

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE – UFCSPA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

Autora: Vanessa Giendruczak da Silva

**Efeito Agudo do Treinamento Muscular
Inspiratório com Diferentes
Sobrecargas Sobre o Controle
Autônomo de Indivíduos Saudáveis:
um Estudo Randomizado Cruzado**

UFCSPA
Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre

Porto Alegre

2013

Vanessa Giendruczak da Silva

**Efeito Agudo do Treinamento Muscular
Inspiratório com Diferentes
Sobrecargas Sobre o Controle
Autônomo de Indivíduos Saudáveis:
um Estudo Randomizado Cruzado**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Mestre

Orientador: Prof. Rodrigo Della Mía Plentz
Coorientadora: Profa. Janice Luisa Lukrafka Tartari

Porto Alegre
2013

Catálogo na Publicação

Silva, Vanessa Giendruczak da

Efeito agudo do treinamento muscular inspiratório com diferentes sobrecargas sobre o controle autonômico de indivíduos saudáveis: um estudo randomizado cruzado / Vanessa Giendruczak da Silva. -- 2013.

73 f. : il., graf., tab. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2013.

Orientador(a): Prof.Dr. Rodrigo Della Méea Plentz ;
coorientador(a): Profa.Dra.Janice Luisa Lukrafka Tartari.

1. Treinamento. 2. Exercício respiratório. 3. Sobrecarga. 4. Sistema nervoso autônomo. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao final desta etapa que marca o término de muito trabalho, mais uma conquista, e o início de uma trajetória que escolhi para carreira profissional, agradeço àqueles que compartilharam comigo em todos os momentos desta fase.

Muito obrigada...

... à minha família (**meus pais e irmã**) o amor, o apoio incondicional, o exemplo de caráter, perseverança e vitória.

...ao **meu marido** o amor, a paciência, o respeito e o apoio.

...ao meu professor e orientador **Rodrigo Della Méa Plentz** o incentivo, o apoio, o exemplo de perseverança, significativos ao meu crescimento profissional.

...ao **prof. Luis Henrique Telles da Rosa** a experiência docente, fundamental ao meu crescimento profissional.

...à minha professora e coorientadora **Janice Luisa Lukrafka Tartari** o apoio, o exemplo de perseverança que muito contribuíram para o meu crescimento profissional.

...ao meu colega **Thiago Dipp** a convivência, a alegria e lições de vida compartilhadas. Além dos conselhos, o companheirismo, a solidariedade, a força da palavra e do trabalho, meu muito obrigado.

...ao fisioterapeuta **Fabício Edler Macagnan** o exemplo de dedicação e profissionalismo que foi de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho.

...à estatística **Cristiane Bundchen** a receptividade, o carisma e auxílio.

...ao **prof. Pedro Dal Lago** a receptividade e apoio.

...às minhas colegas **Maria Cristina Baumgarten e Verônica Britto** a convivência, o trabalho, a alegria, a superação e a solidariedade.

...aos **alunos (as) de iniciação científica e voluntárias(os)**, cujas atividades favoreceram no desenvolvimento desta pesquisa.

...à aluna, **Luisa Cioato Lemos** a solidariedade e a dedicação, muito importantes na realização desta pesquisa.

...aos meus colegas **Giovane Sturmer, Cinara Stein e Alexandre Pinho** o apoio e auxílio no desenvolvimento técnico científico na pesquisa.

...às funcionárias do **laboratório de fisiologia e de fisioterapia** a receptividade, o apoio e a flexibilidade nos horários.

...aos **colegas e professores da UFCSPA** o profissionalismo que serviu de exemplo e contribuiu muito para meu crescimento profissional.

“O sucesso nasce do querer,
da determinação e persistência
em se chegar a um objetivo.
Mesmo não atingindo o alvo,
quem busca e vence obstáculos,
no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar (1829-1877)

RESUMO

Introdução: O ciclo ventilatório exerce forte influência sobre o sistema nervoso autônomo (SNA) induzindo ajustes para promover a interação cardiopulmonar. **Objetivo:** Verificar o efeito agudo de diferentes sobrecargas de treinamento muscular inspiratório (TMI) sobre a modulação do SNA cardiovascular em indivíduos saudáveis. **Métodos:** Ensaio clínico randomizado do tipo cruzado (*cross-over*) em que foi avaliado o efeito de uma sessão de TMI a 30% e 60% da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}). Foram incluídos voluntários saudáveis e sedentários de ambos os sexos, com idade entre 18 e 35 anos. A força muscular inspiratória foi avaliada através da PI_{máx} com manovacuômetro digital MVD 300, escalonado em ± 300 cmH₂O. As medidas foram realizadas previamente a cada dia de sobrecarga. Os sinais da frequência cardíaca foram adquiridos pelo monitor Polar[®] RS800CX e foi realizada a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) após a sessão de TMI com o dispositivo pressórico linear *Powerbreathe*[®] nos primeiros 10 minutos (agudo), 60 minutos (subagudo) e, após 24h (tardio). **Resultados:** Foram avaliados dezenove indivíduos (47% homens, 25 \pm 5 anos). Na fase aguda apenas com 60% da PI_{máx} houve redução significativa da variabilidade dos intervalos RR e no componente de alta frequência (HFnu), enquanto que o componente de baixa frequência (LFnu) e o balanço autonômico (LF/HF) aumentaram significativamente. Na fase subaguda, o mesmo comportamento foi observado para HFnu, LFnu, LF/HF. Quando comparadas as sobrecargas, houve aumento significativo na magnitude do efeito a 60% PI_{máx} para NN50, LF/HF, LFnu, HFnu na fase aguda, bem como, para RR, NN50, LFnu e HFnu na fase subaguda ($p < 0,05$). **Conclusão:** O efeito agudo do TMI a 60% da PI_{máx} foi maior que 30% PI_{máx} na modulação do SNA cardiovascular de indivíduos saudáveis.

Palavras chaves: Exercício respiratório. Treinamento. Sobrecarga. Sistema nervoso autônomo.

ABSTRACT

Introduction: Ventilatory cycle exerts strong influence on autonomic nervous system (ANS) inducing adjustments to promote cardiopulmonary interaction. **Objective:** Evaluate the acute effect of different loads inspiratory muscle training (IMT) in cardiovascular ANS modulation in healthy. **Methods:** Randomized crossover trial. The subjects performed a single session with 30% and 60% overload of maximal inspiratory pressure (MIP). Sedentary healthy volunteers of both sexes, aged between 18 and 35 years were included. Inspiratory muscle strength was assessed by MIP with digital manometer MVD 300, adjusted in ± 300 cmH₂O. The measurements were performed prior to each day of overload. Heart rate signal were acquired by Polar ® RS800CX monitor and heart rate variability (HRV) analysis was performed after TMI single session with linear pressure device *Powerbreathe*® in the first 10 minutes (acute), 60 minutes (subacute) and after 24h (late). **Results:** Were evaluated 19 subjects (47% men, 25 ± 5 years). In the acute phase, only with 60% of MIP, RR intervals and high frequency component (HFnu) decreased significantly whereas low-frequency component (LFnu) and autonomic balance (LF / HF) increased significantly just after 60% of MIP. Same behavior were observed with HFnu, LFnu, LF/HF at the subacute phase. When compared the different overloads, there was significant increase in the magnitude of the effect to 60% MIP for NN50, LF / HF, LFnu, HFnu in the acute phase as well as for RR, NN50, LFnu and HFnu in subacute phase ($p < 0.05$). **Conclusions:** The acute effect of IMT 60% MIP was greater than 30% MIP in cardiovascular ANS modulation in healthy.

Key Words: Respiratory exercise. Training. Overload. Autonomic nervous system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Efeito dos estímulos simpático e parassimpático.....	18
Figura 2- Centro vasomotor no cérebro e seu controle pelo sistema vasomotor.....	19
Figura 3 - Arritmia sinusal em homem jovem e idoso.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Medidas da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo.....24

Tabela 2- Medidas da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência.....26

LISTA DE ABREVIATURAS

DC – débito cardíaco

SNA – sistema nervoso autônomo

ASR – arritmia sinusal respiratória

FC – frequência cardíaca

PA – pressão arterial

VFC – variabilidade da frequência cardíaca

RRmed – média dos intervalos RR normais

SDNN – desvio padrão de todos os intervalos RR normais

RMSSD – raiz quadrada da média da soma das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes ao quadrado

NN50 – diferença entre intervalos RR normais maiores do que 50 ms

pNN50 – percentagem da diferença entre intervalos RR normais que excedam 50 milissegundos

VLF – componente espectral de frequência muito baixa

LF – componente espectral de baixa frequência

HF – componente espectral de alta frequência

nu – unidade normalizada

LF/HF – relação espectral de baixa frequência com de alta frequência ou balanço simpátovagal

Hz – hertz

TMI – treinamento muscular inspiratório

PImáx – pressão inspiratória máxima

SUMÁRIO

CAPÍTULO I- REVISÃO DA LITERATURA

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Controle autonômico cardiovascular.....	17
1.2 Métodos de avaliação do controle autonômico.....	19
1.3 Análise da variabilidade da frequência cardíaca.....	21
1.4 Ciclo ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca.....	24
1.5 A interação cardiorrespiratória e os efeitos do treinamento muscular inspiratório.....	26
1.6 Treinamento muscular inspiratório e a variabilidade da frequência cardíaca.....	29
2 HIPÓTESES E OBJETIVOS.....	31
2.1 Hipóteses.....	31
2.2 Objetivo Geral.....	31
2.3 Objetivos Específicos.....	31
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

CAPÍTULO II- ARTIGO

Resumo.....	41
Abstract.....	41
Introdução.....	43
Materiais e Métodos.....	45
Resultados.....	48
Discussão.....	49
CONCLUSÃO.....	52
Referências.....	53
Tabela 1.....	56
Tabela 2.....	57
Figura 1.....	58
Figura 2.....	59

Figura 3.....	60
---------------	----

ANEXOS

Anexo A- Aceite do Comitê de Ética em Pesquisa da UFCSPA.....	62
---------------------------------------------------------------	----

Anexo B- Aceite do Comitê de Ética em Pesquisa da ISCMPA.....	63
---------------------------------------------------------------	----

Anexo C- Normas da Revista Brasileira de Fisioterapia.....	65
------------------------------------------------------------	----

Capítulo I - REVISÃO DA LITERATURA

1 INTRODUÇÃO

Entre as modalidades de intervenção frequentemente aplicadas em diferentes populações para o tratamento das disfunções da musculatura ventilatória e para melhorar a *performance* de indivíduos saudáveis está o treinamento muscular inspiratório (TMI) (ANDRADE et al., 2005; DALL'AGO et al., 2006; ENRIGHT & UNNITHAN, 2011; ILLI et al., 2012; CAHALIN et al., 2013). O TMI, através de dispositivos de resistência que oferecem diferentes níveis de carga linear ou alinear, pode promover o aumento da força e endurance dos músculos ventilatórios, melhora da relação ventilação/perfusão, melhora do equivalente ventilatório de dióxido de carbono e, ainda, de forma indireta, provoca aumento do consumo máximo de oxigênio e capacidade funcional, maior tolerância ao exercício, melhora na força muscular periférica e aumento da potência circulatória, que em conjunto repercutem positivamente sobre a qualidade de vida (DOWNEY et al., 2007; PLENTZ et al., 2012; CAHALIN et al., 2013; MARCO et al., 2013).

Contudo, a sobrecarga induzida pelo TMI pode trazer importantes repercussões no fluxo sanguíneo periférico, na pressão sanguínea e no controle autonômico cardiovascular, verificado em diferentes populações (MCCONNELL & GRIFFITHS, 2010; FERREIRA, 2011; FERREIRA, J.B. et al., 2011; MELLO et al., 2012; CAHALIN et al., 2013). Por exemplo, as oscilações na frequência cardíaca (FC) que ocorrem durante o ciclo ventilatório estão associadas às trocas gasosas, às variações pressóricas no interior da caixa torácica e ao metabolismo dos músculos ventilatórios. Além disso, mudanças cíclicas da pressão intratorácica produzidas pelo ciclo ventilatório influenciam no retorno venoso e no volume sistólico levando a mudanças fásicas na pressão sistólica. Como consequência, o sistema nervoso autônomo (SNA) responde aumentando e reduzindo continuamente a atividade simpátovagal (BERNARDI et al., 2001; SANTOS, 2010; CAHALIN et al., 2013).

A literatura mostra claramente que o TMI é um método promissor e seus benefícios funcionais ocorrem da interação com mecanismos fisiológicos e que dependem dos parâmetros utilizados, bem como, das populações estudadas. Contudo, a resposta cardiopulmonar ao TMI é pouco descrita na literatura, principalmente em relação à variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

Para melhor contextualizar o presente trabalho se realizou uma revisão da literatura sobre o controle autonômico cardiovascular, seus métodos de avaliação, a relação do ciclo ventilatório e a VFC, bem como, abordou-se os efeitos do TMI e a VFC.

1.1 O Controle autonômico cardiovascular

O sistema cardiovascular desempenha importante papel nas funções vitais do organismo ao garantir fluxo sanguíneo em quantidade adequada a todos os órgãos e sistemas, o débito cardíaco (DC) deve ser proporcional à necessidade metabólica imposta. Contudo, as inúmeras oscilações diárias nas demandas metabólicas exigem constantes ajustes da função cardiovascular. Esses ajustes são, fundamentalmente, realizados pelo SNA que modula o DC às condições vigentes. Para tanto, o SNA conta com uma rede de receptores que monitoram, a cada ciclo cardíaco (batimento a batimento), a pressão de perfusão em diferentes locais do sistema cardiovascular. A resposta, quase que instantânea, é mediada pela liberação de noradrenalina e acetilcolina nas terminações pós-ganglionares do sistema nervoso simpático e parassimpático, aumentando e diminuindo, respectivamente, o DC a fim de manter a pressão de perfusão tecidual estável e proporcional à demanda, conforme demonstrado na figura 1 (DALL'AGO et al. 1999; IRIGOYEN et al., 2001; JARADEH & PRIETO, 2003; PERINI & VEICSTEINAS, 2003; ANGELIS et al., 2004; IRIGOYEN et al., 2005; GUYTON & HALL, 2006; KENNETH et al., 2006; SANTOS, 2010; BELLI et al., 2011; CAHALIN et al., 2013; SCHAFFER et al., 2013).

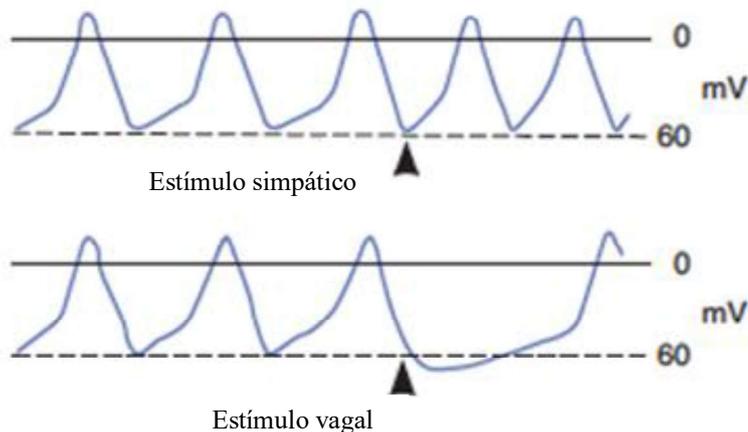


Figura 1- Efeito dos estímulos simpático e parassimpático.
Fonte: Adaptado de Barrett K. E. et al., 2010.

O SNA também interage com mecanismos hormonais com a finalidade de ajustar a pressão de perfusão ao volume de sangue circulante. Classicamente descrito, o sistema renina-angiotensina-aldosterona, do qual o rim participa de forma expressiva, auxilia no controle do volume plasmático desempenhando importante papel no controle da pressão de perfusão em

longo prazo (DALL'AGO et al. 1999; IRIGOYEN et al., 2001; JARADEH & PRIETO, 2003; PERINI & VEICSTEINAS, 2003; ANGELIS et al., 2004; IRIGOYEN et al., 2005; GUYTON & HALL, 2006; KENNETH et al., 2006; SANTOS, 2010; BELLI et al., 2011; CAHALIN et al., 2013; SCHAFFER et al., 2013).

Contudo, diante de situações que impõem risco à integridade física, o sistema cardiovascular será estimulado a aumentar o DC, independentemente da pressão de perfusão gerada. Isso é observado nas reações de luta ou defesa e demonstra a supremacia hierárquica que os centros corticais exercem sobre a modulação do SNA (Figura 2). Isso implica dizer que o barorreflexo pode ser sobrepujado sempre que necessário do ponto de vista existencial ou, por outro lado, diante de condições emocionais estressantes sejam elas fisiológicas ou não. Entretanto, a modulação autonômica do sistema cardiovascular se ajusta em função de outras, importantes variáveis. Uma ampla rede de informação, oriunda de diferentes tipos de receptores, sinaliza os núcleos responsáveis pelo controle da atividade autonômica. Dessa forma, oscilações no pH, na temperatura corporal, nas concentrações de gás carbônico, estiramentos de órgãos, assim como certas atividades do próprio sistema neuro-humoral podem em maior ou menor grau influenciar a atividade do SNA (IRIGOYEN et al., 2001; HALLIWILL et al., 2003; ANGELIS et al., 2004; VANDERLEI et al., 2009; BELLI et al., 2011).

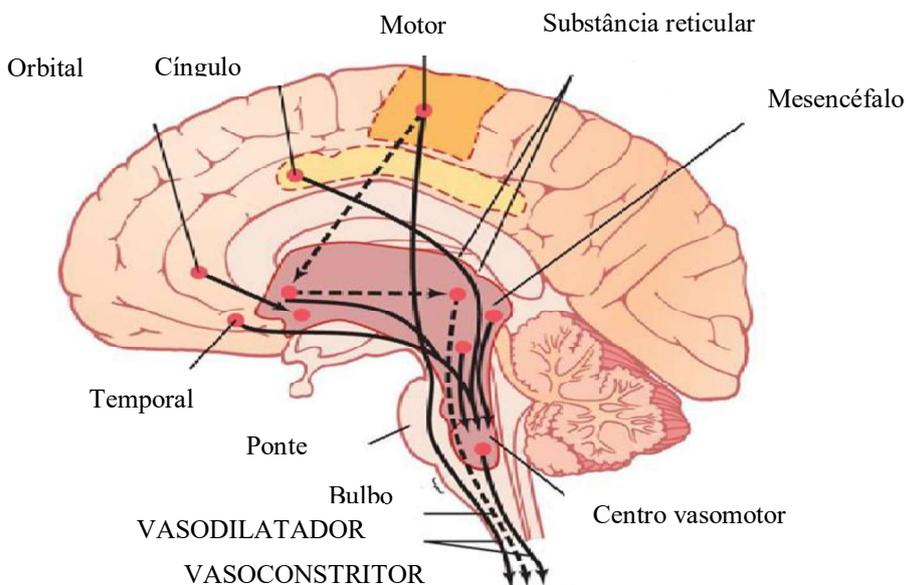


Figura 2 Centro vasomotor no cérebro e seu controle pelo sistema vasomotor.
Fonte: Adaptado de Guyton e Hall, 2011.

Neste contexto, diferentes fatores desempenham papel importante no controle autonômico do sistema cardiovascular. A interação cardiopulmonar é um exemplo disto, pois durante o ciclo ventilatório é possível observar taquicardia na fase inspiratória e bradicardia na fase expiratória. Classicamente chamado de arritmia sinusal respiratória (ASR), esse fenômeno tem sido estudado com o objetivo de esclarecer os detalhes da interação cardiopulmonar, bem como, o papel integrativo do SNA sobre o funcionamento da bomba circulatória e ventilatória (BERNARDI et al., 2001). A busca por essas respostas impulsionou muitos investigadores a explorar diferentes situações fisiológicas e fisiopatológicas que, por fim, estão gerando um volume de informações bastante contundentes e trazem à luz, evidências de novos e promissores meios de diagnóstico e possibilidades terapêuticas (O'BRIEN et al., 1986; EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996; NEUMANN & SCHMID, 1997; BOER et al., 1998; JARADEH & PRIETO, 2003; VINIK, et al., 2003; NUNAN et al., 2009; KAMINSKI et al., 2011; WALLE'N et al., 2011; SCHAFFER, et al., 2013).

1.2 Métodos de avaliação do controle autonômico

Muitas ferramentas são utilizadas para avaliar a integridade e funcionamento do SNA. Dentre estas, os testes dos reflexos cardiovasculares possibilitam avaliar a sensibilidade barorreflexa. Normalmente, esses testes utilizam mudanças posturais bruscas ou o bloqueio farmacológico com o objetivo de perturbar a hemodinâmica e forçar o SNA a contrapor tais alterações na tentativa de manter estável a perfusão tecidual. Dentre as variáveis mensuradas estão a FC, a pressão arterial (PA), as catecolaminas e o registro direto da atividade simpática através da microneurografia. Mais recentemente, o emprego de ferramentas matemáticas correlacionou a modulação autonômica às variações da PA e da FC. Sendo assim, a medida da variabilidade tem se mostrada bastante promissora por ser uma ferramenta não invasiva (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996; HALLIWILL et al., 2003; VINIK et al., 2003; ANGELIS et al., 2004).

Os testes de reflexos cardiovasculares foram propostos, na década de 70, por Ewing e colaboradores para pacientes diabéticos, mas até hoje são amplamente utilizados por serem métodos não invasivos, de fácil aplicabilidade e boa aceitação e que servem para a avaliação das vias simpática e parassimpática é considerada o marcador específico para a neuropatia

autônômica. (EWING et al.,1985; NEUMANN & SCHMID, 1997; BOER et al., 1998; JARADEH & PRIETO, 2003; VINIK et al., 2003; KAMINSKI, D.M. et al., 2011).

Os reflexos cardiovasculares são testados a partir de respostas hemodinâmicas da FC e da PA diante de situações distintas que demandam algum tipo de esforço físico e/ou mudanças posturais. O desempenho é considerado favorável quanto maior for o número de testes normais. Dessa forma, o indivíduo pode ser classificado como não portador de neuropatia se as respostas forem consideradas normais (EWING et al.,1985; NEUMANN & SCHMID,1997; BOER et al., 1998; VINIK et al., 2003; KAMINSKI et al., 2011).

A administração de potentes drogas vasoativas, tais como a fenilefrina (vasopressor) e o nitroprussiato de sódio (vasodilatador), constituem importantes ferramentas de avaliação do SNA. Com essa técnica é possível avaliar a sensibilidade do barorreflexo a partir das respostas da FC e da atividade nervosa simpática muscular, medida diretamente por microneurografia dos nervos tibiais e peroneiro, durante as oscilações da PA farmacologicamente induzidas (HALLIWILL et al., 2003; ANGELIS et al., 2004).

Outros fármacos também são utilizados para avaliar o SNA, especificadamente o tônus simpático e parassimpático, como o bloqueio farmacológico induzido pela administração de atenolol (betabloqueador) ou atropina (bloqueador muscarínico) (ANGELIS et al., 2004; MOSTARDA et al., 2011). A avaliação da atividade autônômica no controle cardiovascular foi ampliada por Akselrod et al., em 1981, a partir da introdução da análise espectral da variabilidade de consecutivos batimentos cardíacos oriundos de registros eletrocardiográficos convencionais, *holter* ou monitores de FC (AKSELROD et al.,1981; EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY,1996; NUNAN et al., 2009; WALLE'N et al, 2011).

A utilização concomitante de métodos de investigação do SNA como a dosagem de catecolaminas, a microneurografia e a análise espectral da VFC demonstraram adequado grau de concordância na insuficiência autônômica periférica, quando houve registro simultâneo de redução na concentração sérica de norepinefrina, na atividade nervosa simpática muscular e na VFC (THOMPSON et al.,1995). Porém, em indivíduos hipertensos a atividade nervosa simpática muscular reduziu com o consumo de doses elevadas de atorvastatina (anticolesterolêmico) ao longo de três semanas, mas não houve alteração significativa na VFC (GOMES, 2010). Isso demonstra que a concordância entre as técnicas não é perfeita ou, em contrapartida, que na hipertensão arterial a atividade nervosa simpática muscular é modulada de forma distinta à modulação autônômica do sistema cardiovascular.

Por outro lado, quando observada a resposta da VFC em voluntários saudáveis às alterações pressóricas farmacologicamente induzidas ocorreram em paralelo à atividade nervosa simpática muscular. Por exemplo, com a inibição reflexa vagal, houve aumento concomitante da FC e da atividade nervosa simpática muscular (PAGANI et al., 1997). Recentemente, o emprego de intervenção não farmacológica na reabilitação de pacientes com insuficiência cardíaca promoveu benefícios favoráveis aos ajustes da modulação autonômica, o que foi demonstrado tanto pela análise espectral da VFC quanto pela microneurografia (MELLO et al., 2012).

Diante disso, a análise da VFC pode ser considerada uma ferramenta adequada para o uso isolado ou combinado a outros métodos, em função das relevantes informações agregadas e, principalmente, por ser uma técnica de baixo custo e não invasiva o que a torna um recurso promissor para a investigação clínica.

1.3 Análise da variabilidade da frequência cardíaca

A VFC se tornou o termo convencionalmente aceito para descrever variações instantâneas da FC determinadas a cada intervalo RR (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996; PERINI & VEICSTEINAS, 2003; TARVAINEN & NISKANEN, 2008; XHYHERI et al., 2012). Nos indivíduos saudáveis a alta variabilidade da FC está associada à eficiente funcionalidade do controle autonômico do sistema cardiovascular (ROUTLEDGE et al., 2002; KLEIGER et al., 2005; LEWIS, 2005; RANPURIA, et al., 2008; WALLE'N et al., 2011;). Estudos têm mostrado que a VFC pode diferir de acordo com os níveis de atividade física, além de fornecer subsídios que auxiliam na identificação da síndrome de super-treinamento ou “*overtraining*”, observado em atletas altamente treinados. As informações advindas da análise da VFC podem ser, ainda, verdadeiramente úteis na predição de risco para doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral, esclerose múltipla, doença renal crônica, sofrimento fetal e diabetes (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996; PRIBBERNOW, 2001; ROUTLEDGE et al., 2002; KLEIGER et al., 2005; RANPURIA et al., 2008; NUNAN, et al., 2009; WALLE'N et al., 2011; XHYHERI et al., 2012;).

Contudo, em razão de haver diferentes métodos de determinação da VFC, a *European of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology* propuseram medidas de padronização tanto para a mensuração quanto para a interpretação (EUROPEAN

SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996; PRIBBERNOW, 2001). Entre os procedimentos propostos na padronização, destacam-se os métodos lineares a partir da análise da VFC no domínio do tempo e da frequência. Além destes, há os métodos não lineares que trabalham com análises de flutuações depuradas de tendências, função de correlação, expoente de Hurst, dimensão fractal e o expoente de Lyapunov, mas que são ainda pouco explorados uma vez que levam em consideração análises hemodinâmicas, eletrofisiológicas e humoral complexas (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996; VANDERLEI et al., 2009).

As medidas lineares no domínio do tempo são as mais utilizadas e descritas na literatura. As determinações são realizadas a partir da variação de tempo decorrido entre cada intervalo RR de um trecho ou traçado eletrocardiográfico. O valor, ou resultado, pode ser dado em segundos ou milissegundos e apresenta o intervalo de tempo entre cada complexo QRS resultante da despolarização do nó sinusal (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996). No domínio do tempo geralmente são utilizadas medidas estatísticas ou geométricas de dispersão para descrever a variabilidade dos intervalos RR normais (VANDERLEI et al., 2009). Porém, na análise estatística devem ser utilizados apenas os intervalos RR normais denominados NN, isso implica dizer que artefatos e ectopias devem ser desprezados. Os dados da VFC no domínio do tempo são normalmente expressos conforme demonstrado na tabela 1 (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996; PRIBBERNOW, 2001; RANPURIA et al., 2008).

Tabela 1- Medidas da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo.

	Variável	Unidade	Descrição
Domínio Tempo	RRmed	ms	Média dos intervalos RR normais
	SDNN	ms	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais
	RMSSD	ms	Raiz quadrada da média da soma das diferenças entre os Intervalos RR normais adjacentes ao quadrado
	NN50	ms	Diferença entre intervalos RR normais maiores do que 50 ms
	pNN50	%	Porcentagem da diferença entre intervalos RR normais que excedam 50 milissegundos

Fonte: Adaptado de *EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY*, 1996.

O índice SDNN representa a atividade simpática, mas não permite distinguir quando as alterações da VFC são devidas ao aumento do tônus simpático ou à retirada do tônus vagal. Já os índices RMSSD, NN50 e o pNN50 representam a atividade parassimpática (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996; VANDERLEI et al., 2009; XHYHERI et al., 2012). Observando o comportamento desses componentes na VFC, estudos demonstraram que para pacientes diabéticos, com cardiomiopatia e histórico de síncope, o SDNN, RMSSD e pNN50 se apresentaram diminuídos, respectivamente (SINGH et al., 2000; FAKHRZADEH et al., 2012; XHYHERI et al., 2012; COSTA et al., 2013).

Concomitantemente, a análise linear da VFC pode ainda detectar diferentes padrões na frequência das oscilações dos intervalos RR. A avaliação no domínio da frequência necessita de processamentos matemáticos. Os resultados são expressos em hertz (Hz) e divididos nos três principais componentes do espectro de variabilidade dos intervalos RR, conforme a tabela 2.

Tabela 2- Medidas da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência.

	Variável	Unidade	Descrição	Taxa de Frequência	Representatividade Fisiológica
Domínio Frequência	VLF	Hz	Componente espectral de frequência muito baixa	≤0,04 Hz	Explicação fisiológica não está bem estabelecida na literatura
	LF	Hz	Componente espectral de baixa frequência	0,04 Hz - 0,15 Hz	Correlacionado com o barorreflexo, refletindo a modulação do tônus simpático e parassimpático
	HF	Hz	Espectro de alta frequência	0,15 Hz - 0,40 Hz	Relacionado à frequência respiratória e reflete a modulação vagal

VLF = *very low frequency*/Muito baixa frequência, LF= *Low frequency*/Baixa frequência, HF= *high frequency*/Alta frequência. Fonte: Adaptado de Ferreira, 2011.

Os resultados podem ainda ser expressos como força de densidade do espectro (*power spectral density*) ou através de unidade normalizada (nu), onde a força individual de um espectro é dividida pela força total diminuída do VLF (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996).

Outra variável que pode ser derivada dessas análises é o balanço simpátovagal, descrita como sendo a relação entre LF/HF. É descrita como de reciprocidade inversa, onde situações que induzem aumento no numerador provocam simultâneo decréscimo no denominador. Essa relação vem sendo amplamente utilizada no estudo do SNA, pois guarda boa correlação com os eventos que desencadeiam aumento simpático e redução parassimpática (vagal) (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996).

Os métodos para o cálculo de análise espectral no domínio frequência podem ser geralmente classificados em paramétricos e não paramétricos. As vantagens da utilização do método não paramétrico são a simplicidade do algoritmo utilizado (Transformação rápida de Fourier, na maioria dos casos) e a alta velocidade de processamento. Por outro lado, o método paramétrico, modelo autorregressivo, apresenta certas vantagens na obtenção dos componentes espectrais, maior facilidade no pós-processamento com cálculo automático de componentes de densidade de baixa e alta frequência, fácil identificação da frequência central de cada componente e maior precisão de estimação da densidade espectral. Entretanto, este último método apresenta como desvantagens a necessidade de verificar a adequação do modelo escolhido e sua complexidade (EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 1996 ; VANDERLEI et al., 2009;SCHAFFER, T. et al., 2013).

Como mencionado anteriormente, o SNA concentra um grande número de informações para poder desempenhar a regência equilibrada do funcionamento de vários órgãos e sistemas com a finalidade de manter a homeostasia. Nesse processo, a função do sistema ventilatório exerce importante papel que repercute de forma ampla e consistente na modulação do sistema autonômico cardiovascular e por esse motivo muitos autores relatam a importância de monitorar e controlar os parâmetros ventilatórios nos estudos que pretendem avaliar a VFC (BERNARDI et al., 2001; PINSKY,2005; FERREIRA,2011).

1.4 Ciclo ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca

Associada ao ciclo ventilatório a VFC foi relatada pela primeira vez por Karl Ludwig, em 1847, que descreveu que a FC aumentava durante a inspiração seguida de redução na fase

expiratória. Esses achados foram demonstrados no traçado do eletrocardiograma através do intervalo R-R que, em cada ciclo ventilatório, é encurtado durante a inspiração e prolongado durante a expiração (YASUMA & HAYANO, 2004; SANTOS, 2010; FERREIRA, 2011). Oscilações na FC relacionadas ao ciclo ventilatório podem estar associadas às trocas gasosas (flutuações nas concentrações de gás carbônico – quimiorreceptores) às variações pressóricas que se manifestam no interior da caixa torácica e ao metabolismo dos músculos ventilatórios. As mudanças cíclicas da pressão intratorácica produzidas pelo ciclo ventilatório influencia o retorno venoso e o volume sistólico levando a mudanças fásicas na pressão sistólica. Como consequência, o SNA responde à ação do monitoramento instantâneo dos barorreceptores aumentando e reduzindo a atividade simpátovagal o que por sua vez dá origem a ASR (Figura 3) (BERNARDI et al., 2001; SANTOS, 2010; CAHALIN et al., 2013).

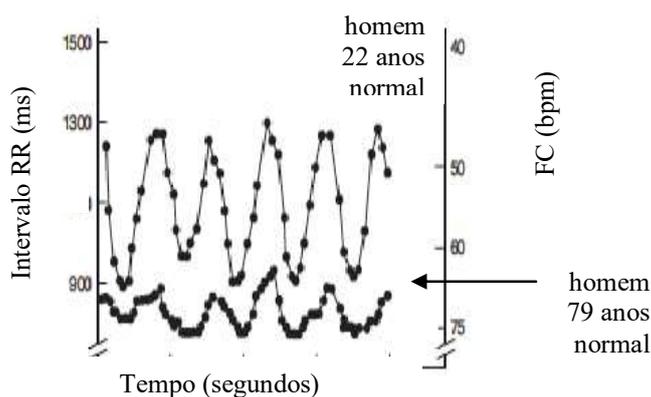


Figura 3- Arritmia sinusal em homem jovem e idoso.
Adaptado de Pfeifer MA et al, 1983.

Esses mecanismos sustentam a base teórica da ASR, e dispõem de um amplo sistema de retroalimentação, periféricos e centrais, que incluem a relação direta entre os centros cardíaco e respiratório no tronco encefálico, vias reflexas pulmonares, reflexos atrial, barorreceptor, oscilações no pH e na pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial (HAYMET & MCCLOSKEY, 1975; DAVIDSON et al., 1976; BERNARDI et al., 2001; NEFF et al., 2003; SANTOS, 2010). Além disso, estímulos externos transitórios mecânicos, gravitacionais, acústicos ou térmicos também influenciam na frequência e na profundidade da respiração modulando, assim, o sistema cardiovascular (BERNARDI et al., 2001).

Desta forma, fica explícito a interdependência do funcionamento do sistema cardiovascular e ventilatório, visto que a alteração de um implicará na modificação do funcionamento do outro.

1.5 A interação cardiorrespiratória e os efeitos do treinamento muscular inspiratório

Evidências na literatura demonstram a influência da eficiência ventilatória sobre a modulação do SNA cardiovascular nos ensaios que estimulam o ergorreflexo (BELLI et al., 2011; CAHALIN et al., 2013). Durante o exercício, a modulação do SNA ajusta a resposta ventilatória a partir da interação com o córtex motor, fortemente influenciado pelas aferências periféricas de barorreceptores, mecanorreceptores e metaborreceptores (BELLI et al., 2011). Os barorreceptores arteriais trabalham controlando a vasodilatação muscular e a FC a partir do SNA simpático e os receptores musculares, induzem ajustes cardiovasculares simpático em resposta às condições mecânicas e metabólicas do músculo em trabalho e promovem resposta ventilatória ao exercício (DEMPSEY et al., 2002; ROMER & POLKEY, 2008; BELLI et al., 2011).

Um desequilíbrio autonômico, ocasionado pelo aumento da PA, da ventilação, da resistência vascular periférica e renal a longo prazo, pode trazer prejuízos à saúde, influenciando negativamente nesses mecanismos. No entanto, adequada força muscular, resistência ventilatória, inspiração e ventilação pulmonar, trocas gasosas eficientes tanto ao nível pulmonar quanto periférico, disponibilizarão energia suficiente aos tecidos sem acumular catabólitos em excesso, mantendo um mecanismo fisiológico (BELLI et al., 2011; CAHALIN et al., 2013).

Na última década, o tratamento das disfunções da musculatura ventilatória, assim como, as intervenções para aumentar a *performance* de indivíduos saudáveis treinados têm sido bastante discutidos e entre as modalidades de intervenção frequentemente aplicadas em diferentes populações está o treinamento muscular inspiratório (TMI) (ANDRADE et al., 2005; DALL'AGO et al., 2006; ENRIGHT & UNNITHAN, 2011; ILLI et al., 2012; CAHALIN et al., 2013).

Dispositivos de resistência alinear ou os que oferecem diferentes níveis de carga linear podem ser utilizados para a realização do TMI. Os dispositivos alineares permitem aumento progressivo da resistência respiratória através de orifícios cada vez menores. Contudo, podem levar à mudança do padrão ventilatório devido à tentativa de compensar o esforço causado e reduzir o efeito do dispositivo (FERREIRA, 2011).

Os dispositivos lineares pressóricos, entretanto, oferecem resistência por molas ou válvulas, impedindo que o sujeito inspire ou expire, até que o mesmo consiga atingir uma pressão inspiratória ou expiratória previamente ajustada no aparelho, a qual foi pré-determinada na avaliação de sua força muscular ventilatória (CAHALIN et al., 2013).

Entre os diferentes instrumentos lineares de TMI, os mais utilizados são o *Threshold*[®]*IMT* e o *Powerbreathe*[®]. Além destes, o teste incremental de endurance respiratório também aplicado para TMI, vem mostrando resultados satisfatórios (EDWARDS et al., 2008; ENRIGHT & UNNITHAN, 2011; FERREIRA et al., 2011; ILLI et al., 2012; PLENTZ et al., 2012; CAHALIN et al., 2013).

O *Threshold*[®]*IMT* e *Powerbreathe*[®] são aparelhos pressóricos restritos a fluxo determinado, que promovem resistência linear ao trabalho inspiratório. No *Threshold*[®]*IMT*, a carga ajustável é por mola e a pressão pode variar de -9 à -41cmH₂O; enquanto que, no *Powerbreathe*[®], a carga é regulada por uma válvula rotativa e sua pressão varia de -5cmH₂O à 200cmH₂O. Além disso, sabe-se que o TMI, por estes dois instrumentos, difere do teste incremental de endurance respiratório, em razão deste último permitir a visualização exata da resistência que está sendo aplicada através de uma tela de computador, permitindo um *biofeedback* visual. Independentemente de suas particularidades, todos esses instrumentos de TMI têm mostrado ótimos resultados pelos seus efeitos fisiológicos (EDWARDS et al., 2008; CAHALIN et al., 2013).

O TMI pode produzir os benefícios fisiológicos desejados se princípios da sobrecarga (quando a força do músculo ventilatório deve ser solicitado em níveis superiores ao normal), da especificidade (o treinamento deve ser direcionado para as propriedades do músculo) e da reversibilidade (os efeitos do treinamento são transitórios e reversíveis) forem adequadamente utilizados (BORILE, 2010). Diretamente o TMI pode promover o aumento da força e endurance dos músculos ventilatórios, a melhora da relação ventilação/perfusão e a melhora do equivalente ventilatório de dióxido de carbono. Essas adaptações levam, de forma indireta, ao aumento do consumo máximo de oxigênio e capacidade funcional, à maior tolerância ao exercício, à recuperação na força muscular periférica e ao aumento da potência circulatória, que em conjunto repercutem positivamente sobre a qualidade de vida (DOWNEY et al., 2007; PLENTZ et al., 2012; CAHALIN et al., 2013; MARCO et al., 2013). Além disso, o TMI pode trazer importantes repercussões no fluxo sanguíneo periférico, na pressão sanguínea e no controle autonômico cardiovascular, verificado em diferentes populações (MCCONNELL & GRIFFITHS, 2010; FERREIRA, 2011; FERREIRA, J.B. et al., 2011; MELLO et al., 2012; CAHALIN et al., 2013).

Um estudo com oito remadores saudáveis foi proposto para avaliar o efeito agudo das respostas cardiovasculares com cargas que variaram de 50% a 90% da pressão inspiratória máxima (PImáx). Os resultados demonstraram aumento na FC em todas as cargas utilizadas, no entanto, somente a partir de 60% da PImáx houve um aumento na pressão arterial sistólica

e na pressão arterial média. Esses dados forneceram boas evidências a respeito da repercussão das cargas de TMI sobre o sistema cardiovascular (curva de dose resposta) (MCCONNELL & GRIFFITHS, 2010).

Outro estudo utilizando 40%, 60% e 80% da P_{Imáx}, realizado com 40 indivíduos saudáveis mostrou melhora na força e resistência muscular inspiratória em todas as cargas trabalhadas, entretanto, a melhora na capacidade de trabalho e na potência somente ocorreu nos grupos que realizaram TMI com 60% e 80%, enquanto que para a capacidade vital e capacidade pulmonar total só houve mudanças no grupo que treinou a 80% da pressão inspiratória máxima sustentada (ENRIGHT & UNNITHAN, 2011).

Apesar dos benefícios fisiológicos do TMI estarem relatados na literatura em diversas populações, ainda não há um consenso na literatura internacional para a carga e o tempo utilizados nos protocolos em treinamentos de força e resistência. Contudo, a fim de atingir os efeitos fisiológicos desejados, os protocolos têm variado na duração do treinamento muscular inspiratório desde semanas, (CHIAPPA et al., 2008; FERREIRA et al., 2011), meses (SERÓN et al., 2005) até um ano (BECKERMAN et al., 2005).

Predominantemente, a carga de 30% da P_{Imáx} é utilizada em doentes crônicos com diferentes graus de comprometimento físico-funcional, pois demanda menos esforço e reduz o risco de induzir exaustão dos músculos ventilatórios (PLENTZ et al., 2012; LIN, S.J. et al., 2012; CAHALIN et al., 2013). Por outro lado, alguns estudos comprovaram que cargas maiores (50-60% da P_{Imáx}) promovem melhores resultados no ganho de força, resistência e tolerância ao exercício sem prejuízo ao sistema imunológico e sobrecarga na atividade do SNA (CAHALIN et al., 2013). Evidências sugerem também que o TMI de alta intensidade isolado (60-80% da P_{Imáx}) pode aumentar a capacidade vital, capacidade vital forçada e capacidade pulmonar total, como ainda, a capacidade de trabalho aeróbico de indivíduos ativos e em certas situações clínicas como, por exemplo, na insuficiência cardíaca classe funcional II e III (ENRIGHT & UNNITHAN, 2011; CAHALIN et al., 2013). Inclusive, pacientes nesta condição clínica demonstraram boa tolerância ao TMI de alta intensidade (100% da carga em 10 repetições máximas consecutivas) e, ao final do período de treinamento, houve melhora no aumento da força (57.2%) e resistência dos músculos inspiratórios (72.7%) (MARCO et al., 2013).

Portanto, a literatura mostra claramente que o TMI é um método promissor e seus benefícios funcionais ocorrem da interação com mecanismos fisiológicos e que dependem dos parâmetros utilizados, bem como das populações estudadas.

1.6 Treinamento muscular inspiratório e a variabilidade da frequência cardíaca

Poucos trabalhos descrevem o efeito TMI sobre a VFC. Embora a interação cardiopulmonar exista de fato, as respostas ao TMI são diversificadas.

Borile (2010) verificou o efeito do exercício agudo da musculatura inspiratória sob a resposta cardiovascular em pacientes com insuficiência cardíaca associada à cardiomiopatia hipertensiva ou chagásica. Foi utilizado 30% da P_{Imáx} durante 10 minutos. Os resultados demonstraram aumento significativo na PA, na FC e no duplo produto comparando o momento basal com o exercício. Em relação à modulação autonômica houve aumento da modulação vagal nos pacientes com cardiomiopatia hipertensiva durante o exercício (BORILE, 2010).

Com a utilização de treinamento a 30% da P_{Imáx} em indivíduos hipertensos, durante oito semanas, Ferreira et al (2011) encontraram resultados significativos, com ganhos na força muscular inspiratória (47%), redução na pressão arterial sistólica (-7.9 mmHg) e pressão arterial diastólica (-5.5 mmHg), a partir da medida de pressão arterial ambulatorial no turno dia, paralelamente à modificação benéfica no SNA cardiovascular com redução da modulação simpática e predomínio da modulação parassimpático, avaliado antes e após o TMI, através da análise espectral da VFC por sinais contínuos do eletrocardiograma (FERREIRA et al., 2011).

Melhora no SNA cardiovascular também foi observada em pacientes com doença cardíaca crônica submetidos ao TMI com 30% da P_{Imáx} por 12 semanas. Houve diminuição da LF e aumento da HF da VFC e, ainda, observou-se uma diminuição na atividade nervosa simpática muscular (MELLO et al., 2012). Em contrapartida, pacientes diabéticos submetidos ao TMI durante oito semanas a 30% da P_{Imáx} não demonstraram alterações na modulação do SNA cardiovascular avaliados através da resposta da VFC à ativação simpática induzida pela manobra de ortostatismo ativo (CORRÊA et al., 2011). Por outro lado, o TMI a 30% e 60% da P_{Imáx} durante oito semanas mostrou efeitos positivos, reduzindo a frequência cardíaca de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. O mesmo não foi observado com TMI associado ao treinamento muscular expiratório ou ao trabalho expiratório isolado (TOUT et al., 2013).

Com o aumento da intensidade, os resultados continuam sendo bastante variáveis. Como por exemplo, 10 semanas de TMI a 60% da P_{Imáx} em pacientes com insuficiência cardíaca crônica não induziram modificações expressivas na VFC (LAOUTARIS et al., 2008). No entanto, em indivíduos saudáveis se observou uma diminuição na FC a partir de

altas cargas de trabalho (100% da P_{Imáx}) em um período de seis semanas de sobrecarga aos músculos inspiratórios (GETHING et al., 2004).

Um fato interessante foi observado em indivíduos sedentários com aumento da resistência vascular periférica, onde cargas a 60% da P_{Imáx} promoveram significativa interação do metaborreflexo na modulação do SNA cardiovascular (SHEEL et al., 2001; CALLEGARO et al., 2011).

Embora os benefícios do TMI estejam bem estabelecidos do ponto de vista funcional para pacientes com disfunção cardiopulmonar, pouco se sabe a respeito da influência da sobrecarga da musculatura ventilatória sobre a modulação do SNA cardiovascular, especialmente em relação à VFC. Em função disso, esse estudo tem por objetivo investigar o efeito agudo de diferentes sobrecargas de trabalho da musculatura inspiratória sobre a modulação do SNA cardiovascular avaliado através da VFC em indivíduos saudáveis.

2 HIPÓTESE E OBJETIVOS

2.1 Hipótese

HO:

A sobrecarga imposta à musculatura inspiratória não altera a modulação do SNA cardiovascular de indivíduos saudáveis de forma dependente da intensidade.

H1:

A sobrecarga imposta à musculatura inspiratória altera a modulação do SNA cardiovascular de indivíduos saudáveis de forma dependente da intensidade.

2.2 Objetivo geral

Verificar o efeito agudo do treinamento muscular inspiratório com diferentes sobrecargas inspiratórias sobre a modulação do SNA cardiovascular em indivíduos saudáveis.

2.3 Objetivos específicos

Verificar o efeito agudo do treinamento muscular inspiratório com 30% da P_{Imáx} sobre a modulação do SNA cardiovascular em indivíduos saudáveis.

Verificar o efeito agudo do treinamento muscular inspiratório com 60% da P_{Imáx} sobre a modulação do SNA cardiovascular em indivíduos saudáveis.

Comparar o efeito agudo do TMI com 30% versus 60% da P_{Imáx} sobre a modulação do SNA cardiovascular em indivíduos saudáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELIS, K.D.; SANTOS, M. D.S.B.; IRIGOYEN, M.C. Sistema nervoso autonômico e doença cardiovascular. **Rev Soc Cardiol RGS**, n.3, p. 1-7, Set/ Dez. 2004.

AKSELROD, S. et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. **Science**, v. 213, n.4504, p.220-222, 1981.

ANDRADE, A.D. et al. Inspiratory muscular activation during threshold therapy in elderly healthy and patients with COPD. **J Electromyogr and kinesiol**, v.15, n.6, p.631-639, 2005.

BARRETT, K.E. et al. Origin of heartbeat & the electrical activity of the heart. In _____ **Ganong's: Review of Medical Physiology**. 23. ed. United States: McGraw Hill, 2010. p.491.

BERNARDI, L. et al. Modulatory effects of respiration. **Autonomic Neuron: Basic and Clinical**, v.90, p.47-56, 2001.

BOER, C.A.A.; MOCELIN, A.J.; MATSUO, T. Validação dos testes de ewing para avaliação de disfunção autonômica. **Arq Neuropsiquiatr**, v.56, n.2, p.250-254, 1998.

BELLI, J.F.C. et al. Comportamento do ergorreflexo na insuficiência cardíaca. **Arq.Bras.Cardiol**, v.97, n.2, p.171-178, 2011.

BORILE, Suellen. **Resposta Cardiovascular do exercício agudo da musculatura inspiratória em pacientes com cardiomiopatia hipertensiva ou chagásica**.2010.83f. Dissertação (Mestre em Ciências)- Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BECKERMAN, M. et al. The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. **Chest**, v. 128, p.3177-3182, 2005.

CORRÊA, A.P. et al. Inspiratory muscle training in type 2 diabetes with inspiratory muscle weakness. **Med Sci Sports Exerc**, v.43, n.7, p.1135-1141, 2011.

CAHALIN, L.P. et al. Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes. **Rev.Cardiovasc.Ther**, v.11, n.2, p.161-177, Feb. 2013.

COSTA, M.F.M. et al. Avaliação da função autonômica em portadores de cardiomiopatia hipertrófica com e sem síncope. **Arq.Bras.Cardiol**, v.100, n.2, p.180-186, 2013.

CHIAPPA, G.R. et al. Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. **J Am Coll Cardiol**, v.51, n.17, p.1663-1671, 2008.

CALLEGARO, C.C. et al. Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals. **Respir Physiol Neurobiol**, v.177, n.1, p.24-29,2011.

DALL'AGO, P. et al. Controle reflexo da pressão arterial no diabetes experimental. **Rev Bras Hipertens**, v.6, n.3, p.255-263, 1999.

DAVIDSON, N.S.; GOLDNER, S.; MCCLOSKEY, D.I. Respiratory modulation of baroreceptor and chemoreceptor reflexes affecting heart rate and cardiac vagal efferent nerve activity. **J Physiol**, v.259, p.523-350, 1976.

DEMPSEY, J.A. et al. Respiratory influences on sympathetic vasomotor outflow in humans. **Respir Physiol e Neurobiol**, v.130, n.1, p.3-20, 2002.

DALL'AGO, P. et al. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. **JACC**, v. 47, n.4, p.757-763, 2006.

DOWNEY, A.E. et al. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 156, n.2, p.137-462, 2007.

EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Eur Heart J**, v.17, p.354-381, 1996.

EWING, D.J. et al. The Value of Cardiovascular Autonomic Function Tests: 10 Years Experience in Diabetes. **Diabetes Care**, v.8, n.5, p.491-498, 1985.

ENRIGHT, S.J.; UNNITHAN, V.B. Effect of Inspiratory Muscle Training Intensities on Pulmonary Function and Work Capacity in People Who Are Healthy: A Randomized Controlled Trial. **Phys Ther**, v. 91, p.894-905, 2011.

EDWARDS, A.M.; WELLS, C.; BUTTERLY, R. Concurrent inspiratory muscle and cardiovascular training differentially improves both perceptions of effort and 5000 m running performance compared with cardiovascular training alone. **Br J Sports Med**, v.42, n.10, p.823-827, 2008.

FAKHRZADEH, H. et al. Cardiac Autonomic Neuropathy Measured by Heart Rate Variability and Markers of Subclinical Atherosclerosis in Early Type 2 Diabetes. **ISRN Endocrinol**, v.2012, p.1-7, 2012.

FERREIRA, Janáina Barcellos. **Treinamento da musculature ventilatória como estratégia terapêutica em pacientes hipertensos**. 2011. 129f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde)- Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, 2011.

FERREIRA, J.B. et al. Inspiratory muscle training reduces blood pressure and sympathetic activity in hypertensive patients: A randomized controlled trial. **Int J Cardiol**, v.166, n.1, p.1-7, Oct. 2011.

GUYTON, Arthur C; HALL, John Edward. Visão geral da circulação: Física médica da pressão, fluxo e resistência. In _____ **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed. RJ: Elsevier, 2006. p.161-170.

_____. Regulação Nervosa da circulação e o controle rápido da pressão arterial. In _____ **Tratado de fisiologia médica**. 12. ed. RJ: Elsevier, 2011. p.215.

GOMES, M.E. Sympathoinhibition by atorvastatin in hypertensive patients. **Circ J**. v.74, n.12, p.2622-2626, 2010.

GETHING, A.D.; PASSFIELD, L.; DAVIES, B. The effects of different inspiratory muscle training intensities on exercising heart rate and perceived exertion. **Eur J App Physiol**, v.92, n.1-2, p.50-55, 2004.

HALLIWILL, J.R.; MORGAN, B.J.; CHARKOUDIAN, N. Peripheral Chemoreflex and Baroreflex Interactions in Cardiovascular Regulation in Humans. **J Physiol**, v.552, n.1, p.295-302, 2003.

HAYMET, B.T.; MCCLOSKEY, D.I. Baroreceptor and chemoreceptor influences on heart rate during respiratory cycle in the dog. **J Physiol**, v.245, n.3, p.699–712, 1975.

IRIGOYEN, M.C.; COLOMBO, F.M.C.; KRIEGER, E.M. Controle cardiovascular: regulação reflexa e papel do sistema nervoso simpático. **Rev Bras Hipertens**, v.8, n.1, p. 55-62, 2001.

_____. Controle fisiológico da pressão arterial pelo sistema nervoso. **Rev Bras Hipertens**, v.8, n.1, p. 6-10, 2005.

ILLI, S.K. et al. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. **Sports Med**. v. 42, n.8, p.707-724, 2012.

JARADEH, S.S.; PRIETO, T.E. Evaluation of the autonomic nervous system. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v.14, n.2, p.287–305, 2003.

KENNETH, C. et al. Heart Rate Variability. **Journal of Cardiac Electrophysiology**, v.17, n.6, p. 691–694, 2006.

KAMINSKI, D.M. et al. Inspiratory muscle weakness is associated with autonomic cardiovascular dysfunction in patients with type 2 diabetes mellitus. **Clin Auton Res**, v.21, p.29-35, 2011.

KLEIGER, R.E.; STEIN, P.K.; BIGGER, JT. Heart rate variability: measurement and clinical utility. **Ann Noninvasive Electrocardiol**, v.10, n.1, p.88–101, 2005.

LEWIS, M.J. Heart rate variability analysis: a tool to assess cardiac autonomic function. **Comput Inform Nurs**, v.23, n.6, p.335–341, 2005.

LIN, S.J. et al. Inspiratory Muscle Training in Patients with Heart Failure: A Systematic Review. **Cardiopulmon Phys Ther J**, v. 23, n.3, p.29-36, 2012.

LAOUTARIS, I.D. et al. Effects of inspiratory muscle training on autonomic activity, endothelial vasodilator function, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide levels in chronic heart failure. **J Cardiopulm Rehabil Prev**, v. 28, n.2, p.99-106, 2008.

MOSTARDA, C. et al. Baroreflex sensitivity impairment is associated with cardiac diastolic dysfunction in rats. **Journal of Cardiac Failure**, v.17, n.6, p.519-525, 2011.

MELLO, P.R et al. Inspiratory muscle training reduces sympathetic nervous activity and improves inspiratory muscle weakness and quality of life in patients with chronic heart failure: a clinical trial. **J Cardiopulm Rehabil Prev**, v.32, n.5, p.255-261, 2012.

MARCO, E. et al. High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic. heart failure: a prospective randomized trial. **Eur J Heart Fail**,v.15, n.3 p.2-10, March. 2013.

MCCONNELL, A.K.; GRIFFITHS, L.A. Acute Cardiorespiratory Responses toInspiratory Pressure Threshold Loading. **Med Sci Sports Exerc**, v.42, n.9, p.1696-1703, 2010.

NEUMANN, C.; SCHMID, H. Standardization of a computerized method for calculating autonomic function test responses in healthy subjects and patients with diabetes mellitus. **Braz J Med Biol Res**, v.30, n.2, p.197–205, 1997.

NUNAN, D. et al. Validity and Reliability of short-Term Heart –Rate Variability from the Polar S810. **Med Sci Sports Exerc**, v.41, n.1, p. 243-250, 2009.

NEFF, R.A. et al. Respiratory sinus arrhythmia: endogenous activation of nicotinic receptors mediates respiratory modulation of brainstem cardioinhibitory parasympathetic neurons. **Circulation. Research**. v.93, n.6, p.565–572, 2003.

O'BRIEN, I.A.D.; O'HARE, P.; CORRALL, R.J.M. Heart rate variability in healthy subjects: effect of age and the derivation of normal ranges for tests of autonomic function. **Br Heart J**, v.55, n.4, p.348-354, 1986.

PFEIFER MA et al. Differential changes of autonomic nervous system function with age in man. **AM J Med**, v.75, n.2, p.249-258, 1983.

PERINI, R; VEICSTEINAS, A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. **Eur J Appl Physiol**, v.90, n.3-4, p. 317–325, 2003.

PAGANI, M. et al. Relationship between spectral components of cardiovascular variabilities and direct measures of muscle sympathetic nerve activity in humans. **Circulation**, v. 95, n.6, p.1441-1448, 1997.

PRIBBERNOW, Suzane Cristina Milech. **Avaliação da neuropatia autonômica urêmica em pacientes em hemodiálise em tratamento conservador através da análise da variabilidade da frequência cardíaca**. 2001.96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas: Nefrologia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PINSKY, M.R. Cardiovascular issues in respiratory care. **Chest**. v.128, n.5, p.592-597, 2005.
PLENTZ, R.D.M. et al. Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca: metanálise de estudos randomizados. **Arq Bras Cardiol**, v.99,n.2, p.762-771, 2012.

RANPURIA, R. et al. Heart rate variability (HRV) in kidney failure: measurement and consequences of reduced HRV. **Nephrol Dial Transplant**, v.23, n.2, p.444-449, 2008.

ROUTLEDGE, H.C.; CHOWDHARY, S.; TOWNEND, J.N. Heart rate variability--a therapeutic target? **J Clin Pharm Ther**, v.27, n.2, p.85-92, 2002.

ROMER, L.M.; POLKEY, M.I. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. **J Appl Physiol**, v.104, n.3, p. 879-888, 2008.

SERÓN, P et al. Effect of training on muscle strength and quality of life in patients with chronic airflow limitation:a randomized controlled trial. **Arch Bronconeumol**, v.41, n.11, p.601-606, 2005.

SANTOS, Fabiana Silva. **Arritmia sinusal respiratória durante anestesia sob ventilação mecânica**. 2010. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SCHAFFER, T. et al. Evaluation of techniques for estimating the power spectral density of RR-intervals under paced respiration conditions. **J Clin Monit Comput**,v.27, n.1, p.1-6, Mar. 2013.

SINGH, J.P. et al. Association of hyperglycemia with reduced heart rate variability (The Framingham Heart Study). **Am J Cardiol**, v.86, n.3, p.309-312, 2000.

SHEEL, A.W. et al. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. **J Physiol**, v.537, n.1, p. 277-289, 2001.

THOMPSON, J.M. et al. Total norepinephrine spillover, muscle sympathetic nerve activity and heart-rate spectral analysis in a patient with dopamine beta-hydroxylase deficiency. **J Auton Nerv Syst**, v.55, n.3, p.198-206, 1995.

TARVAINEN, M.P.; NISKANEN, J.P. **Kubios HRV: user's guide**. Version 2.0. 2008. p. 4-49. Disponível em < <http://kubios.uku.fi/>>. Acesso em: 16 oct. 2008.

TOUT, R; TAYARA, L; HALIMI, M. The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients. **Ann Phys Rehabil Med**, v.56, n.3, p.193-211, 2013.

VANDERLEI, L.C.M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, v.24, n.2, p. 205-217, 2009.

VINIK, A.I. et al. Diabetic Autonomic Neuropathy. **Diabetes Care**, v.26, n.5, p.1553–1579, 2003.

WALLE'N, M.B. et al. Possibilities and limitations of the polar RS800 in measuring heart rate variability at rest. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n.3, p.1153-1165, 2011.

XHYHERI, B. et al. Heart Rate Variability Today. **Prog Cardiovasc Dis**, v.55, p.321-331, 2012.

YASUMA, F. HAYANO, J. Respiratory sinus arrhythmia: why does the heart beat synchronize with respiratory rhythm? **Chest**. v.125, n.2, p.683-90, 2004.

Capítulo II- Artigo

Artigo formatação Revista Brasileira de Fisioterapia

**EFEITO AGUDO DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO COM
DIFERENTES SOBRECARGAS SOBRE O CONTROLE AUTONÔMICO DE
INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS: UM ESTUDO RANDOMIZADO CRUZADO**

ACUTE EFFECT OF INSPIRATORY MUSCLE TRAINING WITH DIFFERENTS
LOADS IN THE AUTONOMIC CONTROL IN HEALTHY INDIVIDUALS: A
RANDOMIZED CROSSOVER STUDY

Vanessa Giendruczak da Silva¹;Thiago Dipp¹;Fabrício Edler Macagnan¹; Luisa Cioato Lemos²; Janice Luisa Lukrafka Tartari²; Rodrigo Della Méa Plentz¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Ciências de Porto Alegre, Porto Alegre, RS – (UFCSPA).

² Departamento de Fisioterapia -Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS - (UFCSPA).

Correspondência para: Rodrigo Della Méa Plentz, Sarmiento Leite,245,CEP:90050-170, Porto Alegre, RS, Brasil, e-mal: roplentz@yahoo.com.br; rodrigop@ufcspa.edu.br

RESUMO

Introdução: O ciclo ventilatório exerce forte influência sobre o sistema nervoso autônomo (SNA) induzindo ajustes para promover a interação cardiopulmonar. **Objetivo:** Verificar o efeito agudo de diferentes sobrecargas de treinamento muscular inspiratório (TMI) sobre a modulação do SNA cardiovascular em indivíduos saudáveis. **Métodos:** Ensaio clínico randomizado do tipo cruzado (*cross-over*) em que foi avaliado o efeito de uma sessão de TMI a 30% e 60% da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}). Foram incluídos voluntários saudáveis e sedentários de ambos os sexos, com idade entre 18 e 35 anos. A força muscular inspiratória foi avaliada através da PI_{máx} com manovacuômetro digital MVD 300, escalonado em ± 300 cmH₂O. As medidas foram realizadas previamente a cada dia de sobrecarga. Os sinais da frequência cardíaca foram adquiridos pelo monitor Polar[®] RS800CX e foi realizada a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) após a sessão de TMI com o dispositivo pressórico linear *Powerbreathe*[®] nos primeiros 10 minutos (agudo), 60 minutos (subagudo) e, após 24h (tardio). **Resultados:** Foram avaliados dezenove indivíduos (47% homens, 25 \pm 5 anos). Na fase aguda apenas com 60% da PI_{máx} houve redução significativa da variabilidade dos intervalos RR e no componente de alta frequência (HFnu), enquanto que o componente de baixa frequência (LFnu) e o balanço autonômico (LF/HF) aumentaram significativamente. Na fase subaguda, o mesmo comportamento foi observado para HFnu, LFnu, LF/HF. Quando comparadas as sobrecargas, houve aumento significativo na magnitude do efeito a 60% PI_{máx} para NN50, LF/HF, LFnu, HFnu na fase aguda, bem como, para RR, NN50, LFnu e HFnu na fase subaguda ($p < 0,05$). **Conclusão:** O efeito agudo do TMI a 60% da PI_{máx} foi maior que 30% PI_{máx} na modulação do SNA cardiovascular de indivíduos saudáveis.

Palavras chaves: Exercício respiratório. Treinamento. Sobrecarga. Sistema nervoso autônomo.

ABSTRACT

Introduction: Ventilatory cycle exerts strong influence on autonomic nervous system (ANS) inducing adjustments to promote cardiopulmonary interaction. **Objective:** Evaluate the acute effect of different loads inspiratory muscle training (IMT) in cardiovascular ANS modulation in healthy. **Methods:** Randomized crossover trial. The subjects performed a single session with 30% and 60% overload of maximal inspiratory pressure (MIP). Sedentary healthy volunteers of both sexes, aged between 18 and 35 years were included. Inspiratory muscle strength was assessed by MIP with digital manometer MVD 300, adjusted in ± 300 cmH₂O. The measurements were performed prior to each day of overload. Heart rate signal were acquired by Polar ® RS800CX monitor and heart rate variability (HRV) analysis was performed after TMI single session with linear pressure device *Powerbreathe*® in the first 10 minutes (acute), 60 minutes (subacute) and after 24h (late). **Results:** Were evaluated 19 subjects (47% men, 25 ± 5 years). In the acute phase, only with 60% of MIP, RR intervals and high frequency component (HFnu) decreased significantly whereas low-frequency component (LFnu) and autonomic balance (LF / HF) increased significantly just after 60% of MIP. Same behavior were observed with HFnu, LFnu, LF/HF at the subacute phase. When compared the different overloads, there was significant increase in the magnitude of the effect to 60% MIP for NN50, LF / HF, LFnu, HFnu in the acute phase as well as for RR, NN50, LFnu and HFnu in subacute phase ($p < 0.05$). **Conclusions:** The acute effect of IMT 60% MIP was greater than 30% MIP in cardiovascular ANS modulation in healthy.

Key Words: Respiratory exercise. Training. Overload. Autonomic nervous system.

Introdução

O Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) apresenta evidências quanto aos seus efeitos benéficos em diferentes populações e para diferentes finalidades tais como melhora da força, endurance dos músculos ventilatórios^{1,4}, aumento da capacidade funcional e qualidade de vida de pacientes^{5,6}. Alguns mecanismos são propostos para explicar essas melhoras entre eles se destacam as repercussões do TMI sobre fluxo sanguíneo periférico, na pressão sanguínea, no consumo máximo de oxigênio e no controle autonômico cardiovascular observado em populações distintas⁶⁻⁹.

Outro aspecto que deve ser mencionado é a estreita relação entre os sistemas respiratório e o cardiovascular. Sabe-se que as oscilações na FC associadas ao ciclo respiratório demonstram que a respiração interage com a circulação por meio de vários mecanismos. A ventilação pulmonar produz modulação da pressão intratorácica, mudanças no retorno venoso e alteração no volume de ejeção, levando a mudanças fásicas na pressão sistólica e na frequência cardíaca^{6,10}. O sistema nervoso autônomo (SNA), através de uma rede ampla de informações e diferentes tipos de receptores¹¹, atua pela ativação simpática e parassimpática, regulando a pressão de perfusão pelas variações no débito cardíaco (DC) e na resistência vascular periférica (RVP), exercendo o controle da pressão arterial (PA)^{6,10,12}.

Contudo, apesar dos benefícios do TMI estarem bem estabelecidos do ponto de vista funcional e haver suficiente evidência a respeito de sua contribuição para a melhora da qualidade de vida de portadores de disfunção cardiopulmonar^{5,6,13}, existem poucos estudos sobre o efeito da carga de trabalho na modulação do sistema cardiopulmonar^{7,9,14}, especialmente em relação à variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

Alguns trabalhos têm demonstrado o efeito do TMI sobre o SNA, Ferreira et al (2011), encontraram resultados significativos em pacientes hipertensos na redução da modulação simpática e predomínio da modulação parassimpática, avaliados antes e após oito semanas de TMI a 30% da P_{Imáx}⁷. Também em pacientes com doença cardíaca crônica foi demonstrado que, após 12 semanas de TMI, com a mesma intensidade de carga, houve diminuição na atividade nervosa simpática muscular⁹.

Em populações saudáveis, também se verifica a ação do TMI sobre os sistemas respiratório e cardiovascular. Um estudo com oito remadores saudáveis observou o efeito agudo de cargas que variaram de 50% a 90% da P_{Imáx} cujos resultados demonstraram aumento na FC em todas as cargas utilizadas, no entanto, somente a partir de 60% da P_{Imáx}

houve um aumento significativo na pressão arterial sistólica e na pressão arterial média¹⁵. Além disso, protocolos com cargas de 50% a 100% da P_{Imáx}, induzindo à fadiga muscular do diafragma, vêm sendo utilizados¹⁶ e os resultados mostraram repercussão no sistema cardiovascular com o aumento da FC e da PA, assim como, o aumento da atividade nervosa simpática muscular^{12,17,18}. Estas informações forneceram evidências a respeito da repercussão das cargas de TMI sobre os sistemas respiratório e cardiovascular, principalmente devido à relação entre a carga de trabalho ventilatório e as respostas cardiovasculares.

Outro estudo utilizando 40%, 60% e 80% da P_{Imáx}, realizado com quarenta indivíduos saudáveis mostrou melhora na força e resistência muscular inspiratória em todas as cargas trabalhadas. Entretanto, a melhora na capacidade de trabalho e na potência somente ocorreu nos grupos que realizaram TMI com 60% e 80%, enquanto que para a capacidade vital e capacidade pulmonar total só houve mudanças no grupo que treinou a 80% da P_{Imáx}².

Apesar dos benefícios fisiológicos do TMI estarem relatados na literatura em diversas populações, ainda não há um consenso na literatura internacional para a carga e o tempo utilizados nos protocolos em treinamentos de força e resistência. Contudo, a fim de atingir os efeitos fisiológicos desejados, os protocolos têm variado na duração do treinamento muscular inspiratório desde semanas^{7,19}, meses²⁰ até um ano²¹.

Contudo, apesar dos benefícios do TMI estarem bem estabelecidos do ponto de vista funcional e haver suficiente evidência a respeito de sua contribuição para a melhora da qualidade de vida de pacientes com disfunção cardiopulmonar^{5,6,13}, ainda é restrito o conhecimento sobre o efeito da carga de trabalho na modulação do SNA cardiovascular^{7,9,14}, especialmente em relação à variabilidade da frequência cardíaca. Portanto, o objetivo desse estudo foi verificar o efeito do TMI sobre a modulação do SNA cardiovascular para testar a hipótese de que a sobrecarga aguda da musculatura inspiratória altera a modulação do SNA cardiovascular de indivíduos saudáveis de forma dependente da intensidade utilizada.

Materiais e Métodos

Desenho do estudo

Este estudo se caracteriza como sendo um ensaio clínico randomizado do tipo cruzado, oriundo de outro ensaio clínico intitulado: “Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência renal terminal: um ensaio clínico randomizado”. Foi aprovado pelo Comitê

de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), de acordo com o protocolo de número: 075/05, e da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCOMPA), de acordo com o protocolo de número: 3449/10. O experimento foi conduzido após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Participantes

Foram incluídos voluntários saudáveis de ambos os sexos com idade entre 18 e 35 anos, sem história de doença cardiovascular ou pulmonar, que não faziam uso de nenhuma medicação que pudesse interferir no controle autonômico, sedentários que não praticassem atividade física recreativa ou competitiva acima de duas vezes por semana. Foram excluídos indivíduos tabagistas, obesos ($IMC \geq 35$) e com histórico de doenças prévia ou ativa.

Protocolo experimental

As avaliações e intervenções ocorreram de julho de 2012 a janeiro de 2013 no Laboratório de Fisiologia da UFCSPA,.

O protocolo foi realizado em ambiente silencioso e com temperatura controlada ($22 \pm 1^\circ\text{C}$). Os voluntários foram orientados a suspenderem o consumo de bebidas alcoólicas, caféina, chimarrão, bebidas adoçadas artificialmente, chocolate, a não praticarem atividade física no dia anterior e realizarem uma refeição leve por, pelo menos, 2 horas antes da avaliação.

Avaliação da força muscular respiratória

A força muscular inspiratória foi avaliada através da medida de pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}) com a utilização do manovacuômetro digital MVD 300 (*Microhard System*[®], Globalmed, Porto Alegre, Brasil), escalonado em $\pm 300 \text{ cmH}_2\text{O}^{22}$. As medidas foram realizadas previamente a cada dia de sobrecarga para quantificação da carga a ser imposta na musculatura inspiratória.

Os voluntários foram instruídos a realizarem esforços máximos, partindo do volume residual pela inspiração profunda, contra uma via ocluída com um pequeno orifício de escape

de ar (2 mm), mantendo uma pressão inspiratória de pelo menos 1,5 segundos, sustentando a maior pressão negativa por, pelo menos, 1 segundo. As medidas foram realizadas no mínimo cinco vezes, com intervalo de um minuto entre cada tentativa, sendo considerado o maior valor desde que não houvesse diferença maior que 10% entre os dois valores mais altos (24-26). Para análise dos resultados foram considerados os valores absolutos e em percentual do predito pelas equações propostas por Neder et al.²³.

Avaliação do controle autonômico

Para avaliação do controle autonômico, os voluntários permaneceram em supino com a cabeceira da maca a 45° de inclinação para a aquisição do sinal, foram orientados a permanecerem tranquilos e sem movimentação. Após um breve período de repouso para estabilização da FC (20 minutos), o sinal foi registrado por 10 minutos (basal). Além disso, foram captados os primeiros 10 minutos, imediatamente após a sobrecarga dos músculos inspiratórios (agudo), assim como, os últimos 10 minutos após 1 hora (subagudo) e, após 24h (tardio).

A avaliação do controle autonômico foi realizada com frequencímetro da marca Polar[®] modelo RS800CX (Polar Electro öy, Kempele, Finland). A cinta com o sensor foi posicionada no tórax do participante e o sinal automaticamente armazenado em intervalo RR e analisado posteriormente pelo *software* Kubios HRV (University of Kuopio, Kuopio, Finland). A frequência de amostragem foi fixada a 1.000 Hz para fornecer uma resolução temporal de 1ms para o intervalo RR, para o desvio padrão de intervalos RR normais (SDNN), para a raiz quadrada da média da soma das diferenças entre os intervalos normais adjacentes ao quadrado (RMSSD), para a porcentagem da diferença entre intervalos RR normais adjacentes que excedam 50 milissegundos (PNN50) e para o valor da diferença entre intervalos RR normais adjacentes que excedam 50 milissegundos (NN50).

A Transformação Rápida de Fourier foi utilizada para determinar a VFC com base no poder espectral em duas frequências distintas; alta frequência (*high-frequency* – HF) de 0,15 – 0,4 HZ e baixa frequência (*low-frequency* – LF) com banda de 0,04 – 0,15 HZ. Os resultados foram expressos em valores absolutos normalizados (HF nu, LF nu), onde a força individual de um espectro é dividida pela força total, diminuída do VLF e multiplicada por 100. O balanço autonômico foi calculado através de uma razão entre LF e HF (LF/HF).

Treinamento muscular inspiratório

O TMI com diferentes sobrecargas foi realizado em dois momentos com intervalo de 15 dias entre eles. Foi utilizado um dispositivo pressórico linear *Powerbreathe*[®] (POWERbreathe; HaB International Ltd, Southam, UK). Os voluntários foram devidamente posicionados em supino com cabeceira elevada a aproximadamente 45° de inclinação. Antes de iniciar o protocolo de TMI, a sobrecarga do aparelho foi ajustada conforme o sexo, idade, dados antropométricos e a carga pressórica mensurada previamente em 30%, ou 60% da P_Imáx. Os voluntários foram instruídos a manter respiração diafragmática e o TMI foi realizado em ciclos de 30 repetições, com intervalo de 30 segundos entre cada ciclo. Foi cronometrado o tempo de cada ciclo a fim de compor um tempo total de 15 minutos de treinamento. Em ambos momentos, a P_Imáx foi mensurada de acordo com metodologia já descrita e a ordem das intervenções foi randomizada, por programa de computador (www.random.org.br), para cada um dos dias de experimento por um investigador cego.

Os tempos de coleta para o registro do controle autônomo foi captado nos primeiros dez minutos de registro do ECG, após a sessão de sobrecarga (agudo), uma hora (subagudo) e 24h após (tardio) e a medida da pressão arterial e frequência cardíaca foram realizadas no início e final de cada treinamento.

Análise estatística

O cálculo amostral foi realizado com nível α de 5%, com desvio padrão de 0,2 em relação à variável LF/HF e erro máximo de estimativa de 0,09. Sendo assim, o tamanho da amostra se limitou em dezenove indivíduos. Além disso, foi utilizado o teste de *Shapiro-Willks* para verificar a normalidade dos dados e caso fosse necessário estes foram normalizados através de transformação logarítmica. Valeu-se do teste de *Kolmogorov-Smirnov* para comprovar a concordância entre as duas distribuições referentes à força muscular inspiratória, ou seja, entre os valores atingidos e previstos. Os dados com distribuição normal foram apresentados em média \pm desvio padrão, com ANOVA para medidas repetidas de uma ou duas vias para determinar mudanças fisiológicas no tempo. Violações de esfericidade foram analisadas através do teste de esfericidade de *Mauchly* e corrigidas, quando necessário, pelo teste de *Greenhouse-Geisser*. Uma vez apresentada diferença estatisticamente significativa, as comparações múltiplas dos níveis foram feitas

através do teste de Bonferroni. Para os dados sem distribuição normal se aplicou o teste de *Friedman*. A alternativa adotada para a realização das comparações múltiplas dos níveis foi o teste de *Wilcoxon Signed Rank*, aplicando uma correção de *Bonferroni* no nível de significância adotado. Utilizou-se o *software* SPSS, versão 19.0 e considerado significância $p < 0,05$.

Resultados

Foram entrevistados setenta indivíduos, dos quais vinte e três preencheram os critérios de elegibilidade, mas apenas dezenove (19) completaram o estudo, conforme mostra o fluxograma (Figura 1). Os dados clínicos são apresentados na Tabela 1, e conforme descrito, os valores da força máxima dos músculos inspiratórios estão dentro da normalidade.

As análises realizadas no domínio do tempo demonstraram que agudamente a sobrecarga a 60% da P_{Imáx} reduziu, de modo significativo, apenas a variabilidade dos intervalos RR (-7%). As demais variáveis estudadas (SDNN, RMSSD, NN50 e PNN50) não apresentaram alterações significativas (Tabela 2). Por outro lado, com essa mesma carga de trabalho foi constatada, na fase aguda, alteração significativa na análise espectral da VFC com aumento de 63% do componente de baixa frequência (LFnu), redução de 44% no componente de alta frequência (HFnu) e, conseqüentemente, aumento de 150% no balanço autonômico (LF/HF), conforme a Figura 2 A-C.

Na fase subaguda, ou seja, uma hora após a sessão de sobrecarga, com 60% da P_{Imáx} não houve diferença nas variáveis no domínio do tempo, incluindo a variabilidade dos intervalos RR. Já, no domínio da frequência houve manutenção do comportamento observado na fase aguda com LFnu elevado (+58%), HFnu reduzido (-41%) e LF/HF aumentado (+200%). Vinte e quatro horas após a sessão, não houve alteração significativa em relação aos valores basais (Figura 2 A-C).

Ao se comparar o efeito das diferentes cargas de TMI sobre a VFC, observou-se que no TMI a 60% da P_{Imax} a variabilidade dos intervalos RR foi 5% maior no período subagudo, quando comparado à sobrecarga de 30% ($p=0,04$). O mesmo comportamento também pode ser verificado entre os intervalos RR que excederam 50 milissegundos quando se equiparou as cargas na fase aguda (+11%; $p < 0,001$) e subaguda (+25%; $p=0,006$) (Tabela 2). No entanto, comparado à sobrecarga de TMI 30% da P_{Imax}, a magnitude do efeito da sobrecarga de TMI 60% da P_{Imax} foi maior tanto para o LFnu quanto para o HFnu, nas fases

agudas e subagudas, como demonstrado na Figura 2A e 2B. Porém, em relação ao balanço autonômico (LF/HF), houve diferença apenas na fase aguda quando confrontadas as sobrecargas como demonstra a Figura 2C.

Em relação à FC, agudamente se observou um aumento significativo tanto à sobrecarga de 30% da P_Imax (22%), quanto à de 60% da P_Imax (17%). Além disso, quando comparado com a subaguda, verificou-se que houve uma queda da FC a 30% da P_Imáx (17%) e a 60% da P_Imáx (16%), conforme Figura 3. Contudo, nos demais momentos avaliados da FC, bem como, a PA e a comparação entre as sobrecargas 30% e 60% da P_Imáx, essas duas variáveis hemodinâmicas não apresentaram diferença significativa.

Discussão

Tem-se o conhecimento que este foi o primeiro ensaio clínico na literatura em que se verificou o efeito agudo do TMI com diferentes sobrecargas de trabalho sobre a VFC em indivíduos saudáveis sedentários. Adicionalmente, foi confirmada a hipótese de que o TMI altera a modulação do SNA cardiovascular de forma dependente da intensidade utilizada em indivíduos saudáveis.

Foi demonstrado que o TMI a 60% da P_Imáx altera na fase aguda e subaguda o balanço autonômico tanto em relação ao basal quanto em relação aos valores registrados na fase aguda da sobrecarga de 30% da P_Imáx. Esse efeito ocorreu em função do aumento da modulação simpática concomitante à redução da modulação parassimpática. Por outro lado, no domínio do tempo os resultados foram menos pronunciados em relação à análise espectral. Observou-se redução da VFC, demonstrado pelos intervalos RR, na fase aguda com a sobrecarga de 60% da P_Imáx e, quando comparadas as diferentes sobrecargas, registrou-se que a magnitude do efeito foi maior a 60% da P_Imáx para os intervalos RR e NN50.

Os achados desta pesquisa, no domínio do tempo para os intervalos RR, assemelham-se aos resultados de Casties et al.²⁴, quando ciclistas treinados realizaram exercício a diferentes intensidades, 40%, 70% e 90% do consumo máximo de oxigênio, e a VFC diminuiu em relação ao repouso somente ao serem submetidos ao exercício de alta intensidade (90%). Outro comportamento semelhante dos intervalos RR foi observado em indivíduos saudáveis em treino intervalado de hipóxia²⁵. Ainda, um estudo comparou o efeito da atividade rítmica e da atividade normal espontânea sobre a VFC, mostrando diminuição na média dos intervalos RR (ms) em ambos os grupos com relação ao repouso, porém na

variância dos intervalos RR (ms^2) houve um aumento, que foi maior para o grupo que exerceu atividade rítmica²⁶. Os dados da literatura demonstram que as flutuações dos intervalos RR vão depender do tipo de atividade realizada e essas informações criaram indícios para os resultados deste estudo, encontrados no domínio do tempo, onde a magnitude do efeito da carga a 60% da P_{Imáx} imposta à musculatura inspiratória foi maior quando comparado a 30% da P_{Imáx}.

Em hipertensos⁷ e na insuficiência cardíaca⁹ um programa de TMI sete vezes por semana em oito e doze semanas, respectivamente com 30% da P_{Imáx} encontrou melhora na força muscular inspiratória, diminuição na modulação simpática, bem como, aumento na modulação parassimpática. Esses resultados demonstram que a adaptação e a melhora dos sistemas ocorrem em função da intensidade e do tempo de tratamento, porém, ainda não existem estudos comparando a magnitude da resposta em função de diferentes sobrecargas impostas ao sistema ventilatório. Em diabéticos, após oito semanas de treinamento a 30% da P_{Imáx}, apesar da melhora na P_{Imáx}, os valores da VFC não apresentaram diferenças significativas²⁷. Resultados semelhantes obteve Laoutaris et al.¹⁴, contudo, na ocasião, a população estudada foram pacientes cardiopatas com insuficiência cardíaca submetidos a treinamento com uma carga de 60% da P_{Imáx}. Por outro lado, quando avaliado o efeito autonômico em indivíduos saudáveis e ativos, observou-se que a carga de 60% da P_{Imáx} trouxe mudanças na FC, PA, fluxo sanguíneo e RVP^{8,15}. De forma importante os resultados da literatura e os encontrados neste estudo apontam para a existência de relação entre a carga utilizada, a magnitude e o tipo de resposta encontrada.

Os resultados da interação cardiorrespiratória encontrados nos estudos prévios, assim como os achados neste estudo como ora se comprova, provavelmente foram influenciados pelos princípios fisiológicos do treinamento (sobrecarga, especificidade e reversibilidade), cujas adaptações funcionais nos músculos ventilatórios ocorrem a partir do estímulo aplicado.

Neste contexto, sabe-se que, em sedentários e atletas, o exercício de alta intensidade interfere no balanço autonômico²⁸, bem como, altos níveis de força muscular inspiratória provocam aumento da atividade nervosa simpática muscular tempo-dependente^{17,18,29}. Isso implica dizer, que quanto maior a sobrecarga imposta na musculatura inspiratória maior o efeito no SNA, a curtos períodos de tempo (oito a dez minutos)^{17,18,29}, e maior o período para os valores retornarem aos níveis basais. A explicação para esses resultados estaria na situação de fadiga dos músculos inspiratórios que é refletida pelo aumento da atividade nervosa simpática muscular e RVP^{12,18,29}.

Em estudos clínicos têm sido verificado que a fadiga dos músculos inspiratórios resulta no aumento do fluxo vasoconstritor simpático^{18,29}. Muitos autores justificam esses achados pelo mecanismo do metaborreflexo muscular^{12,18,29}. Não se buscou avaliar o metaborreflexo, entretanto, essas informações permitem hipotetizar que os efeitos observados no presente estudo poderiam ter ocorrido mediado também por esses mecanismo, uma vez que o exercício aumenta o DC e o consumo máximo de oxigênio, redistribuindo o fluxo sanguíneo das áreas inativas em vasoconstrição para o músculo em trabalho e para o miocárdio, enquanto que a pressão arterial média é mantida dentro dos níveis de repouso¹².

Dessa forma, pode-se inferir que o aumento do DC ocorreu à custa da elevação da FC e não da PA, uma vez que o TMI não alterou os níveis de pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica. Entretanto, a FC aumentou logo após a sobrecarga de 30% e 60% da P_{Imáx}, bem como, houve uma diminuição nos seus valores após uma hora. Este comportamento pode ser o resultado de mudanças complexas do organismo à sobrecarga dos músculos inspiratórios em trabalho durante o TMI. Adaptações do organismo podem ter ocorrido por mudanças no volume de ar corrente, no volume de reserva inspiratório e expiratório^{2,12,15,18,26}, no retorno venoso^{10,30} pela diferença de pressão intratorácica, na ativação dos barorreceptores dos músculos diafragma e intercostais e por ativação dos quimiorreceptores¹⁰.

Por isso, parte do mecanismo envolvido nestes resultados obtidos através deste estudo pode estar relacionado aos mecanorreceptores e o metaborreflexo, que são ativados por deformação mecânica, por distensão venosa e acúmulo de metabólitos, influenciando no aumento do fluxo sanguíneo para a circulação sistêmica e, conseqüentemente, no aumento da FC¹². Além disso, no sistema nervoso central, conexões sinápticas para neurônios espinhais nas áreas medulares vasomotoras interferem no aumento do fluxo simpático, diminuindo o tônus vagal¹ e adaptam o coração e o metabolismo ao esforço e trabalho que está sendo realizado pelo organismo^{10,29}.

Assim, associado a esses mecanismos, o TMI de alta intensidade pode trazer muitos benefícios, como: melhora na força muscular ventilatória, endurance⁴, mudanças autonômicas centrais e periféricas^{15,17,18}.

Como limitações deste estudo se pode relatar a ausência de avaliação da função pulmonar, metaborreflexo e do quimiorreflexo que poderiam estabelecer de forma mais específica a participação de cada um desses mecanismos no controle autonômico em

decorrência do TMI. Outro fator limitante foi o método que se escolheu para avaliar o sistema nervoso simpático e parassimpático, que não é uma medida direta de avaliação da modulação autonômica.

Apesar disso, o conhecimento estabelecido nesse trabalho pode contribuir no entendimento de um dos mecanismos de ação do treinamento muscular inspiratório, bem como, auxiliar na otimização de tratamentos que visem o desfecho relacionado ao SNA.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o TMI agudo com diferentes sobrecargas de trabalho altera a modulação do SNA cardiovascular de indivíduos saudáveis de forma dependente da intensidade utilizada.

Agradecimentos

Este estudo foi apoiado financeiramente em parte pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

1. Downey AE, Chenoweth LM, Townsend DK, Ranum JD, Ferguson CS, Harms CA. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respir Physiol Neurobiol.* 2007; 156(2): 137-462.
2. Enright SJ, Unnithan VB. Effect of Inspiratory Muscle Trainin Intensities on Pulmonary Function and Work Capacity in People Who Are Healthy: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther.* 2011; (91):894-05.
3. Illi SK, Held U, Frank I, Spengler CM. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2012; 42 (8): 707-24.
4. Marco E, Ramírez-Sarmiento AL, Coloma A, Sartor M, Comin-Colet J, Vila J, et al. High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic. heart failure: a prospective randomized trial. *Eur J Heart Fail.* 2013; 15(3):2-10.
5. Plentz RDM, Sbruzzi G, Ribeiro RA, Ferreira JB, Dall'Ago P. Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca: metanálise de estudos randomizados. *Arq Bras Cardiol.* 2012; 99(2):762-71.
6. Cahalin LP, Arena R, Guazzi M, Myers J, Cipriano G, Chiappa G. et al. Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes. *Rev Cardiovasc Ther.* 2013; 11(2):161-76.
7. Ferreira JB, Plentz RDM, Stein C, Casali KR, Dall'Ago. Inspiratory muscle training reduces blood pressure and sympathetic activity in hypertensive patients: A randomized controlled trial. *Int J Cardiol.* 2011; 166(1): 1-7.
8. Callegaro CC, Ribeiro JP, Tan CO, Taylor JA. Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals. *Respir Physiol Neurobiol.* 2011;177(1):24-9.
9. Mello PR, Guerra GM, Borile S, Rondon MU, Alves MJ, Negrão CE, et al. Inspiratory muscle training reduces sympathetic nervous activity and improves inspiratory muscle weakness and quality of life in patients with chronic heart failure: a clinical trial. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2012; 32(5):255-61.

10. Bernardi L, Porta C, Gabutti A, Spicuzza L, Sleight P. Modulatory effects of respiration. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*. 2001;(90):47-56.
11. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009; 24(2): 205-17.
12. Dempsey JA, Sheel AW, Croix CMS, Morgan BJ. Respiratory influences on sympathetic vasomotor outflow in humans. *Respir Physiol e Neurobiol*. 2002; (130):3–20.
13. Dall'Ago P, Chiappa GRS, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *JACC*. 2006; 47(4):757-63.
14. Laoutaris ID, Dritsas A, Brown MD, Manginas A, Kallistratos MS, Chaidaroglou A, et al. Effects of inspiratory muscle training on autonomic activity, endothelial vasodilator function, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide levels in chronic heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2008; 28(2):99-6.
15. McConnell AK, Griffiths LA. Acute Cardiorespiratory Responses to Inspiratory Pressure Threshold Loading. *Med Sci Sports Exerc*. 2010; 42(9):1696-03.
16. Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Raymaekers J, Goossens N, Gayan-Ramirez G, Hermans G, Troosters T. The assessment of inspiratory muscle fatigue in healthy individuals: a systematic review. *Respir Med*. 2013; 107(3):331-46.
17. St Croix CM, Morgan BJ, Wetter TJ, Dempsey JA. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic activation in humans. *J Physiol*. 2000; (529): 493–04.
18. 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(1): 277–89.
19. Chiappa GR, et al. Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2008; 51(17):1663-71.
20. Serón P, Riedemann P, Muñoz S, Doussoulin A, Villarroel P, Cea X. Effect of training on muscle strength and quality of life in patients with chronic airflow limitation: a randomized controlled trial. *Arch Bronconeumol*. 2005; 41(11): 601-06.
21. Beckerman M, Magadle R, Weiner M, Weiner P. The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. *Chest*. 2005; 128(5): 3177-82.
22. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702; *J Bras Pneumol*. 2010; 36(3):306-312.

23. Neder, J.A. et al. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.*1999; 32(6): 719-27.
24. Casties JF, Mottet D, Le Gallais D. Non-linear analyses of heart rate variability during heavy exercise and recovery in cyclists. *Int J Sports Med.* 2006; 27(10):780-5.
25. Bernardi L, Passino C, Serebrovskaya Z, Serebrovskaya T, Appenzeller O. Respiratory and cardiovascular adaptations to progressive hypoxia: Effect of interval hypoxic training. *Eur Heart J.*2001; 22(10):879–86.
26. Bernardi L, Valle F, Coco M, Calciati A, Sleight P. Physical activity influences heart rate variability and very-low-frequency components in Holter electrocardiograms. *Cardiovasc Res.* 1996; 32(2):234-7.
27. Corrêa AP, Ribeiro JP, Balzan FM, Mundstock L, Ferlin EL, Moraes RS. Inspiratory muscle training in type 2 diabetes with inspiratory muscle weakness. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(7):1135-41.
28. Perini R, Veicsteinas A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. *Eur J Appl Physiol.*2003; 90(3-4): 317–25.
29. Romer LM, Polkey MI. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol.* 2008; (104): 879–88.
30. Schaffer T, Hensel B, Weigand C, Schüttler J, Jelezcov C. Evaluation of techniques for estimating the power spectral density of RR-intervals under paced respiration conditions. *J Clin Monit Comput.* 2013; 27(1):1-6.

Tabela 1- Características clínicas dos voluntários (n=19)

Variáveis	Valores
Sexo (M/F)	9/10
Idade (anos)	25,1 ± 4,8
Estatura (cm)	169,5 ± 11,3
Peso (kg)	65,26 ± 12,9
IMC (Kg/m ²)	22,6 ± 3,3
Plmáx atingido (cmH ₂ O)	-101,2±24,4
Plmáx previsto (cmH ₂ O) *	-116,0±19,2
Plmáx % previsto (cmH ₂ O)	87,5±16,0
PAS (mmHg)	108,8 ± 1,9
PAD (mmHg)	69,8 ± 1,5
FC (bpm)	61,9 ±5,5

Os dados representam a média e o desvio padrão. IMC = índice de massa corporal; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; *p= 0,069 valores atingidos vs valores previstos.

Tabela 2 - Resposta Autonômica no domínio do tempo da variabilidade da frequência cardíaca para PImáx 30% vs PImáx 60%

	30% PImáx				60% PImáx			
	BASAL	AGUDO	SUBAGUDO	TARDIO	BASAL	AGUDO	SUBAGUDO	TARDIO
RR (ms) **	872,87±38,3	878,22±37,17	878,19±41,09	874,96±31,10	890,20±33,20	827,68±28,40 ^o	925,69±37,73 ^s	843,81±35,63
SDNN (ms) **	53,36±6,90	74,41±13,02	55,85±9,54	55,27±6,34	55,23±5,59	59,62±7,36	54,17±5,44	50,10±7,17
RMSSD (ms)**	58,30±9,06	82,12±16,42	63,54±13,81	60,78±8,41	56,09±8,14	51,97±6,53	54,79±8,86	51,71±9,27
NN50 **	100±2,94	82 ±2,72	70±3,05	77±2,95	100±3,25	91±3,15 ^s	88±3,39 ^s	73±3,38
PNN50 (%)	25,98±5,53	20,05±4,13	19,51±4,88	27,97±5,12	27,33±4,83	20,07±3,46	25,06±5,26	22,78±5,39

Os dados representam a média e o desvio padrão; **Variáveis que precisaram sofrer transformação logarítmica; RR(ms) = média dos intervalos

RR; SDNN(ms) = desvio padrão dos intervalos RR; RMSSD (ms) = raiz quadrada das diferenças médias dos quadrados entre sucessivos intervalos RR; NN50 = número de sucessivos intervalos pares RR que diferem mais do que 50ms; PNN50(%) = NN50 dividido pelo número total

de intervalos RR. ^oFriedman e Wilcoxon Signed Rank; ^s p<0,05 vs intervenção com teste Anova - two way; * p<0,05 vs basal intragrupo.

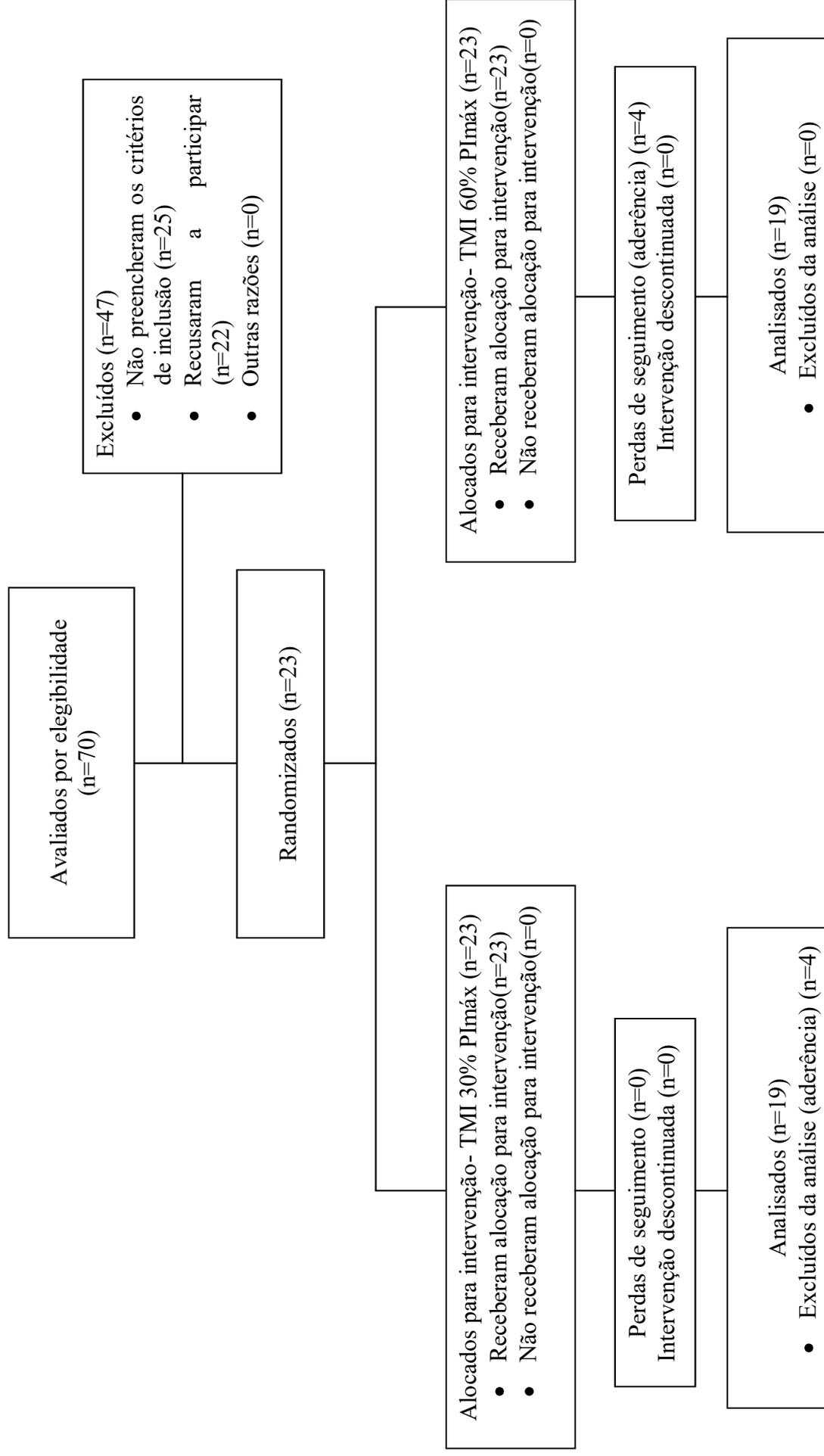


Figura 1. Fluxograma do processo de recrutamento e alocação dos participantes.

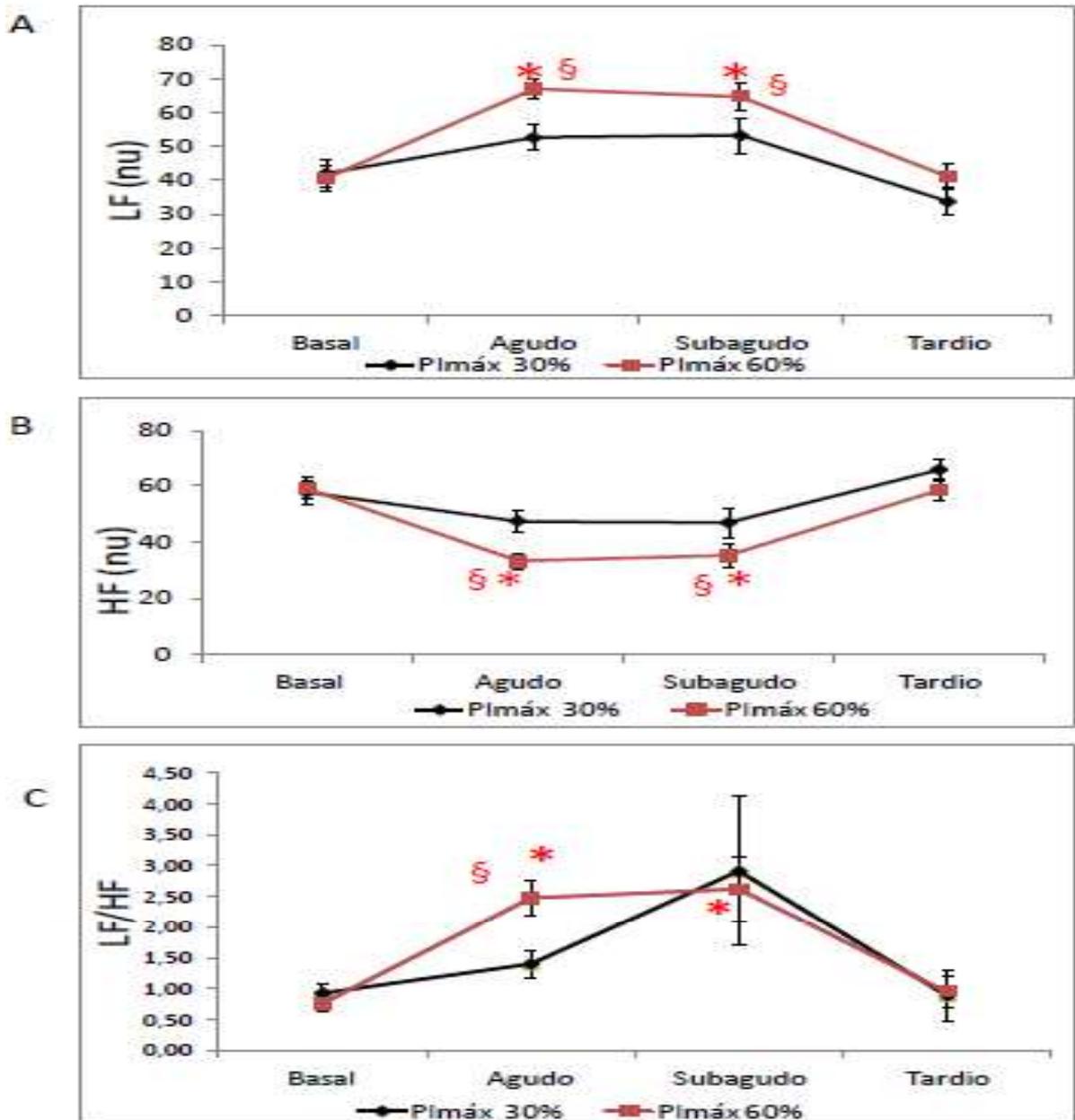


Figura 2. Variabilidade da frequência cardíaca para LF (A); HF(B); LF/HF (C) à 30 e 60% da PImax; LF= componente de baixa frequência; HF = componente de alta frequência; LF/HF = balanço autonômico; * PImax 60% vs basal (ANOVA- one Way) $p < 0,05$; §PImax 60% vs 30% (ANOVA- two Way) $p < 0,05$.

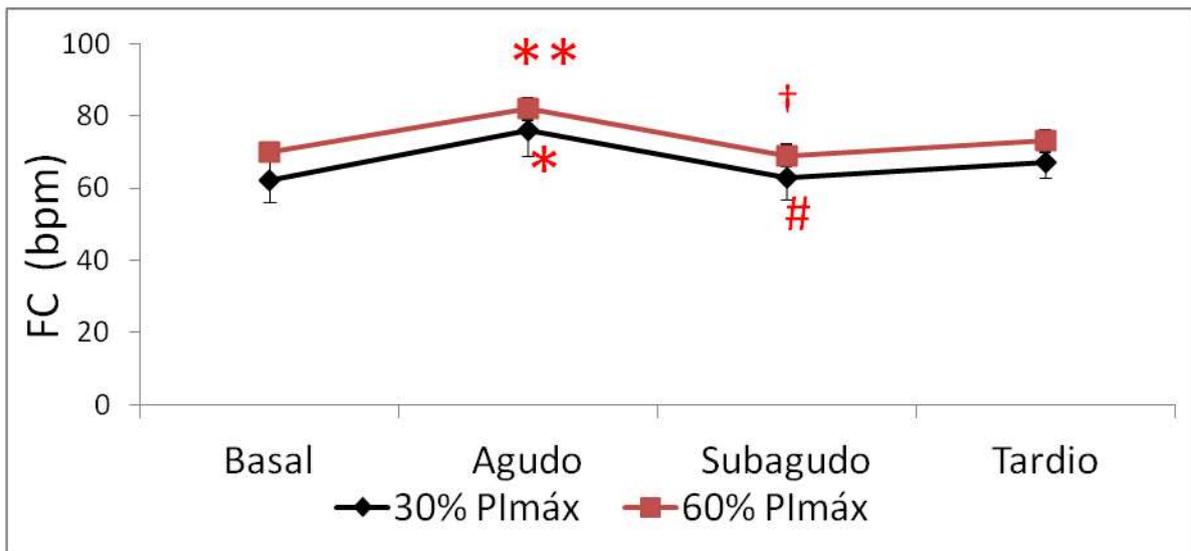


Figura 3. Resposta da frequência cardíaca à 30 e 60% da PImax; FC = frequência cardíaca; *PImax 30% vs basal (ANOVA one-way) $p < 0,001$; **PImax 60% vs basal (ANOVA one-way) $p = 0,029$; # PImax 30% vs agudo (ANOVA one-way) $p = 0,006$; † PImax 60% vs agudo (ANOVA one-way) $p = 0,039$.

ANEXOS

Anexo A- Aceite do Comitê de Ética em Pesquisa da UFCSPA



COMISSÃO CIENTÍFICA E COMISSÃO DE PESQUISA E ÉTICA EM SAÚDE

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP
UFCSPA

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFCSPA, registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) sob o nº 075/05 em 23/07/04, analisou o Projeto:

Projeto: 11-744

Versão do Projeto:

Versão do TCLE:

Pesquisadores:

RODRIGO DELLA MEA PLENTZ
VANESSA GIENDRUCZAK DA SILVA
MARIA CRISTINA DOS SANTOS BAUMGARTEN
THIAGO DIPP

Título: TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM PACIENTES
COM INSUFICIÊNCIA RENAL TERMINAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO.

Esse projeto foi aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos conforme as Resoluções 196/09 e demais Resoluções complementares. Toda e qualquer alteração do projeto, assim como eventos adversos graves, deverão ser comunicados a este CEP. Os TCLE, quando necessários, somente poderão ser utilizados após prévia e explícita aprovação (carimbo) de sua redação por este CEP".

Porto Alegre, 21 de junho de 2011.


José Geraldo Vernet Taborda
Coordenador do CEP/UFCSPA

Anexo B- Aceite do Comitê de Ética em Pesquisa da ISCMPA



Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre

Rua Prof. Annes Dias, 295 – Telefone: (51) 3214.8080 – Fax: (51) 3214.8585
 CEP 90020-090 – Porto Alegre – Rio Grande do Sul – CNPJ: 92815000/0001-68
 Site: www.santacasa.org.br – E-mail: marketing@santacasa.tche.br



PARECER CONSUBSTANCIADO

Parecer nº 541/10

Protocolo nº 3449/10

Título: “*Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência renal terminal: ensaio clínico randomizado*”.

Pesquisador Responsável: Rodrigo Della Méa Plentz

Instituição onde se realizará – Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre.

Data de Entrada: 12/11/2010

II – Objetivos – Geral: Verificar o efeito do TMI na qualidade de vida e na capacidade funcional de pacientes com IRT em tratamento na HD.

Específicos: • Verificar o efeito do TMI sobre a capacidade funcional pulmonar, força e resistência muscular respiratória.

- Verificar o efeito do TMI sobre a qualidade de vida de pacientes com IRT em HD.
- Verificar o efeito do estresse oxidativo, função endotelial e controle autonômico de pacientes com IRT em HD.
- Verificar as possíveis associações entre capacidade funcional, qualidade de vida, função pulmonar, força e resistência muscular respiratória, função endotelial, controle autonômico e estresse oxidativo frente ao TMI em pacientes com IRT.

III - Sumário do Projeto

Descrição e caracterização da amostra: Ensaio clínico randomizado. A amostra será composta por sujeitos com IRT em HD selecionados no Ambulatório de Hemodiálise do Hospital Santa Clara da ISCMPA. Os indivíduos serão pareados em idade, peso, altura e gênero e serão selecionados através de convite oral.

Crítérios de inclusão: • Pacientes em HD por mais de três meses;
 • Clearance da uréia ($Kt/V \geq 1.2$).

Crítérios de exclusão: • Alterações osteoarticulares e musculoesqueléticas incapacitantes;
 • Hipertensão não-controlado (PAS > 230mmHg e PAD > 120 mmHG);
 • IC > II (NYHA) / descompensada;
 • Diabetes não-controlada (glicemia > 300mg/dL);
 • Angina instável;
 • Estado febril e/ou doença infecciosa;
 • Tabagistas ativos;
 • Insuficiência respiratória aguda;
 • Infarto agudo do miocárdio recente.

Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/ISCMPA Fone/Fax (51) 3214-8571 – e-mail: cep@santacasa.tche.br
 Reconhecido: Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP / Ministério da Saúde
 IRB – Institutional Review Board pelo U.S. Department of Health and Human Services (DHHS)
 Office for Human Research Protections (ORPH) sob número - IRB00002509.
 FWA – Federalwide Assurance sob número - FWA00002949.



Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre

Rua Prof. Annes Dias, 295 – Telefone: (51) 3214.8080 Fax: (51) 3214.8585
 CEP 90020-090 – Porto Alegre – Rio Grande do Sul – CNPJ: 92815000/0001-68
 Site: www.santacasa.org.br – E-mail: marketing@santacasa.tche.br



Adequação das condições - Hospital escola com infra-estrutura adequada para a realização do estudo descrito.

IV -Comentários:

- **Justificativa do uso de placebo** – não se aplica.

- **Análise de riscos e benefícios** – os riscos são mínimos, sudorese, fadiga, cansaço, náuseas e mal estar. Os benefícios são melhorar sua qualidade de vida, sua capacidade de vida, capacidade física e cardiorrespiratória.

- **Adequação do termo de consentimento e forma de obtê-lo** – está adequado.

- **Informação adequada quanto ao financiamento** – está adequado e não acarretará ônus para a Instituição.

- **Outros centros no caso de estudos multicêntricos** – não se aplica.

V –Parecer do Relator – “Após avaliação do protocolo acima descrito, o presente comitê não encontrou óbices quanto ao desenvolvimento do estudo em nossa Instituição e poderá ser iniciado a partir da data deste parecer”.

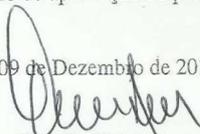
VI - Data da Reunião: 07/12/10.

“Projeto e Termo de Consentimento, Aprovados”.

Obs.: 1 - O pesquisador responsável deve encaminhar à este CEP, Relatórios de Andamento dos Projetos desenvolvidos na ISCMPA. Relatórios Parciais (pesquisas com duração superior à 6 meses), Relatórios Finais (ao término da pesquisa) e os Resultados Obtidos (cópia da publicação).

2 – Para o início do projeto de pesquisa, o investigador deverá apresentar a chefia do serviço (onde será realizada a pesquisa), o Parecer Consubstanciado de aprovação do protocolo pelo Comitê de Ética

Porto Alegre, 09 de Dezembro de 2010.


 Prof. Dr. Claudio Teloken
 Coordenador do CEP/ISCMPA

Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/ISCMPA Fone/Fax (51) 3214-8571 – e-mail: cep@santacasa.tche.br
 Reconhecido: Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP / Ministério da Saúde
 IRB – Institutional Review Board pelo U.S. Department of Health and Human Services (DHHS)
 Office for Human Research Protections (ORPH) sob número - IRB00002509.
 FWA – Federalwide Assurance sob número - FWA00002949.

Parecer nº. 541/10

Anexo C- Normas da Revista Brasileira de Fisioterapia

18/06/13

Rev. Bras. Fisioter. - Instruções aos autores

BJPT Brazilian Journal of
Physical Therapy

ISSN 1413-3555 versão
impressa
ISSN 1809-9246 versão online

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- [Escopo e política](#)
- [Forma e apresentação do manuscrito](#)
- [Submissão eletrônica](#)
- [Processo de revisão](#)
- [Áreas do conhecimento](#)

Escopo e política

Brazilian Journal of Physical Therapy (BJPT) publica artigos originais de pesquisa cujo objeto básico de estudo refere-se ao campo de atuação profissional da Fisioterapia e Reabilitação, veiculando estudos clínicos, básicos ou aplicados sobre avaliação, prevenção e tratamento das disfunções de movimento.

O conselho editorial da BJPT se compromete a publicar investigação científica de excelência, de diferentes [áreas do conhecimento](#).

A BJPT publica os seguintes tipos de estudo, cujo conteúdo deve manter vinculação direta com o escopo e com as áreas descritas pela revista:

a) **Estudos experimentais:** estudos que investigam efeito(s) de uma ou mais intervenções em desfechos diretamente vinculados ao escopo e áreas da BJPT. Estudos experimentais incluem estudos do tipo experimental de caso único, quasi-experimental e ensaio clínico.

A Organização Mundial de Saúde define ensaio clínico como "qualquer estudo que aloca prospectivamente participantes ou grupos de seres humanos em uma ou mais intervenções relacionadas à saúde para avaliar efeito(s) em desfecho(s) em saúde". Sendo assim, qualquer estudo que tem como objetivo analisar o efeito de uma determinada intervenção é considerado como ensaio clínico. Ensaio clínico inclui estudos de caso único, séries de casos (único grupo, sem um grupo controle de comparação), ensaios controlados não aleatorizados e ensaios controlados aleatorizados. Estudos do tipo ensaio controlado aleatorizado devem seguir as recomendações do CONSORT (*Consolidated Standards of Reporting Trials*), que estão disponíveis em: <http://www.consort-statement.org/consort-statement/overview0/>.

Neste site, o autor deve acessar o CONSORT 2010 *checklist*, o qual deve ser preenchido e encaminhado juntamente com o manuscrito. Todo manuscrito ainda deverá conter o CONSORT *Statement 2010 Flow Diagram*. A partir de 2014, todo processo de submissão de estudos experimentais deverá atender a essa recomendação.

b) **Estudos observacionais:** estudos que investigam relação(ões) entre variáveis de interesse relacionadas ao escopo e áreas da BJPT, sem manipulação direta

(ex: intervenção). Estudos observacionais incluem estudos transversais, de coorte e caso-controle.

c) **Estudos qualitativos:** estudos cujo foco refere-se à compreensão das necessidades, motivações e comportamentos humanos. O objeto de um estudo qualitativo é pautado pela análise aprofundada de uma unidade ou temática, que incluem opiniões, atitudes, motivações e padrões de comportamento sem quantificação. Estudos qualitativos incluem pesquisa documental e estudo etnográfico.

d) **Estudos de revisão de literatura:** estudos que realizam análise e/ou síntese da literatura de tema relacionado ao escopo e áreas da BJPT. Estudos de revisão narrativa crítica ou passiva só serão considerados quando solicitados a convite dos editores. Manuscritos de revisão sistemática que incluem metanálise terão prioridades em relação aos demais estudos de revisão sistemática. Aqueles que apresentam quantidade insuficiente de artigos selecionados e/ou artigos de baixa qualidade e que não apresentam conclusão assertiva e válida sobre o tema não serão considerados para a análise de revisão por pares.

e) **Estudos metodológicos:** estudos centrados no desenvolvimento e/ou avaliação das propriedades psicométricas e características clinimétricas de instrumentos de avaliação. Incluem também estudos que objetivam a tradução e/ou adaptação transcultural de questionários estrangeiros para o português do Brasil. No caso de estudos de tradução/adaptação de testes, é obrigatório anexar ao processo de submissão a autorização dos autores para a tradução e/ou adaptação do instrumento original.

No endereço <http://www.equator-network.org/resource-centre/library-of-health-research-reporting>, pode ser encontrada a lista completa dos *guidelines* disponíveis para cada tipo de estudo, por exemplo, o STROBE (STrengthening the Reporting of OBServational studies in Epidemiology) para estudos observacionais, o COREQ (Consolidated Criteria For Reporting Qualitative Research) para estudos qualitativos, o PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para revisões sistemáticas e metanálises e o GRRAS (Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies) para estudos de confiabilidade. Sugerimos que os autores verifiquem esses *guidelines* e atendam a *checklist* correspondente antes de submeterem seus manuscritos.

Estudos que relatam resultados eletromiográficos devem seguir o *Standards for Reporting EMG Data*, recomendados pela ISEK - International Society of Electrophysiology and Kinesiology (http://www.isek-online.org/standards_emg.html).

Aspectos éticos e legais

A submissão do manuscrito à BJPT implica que o trabalho na íntegra ou parte(s) dele não tenha sido publicado em outra fonte ou veículo de comunicação e que não esteja sob consideração para publicação em outro periódico.

O uso de iniciais, nomes ou números de registros hospitalares dos pacientes deve ser evitado. Um paciente não poderá ser identificado por fotografias, exceto com consentimento expresso, por escrito, acompanhando o trabalho original no momento da submissão.

Estudos realizados em humanos devem estar de acordo com os padrões éticos e com o devido consentimento livre e esclarecido dos participantes conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Brasil), que trata do Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos e, para autores fora do Brasil, devem estar de acordo com [Committee on Publication Ethics \(COPE\)](#).

Para os experimentos em animais, considerar as diretrizes internacionais (por exemplo, a do *Committee for Research and Ethical Issues of the International Association for the Study of Pain*, publicada em PAIN, 16:109-110, 1983).

Para as pesquisas em humanos e em animais, deve-se incluir, no manuscrito, o número do parecer de aprovação pela Comissão de Ética em Pesquisa. O estudo deve ser devidamente registrado no Conselho Nacional de Saúde do Hospital ou Universidade ou no mais próximo de sua região.

Reserva-se à BJPT o direito de não publicar trabalhos que não obedeçam às normas legais e éticas para pesquisas em seres humanos e para os experimentos em animais.

Para os **ensaios clínicos**, serão aceitos qualquer registro que satisfaça o Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas, ex. <http://clinicaltrials.gov/> e/ou <http://www.actr.org.au>. No Brasil, os autores podem acessar o Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos-REBEC no endereço <http://www.ensaiosclinicos.gov.br/>. A lista completa de todos os registros de ensaios clínicos pode ser encontrada no seguinte endereço: <http://www.who.int/ictro/network/primary/en/index.html>.

A partir de 01/01/2014 a BJPT adotará efetivamente a política sugerida pela Sociedade Internacional de Editores de Revistas em Fisioterapia e exigirá na submissão do manuscrito o registro prospectivo, ou seja, ensaios clínicos que iniciaram recrutamento a partir dessa data deverão registrar o estudo ANTES do recrutamento do primeiro paciente. Para os estudos que iniciaram recrutamento até 31/12/2013 a BJPT aceitará o seu registro ainda que de forma retrospectiva.

Crêterios de autoria

A BJPT recebe, para submissão, manuscritos com até seis (6) autores. A política de autoria da BJPT pauta-se nas diretrizes para a autoria do Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas exigidos para Manuscritos Submetidos a Periódicos Biomédicos (www.icmje.org), as quais afirmam que "a autoria deve ser baseada em 1) contribui es substanciais para a concep o e desenho, ou aquisi o de dados, ou análise e interpreta o dos dados; 2) reda o do artigo ou revisão crítica do conteúdo intelectual e 3) aprova o final da versão a ser publicada." As condi es 1, 2 e 3 deverão ser todas contempladas. Aquisi o de financiamento, coleta de dados e/ou análise de dados ou supervisão geral do grupo de pesquisa, por si só, não justificam autoria e deverão ser reconhecidas nos agradecimentos.

Os conceitos contidos nos manuscritos são de responsabilidade exclusiva dos autores. Todo material publicado torna-se propriedade da BJPT, que passa a reservar os direitos autorais. Portanto, nenhum material publicado na BJPT poderá ser reproduzido sem a permissão, por escrito, dos editores. Todos os autores de artigos submetidos deverão assinar um [termo de transferência de direitos autorais](#), que entrará em vigor a partir da data de aceite do trabalho.

Os editores poderão analisar, em caso de excepcionalidade, solicitação para submissão de manuscrito que exceda 6 (seis) autores. Os critérios para a análise incluem o tipo de estudo, potencial para citação, qualidade e complexidade metodológica, entre outros. Nestes casos excepcionais, a contribuição de cada autor, deve ser explicitada ao final do texto, após os agradecimentos e logo antes das referências, conforme orientações do "International Committee of Medical Journal Editors" e das "Diretrizes" para Integridade na atividade científica, amplamente divulgadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (<http://www.cnpq.br/web/quest/diretrizes>).

Forma e apresentação do manuscrito

A BJPT considera a submissão de manuscritos com até 3.500 palavras (excluindo-se página de título, resumo, referências, tabelas, figuras e legendas). Informações contidas em anexo(s) serão computadas no número de palavras permitidas.

O manuscrito deve ser escrito preferencialmente em inglês. Quando a qualidade da redação em inglês comprometer a análise e avaliação do conteúdo do manuscrito, os autores serão informados.

Recomenda-se que os manuscritos submetidos em inglês venham acompanhados de certificação de revisão por serviço profissional de *editing and proofreading*. Tal certificação deverá ser anexada à submissão. Sugerimos os seguintes serviços abaixo, não excluindo outros:

- American Journal Experts (<http://www.journalexperts.com>);
- Scribendi (www.scribendi.com);
- Nature Publishing Groups Language Editing (<https://languageediting.nature.com/login>).

Antes do corpo do texto do manuscrito deve-se incluir uma página de título e identificação, palavras-chave e o *abstract/resumo*. No final do manuscrito inserir as referências, tabelas, figuras e anexos.

Título e identificação

O título do manuscrito não deve ultrapassar 25 palavras e deve apresentar o máximo de informações sobre o trabalho. Preferencialmente, os termos utilizados no título não devem constar na lista de palavras-chave.

A página de identificação do manuscrito deve conter os seguintes dados:

Título completo e título resumido com até 45 caracteres, para fins de legenda nas páginas

impressas;

Autores: nome e sobrenome de cada autor em letras maiúsculas, sem titulação, seguidos por número sobrescrito (expoente), identificando a afiliação institucional/vínculo (unidade/instituição/cidade/estado/país). Para mais de um autor, separar por vírgula;

Autor de correspondência: indicar o nome, endereço completo, e-mail e telefone do autor de correspondência, o qual está autorizado a aprovar as revisões editoriais e complementar demais informações necessárias ao processo;

Palavras-chaves: termos de indexação ou palavras-chave (máximo seis) em português e em inglês.

Abstract/Resumo

Uma exposição concisa, que não exceda 250 palavras em um único parágrafo, em português (Resumo) e em inglês (*Abstract*), deve ser escrita e colocada logo após a página de título. Referências, notas de rodapé e abreviações não definidas não devem ser usadas no Resumo/*Abstract*. O Resumo e o *Abstract* devem ser apresentados em formato estruturado.

Introdução

Deve-se informar sobre o objeto investigado devidamente problematizado, explicitar as relações com outros estudos da área e apresentar justificativa que sustente a necessidade do desenvolvimento do estudo, além de especificar o(s) objetivo(s) do estudo e hipótese(s), caso se aplique.

Método

Descrição clara e detalhada dos participantes do estudo, dos procedimentos de coleta, transformação/redução e análise dos dados de forma a possibilitar reprodutibilidade do estudo. O processo de seleção e alocação dos participantes do estudo deverá estar organizado em fluxograma, contendo o número de participantes em cada etapa, bem como as características principais ([ver modelo fluxograma CONSORT](#)).

Quando pertinente ao tipo de estudo deve-se apresentar cálculo que justifique adequadamente o tamanho do grupo amostral utilizado no estudo para investigação do(s) efeito(s). Todas as informações necessárias para estimativa e justificativa do tamanho amostral utilizado no estudo devem constar no texto de forma clara.

Resultados

Devem ser apresentados de forma breve e concisa. Resultados pertinentes devem ser reportados utilizando texto e/ou tabelas e/ou figuras. Não se devem duplicar os dados constantes em tabelas e figuras no texto do manuscrito.

Discussão

O objetivo da discussão é interpretar os resultados e relacioná-los aos conhecimentos já existentes e disponíveis na literatura,

principalmente àqueles que foram indicados na Introdução. Novas descobertas devem ser enfatizadas com a devida cautela. Os dados apresentados nos métodos e/ou nos resultados não devem ser repetidos. Limitações do estudo, implicações e aplicação clínica para as áreas de Fisioterapia e Reabilitação deverão ser explicitadas.

Referências

O número recomendado é de 30 referências, exceto para estudos de revisão da literatura. Deve-se evitar que sejam utilizadas referências que não sejam acessíveis internacionalmente, como teses e monografias, resultados e trabalhos não publicados e comunicação pessoal. As referências devem ser organizadas em sequência numérica de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto, seguindo os Requisitos Uniformizados para Manuscritos Submetidos a Jornais Biomédicos, elaborados pelo [Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas – ICMJE](#).

Os títulos de periódicos devem ser escritos de forma abreviada, de acordo com a [List of Journals do Index Medicus](#). As citações das referências devem ser mencionadas no texto em números sobrescritos (expoente), sem datas. A exatidão das informações das referências constantes no manuscrito e sua correta citação no texto são de responsabilidade do(s) autor(es).

Exemplos: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

Tabelas, Figuras e Anexos

As tabelas e figuras são limitadas a cinco (5) no total. Os anexos serão computados no número de palavras permitidas no manuscrito. Em caso de tabelas, figuras e anexos já publicados, os autores deverão apresentar documento de permissão assinado pelo autor ou editores no momento da submissão.

Para artigos submetidos em língua portuguesa, a(s) versão(ões) em inglês da(s) tabela(s), figura(s) e anexo(s) e suas respectivas legendas deverão ser anexados no sistema como documento suplementar.

Tabelas: devem incluir apenas os dados imprescindíveis, evitando-se tabelas muito longas (máximo permitido: uma página, tamanho A4, em espaçamento duplo), devem ser numeradas, consecutivamente, com algarismos arábicos e apresentadas no final do texto. Não se recomendam tabelas pequenas que possam ser descritas no texto. Alguns resultados simples são mais bem apresentados em uma frase e não em uma tabela.

Figuras: devem ser citadas e numeradas, consecutivamente, em arábico, na ordem em que aparecem no texto. Informações constantes nas figuras não devem repetir dados descritos em tabela(s) ou no texto do manuscrito. O título e a(s) legenda(s) devem tornar as tabelas e figuras compreensíveis, sem necessidade de consulta ao texto.

Todas as legendas devem ser digitadas em espaço duplo, e todos os símbolos e abreviações devem ser

explicados. Letras em caixa-alta (A, B, C, etc.) devem ser usadas para identificar as partes individuais de figuras múltiplas.

Se possível, todos os símbolos devem aparecer nas legendas; entretanto, símbolos para identificação de curvas em um gráfico podem ser incluídos no corpo de uma figura, desde que não dificulte a análise dos dados. As figuras coloridas serão publicadas apenas na versão online. Em relação à arte final, todas as figuras devem estar em **alta resolução ou em sua versão original**. Figuras de baixa qualidade não serão aceitas e podem resultar em atrasos no processo de revisão e publicação.

Agradecimentos: devem incluir declarações de contribuições importantes, especificando sua natureza. Os autores são responsáveis pela obtenção da autorização das pessoas/instituições nomeadas nos agradecimentos.

Submissão eletrônica

A submissão dos manuscritos deverá ser efetuada por via eletrônica no site <http://www.scielo.br/rbfi>. Os artigos submetidos e aceitos em português serão traduzidos para o inglês por tradutores da BJPT, e os artigos submetidos e aceitos em inglês, caso necessário, serão encaminhados aos revisores de inglês da BJPT para revisão final.

É de responsabilidade dos autores a eliminação de todas as informações (exceto na página do título e identificação) que possam identificar a origem ou autoria do artigo.

Ao submeter um manuscrito para publicação, os autores devem inserir no sistema os dados dos autores e ainda inserir como documento(s) complementar(es):

1. [Carta de encaminhamento](#) do material;
2. [Declaração de responsabilidade de conflitos de interesse](#);
3. [Declaração de transferência de direitos autorais](#) assinada por todos os autores;
4. Demais documentos, se apropriados (ex. permissão para publicar figuras, parte de material já publicado, *checklist* etc).

Modalidade de Submissão *Fast Track*

A BJPT poderá receber e avaliar manuscritos na modalidade *Fast Track*. Nessa modalidade, os manuscritos deverão ter sido submetidos e recusados por outros periódicos indexados no Journal Citation Reports (JCR). Para tal, o manuscrito deve estar em conformidade com o [Escopo e Política Editorial da BJPT](#), estar de acordo com as instruções (Forma e preparação do manuscrito) e atender aos seguintes requisitos:

- O periódico internacional para o qual o manuscrito foi submetido anteriormente deve ter fator de impacto JCR superior a 0,80;

- O manuscrito deve ter passado por processo completo de revisão por pares no outro periódico. Não serão aceitos manuscritos recusados em revisão inicial dos editores;
- A submissão *Fast Track* deve incluir: a) manuscrito com alterações em destaque (*highlight*); b) respostas ponto a ponto sobre os comentários dos avaliadores; c) carta informando o nome e índice de impacto do periódico a que foi enviado anteriormente, apresentando argumentos para justificar a possível publicação na BJPT e explicitando, quando for o caso, os aspectos não atendidos referentes aos pareceres e/ou decisão editorial do periódico internacional; d) a resposta oficial do outro periódico (cartas dos avaliadores e do editor com a revisão detalhada) deve ser enviada por e-mail, SEM EDIÇÃO, ou seja, o e-mail de resposta deve ser *Forwarded* (encaminhado) para a BJPT (rbfisio-aw@ufscar.br) na íntegra, sem edição por parte dos autores; e) demais informações solicitadas pela BJPT;

Taxa de publicação

Os artigos aceitos para publicação a partir de 21/2/2013 serão isentos do pagamento de taxas de publicação.

Processo de revisão

Exceto para a modalidade *Fast Track*, os manuscritos submetidos que atenderem às normas estabelecidas e que se apresentarem em conformidade com a política editorial da BJPT serão encaminhados para os editores de área, que farão a avaliação inicial do manuscrito e enviarão ao editor chefe a recomendação ou não de encaminhamento para revisão por pares. Os critérios utilizados para análise inicial do editor de área incluem: originalidade, pertinência, relevância clínica e métodos. Os manuscritos que não apresentarem mérito ou não se enquadrarem na política editorial serão rejeitados na fase de pré-análise, mesmo quando o texto e a qualidade metodológica estiverem adequados. Dessa forma, o manuscrito poderá ser rejeitado com base apenas na recomendação do editor de área, sem necessidade de novas avaliações, não cabendo, nesses casos, recurso ou reconsideração. Os manuscritos selecionados na pré-análise serão submetidos à avaliação de especialistas, que trabalharão de forma independente. Os avaliadores permanecerão anônimos aos autores, assim como os autores não serão identificados pelos avaliadores. Os editores coordenarão as informações entre os autores e avaliadores, cabendo-lhes a decisão final sobre quais artigos serão publicados com base nas recomendações feitas pelos avaliadores e editores de área. Quando aceitos para publicação, os artigos estarão sujeitos a pequenas correções ou modificações que não alterem o estilo do autor. Quando recusados, os artigos serão acompanhados de justificativa do editor. Após publicação do artigo ou processo de revisão encerrado, os arquivos e documentação referentes ao processo de revisão serão eliminados.

Áreas do conhecimento

1. Fisiologia, Cinesiologia e Biomecânica; 2. Cinesioterapia/recursos terapêuticos; 3. Desenvolvimento, aprendizagem, controle e

comportamento motor; 4. Ensino, Ética, Deontologia e História da Fisioterapia; 5. Avaliação, prevenção e tratamento das disfunções cardiovasculares e respiratórias; 6. Avaliação, prevenção e tratamento das disfunções do envelhecimento; 7. Avaliação, prevenção e tratamento das disfunções musculoesqueléticas; 8. Avaliação, prevenção e tratamento das disfunções neurológicas; 9. Avaliação, prevenção e tratamento nas condições da saúde da mulher; 10. Avaliação e mensuração em Fisioterapia; 11. Ergonomia/Saúde no trabalho.

[\[Home\]](#) [\[Sobre esta revista\]](#) [\[Corpo editorial\]](#) [\[Assinaturas\]](#)