

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Ana Márcia dos Santos António

**RECUPERAÇÃO DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA
CARDÍACA APÓS SESSÃO DE EXERCÍCIOS COM HASTE
OSCILATÓRIA**

Presidente Prudente

2014

Programa de Pós Graduação em Fisioterapia

Ana Márcia dos Santos António

**RECUPERAÇÃO DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA
CADÍACA APÓS SESSÃO DE EXERCÍCIOS COM HASTE
OSCILATÓRIA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciência e Tecnologia – FCT/UNESP, campus Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-graduação em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Engrácia Valenti

Presidente Prudente

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

António, Ana Márcia dos Santos.

A64r Recuperação da modulação autonômica cardíaca após sessão de exercícios com a haste oscilatória / Ana Márcia dos Santos António. - Presidente Prudente : [s.n.], 2014.
88 f.

Orientador: Vitor Engrácia Valenti
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Sistema cardiovascular. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Terapia por exercício. I. Valenti, Vitor Engrácia. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Recuperação da modulação autonômica cardíaca após sessão de exercícios com a haste oscilatória.

BANCA EXAMINADORA

Vigilante

PROF. DR. VITOR ENGRÁCIA VALENTI
(ORIENTADOR)

Abreu

PROF. DR. LUÍZ CARLOS DE ABREU
(FM-ABC)

Abreu

PROF. DR. ROBISON JOSÉ QUITÉRIO
(FFC-UNESP)

Ana Márcia dos Santos Antônio

ANA MÁRCIA DOS SANTOS ANTÔNIO
(CANDIDATA)

RESULTADO: APPROVADA

PRESIDENTE PRUDENTE(SP), 18 DE DEZEMBRO DE 2014

Agradecimentos

*Ao **Pai & Criador**, que por sua infinita bondade e misericórdia, nos deu a vida, dádiva maior da humanidade.*

*À minha família, **Alberto** (pai), **Domingas** (mãe), **Sergio** (irmão) e **Cláudia** (irmã), meu muito obrigado. Palavras são muito poucas para expressar todo meu agradecimento, gratidão, respeito, carinho e amor por vocês.*

*Ao meu orientador, **Prof. Dr. Vitor Valenti** pelo incentivo a carreira docente. Se hoje estou chegando até aqui, saibam que isso nada mais é do que o reflexo de toda admiração que tenho por você.*

*Aos alunos do **Centro de Estudos do Sistema Nervoso Autônomo (CESNA)**, que tive a oportunidade de compartilhar momentos de aprendizado, e que de alguma forma estiveram presentes na minha formação, em especial os alunos: **Marco Cardoso, Joana Chambrone, Anne Micheli Gomes, Letícia Santana, e Juliana Barbosa.***

E a todos, que de alguma forma contribuíram para que este momento pudesse chegar e o meu sonho se realizar.

*“Feliz o homem que estiver perseverando em provação, porque, ao ser aprovado,
receberá a coroa da vida”*

Tiago 1:12

Sumário

1. Apresentação.....	10
2. Resumo.....	12
3. Abstract.....	15
4. Introdução.....	17
5. Artigo I.....	24
6. Artigo II.....	45
7. Conclusões.....	65
8. Referências.....	67
9. Anexos.....	71

Este é um modelo alternativo de dissertação e contempla a pesquisa intitulada ***Recuperação da modulação autonômica cardíaca após sessão de exercícios com a Haste Oscilatória***, realizada no Centro de Estudos do Sistema Nervoso Autônomo (CESNA) da Faculdade de Filosofia e Ciências – FFC/UNESP, campus de Marília.

Em concordância com as regras do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia desta unidade, a presente dissertação está dividida da seguinte forma:

- ✓ Introdução com a contextualização do tema pesquisado;
- ✓ Artigo I: António AM, Navega MT, Cardoso MA, Abreu LC, Valenti VE.
Respostas autonômicas cardíacas induzidas por uma única sessão de exercícios com haste oscilatória, publicado no periódico International Archives of Medicine, volume 7, número 40, páginas 1-5;
- ✓ Artigo II: António AM, Cardoso MA, Amaral J, Abreu LC, Valenti VE.
Ajustes da modulação autonômica cardíaca no exercício isométrico, aceito para publicação no periódico Medical Express;
- ✓ Conclusões, obtidas a partir da pesquisa realizada; e
- ✓ Referências, cujo formato é recomendado pelo Comitê Internacional de Editores de Jornais Médicos (ICMJE – International Committee of Medical Journal Editors), para apresentação das fontes utilizadas na redação da introdução.

Ressalta-se que os artigos estão formatos e apresentados conforme as normas para apresentação da dissertação, porém foram submetidos de acordo com as normas de cada periódico, apresentadas em anexo.

Esta dissertação teve por objetivo analisar os efeitos do exercício com haste oscilatória na recuperação da modulação autonômica cardíaca em mulheres saudáveis. Dentro deste contexto, a primeira parte deste trabalho visa analisar a recuperação da modulação parassimpática após um estímulo mecânico causado por um protocolo de exercícios com haste oscilatória em mulheres saudáveis, uma vez que não foram encontradas na literatura evidências de estudos com características semelhantes. Um estudo observacional foi conduzido em 32 mulheres saudáveis que foram submetidas a um protocolo de exercício com a haste oscilatória e foi analisado a VFC pré-exercício: 10 minutos, e pós-exercício: 0-5 minutos, 5-10 minutos, 10-15 minutos. Foram analisados os índices de VFC: SDNN (desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo), RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo), pNN50 (porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms), LF (componente espectral de baixa frequência), HF (componente espectral de alta frequência) e a relação LF/HF. Verificamos que o estímulo mecânico causado pelo exercício com haste oscilatória promoveu redução da modulação vagal no período pós-exercício em relação ao repouso pré-exercício conforme verificado nos valores do índice RMSSD. E para complementar a dissertação, a segunda parte do trabalho teve como objetivo descrever a resposta da recuperação autonômica cardíaca no exercício isométrico, que é muito conhecido por gerar grande tensão fisiológica sobre o sistema cardiovascular, porém, a resposta da frequência cardíaca neste exercício tem sido utilizada para estudar a modulação do sistema nervoso autônomo sobre o coração.

Já para o estudo de revisão de literatura foi feito um cruzamento dos descritores: exercício isométrico, exercício estático, sistema nervoso autônomo e sistema cardiovascular nas bases MedLine, PEDro, SciELO e LILACS. Na busca foram encontrados 11 artigos, os quais demonstraram que, em geral, durante o exercício isométrico ocorre o aumento da modulação simpática, redução da modulação vagal sobre o nóculo sinusal e ocorre o inverso segundos após o término da contração muscular.

Abstract

This study aimed to analyze the effects of exercise with flexible pole in the recovery of cardiac autonomic modulation in healthy women. In this context, the first part of this report is to analyze the effects of an exercise protocol with flexible pole in the recovery of cardiac autonomic modulation by means of heart rate variability in healthy women, since it lacks in the literature evidence from studies with similar characteristics. To complement the dissertation, the second part of the study aimed to describe the response of cardiac autonomic recovery in isometric exercise, which is well known for generating great physiological stress on the cardiovascular system, however, the heart rate response in this exercise has been used to study the modulation of the autonomic nervous system on the heart.

The observational study was conducted in 32 healthy women who performed an exercise protocol with the flexible pole and analyzed the pre-exercise heart rate variability: 10 minutes before exercise, 0-5 minutes, 5-10 minutes, 10- 15 minutes after exercise. The HRV indices were analyzed: SDNN (standard deviation of all normal RR intervals recorded in a time interval), RMSSD (square root of the square mean differences between adjacent normal RR intervals in a time interval), pNN50 (percentage of adjacent RR intervals lasting more difference than 50ms), LF (low frequency spectral component), HF (high-frequency spectral component) and the LF / HF ratio. We found that exercise with flexible pole performed by healthy young women promoted reduction of the vagal modulation in the post-exercise period compared to pre-exercise rest.

In the literature review it was made a cross of descriptors isometric exercise, static exercise, autonomic nervous system and cardiovascular system of the

MEDLINE databases, PEDro, SciELO and LILACS. In search we identified 11 articles, which showed that, in general, during isometric exercise there is increased sympathetic modulation, reduced vagal modulation of the sinus node and the opposite occurs seconds after the end of the muscle contraction.

As hastes oscilatórias são ferramentas de intervenção que proporcionam rápidas contrações musculares excêntricas e concêntricas, gerando co-contracção dos grupos musculares por meio de movimentos oscilatórios causados pela movimentação da haste com o membro superior¹. A haste oscilatória é um instrumento de intervenção com 800 gramas e cerca de 150 cm de comprimento, tem uma frequência máxima de 5 Hz, o que causa efeitos sobre o sistema músculo-esquelético^{2,3}. É muito usado no treinamento e na reabilitação física, com o intuito de manter uma adequada cinemática articular, manutenção da integridade da musculatura responsável pela estabilização do complexo articular do ombro².

O exercício com a haste oscilatória é caracterizado como um exercício de contração muscular dinâmica dos músculos dos membros superiores, e exige o recrutamento dos músculos estabilizadores do tronco e do ombro, criando um equilíbrio entre a mobilidade e a estabilidade articular³

Um estudo verificou o grau de ativação muscular do músculo trapézio fibras superiores e inferiores em diferentes exercícios com a haste oscilatória, e constataram que ativação muscular é determinada pelo ângulo articular utilizado para a realização do exercício, bem como a massa muscular envolvida, visto que este exercício pode ser realizado com um ou com os dois membros superiores ⁴.

O recrutamento muscular durante o exercício com a haste varia de acordo com o plano de oscilação da haste. Estudos sugerem que as informações sobre o grau de modificação mecânica das estruturas articulares e musculares captadas pelos mecanorreceptores são enviadas à área cardiovascular no bulbo, causando ajustes do controle autonômico sobre o coração⁵.

Outro exercício que exige grande ativação muscular é o exercício isométrico. Diferente do exercício com haste oscilatória, o exercício isométrico é caracterizado como um exercício de contração estática da musculatura sem que haja movimento articular. Este tipo de exercício é muito usado para o ganho de força muscular e manutenção do trofismo muscular⁶⁻⁸. Este exercício pode ser realizado com intensidade máxima, onde se exige as ações musculares voluntárias isométricas máximas no treinamento com indivíduos saudáveis, e em intensidade moderada ou leve, onde se exige as ações isométricas submáximas nos programas de reabilitação ou programas de treinamento de força terapêuticos, nos quais as ações musculares máximas são contraindicadas.

Tanto os exercícios com haste oscilatória como os exercícios isométricos são considerados atividades anaeróbicas, por serem realizados num curto período de tempo, e por usarem como fonte de energia o sistema dos fosfagênios ou ATP-CP e a glicólise anaeróbica.

O sistema ATP-CP constitui a fonte de energia mais rapidamente disponível, o ATP local e a fosfocreatina ficam armazenados dentro do músculo, sendo esgotada entre 10 a 15 segundos de exercício de intensidade alta, e a recuperação deste sistema ocorre entre 2-3 minutos⁹.

Já sistema da glicólise anaeróbica é usado no exercício de intensidade moderada, que é realizado entre 15 segundos e 3 minutos, usa como substrato energético o glicogênio muscular e a glicose sanguínea, e o tempo de recuperação é maior em relação ao sistema ATP-CP^{9,10,11},

Ao realizar exercício físico é necessário ajuste no sistema cardiovascular para manter a homeostase circulatória. A resposta cardiovascular durante o exercício

físico depende da intensidade do exercício, da duração da contração e da massa muscular envolvida. Tanto o exercício de contração dinâmica como o de contração estática causam respostas cardiovasculares diferentes.

Os exercícios de contração isométrica provocam aumento da frequência cardíaca devido ao aumento expressivo da atividade nervosa simpática causada pela ativação do comando central e dos mecanorreceptores e metaborreceptores musculares sensíveis à mecânica aos metabólitos produzidos pela contração muscular.

Já no exercício de contração dinâmica onde as contrações são seguidas de movimentos articulares, não ocorre obstrução mecânica do fluxo sanguíneo, mas também se observa aumento da frequência cardíaca devido ao aumento da atividade nervosa simpática, que é desencadeado pela ativação do comando central e dos mecanorreceptores musculares^{11, 12}.

A FC é controlada primariamente pela atividade do sistema nervoso autônomo, por meio de seus ramos simpáticos e vagal. No repouso, a modulação vagal é predominante¹³, no início do exercício o principal mecanismo associado à elevação da FC é a diminuição da modulação vagal, denominada de retirada vagal. À medida que aumenta a intensidade do exercício, maiores incrementos da frequência cardíaca são conseguidos por meio do aumento da modulação simpática sobre o coração, denominada entrada simpática^{14, 15}.

As fibras eferentes parassimpáticas liberam acetilcolina no nodo sinusal provocando uma diminuição da atividade elétrica cardíaca, promovendo redução da frequência cardíaca. Portanto, o sistema nervoso parassimpático atua desacelerando o ritmo de despolarização do coração¹⁶. A atuação simpática é antagônica à atuação parassimpática, no coração. As fibras eferentes simpáticas

atingem o coração por meio de nervos aceleradores cardíacos, estimulando os receptores beta-adrenérgicos presentes no nódulo sinusal, a partir da liberação de noradrenalina e adrenalina elevando a frequência cardíaca¹⁷.

Mudanças da frequência cardíaca dependem dos sinais eferentes provenientes do sistema nervoso central (mecanismo de controle neural de comando central), responsável pela ativação e recrutamento das unidades motoras das fibras musculares que ativa o centro de controle cardiovascular presente no bulbo, modulando a ação do sistema nervoso simpático e parassimpático sobre o coração, e do mecanismo periféricos provenientes de receptores de movimento e concentração de metabólitos, localizados na musculatura esquelética: mecanorreceptores e metaborreceptores^{18, 19}.

Na condição de repouso, a atividade cardíaca sofre influência predominante da modulação vagal, que, como dito anteriormente, mantém os valores de frequência cardíaca em níveis basais. Com o início do exercício físico, a atuação do comando central e dos mecanorreceptores inibem a influência vagal sobre o coração, promovendo elevação da frequência cardíaca. À medida que a intensidade do exercício físico aumenta, há elevação na produção de metabólitos que promovem elevação da modulação simpática o que gera um aumento nos valores da frequência cardíaca^{20, 21}.

No período de recuperação do exercício, a frequência cardíaca cai devido à reativação da modulação vagal e da retirada da modulação simpática^{22,23}. Por conta disso, o estudo da recuperação da frequência cardíaca permite verificar a capacidade de recuperação autonômica cardíaca pós-exercício²⁴.

Uma das formas de avaliar a regulação autonômica cardíaca de modo não invasivo em humanos é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), termo convencionalmente aceito para descrever as oscilações nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), que estão relacionadas às influências do SNA sobre o nódulo sinusal. Trata-se de uma técnica não invasiva, cuja análise pode ser realizada utilizando-se métodos lineares, no domínio do tempo e da frequência, e não lineares, no domínio do caos²⁵.

Os métodos no domínio do tempo, assim denominados por expressar os resultados em unidade de tempo (milissegundos), medem cada intervalo RR normal (batimentos sinusais) durante determinado intervalo de tempo e, a partir daí, com base em modelos estatísticos ou geométricos (média, desvio padrão e índices derivados do histograma ou do mapa de coordenadas cartesianas dos intervalos RR), calculam os índices tradutores de flutuações na duração dos ciclos cardíacos, enquanto que os métodos no domínio da frequência utilizam a análise espectral que permite decompor a variação da FC em um determinado tempo em seus componentes oscilatórios fundamentais, ou seja, a série temporal é decomposta em diferentes componentes de frequência²⁶.

Dentro deste contexto, a primeira parte deste trabalho visa analisar os efeitos de um protocolo de exercícios com oscilação da haste na recuperação da modulação parassimpática por meio da variabilidade da frequência cardíaca em mulheres saudáveis, uma vez que não foram encontradas na literatura evidências de estudos com características semelhantes.

A segunda parte do trabalho teve como objetivo descrever a resposta da recuperação autonômica cardíaca no exercício isométrico, que é muito conhecido

por gerar grande tensão fisiológica sobre o sistema cardiovascular, porém, a resposta da frequência cardíaca neste exercício tem sido utilizada para estudar a modulação do sistema nervoso autônomo sobre o coração.

Diante do exposto, para compor este modelo alternativo de dissertação, foram elaborados dois artigos científicos:

- ✓ O primeiro artigo teve como objetivo analisar as respostas autonômicas cardíacas no período de recuperação do exercício com a haste oscilatória em mulheres saudáveis, especificamente a modulação parassimpática;
- ✓ O segundo artigo objetivou analisar a resposta de recuperação autonômica cardíaca no exercício isométrico.

**RESPOSTAS AUTONÔMICAS CARDÍACAS INDUZIDAS POR UMA ÚNICA
SESSÃO DE EXERCÍCIOS COM HASTE OSCILATÓRIA.**

*CARDIAC AUTONOMIC RESPONSES INDUCED BY A SINGLE BOUT OF
EXERCISE WITH FLEXIBLE POLE.*

Ana Márcia dos Santos Ant3nio¹, Marcelo Tavella Navega ², Marco Aur3lio Cardoso¹,
Luiz Carlos Abreu ³, V3tor E. Valenti^{1*}

¹Programa de P3s-Gradua33o em Fisioterapia, Faculdade de Ci3ncias e Tecnologia,
UNESP, Presidente Prudente, SP, Brasil. ²Departamento de Fisioterapia e Terapia
Ocupacional, Faculdade de Filosofia e Ci3ncias, UNESP, Mar3lia, SP, Brasil. ³
Departamento de Morfologia e Fisiologia, Faculdade de Medicina do ABC, Santo
Andr3, SP, Brasil.

***Autor correspondente:**

Programa de P3s-Gradua33o em Fisioterapia
Faculdade de Ci3ncias e Tecnologia, UNESP
Rua Roberto Simonsen, 305
19060-900. Presidente Prudente, SP, Brasil.
Telefone: +55 18 3221-4391
E-mail: vitor.valenti@marilia.unesp.br

RESUMO

Introdução: Hastes oscilatórias são ferramentas utilizadas para fornecer rápidas contrações musculares excêntricas e concêntricas. Faltam na literatura estudos que analisam a resposta da recuperação autonômica cardíaca em diferentes exercícios físicos realizados com este instrumento. Foi analisada a recuperação da modulação autonômica cardíaca, principalmente a modulação vagal, em mulheres saudáveis submetidas a um protocolo de exercício com a haste oscilatória. **Métodos:** O estudo foi realizado em 32 mulheres entre 18 e 25 anos de idade. Avaliou-se a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio tempo (SDNN, RMSSD e pNN50) e da frequência (HF, LF e LF relação / HF). As voluntárias permaneceram em repouso e a VFC foi analisada no pré e pós-exercício. **Resultados:** Observou-se que o protocolo de exercício da haste oscilatória não induziu alterações na pressão arterial diastólica e sistólica. No entanto, observamos mudanças significativas apenas na relação LF/HF no 5-10 minutos de recuperação em comparação com o repouso pré-exercício. E nos índices no domínio do tempo, foi observado que o índice RMSSD foi significativamente reduzido de 0-5 minutos ($P=0,006$), e de 5-10 minutos ($P=0,02$) de recuperação, em comparação com o repouso pré-exercício. **Conclusão:** verificamos que o exercício com haste oscilatória realizado por mulheres jovens e saudáveis promoveu redução da modulação vagal no período pós-exercício em relação ao repouso pré-exercício conforme verificado nos valores do índice RMSSD.

Palavras-chave: Sistema cardiovascular, sistema nervoso autônomo, terapia por exercício.

Abstract

Introduction: Flexible poles are tools used to provide rapid eccentric and concentric muscle contractions. It lacks in the literature studies that analyze acute cardiovascular responses in different exercises performed with this instrument. It was investigated the acute effects of exercise with flexible poles on cardiac autonomic regulation in healthy women. The study was conducted on 32 women between 18 and 25 years old. We evaluated the heart rate variability (HRV) in time domain (SDNN, RMSSD and pNN50) and frequency (HF, LF and LF relationship / HF). The volunteers remained at rest and HRV was analyzed before and after exercise.

Results: It was observed that the exercise protocol of the oscillatory rod did not induce changes in diastolic and systolic blood pressure. However, we found significant changes only in the LF / HF ratio in the 5-10 minutes of recovery compared to pre-exercise rest. And the indices in the time domain, it was observed that the RMSSD index was significantly reduced from 0-5 minutes ($P = 0.006$) and 5-10 minutes ($P = 0.02$) recovery as compared with the pre rest -Exercise.

Conclusion: we found that exercise with oscillatory rod carried by healthy young women promoted reduction of the vagal modulation in the post-exercise period for pre-exercise rest as seen on the values of RMSSD index.

Keywords: Cardiovascular system, Autonomic nervous system, Exercise therapy

INTRODUÇÃO

Os efeitos do movimento oscilatório nos membros superiores têm sido estudados recentemente. As hastes são conhecidas como equipamentos de intervenção que permitem rápidas contrações musculares excêntricas e concêntricas, o qual induz co-contracção dos grupos musculares dos membros superiores por meio dos movimentos oscilatórios¹. A haste oscilatória é um instrumento de intervenção com 800 gramas e cerca de 150 cm de comprimento, tem uma frequência máxima de 5 Hz, o que causa efeitos sobre o sistema músculo-esquelético^{2,3}.

O exercício com a haste oscilatória é caracterizado como um exercício com contração muscular dinâmica dos músculos dos membros superiores, e exige o recrutamento dos músculos estabilizadores do tronco e do ombro, criando um equilíbrio entre a mobilidade e a estabilidade articular³. A sua frequência de oscilação bem como o peso e a massa muscular envolvida é que determinam a intensidade e a resistência durante o exercício. Alguns estudos relatam que as contrações musculares rítmicas provocadas por movimentos oscilatórios podem alterar algumas variáveis cardiovasculares⁴⁻⁶.

A literatura mostra que a ativação de unidades motoras de fibras musculares recrutadas durante a contração está relacionada com o mecanismo neural de comando central, que exige mudanças imediatas no nível de atividade eferente do sistema nervoso parassimpático e simpático que atuam sobre o coração, bem como do sistema nervoso simpático sobre os vasos sanguíneos^{10,11}.

O mecanismo periférico esta relacionado à atividade mecânica da contração muscular é inicialmente transmitida por fibras aferentes de receptores musculares do grupo III e IV atinge áreas de controle cardiovascular quase simultaneamente a impulsos neurais do comando central^{12, 13}.

Durante o exercício são necessários ajustes rápidos no sistema cardiovascular para manter a homeostase circulatória, tais adaptações ocorrem através das ações do sistema nervoso autônomo sobre o coração e os vasos sanguíneos, depende do tipo de exercício, intensidade, duração e massa muscular envolvida¹⁴.

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma forma não invasiva de analisar a regulação autonômica cardíaca e a capacidade do coração de responder a vários estímulos fisiológicos e patológicos¹⁵. Este método investiga as oscilações nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR) que estão relacionados às influências do sistema nervoso autônomo sobre o nódulo sinusal.

O exercício com a haste oscilatória é amplamente utilizado na reabilitação física, pois ajuda na ativação dos músculos dos membros superiores e do tronco, e, conseqüentemente, na melhora da força e resistência muscular. No entanto, o seu efeito sobre a modulação autonômica cardíaca nunca foi analisado. A hipótese desse estudo é que o estímulo mecânico causado pelo exercício com a haste pode ter um efeito na modulação parassimpática pós-exercício em mulheres saudáveis.

Além disso, protocolos adicionais com objetivo de melhora na regulação cardíaca com base em evidências científicas são sempre bem-vindos. Assim, este estudo tem por objetivo analisar a modulação autonômica cardíaca, em especial a modulação parassimpática, no período de recuperação de uma sessão de exercícios com a haste oscilatória em mulheres saudáveis.

MÉTODO

A população de estudo

Participaram desse estudo 32 mulheres saudáveis, não-fumantes, com idade entre 18 e 25 anos. Todas as voluntárias foram informadas sobre os procedimentos e objetivos do estudo e assinaram termo de consentimento informado. Todos os procedimentos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Campus de Marília (nº 0.554-2012), e estavam em conformidade com a Resolução 196/96 Nacional de Saúde 10/10/1996.

Crítérios de não-inclusão

Não foram incluídas as voluntárias que relataram e apresentaram as seguintes condições: distúrbios musculoesqueléticos, psicológicos, neurológicos, cardiopulmonares e outras deficiências que a impedissem de realizar os procedimentos. Todas as voluntárias tomavam anticoncepcionais orais, e não foram submetidas ao protocolo caso estivessem nos dias 10-15 e 20-25 após o primeiro dia do ciclo menstrual. Não participaram as voluntárias consideradas fisicamente ativas de acordo com o International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)¹⁶.

Avaliação Inicial

Antes do estudo foram coletados os seguintes dados: idade, sexo, peso, altura e índice de massa corporal (IMC). O peso foi determinado por meio de uma balança digital (W 200/5, Welmy, Brasil) com precisão de 0,1 kg. A estatura foi determinada

em um estadiômetro (ES 2020, Sanny, Brasil) com precisão de 0,1 cm e 2,20 m de extensão. Índice de massa corporal (IMC) foi calculado como peso / altura², com peso em quilogramas e a altura em metros.

Protocolo

A coleta de dados foi realizada na mesma sala para todas as voluntárias, com temperatura entre 21 ° C e 25 ° C e umidade relativa entre 50 e 60% e as voluntárias não ingeriram bebida alcoólica e cafeína durante 24 horas antes da avaliação. Os dados foram coletados individualmente, entre 8 e 12:00 para padronizar o protocolo. Todo o procedimento necessário para a coleta de dados foi explicado individualmente e a voluntária permaneceu em repouso e permaneceu em silêncio durante a coleta.

Após a avaliação inicial, a cinta com o monitor cardíaco foi colocada sobre o tórax, alinhado ao processo xifóide, e o receptor de frequência cardíaca Polar RS800CX (Polar Electro®, Finlândia) foi colocado no pulso. Antes de iniciar os exercícios, as voluntárias receberam feedback visual através de um monitor para manter a postura ereta e foram instruídas a manter a mesma postura durante todo o exercício. A pressão arterial sistólica e diastólica foi medida antes e imediatamente após.

Exercício com a haste oscilatória:

Foi usada a haste oscilatória (Flexibar®), que pesa 800 gramas e tem 150 cm de comprimento, e o movimento oscilatório foi realizado pela flexão e extensão do cotovelo. A frequência da oscilação foi baseada em uma estimulação auditiva através de um metrônomo (Quartz Metronome®) calibrado em 300 bpm²⁰.

Foram realizadas três séries com três repetições em cada. Em cada série de exercício teve mudança no ângulo articular. A primeira série foi realizada com os dois membros superiores, com os ombros aproximadamente a 140° de flexão aproximadamente com a haste no plano frontal, paralela ao chão. A segunda série foi realizada com os dois membros superiores, com os ombros em 90° de flexão com a haste no plano transversal. E a terceira série foi realizada e com o membro dominante a 90° de flexão com a haste no plano sagital, perpendicular ao solo (FIGURA 1).

Os exercícios foram realizados com as voluntárias em pé, com os pés afastados (base larga) e flexão do ombro. Para manter a flexão do ombro adequada em cada membro superior foi utilizado um estímulo visual. Todos os exercícios foram realizados durante 15 segundos com 60 segundos de descanso entre cada exercício.

Análise da VFC

A VFC foi analisada no pré-exercício: 10 min, e no pós-exercício: 0-5 min, 5-10 min, e 10-15 min.

Os intervalos RR registrados pelo monitor portátil cardíaco RS800CX (com uma taxa de amostragem de 1000 Hz) foram transferidos para o programa Polar Precision Performance (3,0 v., Polar Electro, Finlândia). O software permitiu a visualização da FC e da extração de um período cardíaco (intervalo RR) com arquivo no formato "txt". Após a filtragem digital complementada com filtragem manual para a eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos, pelo menos, 256 intervalos R-R foram utilizados para a análise de dados. Apenas série com mais de 95% o ritmo sinusal foi incluído no estudo¹⁷. Para o cálculo dos índices

lineares foram utilizados o software HRV Analysis (Kubios HRV v.1.1 para Windows, Biomedical Signal Analysis Group, Departamento de Física Aplicada da Universidade de Kuopio, Finlândia).

Índices lineares de VFC

Para a análise da VFC no domínio da frequência, utilizou-se o procedimento de retirada de tendência linear, e a transformada rápida de Fourier foi aplicada em janela única. Os índices analisados foram a baixa frequência (LF = 0,04-0,15 Hz) e alta frequência (HF = 0,15-0,40 Hz), componentes espectrais foram utilizados nas unidades ms^2 e normalizadas (un), o que representa um valor relativo a cada componente espectral em relação à potência total menos os componentes de frequência muito baixa (VLF), e a proporção entre estes componentes (LF / HF)¹⁸.

A análise no domínio do tempo foi realizada por meio do SDNN (desvio padrão dos intervalos RR normais do normal), pNN50 (porcentagem de intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior do que 50 ms) e RMSSD (raiz média quadrada de diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo). Foi utilizada a versão Kubios HRV software 2.0 para analisar os índices mencionados¹⁹.

A análise estatística

Métodos estatísticos descritivos foram utilizados para calcular as médias e desvios padrão. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi realizado para avaliar as distribuições. Para distribuições paramétricas foram aplicados o teste de ANOVA para medidas repetidas, seguida pelo pós-teste de Bonferroni. Para distribuições não-paramétricas foi utilizado o teste de Friedman seguido do pós-teste de Dunn. As

diferenças foram consideradas significativas quando a probabilidade de erro tipo I foi menor que 5% ($p < 0,05$). Usamos Biostat 2009 Professional software 5.8.4

RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentadas as características da amostra. São observados os valores de frequência cardíaca basal (FC), a média de intervalos RR, peso, altura e índice de massa corporal (IMC) das voluntárias.

Na tabela 2 são apresentados os valores da pressão arterial sistólica e diastólica, e os valores dos índices da VFC avaliados. Em relação aos índices de domínio da frequência, observamos mudanças significativas apenas na relação LF/HF. O valor foi maior para 5-10 minutos de recuperação em comparação com o repouso pré-exercício. Não houve mudanças significativas entre outros índices do domínio da frequência.

De acordo com os índices no domínio do tempo, foi observado que o índice RMSSD foi significativamente reduzido de 0-5 minutos, e de 5-10 minutos de recuperação, em comparação com o repouso pré-exercício. Não houve mudanças significativas entre outros índices do domínio do tempo (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo verificar o efeito protocolo de exercício com haste oscilatória na recuperação da modulação autonômica cardíaca em mulheres saudáveis, principalmente a reentrada vagal no pós-exercício.

Os resultados deste estudo demonstraram que o exercício com haste oscilatória realizado por mulheres jovens e saudáveis promoveu redução da

modulação vagal no período pós-exercício em relação ao repouso pré-exercício conforme verificado nos valores do índice RMSSD.

Na literatura foi encontrado apenas um estudo analisou o efeito do exercício com haste sobre a modulação autonômica cardíaca em homens, o qual verificou diminuição da modulação vagal por 10 minutos durante o pós-exercício²¹.

O exercício com haste oscilatória foi realizado em 15 segundos, gerando uma tensão excêntrica e concêntrica das fibras musculares recrutadas, favoráveis para a ativação do comando central e dos mecanorreceptores musculares. Quando o exercício é interrompido, cessa o estímulo mecânico e é interrompido os sinais advindos do comando central e dos mecanorreceptores musculares ao centro cardiovascular no bulbo permitindo o aumento da modulação parassimpática e a diminuição da frequência cardíaca³².

O mecanorreflexo muscular acontece quando a contração do músculo esquelético ativo durante o exercício comprime mecanicamente fibras sensitivas aferentes, que podem gerar respostas de adaptações autonômicas²²⁻²⁴, lembrando que o mecanismo periférico está relacionado à atividade mecânica da contração muscular é inicialmente transmitida por fibras aferentes de receptores musculares do grupo III atinge áreas de controle cardiovascular quase simultaneamente a impulsos neurais do comando central^{12, 13}.

Neste protocolo de exercícios verificamos alterações na VFC, que apresenta redução imediata da modulação parassimpática do coração após o exercício. A modulação autonômica cardíaca depende de uma complexa interação entre a modulação simpática e parassimpática do sistema nervoso autônomo.²⁵ Durante o repouso há uma prevalência da modulação parassimpática do coração que mantém a frequência cardíaca em valores basais²⁶. Por outro lado, durante o exercício,

ocorre diminuição da modulação parassimpática do coração e aumento da modulação do sistema nervoso simpático, aumento da frequência cardíaca²⁷. Imediatamente após a interrupção do exercício, são interrompidos os sinais eferentes dos mecanorreceptores e do comando central, induzindo a redução imediata da frequência cardíaca devido à reentrada vagal.

Não há um consenso na literatura que confirme o protocolo com a haste oscilatória como um exercício moderado, porque isso depende do procedimento utilizado. Neste estudo, todos os exercícios foram realizados durante 15 segundos com 60 segundos de descanso entre cada exercício e foram realizadas três repetições para cada série de exercício. Cada série de exercício teve um ângulo articular e ativação de grupos musculares diferentes, mas não analisamos o efeito da mudança do ângulo articular e ação de diferentes grupos musculares durante o exercício com haste oscilatória na frequência cardíaca e nos índices parassimpáticos da VFC. Um estudo verificou as respostas de torque médio máximo, eletromiografia de superfície e da frequência cardíaca durante diferentes tipos de contração muscular e velocidades angulares, e verificou que a intensidade da resposta de torque e da eletromiografia depende da natureza da ação muscular, e independente da velocidade angular, enquanto que a resposta da frequência cardíaca não foi influenciada por esses fatores²⁶. Futuros estudos são encorajados para analisar o efeito da mudança do ângulo articular e ação de diferentes grupos musculares durante o exercício com haste oscilatória na frequência cardíaca e nos índices parassimpáticos da VFC

A literatura indica diferenças entre homens e mulheres em relação à recuperação autonômica cardíaca após uma seção de exercício. A fim de evitar os efeitos dependentes do sexo sobre as respostas autonômicas cardíacas induzidas

pelo exercício nós analisamos apenas em mulheres usuárias de anticoncepcionais, e para excluir a influência das fases folicular e lútea do ciclo menstrual sobre a regulação autonômica, não foram analisadas voluntárias nos dias 10-15 dias e 20-25 dias após o primeiro dia do ciclo menstrual^{28, 29}.

Nosso estudo apresentou alguns pontos importantes para serem considerados. Este estudo avaliou os efeitos de somente uma sessão e os resultados estão relacionados com um efeito imediato do exercício da haste oscilatória na modulação parassimpática. Realizamos este teste em um grupo de mulheres jovens, saudáveis e sedentárias, a extrapolação desses resultados para os indivíduos com distúrbios cardíacos e em diferentes idades devem ser cuidadosamente considerados. Sugerimos a realização de novas investigações a fim de avaliar os seus efeitos na modulação autonômica cardíaca quando realizado em diferentes ângulos articulares, e em diferentes populações.

CONCLUSÃO

Uma única sessão de exercícios com haste oscilatória induziu respostas autonômicas cardíacas, principalmente diminuição da modulação vagal em mulheres adultas saudáveis.

REFERÊNCIAS

1. Buteau JL, Eriksrud O, Hasson SM: Rehabilitation on a glenoumeral instability utilizing the body blade: Physiother.Theory Pract. 2007; 23:333–49.

2. Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, Herzog W: Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *J Strength Cond Res.* 2005; 19:459–466.
3. Shinohara M: Effects of prolonged vibration on motor unit activity and motor performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37:2120–2125.
4. Kerschman-Schindl K, Grampp S, Henk C, Resch H, Preisinger E, Fialka-Moser V, Imhof H: Whole body vibration exercise leads to alterations in muscles blood volume. *Clin Physiol.* 2001; 21:377–382.
5. Rittweger J, Ehrig J, Just K, Mutschelknauss M, Kirsch KA, Felsenberg D: Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med.* 2002; 23:428–432.
6. Hazell TJ, Thomas GW, Deguire JR, Lemon PW: Vertical whole body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2008; 104:903–908.
7. Lister JL, Del Rossi G, Ma F, Stoutenberg M, Adams JB, Tobkin S, Signorile JF: Scapular stabilizer activity during Bodyblade, cuff weights, and Thera-band use. *J Sport Rehabil* 2007; 16:50–57.
8. Marques NR, Hallal CZ, Gonçalves M: Padrão de co-ativação dos músculos do tronco durante exercícios com haste oscilatória. *Motriz Rio Claro.* 2012; 18:245–252.
9. Sanchez ZD, Vera GFJ, Moreside JM: Trunk muscle activation patterns and spine kinematics when using an oscillating blade: influence of different postures and blade orientation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009; 90:1055–1060.

10. Mitchell JH: J.B. Wolffe memorial lecture neural control of the circulation during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22:141–54.
11. Leite PH, Melo RC, Mello MF, Silva Ed, Borghi-Silva A, Catai AM: Heart rate responses during isometric exercises in patients undergoing a phase III cardiac rehabilitation program. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14:383–9.
12. Stebbins CL, Walser B, Jafarzadeh M: Cardiovascular responses to static and dynamic contraction during comparable workloads in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2002; 283:568–75.
13. Daniels JW, Stebbins CL, Longhurst JC: Hemodynamic responses to static and dynamic muscle contractions at equivalent workloads. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2000; 279:1849–55.
14. Freeman JV, Dewey FE, Hadley DM, Myers J, Froelicher VF: Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Prog Cardiovasc Dis.* 2006; 48:342–62.
15. Vanderlei LC, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF: Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009; 24:205–217.
16. Rzewnicki R, Vanden Auweele Y, De Bourdeaudhuij I: Addressing overreporting on the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) telephone survey with a population sample. *Public Health Nutr.* 2003; 6:299–305.
17. Task force of the European society of society of cardiology. North American society of pacing and electrophysiology: Heart rate variability: standards of

measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996; 93:1043–1065.

18. Corrêa PR, Catai AM, Takakura IT, Machado MN, Godoy MF: Heart Rate Variability and Pulmonary Infections after Myocardial Revascularization. *Arq Bras Cardiol*. 2010; 95:448–456.

19. Tarvainen MP, Niskanen JA, Lipponen PO, Ranta-aho, Karjalainen PA: Kubios HRV – A software for advanced heart rate variability analysis. In 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering. Berlin: Springer; 2008:1022–1025.

20. Gonçalves M, Marques NR, Hallal CZ, van Dieën JH: Electromyographic activity of trunk muscles during exercises with flexible and non-flexible poles. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2011; 24:209–214.

21. Ogata CM, Navega MT, Abreu LC, Ferreira C, Cardoso MA, Raimundo RD, Ribeiro VL, Valenti VE. A single bout of exercise with a flexible pole induces significant cardiac autonomic responses in healthy men. *Clinics*. 2014;69(9):595-600.

22. Hallal CZ, Marques NR, Silva SR, Dieën JV, Gonçalves M. Electromyographic activity of shoulder muscles during exercises performed with oscillatory and non-oscillatory poles. *Rev Bras Fisioter*. 2011; 15(2):89-94.

23. Mitchell JH, Schibye B, Payne FC 3rd, Saltin B: Response of arterial blood pressure to static exercise in relation to muscle mass, force development, and electromyographic activity. *Circ Res*. 1981; 48:170–5.

24. Kolb GC, Abreu LC, Valenti VE, Alves TB: Characterization of the hypotensive response after exercise. *Arqu Bras Ciências Saúde*. 2012; 37:44–48.
25. Seals DR: Influence of force on muscle and skin sympathetic nerve activity during sustained isometric contractions in humans. *J Physiol*. 1993; 462:147–59.
26. Quitério RJ, Melo RC, Takahashi AC, Aniceto IA, Silva E, Catai AM. Torque, myoelectric signal and heart rate responses during concentric and eccentric exercises in older men. *Rev Bras Fisioter* 2011;15(1):8-14.
27. Coote JH: Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Exp Physiol*. 2010; 95:431–440.
28. Bai X, Li J, Zhou L, Li X: Influence of the menstrual cycle on nonlinear properties of heart rate variability in young women. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2009; 297:765–74.
29. Mendonça GV, Heffernan KS, Rossow L, Guerra M, Pereira FD, Fernhall B: Sex differences in linear and nonlinear heart rate variability during early recovery from supramaximal exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010; 35:439–46.
30. Hallal CZ, Marques NR, Silva SR, Dieën JV, Gonçalves M: Electromyographic activity of shoulder muscles during exercises performed with oscillatory and non-flexible poles. *Rev Bras Fisioter*. 2011; 15:89–94.
31. Wilson TE, Dyckman DJ, Ray CA: Determinants of skin sympathetic nerve responses to isometric exercise. *J Appl Physiol*. 2006; 100:1043–8.

32. Schulte RA, Warner C: Oscillatory devices accelerate proprioception training. Clin Biomech 2001; 6:85–91.
33. Carter, R., Watenpaugh, D. E., Wasmund, W. L., Wasmund, S. L. & Smith, M. L. Muscle pump and central command during recovery from exercise in humans. Journal of Applied Physiology 1999; (87):1463-1469.

Tabela 1: Caracterização da Amostra.

Variáveis	Valores
N da amostra	32
Altura (m)	1.63 ± 0.06
Idade (anos)	19.7 ± 1.8
Peso (kg)	59.5 ± 9
IMC (kg/m^2)	22.28 ± 3.1
FC (bpm)	80.11 ± 10
Média dos Intervalos RR (ms)	811.5 ± 97

freqüência cardíaca basal (FC), média do intervalo RR (RR médio), idade, peso, altura e índice de massa corporal (IMC) das voluntárias.m: metros; kg: kilogramas; bpm: batimentos por minuto; MS: milissegundos.

Tabela 2: Valores da pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD), e dos índices no domínio do tempo e da frequência pré e pós- exercício com a haste oscilatória.

Variáveis	Repouso Inicial	0-5 min	5-10 min	10-15 min	P
SAP (mmHg)	109.0 ± 9	109.0 ± 8	-	-	0.91
DAP (mmHg)	68.6 ± 1	63.3 ± 5	-	-	0.84
FC (bpm)	80.1 ± 1	82.0±1	80.6±8	80.0±1	0.60
LF (nu)	66.8 ±1	67.8 ±1	67.8 ±1	68.7 ±1	0.94
HF (nu)	33.2 ±1	32.2 ±1	32.1 ±1	31.2 ±1	0.96
LF/HF	3.4 ± 1	6.7 ± 2*	4.6 ± 2	3.1 ± 2	0.03
SDNN	47.7 ±1	45.0 ±1	44.1±1	42.5 ±1	0.51
RMSSD	30.7 ±1	21.2 ±9*	23.3 ±1*	24.7 ±1	0.03
pNN50	10.1 ± 1	9.9 ± 1	10.3 ± 1	12.3 ± 1	0.14

LF: baixa frequência; HF: alta frequência; LF / HF: / relação de frequência alta de baixa frequência; SDNN: desvio-padrão dos intervalos RR normais-a-normal; pNN50: porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração superior a 50 ms; RMSSD: raiz quadrada da média das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo. Média ± desvio padrão. nu: unidades normalizadas; mmHg: milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto. *p<0,05: vs. Repouso.

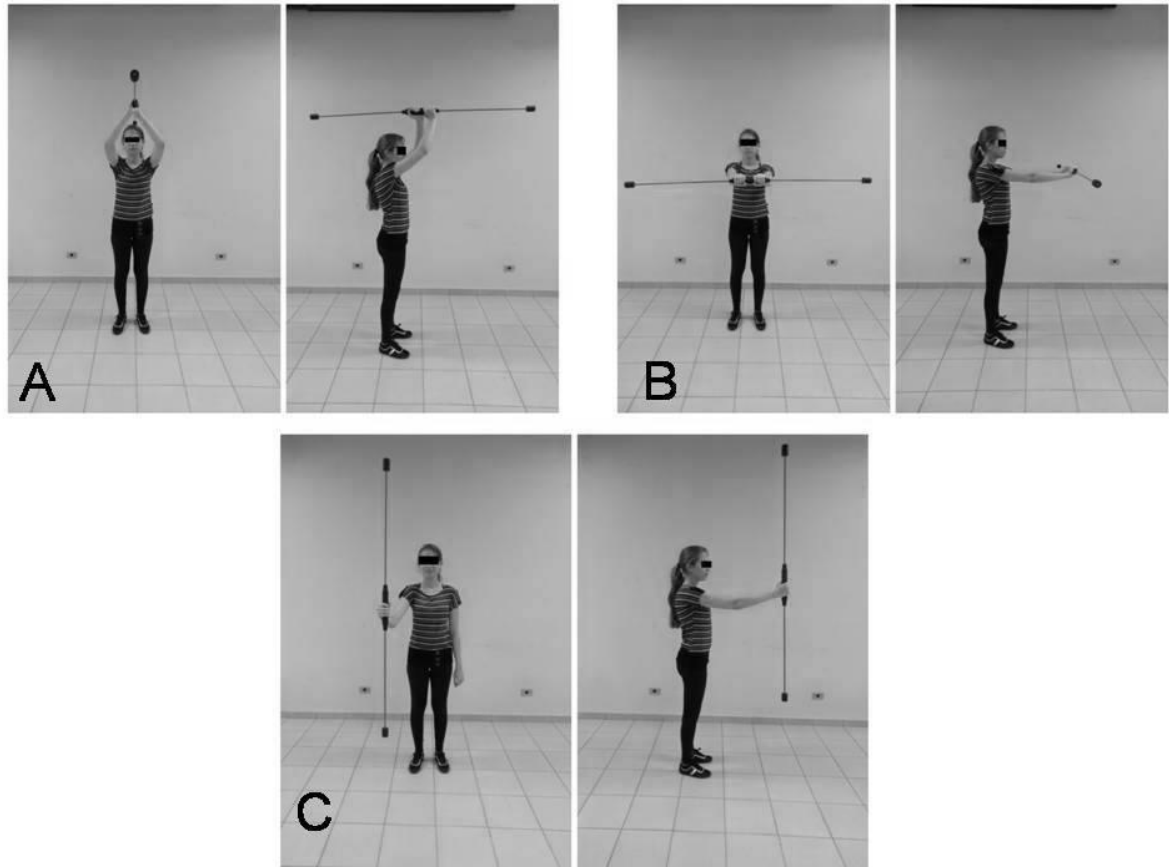


Figura 1: Posições que o exercício foi realizado: 1) com os dois membros superiores, com os ombros aproximadamente a 140° de flexão com a haste no plano frontal, paralela ao chão, 2), com os dois membros superiores, com os ombros em 90° de flexão com a haste no plano transversal, e 3) e com o membro dominante a 90° de flexão com a haste no plano sagital, perpendicular ao solo.

**AJUSTES DA MODULAÇÃO AUTÔNOMICA CARDÍACA NO EXERCÍCIO
ISOMÉTRICO**

*CARDIAC AUTONOMIC MODULATION ADJUSTMENTS IN THE ISOMETRIC
EXERCISE.*

Ana Márcia dos Santos Ant3nio¹, Marco Aur3lio Cardoso ¹, Joice A. T. do Amaral²,
Luiz Carlos Abreu ³, Vitor E. Valenti^{1*}

¹Programa de P3s-Gradua33o em Fisioterapia, Faculdade de Ci3ncias e Tecnologia,
UNESP, Presidente Prudente, SP, Brasil. ² Departamento de Fisioterapia e Terapia
Ocupacional, Faculdade de Filosofia e Ci3ncias, UNESP, Mar3lia, SP, Brasil. ³
Departamento de Morfologia e Fisiologia, Faculdade de Medicina do ABC, Santo
Andr3, SP, Brasil.

***Autor correspondente:**

Programa de P3s-Gradua33o em Fisioterapia
Faculdade de Ci3ncias e Tecnologia, UNESP
Rua Roberto Simonsen, 305
19060-900. Presidente Prudente, SP, Brasil.
Telefone: +55 18 3221-4391
E-mail: vitor.valenti@marilia.unesp.br

RESUMO

INTRODUÇÃO: O exercício isométrico é caracterizado por promover uma sobrecarga no sistema cardiovascular, aumento da frequência cardíaca, da resistência vascular periférica, e da pressão arterial, por meio dos mecanismos neurais de controle central e periférico. As respostas autonômicas no período de recuperação do exercício isométrico estão bem documentadas, o qual pode ser obtido pela análise da variabilidade da frequência cardíaca. Assim, nosso objetivo é descrever o comportamento autonômico cardíaco no exercício isométrico. **MÉTODO:** Os artigos utilizados nesse estudo foram selecionados nas bases de dados Pubmed, Medline, Scielo. Para esta busca foi feito o cruzamento das seguintes palavras-chave: exercício isométrico, exercício estático, sistema nervoso autônomo e sistema cardiovascular, onde foram definidos com base nos descritores da área da saúde (DeCS), e correspondente na língua inglesa (MeSH). **RESULTADO:** Na busca foram encontrados 11 artigos, os quais demonstraram que, em geral, durante o exercício isométrico ocorre o aumento da modulação simpática, redução da modulação vagal sobre o nódulo sinusal e ocorre o inverso segundos após o término da contração muscular. **CONCLUSÃO:** No exercício isométrico a modulação autonômica é caracterizada pela diminuição da modulação vagal seguido pelo aumento da modulação simpática e a reversão dos mesmos logo após o cessamento da contração.

Palavras-chave: Sistema nervoso autônomo; Exercício; Sistema cardiovascular.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Isometric exercise is characterized by promoting a burden on the cardiovascular system, increased heart rate, peripheral vascular resistance, and blood pressure, through the neural mechanisms of central and peripheral control. The autonomic responses in the isometric exercise recovery period are well documented, which can be obtained by analysis of heart rate variability. So our goal is to describe the cardiac autonomic behavior in isometric exercise. **METHOD:** The articles used in this study were selected in Pubmed, Pedro, Medline, Lilacs and SciELO. The search was made by crossing the following keywords: isometric exercise, autonomic nervous system and cardiovascular system, which were defined based on descriptors of Health Headings (MeSH). **RESULTS:** The search provided 17 articles that indicated that during isometric exercise cardiac autonomic modulation is characterized by decreased vagal modulation followed by increased sympathetic modulation and its reversal after ceasing contraction. **CONCLUSION:** During isometric exercise cardiac sympathetic modulation increase and cardiac vagal modulation decreases. Immediately after exercise the opposite mechanism is observed.

Keywords: Autonomic Nervous System; Exercise; Cardiovascular System.

INTRODUÇÃO

A dimensão das respostas cardiovasculares frente ao exercício físico depende da massa muscular envolvida, tensão muscular, duração e intensidade do exercício¹. Para isso, é necessário um rápido ajuste no sistema cardiovascular para manter a homeostase, e tais respostas são produzidas por meio da atuação do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o coração².

É bem documentado na literatura que os exercícios isométricos elevam a frequência cardíaca, aumenta a resistência vascular periférica que pode elevar a pressão arterial⁶. Entretanto, a oclusão do fluxo sanguíneo muscular diminui o retorno venoso e aumenta a pós-carga, o que não altera muito o volume sistólico. Já o débito cardíaco aumenta pouco em virtude do aumento da frequência cardíaca.

Os ajustes cardiovasculares no exercício isométrico ocorrem por meio do mecanismo central de comando neural, e pelo mecanismo periférico do ergorreflexo. Tais ajustes são mediados por meio do sistema nervoso autônomo, por meio dos seus ramos eferentes simpáticos e parassimpático⁷⁻¹⁰.

Embora as respostas hemodinâmicas fiquem bem documentadas, ainda existe grande escassez de resultados sólidos sobre a influência do exercício isométrico sobre o controle autonômico, o qual pode ser obtido pela análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que avalia de modo simples e não invasivo o comportamento da regulação autonômica cardíaca, bem como a capacidade do coração em responder a vários estímulos fisiológicos e patológicos¹¹⁻¹³.

Diante da importância em identificar as alterações induzidas pelo exercício isométrico sobre o SNA, buscou-se reunir estudos que abordassem a análise do SNA por meio da VFC em indivíduos submetidos ao protocolo de exercícios

isométricos, para melhor compreender a modulação do SNA frente a este tipo de exercício, e fornecer uma atualização dos achados publicados referentes a esse tema. Assim, nosso objetivo é descrever os efeitos do protocolo de exercícios isométricos sobre a modulação autonômica cardíaca.

MÉTODO

Os artigos utilizados nesse estudo foram selecionados nas bases de dados Pubmed, Medline, Scielo e Lilacs. Para esta busca foi feito o cruzamento das seguintes palavras-chave: exercício isométrico, exercício estático, sistema nervoso autônomo e sistema cardiovascular, onde foram definidos com base nos descritores da área da saúde (DeCS), e correspondente na língua inglesa (MeSH).

Os estudos foram selecionados com base em seus títulos, foram analisados e selecionados de acordo com os critérios de inclusão instituídos para esta revisão. Para isso, o título deveria expressar como foco de estudo: modulação autonômica cardíaca após exercício isométrico e efeitos do treinamento isométrico no período de recuperação do controle autonômico cardíaco. Após isso, foi feita uma filtragem dos resultados para identificação das repetições, já que a busca foi feita em diversas bases de dados. Foi selecionado os títulos que expressaram o foco do estudo e tiveram os seus resumos lidos. Os resumos que abordassem essa temática tiveram seus textos completos lidos. Os estudos selecionados tiveram as suas referências analisadas para a identificação de estudos relevantes que não foram encontrados na busca eletrônica.

Foram incluídos estudos publicados entre o período de 2003 a 2014, no idioma português, espanhol, e inglês, que tiveram feito um protocolo de exercício isométrico e que analisassem o SNA por meio da VFC. Foram incluídos todos os tipos de desenho de estudo.

Para avaliação da qualidade metodológica dos estudos usou-se a escala PEDro. Os dados foram descritos de forma qualitativa e tabulados de acordo com os autores e ano do estudo, características da população, objetivo do estudo, índice observados e conclusões observadas.

RESULTADOS

Busca e estratégia de seleção

Através do cruzamento das palavras chaves na busca das bases de dados foram encontrados 258 manuscritos. Foram selecionados 35 manuscritos que no título expressava o foco do estudo e seus resumos foram lidos. Dos resumos lidos foram selecionados 24 que na sua metodologia explicava claramente o protocolo de exercício e a análise da VFC. Dentre os resumos lidos, foram selecionados 11 artigos completos e lidos na íntegra, e incluídos nesta revisão.

Características dos estudos selecionados

A Tabela I, organizada por autores e ano de publicação, mostra as características da população, objetivos, índices avaliados, a pontuação segundo a escala PEDro e as conclusões.

DISCUSSÃO

Durante o exercício físico, o comando central é ativado por diferentes receptores presentes nos sistemas periféricos e na musculatura em atividade. As respostas circulatórias, ventilatórias e metabólicas são monitoradas pelos receptores periféricos como os barorreceptores, quimiorreceptores, mecanorreceptores e metaborreceptores presente no sistema circulatório, cujas aferências se projetam no

núcleo do trato solitário (NTS) no bulbo dorsal, e destes, para a área de controle autonômico, regulando reflexamente a modulação simpática e vagal¹⁴.

As respostas cardiovasculares no exercício isométrico são mediadas pelo comando central¹⁵ através do mecanismo de retroalimentação através dos nervos aferentes (grupos III), fibras dos músculos esqueléticos sensíveis à mecânica, (mecanorreflexo muscular)¹⁶, nervos aferentes (grupos IV) e fibras dos músculos esqueléticos sensíveis á mudanças metabólicas (metaborreflexo muscular). A contração muscular provoca o acúmulo de metabólitos no músculo, que estimula o reflexo pressor do exercício. Durante a contração muscular o comando central estimula a região bulbar juntamente com os mecanorreceptores e metaborreceptores. Essa região promove modulações do sistema nervoso autônomo sobre o sistema cardiovascular, resultando em aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial.^{17,18}.

A recuperação da frequência cardíaca após o exercício isométrico é medida nos primeiros instantes pela reativação da modulação vagal. A cessação dos sinais advindos do comando central e dos mecanorreceptores presentes na musculatura esquelética permitem a reativação dos tônus vagais, produzindo queda rápida da frequência cardíaca¹⁹⁻²¹. À medida em que a recuperação prossegue, há remoção dos metabólitos produzidos pela contração isométrica que permite a diminuição da ação dos metaborreceptores e quimiorreceptores musculares que produz queda lenta da frequência cardíaca até os valores basais, mediada pela soma integrada de reativação parassimpática e retirada simpática sobre o coração ^{22,23}. Em relação à ação de quimiorreceptores na recuperação da FC pós-exercício, Gujic et al.²⁴ e seus colaboradores demonstraram que um protocolo de exercício isométrico com 30% CVM em condição de hipóxia produz recuperação mais lenta da frequência cardíaca

do que o mesmo exercício realizado em condição de normoxia, evidenciando o papel chave que o restabelecimento das concentrações de oxigênio e dióxido de carbono têm na recuperação da frequência cardíaca pós-exercício

A VFC é uma técnica confiável, muito usada na clínica para obter informações sobre a integridade da modulação do SNA sobre o coração e tem sido investigada tanto em indivíduos saudáveis como em portadores de patologia¹¹. Um estudo que verificou as adaptações da modulação do SNA em um grupo de mulheres que realizaram três séries de exercício isométrico constatou redução da modulação simpática e aumento da modulação vagal minutos após o exercício^{25,26}. Somers *et al.*, concluíram que após o exercício isométrico diminui o sinal eferente do quimiorreflexo muscular e, assim, atenuou a resposta do sistema nervoso simpático, após avaliar oito indivíduos saudáveis submetidos ao protocolo de exercício isométricos de membros superiores por seis semanas²⁷.

Outro estudo verificou diminuição da modulação parassimpática, durante exercício isométrico tanto no grupo adulto como no grupo de crianças, porém, o grupo de crianças apresentou maior redução do índice HF em resposta ao exercício isométrico em comparação com o grupo de adultos²⁸. Iellano *et al.* observou aumento significativa das oscilações de alta frequência em unidades normalizadas e diminuição da baixa frequência na densidade espectral no período de recuperação do exercício isométrico dos músculos extensores de joelho com 30% da CVM²⁵.

Hallman *et al.*, verificaram os efeitos da contração isométrica sobre o controle autonômico cardíaco em pacientes com dor no músculo trapézio, constataram que o grupo com dor apresentou redução da modulação simpática e da modulação global durante o repouso e aumento destes durante a contração isométrica em comparação com o grupo controle³⁰.

Laird *et al.*, observaram aumento da frequência cardíaca, da pressão arterial sistólica e diastólica em 32 indivíduos saudáveis submetidos ao exercício submáximo isométrico, e a redução dos mesmos assim que cessou o protocolo de exercícios³¹. Millar *et al.*, investigaram os efeitos agudos de diferentes protocolos de exercício isométrico sobre a pressão arterial e modulação autonômica cardíaca de 12 idosos saudáveis. Além disso, verificaram que a VFC foi reduzida em alguns protocolos e concluíram que as respostas de recuperação após exercícios isométricos dependem da duração e da frequência da contração³². Watanabe *et al.*, analisaram 51 indivíduos saudáveis submetidos ao exercício isométrico com 30% da contração voluntária máxima por 1 minuto e concluíram que em humanos, a resposta do coração à ativação do metaboreflexo muscular (grupo IV) após o exercício isométrico varia consideravelmente entre os indivíduos e que essas diferenças refletem alterações nos tônus parassimpático cardíaco e da sensibilidade barorreflexa³³.

Leite *et al.*, analisaram a VFC em diferentes percentuais de contração isométrica voluntárias máximas e submáximas de 12 pacientes com doença da artéria coronária, e verificaram que o índice rMSSD, o qual indica a modulação parassimpática, reduziu-se durante a contração voluntária submáxima-30% em relação a 60%, mas quando a contração foi interrompida esses valores retornaram ao normal³⁴.

Andreia *et al.*, concluíram que o treinamento isométrico em moderada intensidade provoca uma resposta hipotensora e aumento simultâneo na modulação vagal em idosos com hipertensão, após submetê-los a um protocolo de exercícios isométricos de preensão manual por 10 semanas³⁵. Um estudo analisou os efeitos do exercício isométrico sobre a VFC em idosos com hipertensão e constatou

aumento na modulação vagal após o exercício ³⁶. Desse modo, os estudos mencionados suportam a tendência do comportamento da regulação autonômica cardíaca durante e após o exercício isométrico.

CONCLUSÃO

Durante o exercício isométrico a modulação autonômica cardíaca é caracterizada pela diminuição da modulação vagal seguido pelo aumento da modulação simpática. À medida que a intensidade do exercício físico aumenta, há elevação na produção de metabólitos que promovem elevação da modulação simpática o que gera um aumento nos valores da frequência cardíaca. Imediatamente após o término do exercício físico, a frequência cardíaca cai de maneira, devido a reativação da modulação vagal causada pela retirada da modulação simpática, e pela cessação dos sinais provenientes do comando central, e do mecanorreflexo e do metaborreflexo.

REFERÊNCIAS

- 1- Seals DR, Washburn RA, Hanson PG, Painter PL, Nagle FJ. Increased cardiovascular response to static contraction of larger muscle groups. J Appl Physiol. 1983;54(2):434-7.
- 2- Williamson JW, Fadel PJ, Mitchell JH. New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. Exp Physiol. 2006; 91:51-8.

- 3- Charlton GA, Crawford MH. Consequências fisiológicas do treinamento. In: Maron BJ. (ed.). O coração do Atleta e a doença cardiovascular. Rio de Janeiro: Interlivros Edições Ltda, 1997:343-353.
- 4- Friedman DB. et al . Cardiovascular responses to voluntary and nonvoluntary static exercise in humans. J Appl Physiol. 1992; 73:1982-1985.
- 5- Seals DR. Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contractions in humans. J Appl Physiol. 1993; 75:1426-1431.
- 6- Forjaz, C.L.M.; Tinucci, T. A medida da pressão arterial no exercício. Revista Brasileira de Hipertensão. 2000; 7(1):p.79-87.
- 7- Asmussen E. Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise. Circ Res. 1981;48:13-10.
- 8- Edwards RH, Wiles CM. Energy exchange in human skeletal muscle during isometric contraction. Circ Res. 1981; 48:111-17.
- 9- Gray SD et al. Site of increased vascular resistance during isometric muscle contraction. Am J Physiol. 1967; 213:683-689.
- 10-Rowell LB, O'leary DS. Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflexes and mechanoreflexes. J Appl Physiol.1990;69:407-418.
- 11-Vanderlei, L. C. et al. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. Rev. Bras. Cir. Cardiovasc. 2009, 24:205-217.
- 12-Taylor AC, McCartney N, Kamath MV, Wiley RL. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(2):251-6.

- 13- McGowan CL, Visocchi A, Faulkner M, Verduyn R, Rakobowchuk M, Levy AS, et al. Isometric handgrip training improves local flow-mediated dilation in medicated hypertensives. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99(3):227-34
- 14-Colombari E, Sato MA, Cravo SL, Bergamaschi CT, Campos RR, Lopes OU. Role off the medulla oblongata in hypertension. *Hypertension.* 2001;38:549-54.
- 15-Rowell LB, O'Leary DS, Kellog DL. Integration of cardiovascular control systems in dynamic exercise. In: Rowell LB, editor. *Handbook of Physiology, Section 12, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems.* Bethesda (MD): American Physiological Society. 1996;1025–63.
- 16-Vissing SF, Scherrer U, Victor RG. Stimulation of skin sympathetic nerve discharge by central command: differential control of sympathetic outflow to skin and skeletal muscle during static exercise. *Circ Res.* 1991; 69: 228-38.
- 17-Mitchell JH, Schimbt RF. Cardiovascular reflex control by afferent fibers from skeletal muscle receptors. In: Shepherd JT, Abboud FM, editors. *Handbook of Physiology, Section 2, The Cardiovascular System, Vol. 3.* Bethesda (MD): American Physiological Society; 1983. *Peripheral Circulation and Organ Blood Flow, Part 2.* p. 623–58.
- 18-Mitchell JH. Neural control of the circulation during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22(2):141–54.
- 19-BULL, R. K., DAVIES, C. T., LIND, A. R. & WHITE, M. J. The human pressor response during and following voluntary and evoked isometric contraction with occluded local blood supply. *The Journal of Physiology* 1989; (411):63-70.

- 20-Carter, R., Watenpaugh, D. E., Wasmend, W. L., Wasmund, S. L. & Smith, M. L. Muscle pump and central command during recovery from exercise in humans. *Journal of Applied Physiology* 1999; (87):1463-1469.
- 21-Ogoh, S., Wasmund, W. L., Keller, D. M., A, O. Y., Gallagher, K. M., Mitchell, J. H. & Raven, P. B. Role of central command in carotid baroreflex resetting in humans during static exercise. *Journal of Physiology* 2002; (543): 349-364.
- 22-COOTE, J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Exp Physiol* 2010; (95):431-40.
- 23-Niemela, T. H., Kiviniemi, A. M., Hautala, A. J., Salmi, J. A., Linnamo, V., & Tulppo, M. P. Recovery pattern of baroreflex sensitivity after exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2008; (40): 864-870.
- 24-Gujic, M., Laude, D., Houssiere, A., Beloka, S., Argacha, J. F., Adamopoulos, D. Van De Borne, P. Differential effects of metaboreceptor and chemoreceptor activation on sympathetic and cardiac baroreflex control following exercise in hypoxia in human. *Journal of Physiology* 2007; (585):165-174.
- 25-Iellamo F, Pizzinelli P, Massaro M, Remonde G, Peruzzi G, Legramante JM. Muscle metaboreflex contribution to sinus node regulation during static exercise: insights from spectral analysis of heart rate variability. *Circulation*. 1999;100:27-32.
- 26-Shiro Y, Arai YC, Matsubara T, Isogai S, Ushida T. Effect of muscle load tasks with maximal isometric contractions on oxygenation of the trapezius muscle and sympathetic nervous activity in females with chronic neck and shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:146.

- 27-Somers V, Leo R, Shields M, Clary A. Forearm endurance training attenuates sympathetic nerve response to isometric handgrip in normal humans. *J. Appl. Physiol.* 1992;72:1039– 1043.
- 28-Goulopoulou, Fernhall, Jill A, Kanaley. Developmental Changes in Hemodynamic Responses and Cardiovagal Modulation during Isometric Handgrip Exercise. *International Journal of Pediatrics.* 2010;10:1155-57.
- 29-Pagani M, Somers R, Furlan, et al. Changes in autonomic regulation induced by physical training in mild hypertension. *Hypertension.* 1988; 12:600–610.
- 30-Hallman DM, Lindberg LG, Arnetz BB, Lyskov E. Effects of static contraction and cold stimulation on cardiovascular autonomic indices, trapezius blood flow and muscle activity in chronic neck-shoulder pain. *Eur J Appl Physiol.* 2011; 111:1725-35.
- 31-Laird. W.P, D. E. Fixler, and F. D. Huffines, “Cardiovascular response to isometric exercise in normal adolescents. *Circulation.* 1979;59:651–654.
- 32-Millar PJ, MacDonald MJ, McCartney N. Effects of isometric handgrip protocol on blood pressure and neurocardiac modulation. *Int J Sports Med.* 2011; 32:174-80.
- 33-Watanabe K, Ichinose M, Fujii N, Matsumoto M, Nishiyasu T. Individual differences in the heart rate response to activation of the muscle metaboreflex in humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2010; 299:1708-14.
- 34-Leite PH, et al. Heart rate responses during isometric exercises in patients undergoing a phase III cardiac rehabilitation program. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14:383-9.

- 35-**Andreia C, Neil M, Markad V, Kamath. Isometric Training Lowers Resting Blood Pressure and Modulates Autonomic Control. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2003; 35: 251–256.
- 36-**Taylor AC, McCartney N, Kamath MV, Wiley RL. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35:251-6.
- 37-**Min Zhang, et al. Effects of unilateral jaw clenching on cerebral/systemic circulation and related autonomic nerve activity. *Physiology & Behavior* . 2012; 105:292–297.
- 38-**Mukherjee Shalini, et al. Cardiovascular autonomic functions in well-controlled and intractable partial epilepsies. *Epilepsy Research.* 2009; 85:261-269.
- 39-**La Fontaine M. F et al. Transient suppression of heart rate complexity in concussed athletes. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical* .2009; 148:101–103.

Tabela I. Descrição dos estudos de acordo com os autores, ano de publicação, as características da população, objetivos, índices avaliados, escala PEDRO e conclusões.

Autores e ano de publicação	Características da população	Objetivos	Índices avaliados	Escala PEDro	Conclusão
Agiovlasitis et al., 2010	Adultos com paraplegia (n = 20), com idade média de 22,2 ± 3,1 anos, e adultos sem paraplegia (n = 20), com idade média de 25,8 ± 4,0 anos	Analisar a modulação autonômica cardíaca em repouso e durante o exercício isométrico entre os indivíduos com e sem paraplegia.	LF HF LF/HF SampEn	5	Indivíduos com paraplegia apresentaram baixa modulação da frequência cardíaca em repouso e durante o exercício estático.
Taylor et al., 2003	Dezessete homens e mulheres hipertensos, grupo de treinamento isométrico (n= 9)), com idade média de 69,3 ± 6,0 anos, e no grupo controle (n = 8) com idade média de 64,2 ± 5,5 anos.	Examinar os efeitos de exercício isométrico de preensão manual sobre a pressão arterial de repouso, variabilidade da frequência cardíaca e variabilidade da pressão arterial em idosos com hipertensão controlada.	LF HF LF/HF	7	O exercício isométrico a uma intensidade moderada causou uma resposta hipotensora e um aumento simultâneo na modulação vagal em idosos com hipertensão controlada.

Millar et al., 2009	Indivíduos idosos saudáveis (n = 18), com idade média de 70 ± 5 anos.	Examinar as alterações agudas da modulação autonômica cardíaca após handgrip isométrico bilateral.	SampEn	6	Houve melhoras na modulação autonômica cardíaca aguda após uma única sessão de IHG. Isto pode estar ligado ao aumento da modulação parassimpática.
Leite et al., 2010	Homens com doença arterial coronariana (n = 12), com idade média de 63 ± 11,6 anos	Avaliar as respostas de frequência cardíaca para diferentes porcentagens de contrações isométricas em pacientes com doença arterial coronária e ou fatores de risco para doença arterial coronariana.	RMSSD	5	O índice RMSSD diminuiu durante contração isométrica com CVSM-60%, exceto para o CVSM-30%. No período de recuperação, os valores de RMSSD foram semelhantes para ambas as intensidades testadas.
Shiro et al., 2012	30 mulheres participantes, divididas em grupo com dor (n = 14)), com idade média de 28,7 ± 4,6 anos, e um grupo controle (n = 12), com idade média de 29,5 ± 4,1 anos.	Verificar como a variabilidade da frequência cardíaca responde à contração isométrica máxima em indivíduos com dor crônica do pescoço e ombro	LF HF LF/HF	5	Não houve mudanças significativas em relação LF / HF da VFC que responderam ao exercício isométrico, o que implicaria uma redução da atividade do sistema nervoso simpático.
Gouloupoulou et al., 2010	As crianças saudáveis (n = 23) com idade média de	Examinar as diferenças na resposta	RMSSD HF LF	5	A resposta reflexo pressor contribui para a magnitude

	8,3 ± 0,2 anos, e adultos jovens saudáveis (n = 23) com idade média de 22,0 ± 0,3 anos.	pressora modulação cardiovagal durante exercício isométrico de preensão manual entre crianças e adultos.	e HF o de entre e		da modulação cardiovagal determina o grau de ajustes autonômicos durante a contração isométrica.
Watanabe et al., 2010	Voluntários saudáveis (n = 51) com idade média de 21,6 ± 0,2 anos.	As diferenças na função autonômica cardíaca e do baroreflexo arterial na isquemia muscular pós exercício isométrico.	LF HF	5	As alterações na modulação parassimpática e do barorreflexo arterial está associada as diferenças individuais durante a isquemia muscular pós-exercício
Hallman et al., 2011	Indivíduos com dor crônica (n = 23 dor, com média de idade de 40,5 ± 7,1, n = 22 controle, com idade média de 40,8 ± 7)	Investigar a pressão arterial sistêmica e variabilidade da frequência cardíaca, em resposta a continuar a aperto de mão sustentado com dor crônica na região do pescoço-ombro.	SDNN NN50 LF HF	7	A diminuição do fluxo sanguíneo no músculo trapézio, aumenta a pressão arterial e variabilidade da frequência cardíaca no grupo com dor em comparação ao grupo controle.
Zhang et al., 2012	Homens, com idade média de 23,2 ± 2,9 anos (n = 17)	Avaliar a influência da contração muscular isométrica na circulação cerebral e	LF HF LF/HF	5	O movimento de aperto mandíbula promove ativação bilateral da velocidade do fluxo das artérias cerebrais com

		sistêmica, e na VFC durante o exercício de preensão manual de comparando com aperto da mandíbula.			menos efeitos sobre o débito cardíaco e da atividade do sistema nervoso simpático em relação ao exercício de preensão manual
Mukherjee et al, 2009	61 participantes com crises parciais de epilepsia, foram divididos em grupo com epilepsia controlada (n = 30), com idade média de 19.13 ± 8.72 anos, e um grupo intratável (n = 31), com idade média de 22.11 ± 10.18 anos de idade.	Comparar a função autonômica e psicológica de indivíduos com epilepsia parcial usando teste de preensão manual sustentada, manobra de valsalva, teste de respiração profunda.	LF HF LF/HF RMSSD SDNN NN50 pNN50	5	Verificou-se menor VFC com menor reatividade parassimpática em indivíduos com epilepsia intratável em relação aos indivíduos epilepsia controlada.
La Fontaine et al, 2009.	Três atletas (19 ± 2 anos de idade), e três indivíduos controle (19 ± 2 anos de idade).	Comparar a VFC de atletas que tiveram concussão cerebral, em repouso e durante um teste de handgrip, com indivíduos de controle.	LF HF LF/HF	6	Não houve diferenças significativas da VFC tanto no repouso como durante o teste de handgrip.

Conclusões

Os artigos compilados nesta dissertação demonstraram os efeitos dos exercícios com haste oscilatória na resposta de recuperação autonômica cardíaca em mulheres jovens saudáveis, e a resposta de recuperação da modulação autonômica cardíaca no exercício isométrico.

Em relação ao estudo observacional, verificamos que o exercício com haste oscilatória realizado por mulheres jovens e saudáveis promoveu redução da modulação vagal no período pós-exercício em relação ao repouso pré-exercício conforme verificado nos valores do índice RMSSD.

No que tange a revisão de literatura os 11 artigos seleccionados os quais demonstraram que, em geral, durante o exercício isométrico ocorre o aumento da modulação simpática, redução da modulação vagal sobre o nódulo sinusal e ocorre o inverso segundos após o término da contração muscular.

Referências

- 1) Lister JL, Rossi GD, Ma F, Stoutenberg M, Adams JB, Tobkin S. Scapular stabilizer activity during BodybladeR, cuff weights, and Thera-BandR use. J Sport Rehabil 2007;(16):50-7.
- 2) Oliveira AMS, Freitas CMS, Monaretti FH, Ferreira F, Noguti R, Berzin F. Avaliacao eletromiografica de musculos da cintura escapular e braco durante exercicios com carga axial e rotacional. Rev Bras Med Esporte 2006;(12):11-5.
- 3) Anders, C.; Wenzel, B.; Scholle, H. C. Activation characteristics of trunk muscles during cyclic upper-body perturbations caused by an oscillating pole. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2008; (89):1314-1322.
- 4) Marques NR; Hallal CZ; Gonçalves M. Padrão de co-ativação dos músculos do tronco durante exercícios com haste oscilatória. Motriz, rio claro 2012; (18):245-252.
- 5) Hewett TE, Paterno MS, Myer GD. Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. Clin Orthop 2002;(402):76-94.
- 6) Morrissey MC. The relationship between peak torque and work of the quadriceps and hamstrings after meniscectomy. J Orthop Sports Phys Ther 1987; 8(8):405-8.
- 7) Sherman WM, Pearson DR, Plyley MJ, Costill DL, Habansky AJ, Vogelgesang DA. Isokinetic rehabilitation after surgery. A review of factors which are important for developing physiotherapeutic techniques after knee surgery. Am J Sports Med 1982; 0(3):155-61.
- 8) Thomeé R, Renstrom P, Grimby G, Peterson L. Slow or fast isokinetic training after – knee ligament surgery*. J Orthop Sports Phys Ther 1987; 8(10):475-9.
- 9) Dourado V.Z. Exercício físico aplicado á reabilitação pulmonar: Princípios fisiológicos do exercício. Rio de Janeiro.Revinter,2011.
- 10) Merle L. Foss; Steven J. Keteyian. Bases Fisiologicas do exercício e do esporte. 6ª Ed., Rio de janeiro.Guanabara Koogan,2000.

- 11) Mcardle, WD.; Katch, FI.; Katch, V. L. Fisiologia do exercício energia, nutrição e desempenho humano. 5ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- 12) Forjaz CLM. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. Re. Paul.Edu Fis 2004; (8): 21-3.
- 13) Forjaz, C.L.M.; Cardoso, C.G.; Rezk, C.C.; Santaella, D.F.; Tinucci, T. Post-exercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2004; 44(1):54-62..
- 14) Jensen-Urstad, K., Saltin, B., Ericson, M., Storck, N. Pronounced resting bradycardia in male elite runners is associated with high heart rate variability. Scand J Med Sci Sports 1997; (7):274-8.
- 15) Nobrega, A. C. & Araujo, C. G. Heart rate transient at the onset of active and passive dynamic exercise. Med Sci Sports Exerc 1993; (25):37-41.
- 16) Kamiya, A., Michikami, D., FU, Q., Niimi, Y. & Iwase, S. Muscle sympathetic nerve activity (MSNA) during high-intensity, isometric leg exercise in humans. Environ Med 2000; (44):49-52.
- 17) Chapalli, S., Kadish, A. H., Horvath, G. & Goldberger, J. J. Differential effects of parasympathetic blockade and parasympathetic withdrawal on heart rate variability. J Cardiovasc Electrophysiol 1999; (10):192-9.
- 18) Loeb, J. M. & Detarnowsky, J. M. 1988. Integration of heart rate and sympathetic neural effects on AV conduction. Am J Physiol 1988; (254): H651-7.
- 19) Carter, R., Watenpaugh, D. E., Wasmund, W. L., Wasmund, S. L. & Smith, M. L. Muscle pump and central command during recovery from exercise in humans. Journal of Applied Physiology 1999; (87):1463-1469.
- 20) Bull, R. K., Davies, C. T., Lind, A. R. & White, M. J. The human pressor response during and following voluntary and evoked isometric contraction with occluded local blood supply. The Journal of Physiology 1989; (411):63-70.
- 21) Coote, J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. Exp Physiol 2010; (95):431-40.

- 22) Gladwell, V. F., Fletcher, J., Patel, N., Elvidge, L. J., Lloyd, D., Chowdhary, S. & Coote, J. H. The influence of small fibre muscle mechanoreceptors on the cardiac vagus in humans. *J Physiol* 2005; (567):713-21.
- 23) Imai, K., Sato, H., Hori, M., Kusuoka, H., Ozaki, H., Yokoyama, H., Takeda, H., Inoue, M. & Kamada. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology* 1994; (24): 1529-1535.
- 24) Perini, R., Orizio, C., Comandè, A., Castellano, M., Beschi, M. & Veicsteinas, A. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1989; (58): 879-83.
- 25) Morise, A. P. Heart rate recovery: predictor of risk today and target of therapy tomorrow? *Circulation* 2004; (110):2778-80.
- 26) Vanderlei LC, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF: Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009; (24):205–217.
- 27) Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res* 2008;41(10):854-9.

ANEXO I



INTERNATIONAL
ARCHIVES OF MEDICINE

Instructions for authors

Original research articles

File formats

Preparing main manuscript text

General guidelines of the journal's style and language are given [below](#).

Overview of manuscript sections for Original research articles

Manuscripts for Original research articles submitted to *International Archives of Medicine* should be divided into the following sections (in this order):

- [Title page](#)
- [Abstract](#)
- [Additional non-English language abstract](#)
- [Keywords](#)
- [Background](#)
- [Methods](#)
- [Results and discussion](#)
- [Conclusions](#)
- [List of abbreviations used](#) (if any)
- [Competing interests](#)
- [Authors' contributions](#)
- [Authors' information](#)
- [Acknowledgements](#)
- [Endnotes](#)
- [References](#)
- [Illustrations and figures](#) (if any)
- [Tables and captions](#)
- [Preparing additional files](#)

The **Accession Numbers** of any nucleic acid sequences, protein sequences or atomic coordinates cited in the manuscript should be provided, in square brackets and include the corresponding

database name; for example, [EMBL:AB026295, EMBL:AC137000, DDBJ:AE000812, GenBank:U49845, PDB:1BFM, Swiss-Prot:Q96KQ7, PIR:S66116].

The databases for which we can provide direct links are: EMBL Nucleotide Sequence Database ([EMBL](#)), DNA Data Bank of Japan ([DDBJ](#)), GenBank at the NCBI ([GenBank](#)), Protein Data Bank ([PDB](#)), Protein Information Resource ([PIR](#)) and the Swiss-Prot Protein Database ([Swiss-Prot](#)).

You can [download a template](#) (Mac and Windows compatible; Microsoft Word 98/2000) for your article.

For reporting standards please see the information in the [About](#) section.

Title page

The title page should:

- provide the title of the article
- list the full names, institutional addresses and email addresses for all authors
- indicate the corresponding author

Please note:

- the title should include the study design, for example "A versus B in the treatment of C: a randomized controlled trial X is a risk factor for Y: a case control study"
- abbreviations within the title should be avoided

Abstract

The Abstract of the manuscript should not exceed 350 words and must be structured into separate sections: **Background**, the context and purpose of the study; **Methods**, how the study was performed and statistical tests used; **Results**, the main findings; **Conclusions**, brief summary and potential implications. Please minimize the use of abbreviations and do not cite references in the abstract. **Trial registration**, if your original research reports the results of a controlled health care intervention, please list your trial registry, along with the unique identifying number (e.g. **Trial registration**: Current Controlled Trials ISRCTN73824458). Please note that there should be no space between the letters and numbers of your trial registration number. We recommend manuscripts that report randomized controlled trials follow the [CONSORT extension for abstracts](#).

Additional non-English language abstract

An additional non-English language abstract can be included within the article. The additional abstract should be placed after the official English language abstract in the submitted manuscript file and should not exceed 350 words. Please ensure you indicate the language of your abstract. In addition to English, we can support German, Spanish, French, Norwegian and Portuguese abstracts.

Keywords

Three to ten keywords representing the main content of the article.

Background

The Background section should be written in a way that is accessible to researchers without specialist knowledge in that area and must clearly state - and, if helpful, illustrate - the background to the research and its aims. Reports of clinical research should, where appropriate, include a summary of a search of the literature to indicate why this study was necessary and what it aimed to contribute to the field. The section should end with a brief statement of what is being reported in the article.

Methods

The methods section should include the design of the study, the setting, the type of participants or materials involved, a clear description of all interventions and comparisons, and the type of analysis used, including a power calculation if appropriate. Generic drug names should generally be used. When proprietary brands are used in research, include the brand names in parentheses in the Methods section.

For studies involving human participants a statement detailing ethical approval and consent should be included in the methods section. For further details of the journal's editorial policies and ethical guidelines see ['About this journal'](#).

For further details of the journal's data-release policy, see the policy section in ['About this journal'](#).

Results and discussion

The Results and discussion may be combined into a single section or presented separately. Results of statistical analysis should include, where appropriate, relative and absolute risks or risk reductions, and confidence intervals. The Results and discussion sections may also be broken into subsections with short, informative headings.

Conclusions

This should state clearly the main conclusions of the research and give a clear explanation of their importance and relevance. Summary illustrations may be included.

List of abbreviations

If abbreviations are used in the text they should be defined in the text at first use, and a list of abbreviations can be provided, which should precede the competing interests and authors' contributions.

Competing interests

A competing interest exists when your interpretation of data or presentation of information may be influenced by your personal or financial relationship with other people or organizations. Authors must disclose any financial competing interests; they should also reveal any non-financial competing interests that may cause them embarrassment were they to become public after the publication of the manuscript.

Authors are required to complete a declaration of competing interests. All competing interests that are declared will be listed at the end of published articles. Where an author gives no competing interests, the listing will read 'The author(s) declare that they have no competing interests'.

When completing your declaration, please consider the following questions:

Financial competing interests

- In the past three years have you received reimbursements, fees, funding, or salary from an organization that may in any way gain or lose financially from the publication of this manuscript, either now or in the future? Is such an organization financing this manuscript (including the article-processing charge)? If so, please specify.
- Do you hold any stocks or shares in an organization that may in any way gain or lose financially from the publication of this manuscript, either now or in the future? If so, please specify.
- Do you hold or are you currently applying for any patents relating to the content of the manuscript? Have you received reimbursements, fees, funding, or salary from an organization that holds or has applied for patents relating to the content of the manuscript? If so, please specify.
- Do you have any other financial competing interests? If so, please specify.

Non-financial competing interests

Are there any non-financial competing interests (political, personal, religious, ideological, academic, intellectual, commercial or any other) to declare in relation to this manuscript? If so, please specify.

If you are unsure as to whether you, or one your co-authors, has a competing interest please discuss it with the editorial office.

Authors' contributions

In order to give appropriate credit to each author of a paper, the individual contributions of authors to the manuscript should be specified in this section.

According to [ICMJE guidelines](#), An 'author' is generally considered to be someone who has made substantive intellectual contributions to a published study. To qualify as an author one should 1) have made substantial contributions to conception and design, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data; 2) have been involved in drafting the manuscript or revising it critically for important intellectual content; 3) have given final approval of the version to be published; and 4) agree to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved. Each author should have participated sufficiently in the work to take public responsibility for appropriate portions of the content. Acquisition of funding, collection of data, or general supervision of the research group, alone, does not justify authorship.

We suggest the following kind of format (please use initials to refer to each author's contribution): AB carried out the molecular genetic studies, participated in the sequence alignment and drafted the manuscript. JY carried out the immunoassays. MT participated in the sequence alignment. ES participated in the design of the study and performed the statistical analysis. FG conceived of the study, and participated in its design and coordination and helped to draft the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

All contributors who do not meet the criteria for authorship should be listed in an acknowledgements section. Examples of those who might be acknowledged include a person who provided purely technical help, writing assistance, or a department chair who provided only general support.

Authors' information

You may choose to use this section to include any relevant information about the author(s) that may aid the reader's interpretation of the article, and understand the standpoint of the author(s). This may include details about the authors' qualifications, current positions they hold at institutions or societies, or any other relevant background information. Please refer to authors using their initials. Note this section should not be used to describe any competing interests.

Acknowledgements

Please acknowledge anyone who contributed towards the article by making substantial contributions to conception, design, acquisition of data, or analysis and interpretation of data, or who was involved in drafting the manuscript or revising it critically for important intellectual content, but who does not meet the criteria for authorship. Please also include the source(s) of funding for each author, and for the manuscript preparation. Authors must describe the role of the funding body, if any, in design, in the collection, analysis, and interpretation of data; in the writing of the manuscript; and in the decision to submit the manuscript for publication. Please also acknowledge anyone who contributed materials essential for the study. If a language editor has made significant revision of the manuscript, we recommend that you acknowledge the editor by name, where possible.

The role of a scientific (medical) writer must be included in the acknowledgements section, including their source(s) of funding. We suggest wording such as 'We thank Jane Doe who provided medical writing services on behalf of XYZ Pharmaceuticals Ltd.'

Authors should obtain permission to acknowledge from all those mentioned in the Acknowledgements section.

Endnotes

Endnotes should be designated within the text using a superscript lowercase letter and all notes (along with their corresponding letter) should be included in the Endnotes section. Please format this section in a paragraph rather than a list.

References

All references, including URLs, must be numbered consecutively, in square brackets, in the order in which they are cited in the text, followed by any in tables or legends. Each reference must have an individual reference number. Please avoid excessive referencing. If automatic numbering systems are used, the reference numbers must be finalized and the bibliography must be fully formatted before submission.

Only articles, datasets, clinical trial registration records and abstracts that have been published or are in press, or are available through public e-print/preprint servers, may be cited; unpublished abstracts, unpublished data and personal communications should not be included in the reference list, but may be included in the text and referred to as "unpublished observations" or "personal communications" giving the names of the involved researchers. Obtaining permission to quote personal communications and unpublished data from the cited colleagues is the responsibility of the author. Footnotes are not allowed, but endnotes are permitted. Journal abbreviations follow Index Medicus/MEDLINE. Citations in the reference list should include all named authors, up to the first 30 before adding '*et al.*'. Any *in press* articles cited within the references and necessary for the reviewers' assessment of the manuscript should be made available if requested by the editorial office.

Style files are available for use with popular bibliographic management software:

- [BibTeX](#)
- [EndNote style file](#)
- [Reference Manager](#)
- [Zotero](#)

Examples of the *International Archives of Medicine* reference style are shown [below](#). Please ensure that the reference style is followed precisely; if the references are not in the correct style they may have to be retyped and carefully proofread.

All web links and URLs, including links to the authors' own websites, should be given a reference number and included in the reference list rather than within the text of the manuscript. They should be provided in full, including both the title of the site and the URL, in the following format: **The Mouse Tumor Biology Database** [http://tumor.informatics.jax.org/mtbwi/index.do]. If an author or group of authors can clearly be associated with a web link, such as for weblogs, then they should be included in the reference.

Examples of the *International Archives of Medicine* reference style

Article within a journal

Koonin EV, Altschul SF, Bork P: **BRCA1 protein products: functional motifs.** *Nat Genet* 1996,**13**:266-267.

Article within a journal supplement

Orengo CA, Bray JE, Hubbard T, LoConte L, Sillitoe I: **Analysis and assessment of ab initio three-dimensional prediction, secondary structure, and contacts prediction.** *Proteins* 1999, **43**(Suppl 3):149-170.

In press article

Kharitonov SA, Barnes PJ: **Clinical aspects of exhaled nitric oxide.** *Eur Respir J*, in press.

Published abstract

Zvaifler NJ, Burger JA, Marinova-Mutafchieva L, Taylor P, Maini RN: **Mesenchymal cells, stromal derived factor-1 and rheumatoid arthritis [abstract].** *Arthritis Rheum* 1999, **42**:s250.

Article within conference proceedings

Jones X: **Zeolites and synthetic mechanisms.** In *Proceedings of the First National Conference on Porous Sieves: 27-30 June 1996; Baltimore*. Edited by Smith Y. Stoneham: Butterworth-Heinemann; 1996:16-27.

Book chapter, or article within a book

Schnepf E: **From prey via endosymbiont to plastids: comparative studies in dinoflagellates.** In *Origins of Plastids. Volume 2*. 2nd edition. Edited by Lewin RA. New York: Chapman and Hall; 1993:53-76.

Whole issue of journal

Ponder B, Johnston S, Chodosh L (Eds): **Innovative oncology.** In *Breast Cancer Res* 1998, **10**:1-72.

Whole conference proceedings

Smith Y (Ed): *Proceedings of the First National Conference on Porous Sieves: 27-30 June 1996; Baltimore*. Stoneham: Butterworth-Heinemann; 1996.

Complete book

Margulis L: *Origin of Eukaryotic Cells*. New Haven: Yale University Press; 1970.

Monograph or book in a series

Hunninghake GW, Gadek JE: **The alveolar macrophage.** In *Cultured Human Cells and Tissues*. Edited by Harris TJR. New York: Academic Press; 1995:54-56. [Stoner G (Series Editor): *Methods and Perspectives in Cell Biology*, vol 1.]

Book with institutional author

Advisory Committee on Genetic Modification: *Annual Report*. London; 1999.

PhD thesis

Kohavi R: **Wrappers for performance enhancement and oblivious decision graphs.** *PhD thesis*. Stanford University, Computer Science Department; 1995.

Link / URL

The Mouse Tumor Biology Database [<http://tumor.informatics.jax.org/mtbwi/index.do>]

Link / URL with author(s)

Corpas M: **The Crowdfunding Genome Project: a personal genomics community with open source values** [<http://blogs.biomedcentral.com/bmcblog/2012/07/16/the-crowdfunding-genome-project-a-personal-genomics-community-with-open-source-values/>]

Dataset with persistent identifier

Zheng, L-Y; Guo, X-S; He, B; Sun, L-J; Peng, Y; Dong, S-S; Liu, T-F; Jiang, S; Ramachandran, S; Liu, C-M; Jing, H-C (2011): **Genome data from sweet and grain sorghum (Sorghum bicolor)**. *GigaScience Database*. <http://dx.doi.org/10.5524/100012>.

Clinical trial registration record with persistent identifier

Mendelow, AD (2006): **Surgical Trial in Lobar Intracerebral Haemorrhage**. Current Controlled Trials. <http://dx.doi.org/10.1186/ISRCTN22153967>

Preparing illustrations and figures

Illustrations should be provided as separate files, not embedded in the text file. Each figure should include a single illustration and should fit on a single page in portrait format. If a figure consists of separate parts, it is important that a single composite illustration file be submitted which contains all parts of the figure. There is no charge for the use of color figures.

Please read our [figure preparation guidelines](#) for detailed instructions on maximising the quality of your [figures](#).

Formats

The following file formats can be accepted:

- PDF (preferred format for diagrams)
- DOCX/DOC (single page only)
- PPTX/PPT (single slide only)
- EPS
- PNG (preferred format for photos or images)
- TIFF
- JPEG
- BMP

Figure legends

The legends should be included in the main manuscript text file at the end of the document, rather than being a part of the figure file. For each figure, the following information should be provided:

Figure number (in sequence, using Arabic numerals - i.e. Figure 1, 2, 3 etc); short title of figure (maximum 15 words); detailed legend, up to 300 words.

Please note that it is the responsibility of the author(s) to obtain permission from the copyright holder to reproduce figures or tables that have previously been published elsewhere.

Preparing a personal cover page

If you wish to do so, you may submit an image which, in the event of publication, will be used to create a cover page for the PDF version of your article. The cover page will also display the journal logo, article title and citation details. The image may either be a figure from your manuscript or another relevant image. You must have permission from the copyright to reproduce the image. Images that do not meet our requirements will not be used.

Images must be 300dpi and 155mm square (1831 x 1831 pixels for a raster image).

Allowable formats - EPS, PDF (for line drawings), PNG, TIFF (for photographs and screen dumps), JPEG, BMP, DOC, PPT, CDX, TGF (ISIS/Draw).

Preparing tables

Each table should be numbered and cited in sequence using Arabic numerals (i.e. Table 1, 2, 3 etc.). Tables should also have a title (above the table) that summarizes the whole table; it should be no longer than 15 words. Detailed legends may then follow, but they should be concise. Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

Smaller tables considered to be integral to the manuscript can be pasted into the end of the document text file, in A4 portrait or landscape format. These will be typeset and displayed in the final published form of the article. Such tables should be formatted using the 'Table object' in a word processing program to ensure that columns of data are kept aligned when the file is sent electronically for review; this will not always be the case if columns are generated by simply using tabs to separate text. Columns and rows of data should be made visibly distinct by ensuring that the borders of each cell display as black lines. Commas should not be used to indicate numerical values. Color and shading may not be used; parts of the table can be highlighted using symbols or bold text, the meaning of which should be explained in a table legend. Tables should not be embedded as figures or spreadsheet files.

Larger datasets or tables too wide for a landscape page can be uploaded separately as additional files. Additional files will not be displayed in the final, laid-out PDF of the article, but a link will be provided to the files as supplied by the author.

Tabular data provided as additional files can be uploaded as an Excel spreadsheet (.xls) or comma separated values (.csv). As with all files, please use the standard file extensions.

Preparing additional files

Although *International Archives of Medicine* does not restrict the length and quantity of data included in an article, we encourage authors to provide datasets, tables, movies, or other information as additional files.

Please note: All Additional files **will be published** along with the article. Do not include files such as patient consent forms, certificates of language editing, or revised versions of the main manuscript document with tracked changes. Such files should be sent by email to intarchmed@biomedcentral.com, quoting the Manuscript ID number.

Results that would otherwise be indicated as "data not shown" can and should be included as additional files. Since many weblinks and URLs rapidly become broken, *International Archives of Medicine* requires that supporting data are included as additional files, or deposited in a recognized repository. Please do not link to data on a personal/departmental website. The maximum file size for additional files is 20 MB each, and files will be virus-scanned on submission.

Additional files can be in any format, and will be downloadable from the final published article as supplied by the author. We recommend CSV rather than PDF for tabular data.

Certain supported files formats are recognized and can be displayed to the user in the browser. These include most movie formats (for users with the Quicktime plugin), mini-websites prepared according to our guidelines, chemical structure files (MOL, PDB), geographic data files (KML).

If additional material is provided, please list the following information in a separate section of the manuscript text:

- File name (e.g. Additional file 1)
- File format including the correct file extension for example .pdf, .xls, .txt, .pptx (including name and a URL of an appropriate viewer if format is unusual)
- Title of data
- Description of data

Additional files should be named "Additional file 1" and so on and should be referenced explicitly by file name within the body of the article, e.g. 'An additional movie file shows this in more detail [see Additional file 1]'.

Additional file formats

Ideally, file formats for additional files should not be platform-specific, and should be viewable using free or widely available tools. The following are examples of suitable formats.

- Additional documentation
 - PDF (Adode Acrobat)
- Animations
 - SWF (Shockwave Flash)
- Movies
 - MP4 (MPEG 4)
 - MOV (Quicktime)
- Tabular data
 - XLS, XLSX (Excel Spreadsheet)
 - CSV (Comma separated values)

As with figure files, files should be given the standard file extensions.

Mini-websites

Small self-contained websites can be submitted as additional files, in such a way that they will be browsable from within the full text HTML version of the article. In order to do this, please follow these instructions:

1. Create a folder containing a starting file called index.html (or index.htm) in the root.
2. Put all files necessary for viewing the mini-website within the folder, or sub-folders.
3. Ensure that all links are relative (ie "images/picture.jpg" rather than "/images/picture.jpg" or "http://yourdomain.net/images/picture.jpg" or "C:\Documents and Settings\username\My Documents\mini-website\images\picture.jpg") and no link is longer than 255 characters.
4. Access the index.html file and browse around the mini-website, to ensure that the most commonly used browsers (Internet Explorer and Firefox) are able to view all parts of the mini-website without problems, it is ideal to check this on a different machine.
5. Compress the folder into a ZIP, check the file size is under 20 MB, ensure that index.html is in the root of the ZIP, and that the file has .zip extension, then submit as an additional file with your article.

ANEXO II



Instruções aos autores – Revista Medical Express.

For Authors

I. ORIGINAL RESEARCH ARTICLES

Clinical Trials are only acceptable if duly registered before the start of data collection with www.clinicaltrials.gov or equivalent international repository of such trials. **Human research** projects must conform to the Helsinki Declaration (<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>)

Research on animal models must conform to the ethical rules applying to such procedures as specified by the Basel Declaration (www.basel-declaration.org)

Manuscript should be divided into the following parts

1. Full Title and Running Title
2. Authors and Affiliations
3. Abstract. Insert 3 - 5 Keywords at the end.
4. Introduction
5. Materials and Methods (Includes Figures and Tables)
6. Results
7. Discussion
8. Conclusions
9. Acknowledgements
10. References

Suggestion: Prepare your Original Research Article in the following sequence: Figures and Tables, Results, Materials and Methods, Introduction, Discussion, Conclusions, References, Abstract, Keywords, Title, Authors and Affiliations, Acknowledgements.

- **Full title**

(maximum 250 characters, including spaces, no abbreviations): This is the first thing the reader will see. If it does not clearly state something interesting the reader will prefer to read another article. This should be as short as possible. Ideally use a single affirmative sentence informative of result, not of method. Make it understandable to readers outside your field of expertise. If possible, avoid punctuation marks.

- Examples:

“Cigarette Smoke Exposure Depresses Innate Immunity in Rats”
is better than

“Impact of Cigarette Smoke Exposure on Innate Immunity: a Murine Model:

“The Sympathetic Nervous System Potentiates the Fight or Flight Reaction in Dogs.”
is better than

“The Role of the Sympathetic Nervous System on the Fight or Flight Reaction: a Canine Model.”

- **Running title**

(maximum 50 characters): indicate the topic of your article.

- **Authors and Affiliation**

- Names of Authors: Given Name, Family Name.
- Professional Address of all authors: Department, Institution, City State or Province), Country
- Use superscripted lower case letters (a,b,c) to indicate different addresses of each author.
- Indicate the role of each author in the project
- Who qualifies as author? Authors are all persons who had a significant part in planning, executing and writing an article. All others, very especially persons who only read the manuscript, or only provided financial or technical support should be recognized in the acknowledgements

- **Abstract.**

This is the second thing your reader will see (if he does not like it, he will not read your paper).

Keep it short and attractive.

Structure the abstract into:

- Background information: only insert this if absolutely necessary
- Objective: Short affirmative sentences.
- Method: Absolute minimum to allow reader to understand how you got the results
- Results: Clearly state what you found. Avoid inserting means $\pm$ std, or $p <$, $p >$. State what is/what is not significant and relevant.
- Conclusion: : ideally, one sentence from the summary of the main text: the take home message.
- Discussion. Do not insert a discussion
- Abbreviations: only weights and measures, mathematical, physical, chemical symbols.
- No References.
- Keywords: Insert 3 - 5 keywords.

- **Abstract in Portuguese.** If you are fluent in Portuguese, Please provide a translation of your abstract to Portuguese. Otherwise, ignore this instruction and we will provide the translation.

- **Introduction**

- Keep it short: ideally not more than 300 words
- Clearly indicate the gap in scientific knowledge that you are going to correct
- Your references should indicate what is known and what is not known regarding your new findings. You may cite review articles in this section
- Do not indulge in an extensive learned literature review.
- Finish your introduction with one sentence in which you preview what your results are going to show

- **Materials and methods**

- Write “method” after you have finished writing “results”
- Only describe methods that apply to the results you are showing
- Describe all methods that apply to the results you are showing
- Only write enough to allow an expert to repeat your experiments
- Avoid obvious or excessive detail
- Previously published simple methods: cite source
- Previously published complex methods: cite source and briefly describe them.

- **Results**
 - If you ran pilot studies, begin “Results” explaining why and what results were found
 - If preliminary results have been previously published (e.g. poster at congress), cite them here.
 - Write your main results after you have all your figures and tables ready. See separate instructions for Figures and Tables.
 - Use them to support the description of your results.
 - Never write: “Figure 1 shows “X”; Figure 2 shows “W”; Figure 3 shows “Y”; Table 1 shows “Z”.
 - Explain what each figure and Table shows. For example:
 - “Figure 1 shows that “STIMULUS” induces a significant increase in “EFFECT A”, a transient increase in “EFFECT B”, but no action on “EFFECT C”.
 - Describe any findings not shown in Figures or Tables.
 - Do not arrive at conclusions
- **Discussion**
 - Begin with a one-sentence summary of your results
 - Do not re-describe your results.
 - Clearly indicate how your findings fill the announced gap in scientific knowledge: compare your data with what is known.
 - Cite all work which contradict your claim and discuss it.
 - You must cite original research articles, not reviews in this section articles in this section.
 - You must discuss limitations to your project, because every research project has limitations.
- **Summary and Acknowledgements**
 - **Summary.** Keep it very short.: only include what you hope the reader must remember: the take-home message.
 - **Acknowledgements**
 - Funding Agents
 - All players and participants who do not qualify for authorship
 - Persons who read your manuscript and made useful suggestions.
- **References. Suggestion: Use endnote or any similar system**
 - References in text.
 - Number references consecutively according to the order of appearance
 - References in text: superscripted, no space after last word or after punctuation mark, no brackets, no parenthesis:
Lorem¹ and ipsum.² lorem ipsum;^{1,3,8} lorem ipsum.^{1-3;5;6-9}
 - Reference list.
 - Your reference list should be as concise as possible. No maximum number of references is prescribed.
 - MedicalExpress uses the Vancouver convention style. Check your reference list against the information contained in <http://www.ukessays.co.uk/tool/vancouver-referencing-generator/>.

II. BRIEF COMMUNICATION ARTICLES

Brief Communications should be used

- For incomplete results that do not decisively demonstrate a new fact, but are important enough to be published to guarantee title to discovery
- For articles where relevance is questionable

Brief communications should be prepared as indicated for Original Research, with the following restrictions

- Total length of text, excluding figures, tables and references should not exceed 2,000 words
- Total number of Figures + Tables should not exceed four.

III. REVIEW ARTICLES

Review articles may be submitted and will be submitted to peer review. Medical Express only considers review articles authored by experts in the field being review. Authors are expected to have previously published articles on the reviewed subject and such articles must be cited and discussed in the review.

Otherwise, review articles should be prepared as indicated for Original Research, with the following exceptions:

Title. Clearly indicate in the title that this is a review article.

Authors. The order of appearance of authors should include the most senior as first author or at least among the first three co-authors of the article.

Abstract. The abstract does not necessarily follow the style of Original Research articles. It should be composed freely to convey the ideas contained in the reviewed articles..

Method and Results. Describe the technique used to procure and obtain articles to be reviewed, and the nature of the review. As results, inform the reader about what and how many articles were detected and shall be included in the review.

Discussion. The remainder of the article is a critical discussion on the reviewed articles and should be freely composed as dictated by the authors.

References. As described above for original articles.

IV. EDITORIALS

Editorials should be composed as brief texts on topically important issues, No research results should be described.

No abstract, method or result section should be included.

References should be kept to a minimum, usually less than 6, unless exceptional circumstances dictate otherwise.

V. READER'S OPINIONS

Reader's opinions usually refer to previously published articles in MedicalExpress. They should not be structured into sections but merely cite the discussed articles and no more than 5 different items.