante a sessão de treinamento pode auxiliar na correta prescrição do exercício e no controle das cargas de treinamento aeróbico (BUCHHEIT, MARTIN, 2014; STONE; LIANG, 1984). Durante o exercício de intensidade progressiva a FC e a PAS aumentam em proporção direta com a intensidade do exercício, enquanto a PAD apresenta pequena variação, neste tipo de exercício quando comparada à PAS e à FC (PALATINI, 1988; ROWELL; O'LEARY, 1990). Além disso, o produto entre a FC e a PAS, chamado DP, pode ser utilizado para avaliar a carga de trabalho e a demanda metabólica imposta ao coração sendo considerado um bom indicador de sobrecarga cardíaca durante um programa de treinamento (ANSARI et al., 2012), e utilizado na monitorização e prescrição de exercícios.

Estudos compararam as respostas cardiovasculares após as sessões de TMI tanto em repouso (GROSSMAN et al., 2001; MARKOV et al., 2001; MELES et al., 2004) quanto em exercício (GETHING; PASSFIELD; DAVIES, 2004; ROMER;

MCCONNELL; JONES, 2002; SONETTI et al., 2001). No entanto, ainda não está claro se as adaptações seriam semelhantes ou não em diferentes cargas do TMI e qual o comportamento das respostas crônicas dessas variáveis avaliadas ao longo de cada sessão de treinamento, para determinar se existe alguma semana do TMI em que serão mais evidentes as alterações das variáveis cardiovasculares. Sabendo-se que as respostas agudas das variáveis cardiovasculares são dependentes da intensidade do exercício, a hipótese deste estudo é que as variáveis estudadas mostrarão adaptações ao treinamento reduzindo os valores, ocorrendo primeiramente nas intensidades mais altas de TMI. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as adaptações de variáveis cardiovasculares (FC, PA e DP) durante 11 semanas e em diferentes intensidades de TMI em ciclistas recreacionais.

2.2 Métodos

2.2.1 Tipo de estudo e procedimentos éticos

Este é um estudo clínico randomizado duplo-cego e controlado. Os participantes e o pesquisador que realizou as análises estatísticas foram cegados. Além disso, este estudo foi elaborado de acordo com a diretriz para estudos randomizados e controlados - CONSORT (BOUTRON et al., 2008).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSCar (1.558.731) (ANEXO 1), estando de acordo com a Declaração de Helsinki e registrado no *Clinical.Trials.gov* (NCT 02984189). Todos os participantes foram informados sobre todos os procedimentos a que seriam submetidos e após assinaram um termo de consentimento livre esclarecido (ANEXO 2).

2.2.2 Participantes do estudo

Trinta e um homens ciclistas recreacionais, com idades entre 20 e 40 anos participaram do estudo. Eles foram recrutados a partir de consulta ao banco de dados do Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular ou convidados a partir de divulgação da pesquisa por mídia eletrônica. Foram formados os seguintes grupos: 60% da pressão inspiratória máxima ($PI_{MÁX}$) (G60, n = 10), Sham (GS, n = 9) e pressão inspiratória crítica (GPC, n = 12) por meio de uma randomização estratificada (KERNAN et al., 1999) de

acordo com a faixa etária e capacidade funcional aeróbia (GARBER et al., 2011). A randomização dos participantes foi realizada utilizando envelopes opacos.

Os critérios de inclusão no estudo foram: homens (entre 20 e 40 anos) aparentemente saudáveis, ciclistas recreacionais que praticassem pelo menos 150 minutos de ciclismo por semana, seguindo ACSM (Garber et al, 2011). Os critérios de exclusão ou não inclusão foram: tabagistas ou ex-tabagistas com menos de 1 ano de interrupção, etilistas, usuários de drogas ilícitas ou qualquer medicação que pudesse interferir nos resultados da pesquisa, anormalidades cardiovasculares, respiratórias e musculoesqueléticas, obesos com índice de massa corporal (IMC) $> 30 \text{ kg/m}^2$, diabéticos, hipertensos, participantes com alterações no eletrocardiograma (ECG) em repouso ou em exercício, com alteração nos exames laboratoriais, fraqueza muscular inspiratória [pressão inspiratória máxima (P_{IMAX}) $< 60\%$ do previsto (HAUTMANN et al., 2000)], alterações neurológicas e ortopédicas, e participantes que realizaram algum tipo de TMI nos últimos 12 meses antecedentes ao estudo.

2.2.3 Planejamento, avaliação clínica e caracterização dos participantes

Os testes e procedimentos experimentais foram realizados no Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular, Núcleo de Pesquisas em Exercício Físico e as avaliações ergométricas clínicas na Unidade Saúde Escola ambos na Universidade Federal de São Carlos. As salas foram controladas com temperatura entre 21-24°C e umidade relativa do ar entre 40-60%. Antes de realizar os testes experimentais, os participantes foram submetidos a anamnese, exame físico, eletrocardiograma em repouso, teste ergométrico clínico (na presença de um cardiologista), para avaliação clínica cardiológica dos participantes. Além disso, antes de cada teste ou sessão de treinamento foi verificado o estado de saúde do participante bem como a familiarização com os equipamentos e manobras respiratórias. Foram realizadas avaliação nutricional e exames laboratoriais (perfil lipídico, colesterol total e frações, ureia, creatinina, ácido úrico, glicemia de jejum), para avaliar o estado de saúde e caracterizar os participantes.

2.2.3.1 Teste de exercício cardiopulmonar

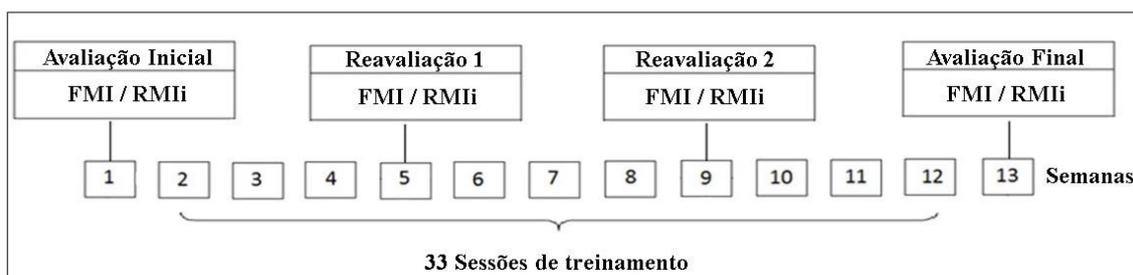
Foi realizado um teste de exercício cardiopulmonar (TECP) com o objetivo de avaliar e caracterizar a capacidade funcional aeróbica do participante. O teste foi realizado utilizando-se um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (Corival V3, Lode BV,

Groningen - Holanda) e o protocolo consistiu em 6 minutos de repouso com o participante sentado no ciclo ergômetro, 3 minutos de aquecimento com carga livre e início do protocolo incremental. O protocolo de rampa foi aplicado com a cadência entre 60 e 80 rotações por minuto, sendo calculado o incremento de carga segundo Wasserman (WASSERMAN, 1999) e adaptado para a experiência do avaliador. Os incrementos variaram entre 25 e 45 watts. O teste durou entre 8 e 12 min (BALADY et al., 2010). As variáveis ventilatórias e metabólicas foram obtidas por meio de um carro metabólico (ULTIMA/BreezeSuite 7.2, Medical Graphics, St Paul/MN - EUA). Além disso, o VO_{2PICO} foi identificado como o maior valor observado durante os 30 segundos finais do teste de rampa (BALADY et al., 2010).

2.2.4 Protocolo experimental

O protocolo experimental contou de treze semanas, conforme apresentado na Figural. Na primeira, quinta, nona e décima terceira semanas os participantes se submeteram as avaliações de força muscular inspiratória (FMI) e resistência muscular inspiratória (RMIi). O TMI foi aplicado durante 11 semanas. Na quinta e nona semanas foram realizadas reavaliações para reajuste das cargas de treinamento sendo que, nesse período o TMI foi mantido.

Figura 1. Fluxograma do protocolo experimental realizado durante 13 semanas e 33 sessões de treinamento muscular inspiratório.



Fonte: Arquivo do próprio autor. FMI: teste de força muscular inspiratória. RMIi: teste de resistência muscular inspiratória incremental.

2.2.4.1 Força muscular inspiratória

A avaliação da FMI foi realizada com o participante em repouso na posição sentada, utilizando um manovacuômetro digital (MVD300, Globalmed, RS - Brasil) e um clipe nasal de acordo com a Diretriz brasileira de medida das pressões respiratórias estáticas máximas (SOUZA, 2002) (**Figura 2**). O valor considerado como P_{IMAX} foi o

maior valor encontrado em pelo menos 3 manobras, com intervalo de 30 segundos entre as manobras (ROMER; MCCONNELL, 2004), com diferença menor que 10% entre elas. As avaliações foram realizadas sempre pelo mesmo avaliador e os valores de normalidade foram baseados na equação proposta por Neder et al (1999) para população brasileira.

Figura 2: Figura ilustrativa da avaliação de força muscular inspiratória.



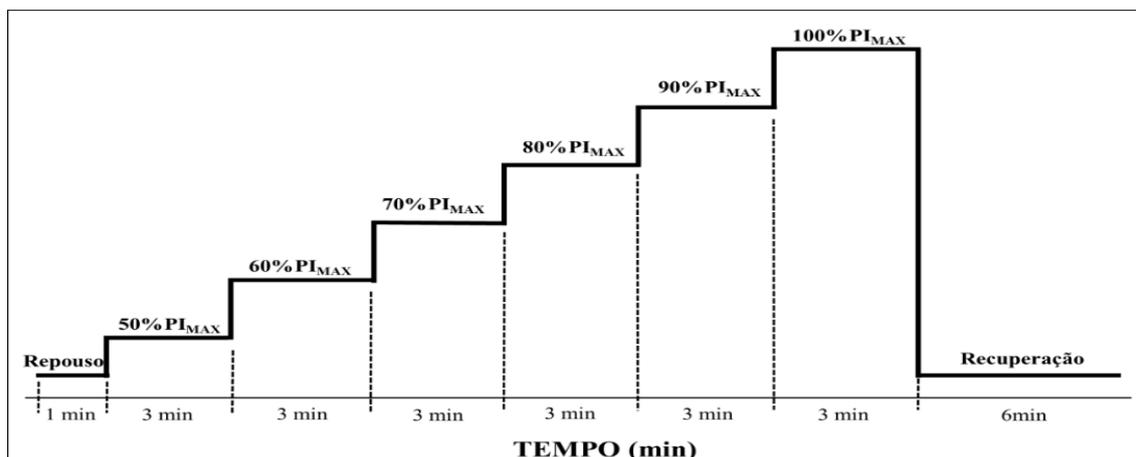
Fonte: Arquivo de imagem do Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular, do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

2.2.4.2 Resistência muscular inspiratória

A resistência muscular inspiratória foi determinada por um teste de resistência muscular inspiratória incremental (RMIi), iniciando com 50 até 100% da P_{IMAX}, adicionando 10% a cada 3 minutos conforme ilustrado na **figura 3**. O teste foi interrompido quando houve: exaustão relatada pelo participante ($BORG/CR10 \geq 7$), não manutenção da frequência respiratória (FR) em 12 inspirações por minuto (ipm) e nos casos em que o indivíduo foi capaz de atingir 100% e permaneceu nesta intensidade por mais de 1 minuto, os testes FMI e RMIi foram refeitos. O valor da carga inspiratória sustentada máxima por pelo menos um minuto (P_{ThMAX}) foi considerado para avaliar a

resistência muscular inspiratória (DALL'AGO et al., 2006; NEVES et al., 2012, 2014). Esta avaliação foi realizada com o resistor linear *PowerBreathe inspiratory muscle trainer* (Ironman K5, HaB Ltd, UK).

Figura 3: Figura ilustrativa da avaliação de resistência muscular inspiratória incremental.



Fonte: Figura adaptada da tese do aluno Vinicius Minatel (2017) do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFSCar. PI_{MAX}: pressão inspiratória máxima.

2.2.4.3 Determinação da pressão inspiratória crítica

Após obtenção do valor de P_{ThMAX} foi calculada a carga de pressão inspiratória crítica (P_{ThC}) para todos os participantes. Esse valor foi calculado utilizando a equação determinada por Minatel (2017) [$P_{ThC} = (0,97 * P_{ThMAX}) - 6,957$].

2.2.5 Treinamento muscular inspiratório

O programa do TMI durou 11 semanas, com uma frequência semanal de 3 sessões (Figura 1). A duração total de cada sessão foi em torno de 55 minutos e consistiu de um aquecimento de 5 minutos com 50% de sua carga de treinamento, de acordo com o grupo alocado, seguido por 3 séries de 15 minutos, com um intervalo de 1 minuto entre cada etapa.

As cargas utilizadas no treinamento foram: para o GPC a carga foi obtida usando a equação da P_{ThC} (MINATEL, 2017) considerada uma carga alta, para o grupo G60 a resistência foi de 60% da P_{IMAX} considerada como carga moderada e o GS realizou o treinamento com carga de 6 cmH₂O sendo considerado como carga leve. Os ajustes da

carga de treinamento foram realizados a cada 3 semanas. Todos os grupos realizaram o TMI utilizando o resistor linear *PowerBreathe inspiratory muscle trainer* (Ironman K5, HaB Ltd, UK). Os participantes foram instruídos a manter uma respiração diafragmática e a FR de 12 ipm controladas por meio de um comando verbal gravado. Durante todo o protocolo de treinamento os participantes foram orientados a não alterarem suas rotinas de treinamento de ciclismo bem como a ingesta alimentar. Os participantes que não completaram as 3 sessões semanais bem como as 33 sessões totais do protocolo foram excluídos.

2.2.6 Aquisição das variáveis cardiovasculares

As variáveis cardiovasculares foram coletadas durante as sessões de TMI. A PA foi medida e registrada 1 minuto antes e até 1 minuto após a sessão de treinamento com o indivíduo sentado, utilizando-se esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Sankey, São Paulo/SP) e estetoscópio (Cardiology III, 3MTM Littmann Stethoscope, St. Paul/MN - EUA), enquanto a FC foi registrada antes e após cada sessão de treinamento além de ser monitorizada e gravada, batimento a batimento, durante toda a sessão de treinamento por meio de um cardiofrequencímetro Polar 800CX (Kempele, Finlândia). O DP foi calculado usando os valores de PAS e FC registrados.

2.2.7 Análise dos dados

Para análise das variáveis estudadas (FC, PAS, PAD e DP) foram seguidas as seguintes etapas: Para o delta da FC: 1) foi calculada a média dos valores obtidos nos últimos 30 segundos das três séries (variação diária da FC) (**Figura 4**); 2) o delta foi calculado utilizando a variação diária da FC menos FC de repouso; 3) foi calculada a média dos deltas das três sessões semanais. No caso das variáveis PAS, PAD e DP, 1) o delta foi calculado utilizando o valor registrado pós-treinamento menos o valor pré-treinamento de cada sessão; 2) a média das três sessões semanais foi calculada para cada variável, e esses valores foram utilizados para a análise estatística.

Alguns dados de FC foram perdidos durante duas semanas de treinamento devido a problemas técnicos com o equipamento que captura e armazena esses dados. A maioria dos dados faltantes ocorreu no GS, onde foram perdidos os dados de dois participantes nas semanas 3 e 4, um participante nas semanas 7 e 8 e 1 participante nas semanas 9 e 10,

totalizando 4 participantes do GS. Do GPC, a perda de dados ocorreu para: um participante nas semanas 7 e 8 e 1 participante nas semanas 9 e 10, totalizando 2 participantes do GPC. Finalmente, no grupo G60, apenas 1 participante teve seus dados perdidos nas semanas 9 e 10. Para a análise estatística os dados faltantes não foram substituídos.

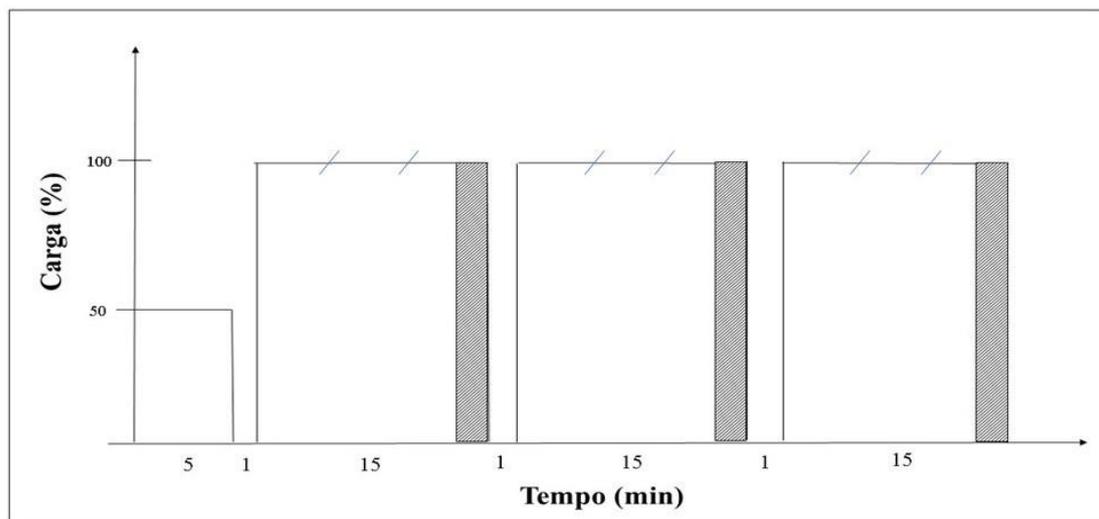


Figura 4: Ilustração de uma sessão de treinamento muscular inspiratório e dos momentos  30 segundos finais de cada série de treinamento. 5 minutos de aquecimento. 1 minuto de intervalo entre as séries. 15 minutos cada série de treinamento.

de coleta de dados.

2.2.8 Análise estatística

O software GPower 3.1.3 (Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, Alemanha) foi usado para calcular o tamanho da amostra necessário para este estudo. Para determinar o tamanho da amostra, foi utilizado o valor médio do tamanho do efeito [$f = 0,25$, segundo COHEN] para o teste ANOVA *Two-way* mista, valores de 0,05 para o erro de probabilidade tipo I (α), de 0,80 para o tipo Erro de probabilidade II (potência ou β). Portanto, a fim de garantir essas condições pré-estabelecidas, pelo menos 30 sujeitos devem participar deste estudo. O desfecho primário deste estudo é a FC e o segundo resultado são PAS, PAD e DP.

A análise estatística foi realizada no software SigmaPlot 11.0 (Systat Software para Windows). Para testar a normalidade foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene para homogeneidade. Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão, para dados com distribuição normal e mediana e intervalo interquartil, para os dados com distribuição não normais. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

A análise comparativa dos dados basais, dos grupos avaliados, foi realizada pela análise de variância (ANOVA) *One-way* ou pelo *Kruskal-Wallis* e post-hoc de Tukey, dependendo da distribuição dos dados. Já para a análise comparativa dos deltas da FC, PAS, PAD e DP entre os três grupos e as fases de treinamento (11 semanas do TMI), foi utilizada a ANOVA *two-way* mista e post-hoc de Tukey.

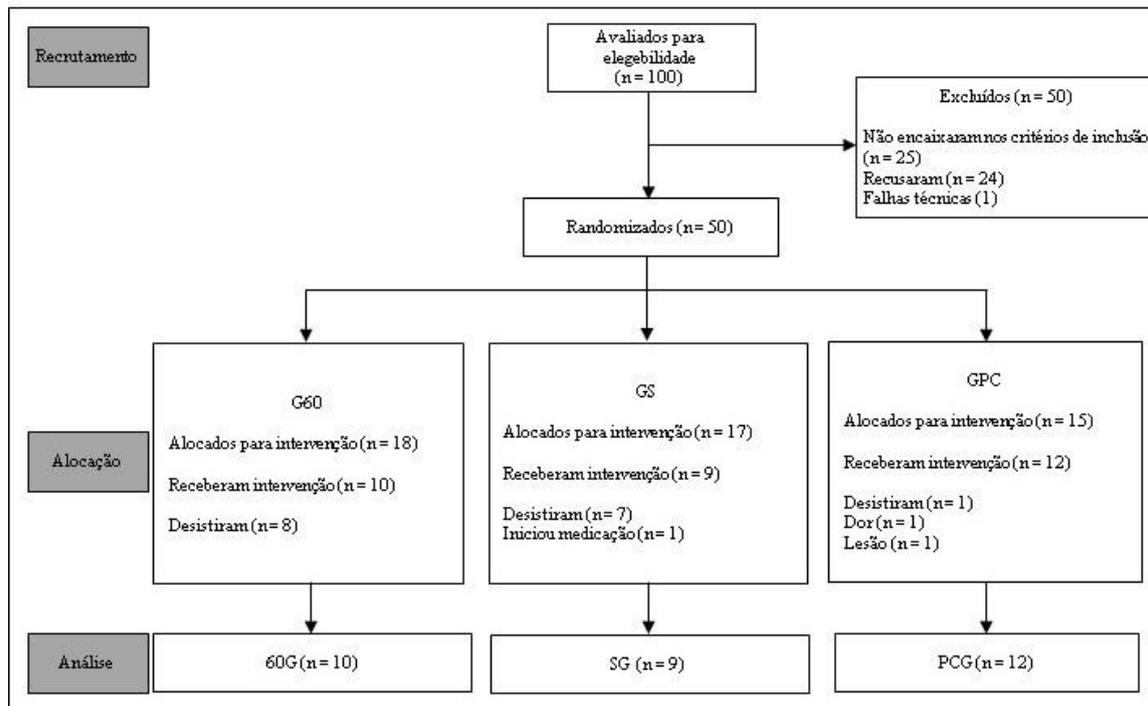
2.3 Resultados

2.3.1 Características dos participantes

Para este estudo, 100 participantes foram elegíveis, mas apenas 50 preencheram os critérios de inclusão e foram randomizados nos três grupos, sendo que: 13 desistiram ou não completaram todas as sessões de TMI, 03 desistiram por causa do trabalho, 01 por ter iniciado tratamento medicamentoso, 01 devido a uma lesão durante o ciclismo e 01 sentiu dor durante as sessões de TMI. Assim, 31 participantes finalizaram o protocolo experimental. O fluxograma de perda dos participantes foi apresentado na **figura 5**.

As características dos participantes estudados estão apresentadas na **tabela 1**. Os grupos foram homogêneos em relação à linha de base para os dados: idade, massa corporal, estatura, IMC, VO_{2PICO} , PI_{MAX} , PTh_{MAX} , PAS_{REP} , PAD_{REP} , FC_{REP} e DP_{REP} .

Figura 5: Fluxograma de perdas.



G60: grupo 60% da pressão inspiratória máxima. GS: grupo Sham. GPC: grupo pressão inspiratória crítica.

Tabela 1. Caracterização da amostra

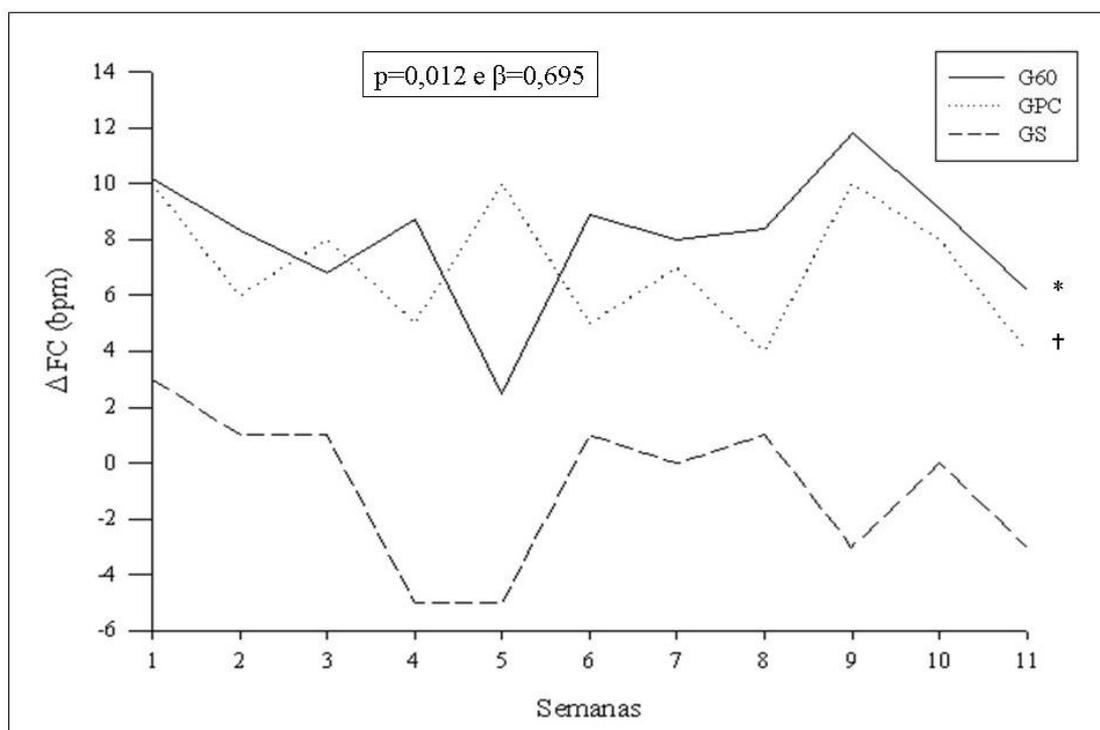
	G60 (n=10)	GPC (n=12)	GS (n=9)	p valor
Idade (anos)	35(24-38)	29(25-37)	32(25-34)	0,615
Dados Antropométricos				
Massa Corporal (kg)	75,38±8,10	77,76±10,91	72,46±9,84	0,478
Estatura (m)	1,76±0,06	1,76±0,05	1,78±0,05	0,856
IMC (kg/m ²)	24,14±1,87	25,01±3,55	23,04±3,56	0,595
Consumo de oxigênio pico				
VO ₂ PICO (ml/kg.min)	47,97±9,06	49,59±12,42	42,03±8,48	0,252
Variáveis cardiovasculares				
FC _{REP} (bpm)	73±15	76±12	70±8	0,531
PAS _{REP} (mmHg)	135±14	131±15	138±19	0,616
PAD _{REP} (mmHg)	84±12	82±10	81±12	0,821
DP _{REP} (mmHg.bpm)	9819±1966	9668±1688	9568±1200	0,947
Variáveis respiratórias				
PI _{MÁX} (cmH ₂ O)	148±11	158±25	147±14	0,290
% predito (%)	130(7)	127(11)	132(10)	0,610
PTh _{MÁX}	119±16	121±16	120±7	0,966

Software utilizado SigmaPlot 11.0. Análise comparativa realizada: análise de variância (ANOVA) *One-way* ou Kruskal-Wallis. Valores expressos em média ± desvio padrão ou mediana (mínimo-máximo). p<0.05. DP_{REP}: duplo produto de repouso. FC_{REP}: frequência cardíaca de repouso. G60: Grupo 60% da pressão inspiratória máxima. GPC: Grupo pressão inspiratória crítica. GS: grupo sham. IMC: índice de massa corporal. PAD_{REP}: pressão arterial diastólica de repouso. PAS_{REP}: pressão arterial sistólica de repouso. PI_{MÁX}: pressão inspiratória máxima. PThC: pressão inspiratória crítica. PTh_{MÁX}: máxima pressão inspiratória mantida por pelo menos 1 minuto. SHAM: 6 cmH₂O. VO₂PICO: pico do consumo de oxigênio.

2.3.2 Efeitos de 11 semanas de TMI na frequência cardíaca

Os deltas de FC no GS foram menores em comparação aos GPC e G60 durante as sessões de TMI (figura 6), indicando que os grupos que treinaram com maiores cargas geraram maior demanda cardíaca ($p = 0,012$; $\beta = 0,695$) independentemente da semana de treinamento, porque não foram encontradas diferenças ao longo do treinamento (resposta crônica) ($p = 0,081$; $\beta = 0,361$).

Figura 6. Efeitos do TMI sobre a FC.



Software utilizado SigmaPlot 11.0. Análise comparativa realizada: análise de variância (ANOVA) *two-way* mista e post hoc de *Tukey*. Δ FC: delta de frequência cardíaca. G60: grupo 60% da pressão inspiratória máxima. GPC: grupo pressão inspiratória crítica. GS: grupo Sham (6 cmH₂O). TMI: treinamento muscular inspiratório. †: diferença entre GS e GPC. *: diferença entre GS e G60.

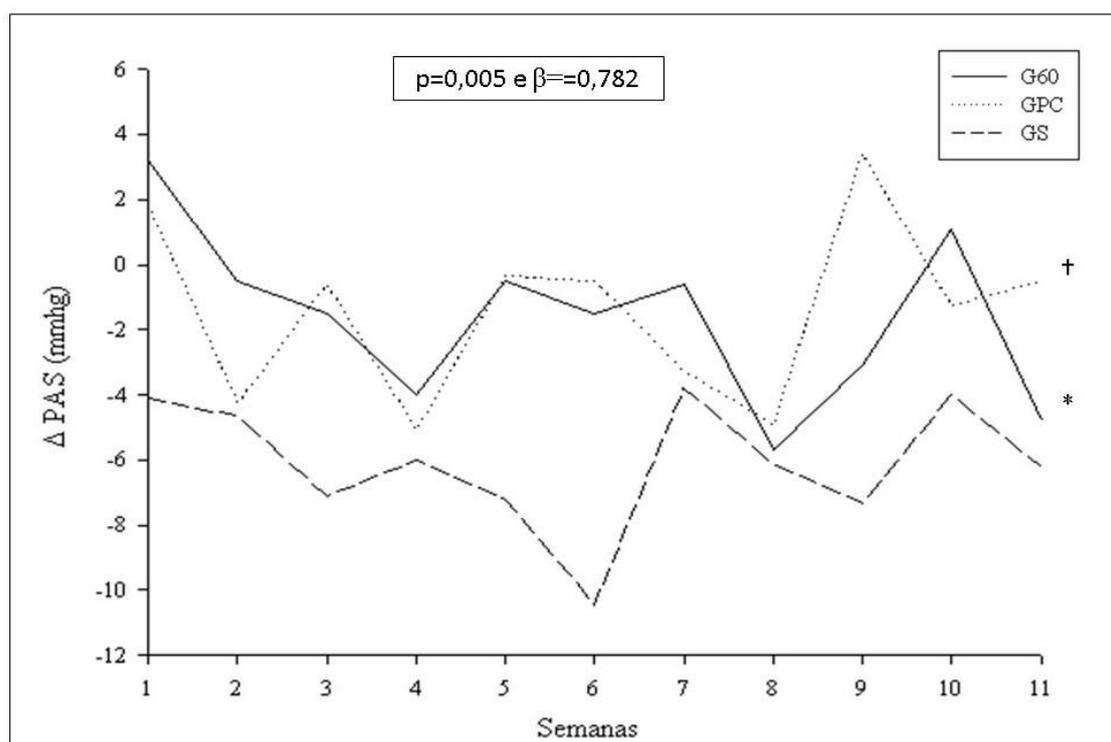
2.3.3 Efeitos de 11 semanas de TMI na pressão arterial sistólica e diastólica

Em relação à PAS, os resultados mostraram menores valores dessa variável no GS em comparação aos G60 e GPC ao longo das sessões de treinamento entretanto, não houve diferença estatística entre o G60 e o GPC (figura 7) que apresentaram maiores deltas de PAS durante as sessões de treinamento quando comparados ao GS ($p < 0,001$; $\beta = 1,000$). Em relação as semanas de treinamento houve uma redução da PAS na quarta e oitava semana de treinamento quando comparadas a primeira semana ($p = 0,005$; $\beta =$

0,782). Houve interações entre as diferenças nos GPC e G60 em relação ao GS nas semanas 5ª e 9ª em comparação com a 1ª semana do TMI, como também no GPC em relação ao GS na semana 3 e GPC em relação aos GS e G60 na 9ª semana ($p = 0,040$; $\beta = 0,504$).

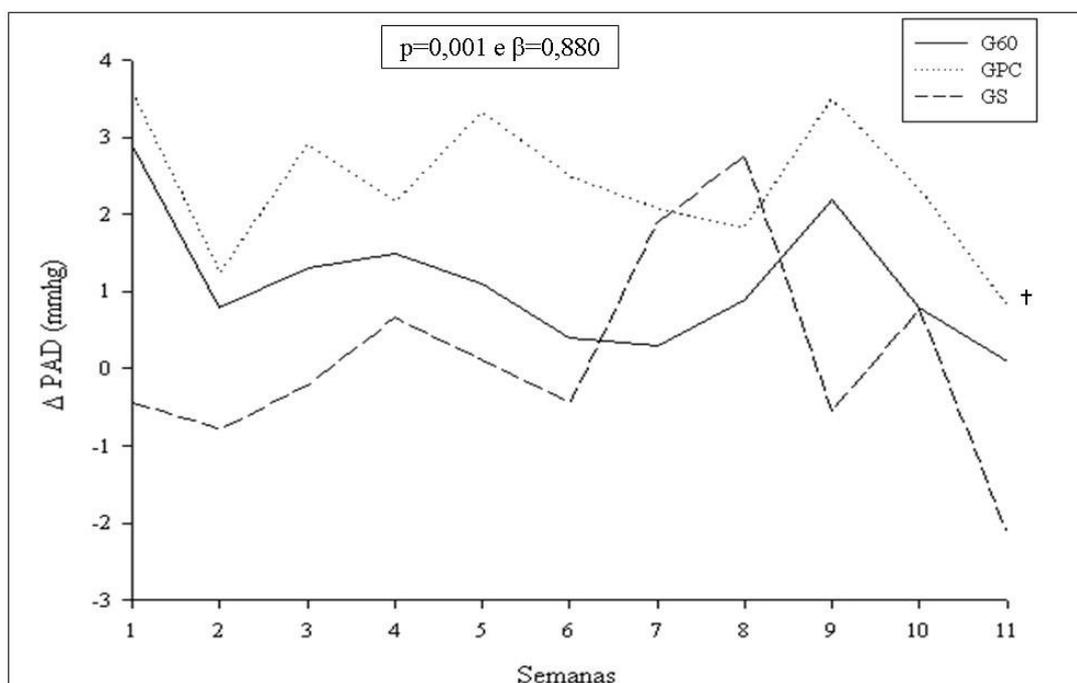
Entretanto na PAD, o GPC apresentou um maior delta nessa variável comparativamente ao GS (**figura 8**) ($p = 0,001$; $\beta = 0,880$).

Figura 7. Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a pressão arterial sistólica.



Software utilizado SigmaPlot 11.0. Análise comparativa realizada: análise de variância (ANOVA) *two-way* mista e post hoc de Tukey. Δ PAS: delta de pressão arterial sistólica. G60: grupo 60% da pressão inspiratória máxima. GPC: grupo pressão inspiratória crítica. GS: grupo Sham (6 cmH₂O. TMI: treinamento muscular inspiratório. †: diferença entre GS e GPC. *: diferença entre GS e G60

Figura 8. Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a pressão arterial diastólica.

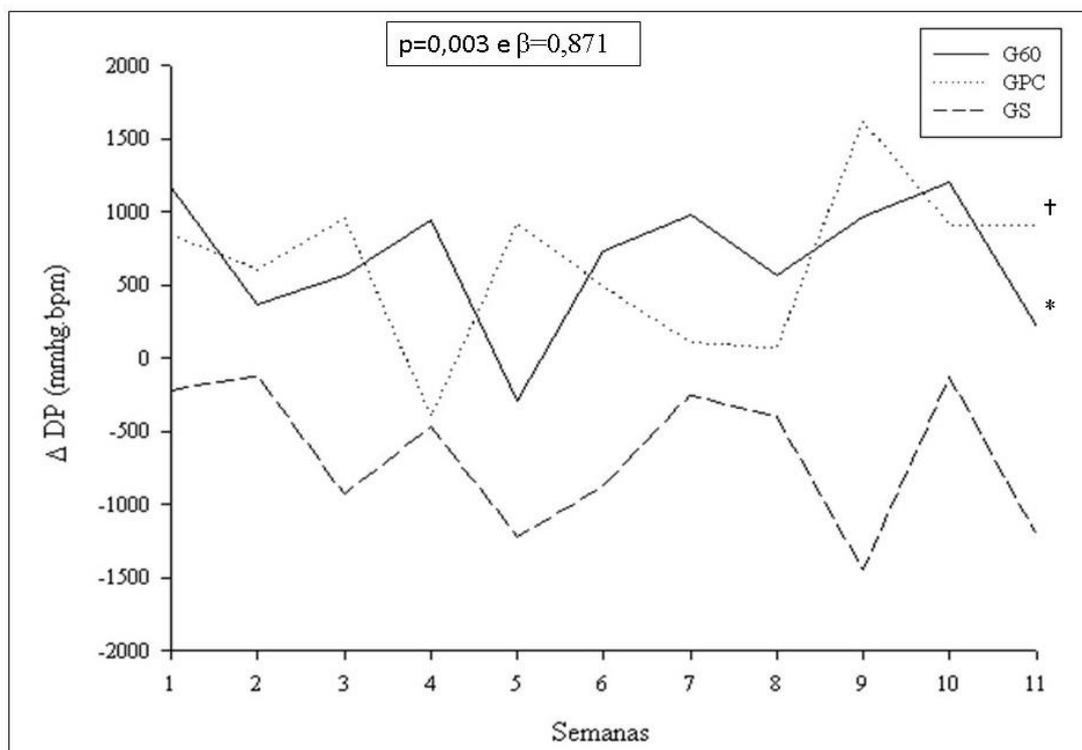


Software utilizado SigmaPlot 11.0. Análise comparativa realizada: análise de variância (ANOVA) *two-way* mista e post hoc de Tukey. Δ PAD: delta de pressão arterial diastólica. G60: grupo 60% da pressão inspiratória máxima. GPC: grupo pressão inspiratória crítica. GS: grupo Sham (6 cmH₂O). TMI: treinamento muscular inspiratório. †: diferença entre GS e GPC.

2.3.4 Efeitos de 11 semanas de treinamento muscular inspiratório no duplo produto

Em relação ao DP, a figura 9 mostra diferença estatística entre GS comparado a GPC e G60 indicando uma menor demanda cardíaca no GS em relação aos demais grupos ($p = 0,003$; $\beta = 0,871$). No entanto, nenhuma diferença foi encontrada entre as semanas de treinamento (efeito crônico) ($p = 0,419$; $\beta = 0,0579$).

Figura 9. Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre o duplo produto.



Software utilizado SigmaPlot 11.0. Análise comparativa realizada: análise de variância (ANOVA) two-way mista e post hoc de Tukey. Δ DP: delta de duplo produto. G60: grupo 60% da pressão inspiratória máxima. GPC: grupo pressão inspiratória crítica. GS: grupo Sham (6 cmH₂O. TMI: treinamento muscular inspiratório. †: diferença entre GS e G60. *: diferença entre GS e GPC

2.3.5 Análise comparativa dos efeitos do TMI entre a 1ª e a 33ª sessão de treinamento muscular inspiratório, nas diferentes variáveis estudadas

A tabela 2 mostra a comparação das variáveis cardiovasculares (FC, PAS, PAD e DP) entre a primeira e a trigésima terceira sessão de treinamento muscular inspiratório, com os dados apresentados em valores absolutos. No grupo 60% da $PI_{MÁX}$ foi possível encontrar um aumento da FC pós sessão treinamento. Por outro lado, apesar da análise estatística ter apresentado uma diferença para interação entre a sessão de treinamento e situação (pré e pós sessão treinamento), das variáveis FC e DP para o grupo Sham, a análise por pares não foi capaz de mostrar diferenças.

Tabela 2. Comparação entre 1º e a 33º sessão de treinamento muscular inspiratório.

	1º Sessão		33º Sessão		valor de p		
	Antes	Após	Antes	Após	Sessão	Situação	Interação
<i>Grupo Sham (n = 9)</i>							
FC (bpm)	70±11	75±11	74±11	71±14	0,666	0,684	0,018
PAS (mmHg)	120±10	120±17	120±12	113±8	0,275	0,275	0,191
PAD (mmHg)	75±6	75±9	74±9	75±5	0,608	0,425	0,474
DP (mmHg.bpm)	8578±1421	9299±2091	8808±1582	8111±1578	0,734	0,822	0,037
<i>Grupo 60% da pressão inspiratória máxima (n = 10)</i>							
FC (bpm)	76±12	85±11	75±17	81±13	0,613	0,023	0,403
PAS (mmHg)	118±10	121±7	120±9	117±11	0,736	0,953	0,113
PAD (mmHg)	73±8	77±7	76±6	78±5	0,348	0,074	0,435
DP (mmHg.bpm)	8899±1723	10240±1452	8907±1590	9394±1222	0,359	0,050	0,206
<i>Grupo pressão inspiratória crítica (n = 12)</i>							
FC (bpm)	78±14	81±9	80±12	87±13	0,169	0,054	0,568
PAS (mmHg)	118±11	116±5	118±9	119±8	0,644	1,000	0,460
PAD (mmHg)	74±9	77±8	77±11	78±9	0,477	0,287	0,438
DP (mmHg.bpm)	9225±2202	9424±1106	9444±1531	10318±1732	0,114	0,112	0,320

Software utilizado SPSS 17.0. Dados das variáveis em valores absolutos. Análise comparativa realizada: análise de variância (ANOVA) *two way*. Valores expressos em média ± desvio padrão. $p < 0,05$. DP: duplo produto. FC: frequência cardíaca. Sham: 6 cmH₂O. PAD: pressão arterial sistólica. PAS: pressão arterial diastólica. TMI: treinamento muscular inspiratório.

2.4 Discussão

O presente estudo investigou o efeito do TMI realizado ao longo de 11 semanas nas variáveis FC, PAS, PAD e DP, considerando cada sessão de treinamento, nos três grupos avaliados. Os resultados deste estudo mostraram que o GS apresentou menores valores de delta das variáveis FC, PAS e DP quando comparado aos grupos GPC e G60. Já, para a variável PAD, o grupo Sham apresentou menores deltas que o grupo GPC. Os resultados indicam que o GS gerou uma menor demanda cardiovascular em relação aos demais grupos estudados. No entanto, em relação as semanas de treinamento houve diferença apenas na variável PAS, que apresentou menores valores nos GPC e G60 em relação ao GS na 5ª e 9ª semana do protocolo experimental quando comparadas a primeira semana de treinamento.

Estudos investigaram as modificações da FC de repouso (FC_{REP}) antes e após o TMI. Entre eles Jones e colaboradores (2015) encontraram redução significativa na FC_{REP}. Em contraste, DeLucia e colaboradores (2018) não encontraram estas alterações. Uma possível justificativa para os resultados discordantes nestes estudos pode estar relacionada ao tempo de cada sessão e a frequência de treinamento, já que no primeiro estudo foram realizados 30 minutos de treinamento, duas vezes ao dia e no segundo apenas 30 respirações/dia.

Por outro lado, investigações utilizando-se de treinamento físico com exercício aeróbio têm observado reduções da FC na condição de repouso e da FC durante o exercício submáximo (FC_{EX}) de mesma intensidade (BORRESEN; LAMBERT, 2008; BUCHHEIT et al., 2010; LAMBERTS et al., 2004; VESTERINEN et al., 2014).

Assim, alguns estudos investigaram a influência do TMI nas respostas da FC durante o exercício aeróbico submáximo (GETHING; WILLIAMS; DAVIES, 2004; ROMER; MCCONNELL; JONES, 2002) ou durante o exercício isométrico. Nesse contexto, Gething et al (GETHING; WILLIAMS; DAVIES, 2004) encontraram diferença significativa na FC_{EX} ao final de 5 minutos de carga constantes em cicloergômetro. Durante o exercício aeróbico submáximo, a FC_{EX} diminui continuamente durante o treinamento, principalmente nas primeiras oito semanas (BUCHHEIT et al., 2010; SCHARHAG-ROSENBERGER et al., 2009). Ainda em relação a FC_{EX}, Buchheit (2014) relatou que há uma relação entre diminuições nessa variável e desempenho no exercício. Além disso, o mesmo autor (BUCHHEIT et al., 2010) sugere que por meio das respostas da FC é possível estudar a modulação autonômica cardíaca durante exercício. Outros autores também tem mostrado modificações dessa modulação em função do treinamento

aeróbio (BELTRAME et al, 2012). No presente estudo, as diferenças apresentadas no delta de FC entre as semanas do programa de TMI não atingiram significância estatística. Portanto, não foi possível observar modificações dessa variável ao longo de 11 semanas de TMI. Os participantes deste estudo, apesar de serem ciclistas recreacionais, eram treinados e desta forma o TMI não foi capaz de promover modificações da FC, sendo essa uma possível explicação para esse achado.

Em relação à PAS e PAD, Ramos e colaboradores (2015) investigaram alterações hemodinâmicas durante uma sessão de TMI em pacientes em programa de reabilitação cardiopulmonar e concluíram que 30% da P_{IMAX} não é capaz de causar grande demanda cardiovascular. Entretanto, em nosso estudo, os indivíduos que realizaram o treinamento com cargas elevadas (G60 e GPC) apresentaram maiores valores de PAS e PAD quando avaliado em cada sessão, comparativamente ao grupo que utilizou cargas menores (GS). Quanto as alterações encontradas entre as semanas de treinamento, na variável PAS, podem estar relacionadas a sobrecarga oriunda das reavaliações deste projeto, já que os participantes não interrompiam os treinamentos nestas semanas.

A literatura refere que após um programa de TMI em que se observa a diminuição dessas variáveis, um possível mecanismo fisiológico envolvido é a alteração no padrão respiratório, pois a respiração exerce importante influência no controle autonômico cardíaco e diferentes padrões de contração muscular levam a alterações nos volumes pulmonares e no tempo respiratório, principalmente quando ocorre um aumento no tempo expiratório (BERNARDI et al., 2001; SPYER, 1982). Outro mecanismo que pode ajudar a explicar essas alterações é o retardo na ativação do metaborreflexo muscular inspiratório durante a atividade física como reflexo de proteção. Este reflexo gera o redirecionamento do fluxo sanguíneo periférico para os músculos respiratórios, diminuindo a sensação de falta de ar (DE ABREU et al., 2017).

O DP, considerado o melhor indicador da necessidade de oxigênio cardíaco, mostrou respostas semelhantes a FC e PAS durante as 11 semanas de TMI, uma vez que essa variável é determinada pela multiplicação das duas anteriormente referidas. O DP é amplamente aceito na prática clínica para o monitoramento e prescrição de exercícios, especialmente em populações que necessitam de cuidados (ANSARI, et al., 2012). Conforme observado e por estar fortemente relacionado com as respostas de FC e de PAS, também houve maior demanda cardiovascular com maiores valores do DP para os grupos que treinaram com cargas maiores. No entanto, nenhuma diferença de DP foi encontrada entre as semanas de treinamento nos diferentes grupos estudados.

O presente estudo apresenta algumas limitações: 1) tivemos problemas com o armazenamento de dados do monitor de FC de alguns participantes, o que levou a perda do registro de algumas sessões de treinamento nos três grupos avaliados, como apresentado no item avaliação dos dados; 2) a impossibilidade de se controlar os hábitos de vidas dos participantes durante as 33 sessões de treinamento. Isso nos levou a avaliar os dados em deltas, minimizando a influência externa e garantindo a viabilidade do estudo.

Como aplicação clínica, este trabalho indica que o TMI pode ser utilizado como método complementar ao treinamento de atletas ou praticantes recreacionais de ciclismo, com o objetivo de modificar respostas cardiovasculares independente da carga a ser utilizada. Dessa forma, com cargas mais elevadas de TMI, houve aumento de demanda cardiovascular embora as variáveis cardiovasculares permaneceram em valores seguros dentro de faixa de normalidade (WILLIAMS et al., 2018).

2.5 Conclusão

Com base nos resultados deste estudo, podemos concluir que o TMI não foi capaz de reduzir os valores das variáveis cardiovasculares durante o exercício ao longo das 11 semanas de treinamento em ciclistas recreacionais.

2.6 Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Código de Financiamento 001 e pela bolsa (Programa de Demanda Social) para Claudio Donisete da Silva; e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), para Aparecida Maria Catai, concessão 2016/22215-7 e do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos. Gostaríamos também de agradecer a todos os ciclistas que participaram deste trabalho como participantes.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS FUTUROS

Baseado nos achados apresentados no presente estudo observamos:

- ✓ O TMI realizado com 60% da $PI_{MÁX}$ e a PThC foram capazes de gerar uma maior demanda cardiovascular quando comparadas ao Sham (6 cmH₂O), durante as sessões de treinamento, no entanto não foi possível observar modificações ao longo das 11 semanas de treinamento (resposta crônica) nas variáveis FC, PA e DP;

Os resultados apresentados neste estudo são o primeiro passo para o entendimento das demandas geradas pelo TMI em diferentes intensidades de treinamento, durante cada sessão e ao longo do treinamento. Assim, como desdobramentos futuros temos, realizar novas análises, como:

- ✓ Avaliar os percentuais de variação de cada parâmetro cardiovascular de cada dia de treinamento ao longo das 11 semanas, tanto comparando os grupos, como cada intensidade individualmente;
- ✓ Realizar novas análises estatísticas aplicando testes que consideram a menor diferença clinicamente esperada;
- ✓ Avaliar a relação entre as variáveis cardiovasculares avaliadas neste estudo no pico do exercício, obtidas no TECP, com as encontradas após uma sessão de TMI.

4. REFERÊNCIAS

- ANSARI, M. et al. The association of rate pressure product (RPP) and myocardial perfusion imaging (MPI) findings: a preliminary study. **Perfusion**, v. 27, n. 3, p. 207–213, maio 2012.
- BALADY, G. J. et al. Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 122, n. 2, p. 191–225, 13 jul. 2010.
- BELTRAME, T. et al. Influência da idade no comportamento da frequência cardíaca na transição repouso-exercício: uma análise por deltas e regressão linear. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 5, p. 300–304, out. 2012.
- BERNARDI, L. et al. Modulatory effects of respiration. **Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical**, v. 90, n. 1–2, p. 47–56, 20 jul. 2001.
- BOURDON, P. C. et al. Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. Suppl 2, p. S2161–S2170, abr. 2017.
- BOUTRON, I. et al. Methods and processes of the CONSORT Group: example of an extension for trials assessing nonpharmacologic treatments. **Annals of Internal Medicine**, v. 148, n. 4, p. W60-66, 19 fev. 2008.
- BUCHHEIT, M. et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 6, p. 1153–1167, abr. 2010.
- BUCHHEIT, MARTIN. **Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? - PubMed - NCBI**. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24578692>>. Acesso em: 6 dez. 2018.
- CARVALHO, M. L. DE; FREITAS, C. M. DE. Pedalando em busca de alternativas saudáveis e sustentáveis. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1617–1628, jun. 2012.
- DALL'AGO, P. et al. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 47, n. 4, p. 757–763, 21 fev. 2006.
- DE ABREU, R. M. et al. Effects of inspiratory muscle training on cardiovascular autonomic control: A systematic review. **Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical**, v. 208, p. 29–35, 2017.
- DE SOUZA NERY, S. et al. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. **Clinics (Sao Paulo, Brazil)**, v. 65, n. 3, p. 271–277, mar. 2010.

DELUCIA, C. M.; DE ASIS, R. M.; BAILEY, E. F. Daily inspiratory muscle training lowers blood pressure and vascular resistance in healthy men and women. **Experimental Physiology**, v. 103, n. 2, p. 201–211, 01 2018.

DEMPSEY, J. A. et al. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 151, n. 2–3, p. 242–250, 28 abr. 2006.

FOSTER, C.; RODRIGUEZ-MARROYO, J. A.; DE KONING, J. J. Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. Suppl 2, p. S22–S28, abr. 2017.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

GETHING, A. D.; PASSFIELD, L.; DAVIES, B. The effects of different inspiratory muscle training intensities on exercising heart rate and perceived exertion. **European Journal of Applied Physiology**, v. 92, n. 1–2, p. 50–55, jun. 2004.

GETHING, A.; WILLIAMS, M.; DAVIES, B. Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: a placebo controlled trial. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 6, p. 730–736, dez. 2004.

GROSSMAN, E. et al. Breathing-control lowers blood pressure. **Journal of Human Hypertension**, v. 15, n. 4, p. 263–269, abr. 2001.

HAIJGHANBARI, B. et al. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1643–1663, jun. 2013.

HALSON, S. L. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. **Sports Medicine (Auckland, N.z.)**, v. 44, n. Suppl 2, p. 139–147, 2014.

HAUTMANN, H. et al. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects--what is the lower limit of normal? **Respiratory Medicine**, v. 94, n. 7, p. 689–693, jul. 2000.

KARSTEN, M. et al. The effects of inspiratory muscle training with linear workload devices on the sports performance and cardiopulmonary function of athletes: A systematic review and meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**, v. 34, p. 92–104, nov. 2018.

KERNAN, W. N. et al. Stratified randomization for clinical trials. - PubMed - NCBI. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 52, n. 1, p. 19–26, 1999.

MACIEL, B. C. et al. Autonomic nervous control of the heart rate during dynamic exercise in normal man. **Clinical Science (London, England: 1979)**, v. 71, n. 4, p. 457–460, out. 1986.

- MARKOV, G. et al. Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 3–4, p. 233–239, ago. 2001.
- MELES, E. et al. Nonpharmacologic treatment of hypertension by respiratory exercise in the home setting. **American Journal of Hypertension**, v. 17, n. 4, p. 370–374, abr. 2004.
- MINATEL, V. Análise das respostas ventilatórias, metabólicas e do controle autonômico cardiovascular durante testes de resistência muscular inspiratória e de determinação da pressão inspiratória crítica. 3 fev. 2017.
- NEDER, J. A. et al. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research = Revista Brasileira De Pesquisas Medicas E Biologicas**, v. 32, n. 6, p. 719–727, jun. 1999.
- NEVES, L. M. T. et al. Relationship between inspiratory muscle capacity and peak exercise tolerance in patients post-myocardial infarction. **Heart & Lung: The Journal of Critical Care**, v. 41, n. 2, p. 137–145, abr. 2012.
- NEVES, L. M. T. et al. Respiratory muscle endurance is limited by lower ventilatory efficiency in post-myocardial infarction patients. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 1, p. 1–8, fev. 2014.
- PALATINI, P. Blood pressure behaviour during physical activity. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 5, n. 6, p. 353–374, jun. 1988.
- RAMOS, P. S. et al. Acute hemodynamic and electrocardiographic responses to a session of inspiratory muscle training in cardiopulmonary rehabilitation. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 51, n. 6, p. 773–779, dez. 2015.
- ROMER, L. M.; MCCONNELL, A. K. Inter-test reliability for non-invasive measures of respiratory muscle function in healthy humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 2–3, p. 167–176, mar. 2004.
- ROMER, L. M.; MCCONNELL, A. K.; JONES, D. A. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 7, p. 547–562, jul. 2002.
- ROWELL, L. B.; O’LEARY, D. S. Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflexes and mechanoreflexes. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 69, n. 2, p. 407–418, ago. 1990.
- SALES, A. T. DO N. et al. Respiratory muscle endurance after training in athletes and non-athletes: A systematic review and meta-analysis. **Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, v. 17, p. 76–86, jan. 2016.
- SCHARHAG-ROSENBERGER, F. et al. Time course of changes in endurance capacity: a 1-yr training study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 5, p. 1130–1137, maio 2009.

SONETTI, D. A. et al. Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. **Respiration Physiology**, v. 127, n. 2–3, p. 185–199, set. 2001.

SOUZA, R. B. D. Pressões respiratórias estáticas máximas. p. 11, 2002.

SPYER, K. M. Central nervous integration of cardiovascular control. **The Journal of Experimental Biology**, v. 100, p. 109–128, out. 1982.

STONE, H. L.; LIANG, I. Y. Cardiovascular response and control during exercise. **The American Review of Respiratory Disease**, v. 129, n. 2 Pt 2, p. S13-16, fev. 1984.

UBLOSAKKA-JONES, C. et al. Slow loaded breathing training improves blood pressure, lung capacity and arm exercise endurance for older people with treated and stable isolated systolic hypertension. **Experimental Gerontology**, v. 108, p. 48–53, 15 jul. 2018.

UBOLSAKKA-JONES, C. et al. The effect of slow-loaded breathing training on the blood pressure response to handgrip exercise in patients with isolated systolic hypertension. **Hypertension Research: Official Journal of the Japanese Society of Hypertension**, v. 40, n. 10, p. 885–891, 5 out. 2017.

WASSERMAN, K. **Principles of Exercise Testing and Interpretation**. 3. ed. [s.l.] lippincott, Williams E Comercial Wilkins, 1999.

WILLIAMS, B. et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. **European Heart Journal**, v. 39, n. 33, p. 3021–3104, 1 set. 2018.

ANEXO A

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação das respostas cardiovasculares, respiratórias e metabólicas ao treinamento muscular inspiratório utilizando a pressão respiratória crítica em ciclistas recreacionais: estudo clínico randomizado e controlado

Pesquisador: Aparecida Maria Catai

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 55990116.0.0000.5504

Instituição Proponente: Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.558.731

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo intervencional, controlado e cego que será desenvolvido no Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular da UFSCar. Os participantes da pesquisa serão trinta homens ciclistas recreacionais (20 a 40 anos) que serão aleatorizados em Grupo Placebo (GP, n=10), Grupo PThC (GPTHc, n=10) e Grupo 60% da PIMÁX (G60, n=10). Todos os participantes serão submetidos as seguintes avaliações: teste de função pulmonar, teste de força muscular respiratória (FMR), teste cardiopulmonar (TECP), teste de resistência muscular respiratória incremental (RMRi) [pressão respiratória máxima sustentada por 1 minuto (PThMÁX)] e testes de cargas constantes respiratórias (95%, 100% e 105% da PThMÁX) utilizando um resistor inspiratório de carga linear (PowerBreathe K5). Os participantes realizarão um treinamento muscular respiratório (TMI) que terá duração de 11 semanas (3 vezes por semana e 1 hora cada sessão). A sessão será composta de 3 séries de 15 minutos de respirações (100% do valor da carga de treinamento), com intervalo de 1 minuto entre elas. Como desfecho primário "Acredita-se que a realização do treinamento muscular inspiratório ajude a melhorar o condicionamento físico dos indivíduos treinados."

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo primário do estudo será "Verificar o efeito do TMI utilizando a PThC em comparação ao 60% da PIMÁX, na melhora da capacidade funcional aeróbica (VO2 pico) e da carga de trabalho

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

Continuação do Parecer: 1.558.731

máxima em Watts, avaliadas durante o TECP, em ciclistas recreacionais. E como objetivo secundário será "Avaliar as respostas cardiovasculares (FC, PAS, PAD, VS e RVP), respiratórias (PIMAX, variáveis espirométricas, ventilação (VE), produção de gás carbônico (VCO₂), índices de eficiência ventilatória) e metabólicas (VO₂pico, oxihemoglobina, deoxihemoglobina e hemoglobina total) ao TMI nos três grupos avaliados. Avaliar se o TMI utilizando a PThC altera a sensação de dispneia e fadiga muscular periférica durante o TECP.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador responsável descreve como risco "Os participantes durante a participação do projeto poderão apresentar sintomas como falta de ar, cansaço e fadiga muscular periférica, porém nestes casos as avaliações serão interrompidas até que o participante se recupere. Além disso, todos os locais onde o projeto será realizado estão equipados com equipamentos para primeiros socorros e disponibilizarão de equipe de profissionais especializados e treinados para auxiliar em casos de intercorrências". E como benefícios "Os participantes realizarão avaliações que o colocarão a par do seu condicionamento cardiorrespiratório e poderão auxiliá-los na melhora de seu condicionamento físico. Além disso, os mesmos realizarão avaliações de composição corporal, exame de sangue, testes de força e resistência muscular respiratória, teste ergométrico clínico, teste cardiopulmonar e acompanhamento nutricional de forma gratuita, e receberão ao final da pesquisa, todos os resultados destas avaliações, além de orientações para a melhora da sua prática esportiva e para manutenção de bons hábitos de vida, prevenindo assim possíveis doenças".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa apresenta relevância para a área em questão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto e TCLE estão de acordo com a Resolução nº466/2012.

Recomendações:

Nada a declarar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em Seres Humanos recomenda que os pesquisadores responsáveis consultem as normas do CEP e a resolução nº 466 de 2012, disponíveis na página da

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235	CEP: 13.565-905
Bairro: JARDIM GUANABARA	
UF: SP	Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9683	E-mail: cephumanos@ufscar.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



Continuação do Parecer: 1.558.731

Plataforma Brasil em caso de dúvidas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_664443.pdf	02/05/2016 16:40:32		Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_Projeto_TMI_2016.pdf	02/05/2016 16:29:44	Patricia Rehder dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Comite_Etica_2016.pdf	02/05/2016 10:16:26	Aparecida Maria Catai	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Projeto_TMI_2016.pdf	02/05/2016 10:15:36	Aparecida Maria Catai	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 24 de Maio de 2016

Assinado por:
Ricardo Carneiro Borra
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA **CEP:** 13.565-905
UF: SP **Município:** SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9683 **E-mail:** cephumanos@ufscar.br

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico – NUPEF
Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DA PESQUISA: “Avaliação das respostas cardiovasculares, respiratórias e metabólicas ao treinamento muscular inspiratório utilizando a pressão respiratória crítica em ciclistas recreacionais: estudo clínico randomizado e controlado”.

PESQUISADORES RESPONSÁVEIS PELO PROJETO:

ORIENTADOR: Profa. Dra. Aparecida Maria Catai

DOCTORANDA: Ma. Patrícia Rehder dos Santos

MESTRANDO: Ft. Raphael Martins de Abreu

INICIAÇÃO CIENTÍFICA: Étore De Favari Signini

INICIAÇÃO CIENTÍFICA: Juliana Aparecida Cândido

As informações contidas nesta folha, fornecidas pela Profa. Dra. APARECIDA MARIA CATAI têm por objetivo esclarecer ao participante os procedimentos e avaliações ao qual será submetido, além de firmar acordo escrito com o mesmo para participação na pesquisa acima referida, autorizando sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que será submetido.

- 1) **Natureza da pesquisa:** Você está sendo convidado a participar desta pesquisa, que tem como objetivo avaliar o efeito do treinamento muscular inspiratório utilizando três cargas de resistência inspiratória em praticantes de ciclismo. O intuito da realização do treinamento muscular inspiratório é analisar e comparar as respostas das diferentes intensidades de treinamento, no desempenho físico, bem como nas respostas do coração, pulmão, do metabolismo e do controle do cérebro sobre as respostas do coração, em indivíduos saudáveis, praticantes de ciclismo.
A divulgação deste projeto para recrutamento dos participantes está sendo realizada por meio de distribuição de folhetos em locais públicos (campus da UFSCar e da cidade de São Carlos) e divulgação por rádio, televisão e internet, além do contato a sujeitos que façam parte do banco de dados do Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular (LFCV) da UFSCar.
- 2) **Participantes da pesquisa:** Serão avaliados e treinados 30 homens, com idade entre 20 e 40 anos, praticantes de ciclismo e aparentemente saudáveis.
Para fazer parte deste grupo, você não pode ser obeso, fumante, fazer consumo de bebida alcoólica frequentemente, drogas ilícitas ou de medicamentos de uso contínuo, ter alguma doença do coração, pulmão, do sistema nervoso ou muscular;

além de não ter realizado nenhum tipo de treinamento muscular inspiratório nos últimos 12 meses. Anteriormente a sua participação você deve ter praticado ciclismo por pelo menos 6 meses sem interrupção, no mínimo 150 minutos semanais. Além disso, você deverá ter disponibilidade de comparecer ao LFCV durante 13 semanas, três vezes por semana.

- 3) Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você deverá permitir que algumas avaliações e o treinamento muscular inspiratório sejam realizados; além de responder alguns questionários sobre suas atividades físicas, hábitos alimentares e condições gerais de sua saúde.

O treinamento deverá ser realizado 3 vezes por semana, no período de 13 semanas (aproximadamente 3 meses), sem interrupção. Na primeira sessão você comparecerá a Unidade de Saúde Escola (USE) para realização de teste ergométrico clínico com um médico cardiologista e, se nenhuma alteração nos traçados do coração for identificada, você poderá dar continuidade as avaliações. Após o teste ergométrico você passará por uma avaliação nutricional e após 1 mês do início da adequação da alimentação, sugerida pela nutricionista, você realizará as seguintes avaliações:

- ✓ exame de sangue em um laboratório de análises clínicas especializado, onde será analisado seu colesterol, hemograma, glicemia, uréia, creatinina, proteína C reativa e ácido úrico;
- ✓ avaliação da sua composição corporal, onde será avaliado porcentagem de gordura e quantidade de massa magra (muscular);
- ✓ prova de função pulmonar (espirometria) e força muscular respiratória, para avaliação do sistema respiratório,
- ✓ teste cardiopulmonar na bicicleta ergométrica para avaliação do seu consumo de oxigênio,
- ✓ teste de resistência respiratória incremental, para a determinação da carga de treinamento.

Estas mesmas avaliações serão refeitas após o período de treinamento respiratório.

- 4) Sobre as coletas: Os testes serão marcados com antecedência e serão realizadas no Núcleo de Pesquisas em Exercício Físico (NUPEF) – Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular (LFCV), respeitando o horário das 12:00 às 20:00 horas, de segunda a sexta-feira.

- 5) Protocolo experimental: Logo após as avaliações iniciais descritas no item 3, será iniciado o protocolo de treinamento. O protocolo experimental diz respeito aos dias em que você fará o treinamento muscular inspiratório e as avaliações para o ajuste de carga. O treinamento será realizado 3 vezes por semana, impreterivelmente, durante 11 semanas, com duração de 1 hora cada dia e

consiste na realização de três séries de 15 minutos, com intervalo de 1 minuto entre elas. O treinamento será realizado com um resistor inspiratório (que é um equipamento que dificultará o ato de puxar o ar) na posição sentada e será realizado o controle da sua frequência respiratória pela utilização de um sinal sonoro. Durante o treinamento a frequência do seu batimento cardíaco será monitorizada continuamente e antes e após o treinamento será medida a sua pressão arterial e observado sua condição de saúde.

Durante o treinamento serão realizadas duas reavaliações, onde será realizado o teste cardiopulmonar na bicicleta ergométrica, para avaliação do seu condicionamento físico e o teste de resistência respiratória incremental, para reajuste da carga de treinamento.

- 6) Riscos e desconforto: Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – DF. Você poderá sentir dor muscular, como as que ocorrem normalmente após uma atividade de exercícios, caracterizando uma situação comum que não acarretará problemas a sua saúde. O monitoramento de todas as variáveis descritas e a prescrição individualizada do exercício minimiza a possibilidade de intercorrências cardiovasculares como aumento excessivo da pressão arterial e frequência cardíaca ou presença de arritmias cardíacas durante o exercício. Caso algum destes sinais surgirem durante o exercício, ou se você apresentar sensações como tontura, palidez, suor intenso, dor ou qualquer outro sinal ou sintoma o exercício será interrompido imediatamente. Além disso, todos os locais onde será conduzido o projeto estão equipados com equipamentos de primeiro socorro e com profissionais da área da saúde devidamente treinados.
- 7) Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Seus dados serão identificados com um código, e não com seu nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim sua privacidade.
- 8) Benefícios: Ao participar desta pesquisa você realizará exames que além de serem de alto custo e difícil disponibilidade, poderá leva-lo ao conhecimento de sua condição de saúde em repouso e em exercício, o que é importante para prescrição de exercícios e manutenção de sua saúde.
- 9) Pagamento: Você não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e, nada será pago por sua participação.

- 10) Liberdade de recusar ou retirar o consentimento: Você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem penalizações.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para permitir a sua participação como participante nesta pesquisa. Portanto, preencha os itens que seguem:

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG _____
após a leitura e compreensão destas informações, entendo que a minha participação, é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

São Carlos, _____/_____/_____

Telefone para contato: _____

Assinatura do participante: _____

Assinatura do Orientador: _____

Assinatura do Pesquisador: _____

Contato dos pesquisadores:

Profa. Dra. Aparecida Maria Catai – mcatai@ufscar.br – (16) 3351-8705

Ma. Patrícia Rehder dos Santos – rehderpaty@hotmail.com – (19) 9 8118-4926

Ft. Raphael Martins de Abreu – raphaelmatins.abreu@gmail.com – (16) 9 8151-8622

Étore De Favari Signini – etore8@gmail.com – (16) 9 9251-8258

Juliana Aparecida Cândido - juliana.a.cdo@gmail.com – (16) 9 9756-8448

ANEXO C

COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO

Submission Confirmation



Thank you for your submission

Submitted to Journal of Physical Activity & Health

Manuscript ID JPAH.2019-0101

Title Cardiovascular response during eleven weeks of inspiratory muscle training: a double blind randomized controlled trial

Authors da Silva, Claudio Donisete
Rehder-Santos, Patricia
de Abreu, Raphael
Signini, Ébore
Sakaguchi, Camila
Catali, Aparecida Maria

Date Submitted 23-Feb-2019

[Author Dashboard](#)

ANEXO D

COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

Scand J Med Sci Sports: SJMSS-R-070-19 has been submitted

Wiley Editorial Office <onbehalfof@manuscriptcentral.com >

Seg, 28/01/2019 11:26



Você; mcatai@ufscar.br; raphaelmartins.abreu@yahoo.com.br; reherpaty@hotmail.com; M.DeNoronha@latrobe.edu.au; mcatai@ufscar.br ✕

28-Jan-2019

Dear Dr Catai,

Your manuscript entitled "IS RESPIRATORY MUSCLE TRAINING AN EFFECTIVE THERAPY TO TREAT HYPERTENSION? A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.

Your manuscript ID is SJMSS-R-070-19.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence.

The review process is usually completed within 10 weeks, but can take longer, depending on reviewer availability (e.g. during holiday periods or if an alternative reviewer needs to be approached). This time frame includes selecting and inviting reviewers, awaiting their response to the request, consideration of the reviews by the assigned Editor and, finally, the Senior Section Editor's decision and communication with the author. Please be patient during this process and it would be much appreciated if you would not email the Editorial Office to enquire about the status of your manuscript until a period of at least 10 weeks has lapsed. You can track the progress of your paper using the tracking facility in your Author Centre.