


Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Marco Aurélio Cardoso



**MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA APÓS
EXERCÍCIOS COM HASTE OSCILATÓRIA EM AMBOS OS
SEXOS**

Presidente Prudente

2015

Programa de Pós Graduação em Fisioterapia

Marco Aurélio Cardoso

**MODULAÇÃO AUTÔNOMICA CARDÍACA APÓS
EXERCÍCIOS COM HASTE OSCILATÓRIA EM AMBOS
OS SEXOS**

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

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

C264m	<p>Cardoso, Marco Aurélio. Modulação autonômica cardíaca após exercícios com haste oscilatória em ambos os sexos / Marco Aurélio Cardoso. - Presidente Prudente : [s.n.], 2015 101 f.</p> <p>Orientador: Vitor Engrácia Valenti Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia Inclui bibliografia</p> <p>1. Sistema cardiovascular. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Frequência cardíaca. I. Valenti, Vitor Engrácia. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Modulação autonômica cardíaca após exercícios com haste oscilatória em ambos os sexos.</p>
-------	--

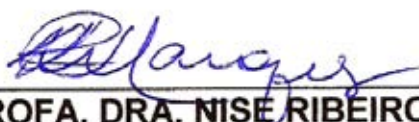
BANCA EXAMINADORA



PROF. DR. VITOR ENGRÁCIA VALENTI
(ORIENTADOR)



PROF. DR. LUIZ CARLOS DE ABREU
(FMABC)



PROFA. DRA. NISE RIBEIRO MARQUES
(UNESP/MARÍLIA)



MARCO AURÉLIO CARDOSO
(CANDIDATO)

PRESIDENTE PRUDENTE (SP), 10 DE ABRIL DE 2015.

RESULTADO: APROVADO

*Anna aproveitava os carinhos do mundo
Os quatro elementos de tudo
Deitada diante do mar
Que apaixonado entregava suas conchas mais belas
Tesouros de barcos e velas
Que o tempo não deixou voltar*

*Onde já se viu o mar apaixonado por uma menina?
Quem já conseguiu dominar o amor?
Por que é que o mar não se apaixonou por uma lagoa?
Porque a gente nunca sabe de quem vai gostar*

*Anna e o mar... mar e Anna
Histórias que nos contam na cama
Antes da gente dormir*

*Anna e o mar... mar e Anna
Todo sopro que apaga uma chama
Reacende o que for pra ficar*

*Quando Anna entra n'água
O sorriso do mar-drugada
se estende pro resto do mundo
abençoando ondas cada vez mais altas
barcos com suas rotas e as conchas que vem avisar
desse novo amor... Anna e o mar*

O Teatro Mágico - Ana e o Mar

Simplesmente, te dedico.



Agradecimientos

À minha família, **Tito** (pai), **Santina** (mãe) e **Ana Carolina** (irmã), meu muito obrigado pela paciência, amor e apoio em todos os momentos. Dedico-lhes este trabalho e prometo continuar me esforçando para conseguir muito mais.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Vitor Valenti** que sempre foi paciente com meu jeito não tão fácil de ser, que me ajudou a crescer como pessoa e profissionalmente, me ensinou que um amigo pode ser orientador e um orientador pode ser amigo. Obrigado pelos puxões de orelhas gentis e pelas palavras de incentivo ao final de cada e-mail.

Aos alunos do **Centro de Estudos do Sistema Nervoso Autônomo (CESNA)**, que sempre estiveram presentes nas reuniões em grupo, contribuíram para o crescimento e dividiram experiências e conhecimentos. Em especial a minha fiel companheira de Mestrado **Ana Márcia**, que sobreviveu dois anos como copilota do meu carro e sempre me socorreu nos momentos onde eu me perdia com datas, prazos e papeladas. Às alunas **Anne Micheli**, **Letícia** e **Sarah** que me deram oportunidade de ajudar em suas pesquisas.

Aos meus amigos da **V Turma** de Fisioterapia da UNESP-Marília. Em especial aos **Jauaranos**: Anna (in memoriam), Anelize (te dedico em dobro por ter me aguentado nos dois últimos anos), Diego, Fábio, Guilherme, Gabriel, Gabriela, Flora, Lissara, Natália, Raisal, Rafaella, Renato e Simone.

Às minhas amigas **Camila, Carolina e Aline**, que sempre incentivaram meu crescimento e me dão conselhos sinceros quando necessário. Ao **Pedro**, por ser meu melhor amigo nos últimos anos.

E finalmente, e não menos importante, aos **voluntários** que participaram da pesquisa, dispondo de tempo, paciência e compreensão. Graças a vocês podemos fazer ciência.



*“Escolha um trabalho que você ame e você nunca
terá que trabalhar um dia em sua vida.”*

Confúcio

1. Apresentação.....	13
2. Resumo.....	16
3. Abstract.....	18
4. Introdução.....	20
5. Artigo I.....	25
6. Artigo II.....	51
7. Considerações finais.....	79
8. Referências.....	81
9. Anexos.....	86

Este é um modelo alternativo de dissertação e contempla a pesquisa intitulada ***Modulação autonômica cardíaca após exercícios com haste oscilatória em ambos os sexos***, 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 da unidade Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, a presente dissertação está dividida da seguinte forma:

- ✓ Introdução com a contextualização do tema pesquisado;
- ✓ Artigo I: Ogata, C. M.; Navega, M. T.; Abreu, L. C.; Cardoso, M. A.; Ferreira, C.; Raimundo, R. D.; Ribeiro, V. F.; Valenti, V. E.. A single bout of exercise with a flexible pole induces significant cardiac autonomic responses in healthy men. *Clinics (USP. Impresso)*, v. 69, p. 595-600, 2014.;
- ✓ Artigo II: Oliveira, L. S.; Moreira, P. S. G.; Antonio, A. M. S.; Cardoso, M. A.; Abreu, L. C.; Navega, M. T.; Raimundo, R. D.; Valenti, V. E.. Acute effects of flexible pole exercise on heart rate dynamics. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, v. 34, p. 35-42, 2015.;
- ✓ Conclusões, obtidas a partir da pesquisa realizada; e
- ✓ Referências, cujo formato é recomendado pelo Comitê Internacional de Editores de Jornais Médicos (ICMJE – Internacional 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.

O objetivo desta dissertação foi analisar os efeitos do exercício com haste oscilatória na recuperação da modulação autonômica cardíaca em mulheres e homens saudáveis. Em buscas realizadas nas principais bases de dados disponíveis não foi encontrado estudo semelhante. O protocolo de exercício consiste em vibrar a haste com ambas as mãos nos planos transversal, paralela ao solo; ombro a 90° de flexão do lado dominante vibrando-a a haste oscilatória no plano sagital perpendicular ao solo; com ombros a aproximadamente 180° de flexão, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano frontal, paralelo ao solo. Cada postura foi executada durante três séries de quinze segundos. A VFC Foi analisada 10 minutos antes do exercício e nos momentos 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. O primeiro artigo deste trabalho analisou a recuperação da modulação autonômica cardíaca após um estímulo mecânico causado por um protocolo de exercícios com haste oscilatória em 18 homens saudáveis, o resultado do estudo em homens mostrou que o exercício com haste oscilatória foi capaz de induzir resposta autonômica cardíaca aguda em homens saudáveis caracterizada pela diminuição da VFC e recuperação parassimpática em aproximadamente 30 minutos após o exercício. No segundo artigo estão os resultados de 22 mulheres saudáveis, não foram observadas mudança estatisticamente significantes nos índices da variabilidade da frequência cardíaca.

Abstract

The aim of this study was to analyze the effects of exercise with oscillatory pole on cardiac autonomic modulation recovery in healthy women and men. In searches conducted in the main available databases it was not found similar studies. The exercise consisted of vibrating the pole with both hands held the oscillatory pole in the transverse plane, parallel to the ground; shoulder at 90 ° of flexion with the dominant side vibrating to the oscillatory pole in the sagittal plane perpendicular to the ground; shoulders with approximately 180 ° of flexion, both hands held the oscillatory pole vibrating to the frontal plane, parallel to the ground. Each position was performed for three sets of fifteen seconds. HRV was analyzed 10 minutes before exercise and post-exercise time: 0-5 minutes, 5-10 minutes, 10-15 minutes. 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. The first article of this study examined the recovery of cardiac autonomic modulation after a mechanical stimulus caused by an exercise protocol with oscillatory pole in 18 healthy men, the result of the study showed that exercise with oscillatory pole was able to induce acute cardiac autonomic response in healthy men characterized by reduced HRV and parasympathetic recovery in about 30 minutes after exercise. In the second article we presented the results of 22 healthy women and there were no statistically significant change in the indices of heart rate variability.

A haste oscilatória é um instrumento de intervenção com cerca de 150 cm de comprimento e massa de 800 gramas que proporciona rápidas contrações musculares excêntricas e concêntricas, o que leva a co-contracção dos grupos musculares dos membros superiores e tronco^{1, 2, 3}.

Em torno de 5 hz de vibração da haste oscilatória há a melhor conservação de energia biomecânica muscular^{2, 3, 4}. A vibração do músculo está relacionada com ao reflexo miotático, que é estimulado por uma sequência de contração e relaxamento das fibras dos fusos musculares. Durante as alterações no comprimento das fibras musculares, há aumento na frequência de disparos das fibras Ia do fuso neuromuscular resposta há contração das fibras musculares do tipo II do músculo agonista seguida de relaxamento concomitante do antagonista⁵.

Caracterizado como exercício de contração muscular dinâmica dos músculos dos membros superiores, e exige o recrutamento dos músculos estabilizadores do tronco e do ombro⁶. As terapias oscilatórias são utilizadas para a reabilitação da estabilidade articular no complexo do ombro e melhora na ativação da musculatura lombar^{6, 7}.

Estudos demonstram que a haste oscilatória é capaz de gerar maior ativação neuromuscular quando comparada a exercícios resistidos com cargas livres e faixas elásticas⁸. Há fortalecimento significativo na musculatura rotadora interna e externa do ombro, importantes para a estabilização da articulação glenoumeral⁹.

Os feixes de fibras musculares que são recrutados durante o exercícios dependem do posicionamento dos membros em relação à haste e do plano na qual ela será oscilada, da intensidade e duração do exercício^{10, 11}. Os músculos do membros superiores atuam como co-contracção para oscilar a haste. O movimento

de co-contração dá-se pela contração dinâmica, concêntrica e excêntrica, dos músculos de uma determinada articulação¹².

Os músculos do tronco realizam contração isométrica para a manutenção da estabilidade lombo-pélvica. A contração isométrica já foi estudada em modalidades diferentes, como exemplo, a contração isométrica dos músculos do antebraço, utilizada no teste de preensão palmar aumenta ativação simpática¹³.

A ativação simpática está relacionada com mecanismos de estresse ao organismo, como resposta há aumento da frequência cardíaca, vasodilatação muscular, diminuição no fluxo sanguíneo para os órgãos viscerais, dilatação das pupilas e piloereção. Já a ativação parassimpática ocorre em respostas que estão relacionadas com períodos de repouso do indivíduo^{14, 15}.

O controle da frequência cardíaca dá-se pela interação entre sistema cardiovascular e sistema nervoso autônomo, por meio de seus ramos simpáticos e vagal. O organismo em repouso encontra-se com predomínio da atividade parassimpática (vagal), ao realizar exercício físico é necessário ajuste no sistema cardiovascular para manter a homeostase circulatória^{14, 16}.

Durante exercícios físicos o ergorreflexo induz a mudanças no sistema nervoso autonômico, que depende da interação entre os receptores do córtex motor cerebral e aferências periféricas (barorreceptores, mecanorreceptores e metaborreceptores). Estes sinais periféricos são enviados ao sistema ao córtex que estimula a atividade simpática e reduz a atividade parassimpática^{14, 16}.

Tanto a contração isométrica quanto a isotônica durante o exercício inicialmente há atenuação da atividade vagal e aumento da ativação simpática no sistema nervoso central, como respostas há aumento da frequência cardíaca¹⁷.

O sistema cardiovascular responderá aos níveis de intensidade do exercício, duração da contração e da massa muscular envolvida durante o exercício^{18, 19}. Cessado o exercício isométrico, os receptores periféricos param de enviar informações ao comando central e permitem a reativação dos tónus vagal, o que induz a redução da frequência cardíaca^{20, 21, 22, 23}.

Estudos demonstraram que há interação entre exercícios com haste oscilatória e o sistema nervoso autônomo, especificamente na regulação autonômica cardíaca²⁴.

Nesse contexto, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um termo convencionalmente foi aceito para descrever as oscilações nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR), que estão relacionadas às influências do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o nódulo sinusal²⁵.

O uso de cardiofrequencímetros é reconhecido pela literatura, e trata-se de uma técnica prática, com boa acurácia, cuja análise pode ser realizada utiliza métodos lineares, no domínio do tempo e da frequência, e não lineares, no domínio do caos²⁶.

Os métodos do domínio de tempo usam técnicas matematicamente simples para mensurar a variabilidade presente nos intervalos R-R, por meio de cálculos de sua média e das variações do desvio padrão da frequência cardíaca ao longo do tempo²⁷.

O domínio da frequência utiliza a análise espectral que decompõe a variação da frequência cardíaca em um determinado tempo em seus componentes oscilatórios fundamentais, ou seja, a série temporal é decomposta em diferentes componentes de frequência²⁸.

Ao analisar de modo não linear, utiliza-se da teoria do caos e considera sistemas dinâmicos, determinísticos, regidos por equações não lineares e sensíveis às condições iniciais. Existem evidências de que os mecanismos envolvidos na regulação cardiovascular provavelmente interagem entre si de modo não linear e essa de forma de análise pode refletir mais adequadamente as alterações na modulação autonômica dos sistemas biológicos^{26,28}.

Dentre os métodos utilizados para análise da VFC encontram-se os métodos geométricos – índice triangular (RRtri), interpolação triangular dos intervalos RR (TINN) e plot de Poincaré – os quais permitem apresentar os intervalos RR em padrões geométricos e usar aproximações para derivar as medidas de VFC²⁹.

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 homens saudáveis;
- ✓ O segundo artigo teve como objetivo analisar as respostas autonômicas cardíacas no período de recuperação do exercício com a haste oscilatória em mulheres saudáveis.

**UMA ÚNICA SESSÃO DE EXERCÍCIOS COM HASTE OSCILATÓRIA INDUZ
MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS NA RESPOSTA AUTONÔMICA CARDÍACA EM
HOMENS SAUDÁVEIS**

*A single bout of exercise with flexible pole induces significant cardiac autonomic
responses in healthy men*

RESUMO

INTRODUÇÃO: As hastes oscilatórias são ferramentas capazes de fornecer rápidas contrações musculares isométricas. A vibração muscular provoca resposta similar ao reflexo miotático. Há na literatura escassez de estudos que analisam as respostas agudas cardiovasculares em diferentes exercícios físicos realizados com este instrumento. Nosso objetivo foi analisar os efeitos agudos do exercício com haste oscilatório sobre a regulação autonômica cardíaca. **MÉTODO:** O estudo foi realizado em dezoito homens adultos jovens com idades entre 18 e 25 anos de idade. Os participantes permaneceram em repouso por 10 minutos. Após o período de repouso, os voluntários realizaram os exercícios com a haste oscilatória. Imediatamente após o protocolo de exercício, os voluntários permaneceram sentados em repouso por 30 minutos e variabilidade da frequência cardíaca foram analisadas no domínio do tempo e da frequência da variabilidade da frequência cardíaca. **RESULTADOS:** O índice pNN50 reduziu entre 5-10 e 15-20 minutos após o exercício em comparação com 25-30 minutos após o exercício ($p = 0,0019$), o SDNN aumentou 25-30 minutos em relação ao repouso e 0-10min após o exercício ($p = 0,0073$) e o RMSSD aumentou 25-30 min após o exercício em comparação com 5-15min após o exercício ($p = 0,0043$). O LF em unidades absolutas aumentou 25-30 minutos após o exercício em comparação com 5-20 minutos após o exercício ($p = 0,0184$). **CONCLUSÃO:** Nossos resultados sugerem que uma única sessão de exercícios com haste oscilatória foi capaz de induzir respostas autonômicas cardíacas agudas em homens saudáveis que se caracterizam pela diminuição da VFC e recuperação parassimpático em cerca de 30 minutos após o exercício.

Palavras-chave: Sistema cardiovascular; Sistema Nervoso Autônomo; Terapia por Exercício; Frequência cardíaca.

ABSTRACT

Background: Flexible poles are tools able to provide rapid isometric muscle contractions. Muscle vibration is associated to "tonic vibration reflex" that is stimulated by a sequence of rapid muscle stretching activating the muscle spindles, triggering a response similar to the myotatic reflex. It lacks in the literature studies that analyze cardiovascular acute responses in different exercises performed with this instrument. We investigated the acute effects of exercise with flexible poles on cardiac autonomic regulation. **Method:** The study was performed on ten young adult males aged between 18 and 25 years old. The subjects remained at rest for 10 minutes. After the rest period, the volunteers performed the exercises with the flexible poles. Immediately after the exercise protocol, the volunteers remained seated at rest for 30 minutes and heart rate variability was analyzed in the time and frequency domain of heart rate variability. **Results:** The pNN50 reduced 5-10 and 15-20 min after exercise compared to 25-30 min after exercise ($p=0.0019$), the SDNN increased 25-30 min compared to rest and 0-10min after exercise ($p=0.0073$) and the RMSSD increased 25-30 min after exercise compared to 5-15min after exercise ($p=0.0043$). The LF in absolute units increased 25-30 minutes after exercise compared to 5-20 minutes after exercise ($p = 0.0184$). **Conclusion:** A single bout of exercise with flexible pole reduced heart rate variability and parasympathetic recovery occurred approximately 30 minutes after the exercise.

Keywords: Cardiovascular system; Autonomic Nervous System; Exercise Therapy; Heart rate.

INTRODUÇÃO

O sistema cardiovascular é controlado pelo sistema nervoso autônomo. Este sistema fornece eferência do sistema parassimpático para o nó atrioventricular e terminações simpáticas ao nó sinusal do miocárdio (1). A influência do sistema nervoso autônomo sobre o coração é dependente de informações provindas dos barorreceptores, quimiorreceptores, receptores atriais, receptores ventriculares, alterações no sistema respiratório, sistema vasomotor, sistema renina-angiotensina-aldosterona, sistema termorregulador (1) e tronco cerebral (2). Este sistema é influenciado por fatores internos e externos, o que incluem os exercícios físicos (3).

Respostas autonômicas cardíacas foram demonstradas após exercícios de condicionamento aeróbico. Durante o exercício, há inicialmente a retirada parassimpática e o aumento da atividade simpática que induzem ao aumento da frequência cardíaca. Imediatamente após o fim do exercício a reativação parassimpática é responsável pela redução da frequência cardíaca (4). No entanto, esse mecanismo é controverso, uma vez que alguns autores propuseram que a retirada simpática estaria envolvida na frequência cardíaca de recuperação após o exercício (5).

Entre os protocolos de exercícios utilizados na reabilitação, podemos incluir a haste oscilatória, que foi relatada como modalidade importante de tratamento para instabilidade da articulação glenoumeral e lombo-pélvica (6). A haste oscilatória é um instrumento com 0,8 kg e cerca de 150 cm de comprimento. Esta ferramenta fornece oscilação causada por movimentos periódicos dos membros superiores.

A frequência da haste oscilatória proporciona resistência durante os exercícios. Protocolos de exercícios com a haste oscilatória apresentaram resultados positivos

função muscular do ombro (7). A vibração do músculo provoca resposta similar ao reflexo miotático.

Embora estudos anteriores já apresentassem os efeitos benéficos do exercício com haste oscilatória no sistema músculo-esquelético, é escasso na literatura detalhes acerca de seus efeitos sobre a regulação autonômica cardíaca. Além disso, a recuperação autonômica cardíaca após o exercício apresenta significado fisiológico e clínico relevante. A avaliação da função autonômica após o exercício proporciona uma visão mais profunda sobre a influência do protocolo de exercício sobre o sistema cardiovascular (4, 5). Portanto, nosso objetivo foi avaliar os efeitos agudos de uma única sessão de exercícios com haste oscilatória sobre a regulação autonômica cardíaca.

MÉTODO

População do estudo

Foram analisados 18 participantes saudáveis do sexo masculino, não-fumantes, com idades entre 18 e 25 anos de idade. Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordarem, assinaram um 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 (Protocolo nº 0554-2012) e seguiu a resolução 196/96 Nacional de Saúde 10/10/1996.

Crítérios de não-inclusão

Não foram incluídos no estudo indivíduos que apresentassem problemas cardiopulmonares, psicológicos, musculoesqueléticas, neurológicos e outras deficiências relatadas que impediram o participante de realizar procedimentos e sujeitos sob tratamento com medicamentos que influenciam a regulação autonômica cardíaca. Também foram excluídos voluntários fisicamente ativos de acordo com o International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (9).

Avaliação Inicial

Antes do procedimento experimental, os voluntários foram identificados e coletamos as seguintes informações: idade, sexo, peso, altura e índice de massa corporal (IMC). O peso foi determinado por uma balança digital (W 200/5, Welmy, Brasil) com precisão de 0,1 kg. A altura foi determinada por meio de um estadiômetro (ES 2020, Sanny, Brasil) com precisão de 0,1 cm e 2,20 m de extensão. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela divisão do peso em quilogramas pelo quadrado da altura em metros.

Análise da variabilidade da frequência cardíaca

Os intervalos RR registrados pelo monitor cardíaco portátil Polar RS800CX, com 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 frequência cardíaca e a extração de um período cardíaco (intervalo RR) em arquivo no formato "txt". Depois de filtragem digital complementada com a filtragem manual para eliminar os artefatos e batimentos prematuros ectópicos, foram utilizados um número mínimo de 256 intervalos RR para análise de dados. Apenas série com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídos no estudo (10, 11).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi analisada nos seguintes momentos: repouso sentado com respiração espontânea, 0-5 minutos, 5-10 minutos, 10-15 minutos, 15-20 minutos, 20-25 minutos e 25-30 minutos após o protocolo de exercício. Foram analisados os índices lineares da VFC por meio do software Kubios HRV v.1.1 para Windows (Biomedical Signal Grupo de Análise do Departamento de Física Aplicada da Universidade de Kuopio, Finlândia) (12).

Índices da VFC

Para analisar a VFC no domínio da frequência, a baixa frequência (LF= 0,04 a 0,15 Hz) e alta frequência (HF = 0,15 a 0,40 Hz) foram utilizados em unidades absolutas (ms^2) e normalizadas (nu), 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 razão entre estes componentes (LF/HF). A análise espectral foi calculada pelo algoritmo da Transformada Rápida de Fourier (13).

A análise no domínio do tempo foi realizada nos índices SDNN (desvio padrão dos intervalos RR normais), pNN50 (porcentagem dos 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) (14).

Protocolo Experimental

A coleta de dados foi realizada na mesma sala para todos os participantes com a temperatura entre 21° C e 25° C e umidade relativa entre 50 e 60%, os participantes foram orientados a não ingerir álcool e cafeína durante 24 horas antes da avaliação e para ter uma refeição leve até duas horas antes dos experimentos. Os dados foram coletados individualmente, entre as 18 e 21 horas para padronizar o protocolo. Todos os procedimentos necessários para a coleta de dados foram explicados e os sujeitos foram instruídos a permanecer em repouso e não conversar durante a coleta.

Após a avaliação inicial, o cinto do monitor cardíaco foi então colocado sobre o tórax, alinhado com o terço distal do esterno e o receptor de frequência cardíaca Polar RS800CX (Polar Electro®, Finlândia) foi colocado no pulso da participante. Vários estudos validaram o uso do monitor de frequência cardíaca para coletar dados sobre a VFC em comparação com Holter (15-17). Antes de iniciar os exercícios, os participantes receberam feedback visual através de um monitor para manter neutro em pé postura e foram instruídos a manter a mesma postura durante todo o exercício (18).

A pressão arterial sistólica e diastólica foi medida antes, imediatamente após o exercício e 30 minutos após o exercício. O movimento oscilatório da haste oscilatória (Flexibar®) foi realizado por flexão e extensão do cotovelo (figura 1). A haste oscilatória vibrou em frequência de 5 Hz de acordo com estimulação auditiva através do metrônomo (Quartz Metronome®) calibrado em 300 bpm (6).



Figura 1. Exemplo de uma haste oscilatória (Flexibar®) utilizada em nosso estudo.

Os exercícios com o haste oscilatória foram realizados com participantes na posição de pé, com os pés afastados (base larga) e flexão do ombro como a posição proposta. Para manter a flexão do ombro adequada em cada membro superior foi utilizada como um recurso visual (Figura 2). Todos os exercícios foram realizados

durante 15 segundos, com 50-60 segundos de descanso entre cada exercício. Foram realizadas três repetições para cada exercício (6).

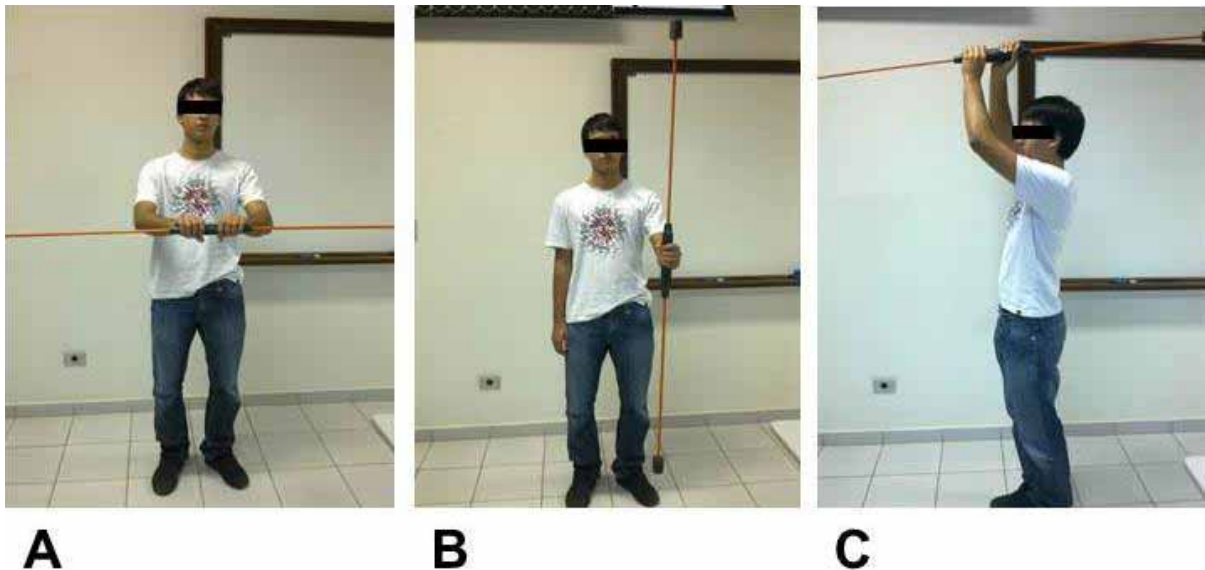


Figura 2. Protocolo de exercício com haste oscilatória nas três posições: com os ombros em 90° de flexão aproximadamente, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano transversal, paralela ao solo (A); ombro a 90° de flexão do lado dominante vibrando a haste oscilatória no plano sagital perpendicular ao solo (B); com ombros a aproximadamente 180° de flexão, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano frontal, paralelo ao solo (C).

Os exercícios foram realizados nas seguintes posições:

- 1) Ombros em 90° de flexão aproximadamente, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano transversal, paralela ao solo (Figura 2A);
- 2) Ombro em 90° de flexão do lado dominante vibrando a haste oscilatória no plano sagital perpendicular ao solo (Figura 2B);
- 3) Ombros em aproximadamente 180° de flexão, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano frontal, paralelo ao solo (Figura 2C).

A VFC foi analisada nos seguintes períodos: controle descanso, 0-5 min, 5-10 min e 10-15 min, 15-20 min, 20-25 min e 25-30 min após o exercício protocolo.

Análise Estatística

Métodos estatísticos padronizados foram utilizados para o cálculo das médias e desvios padrão. Distribuição da normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk (valor $z > 1,0$). Para distribuições paramétricas foi aplicado o teste de ANOVA para medidas repetidas teste seguido pelo pós-teste de Bonferroni. Para distribuições não-paramétricas foi utilizado o teste de Friedman seguido pelo pós-teste de Dunn.

Os índices de VFC foram comparados nos seguintes momentos: repouso vs. 0-5 min vs. 5-10 min vs. 10-15 min vs. 15-20 min vs. 20-25 min vs. 25-30 min após o exercício. As diferenças foram consideradas significativas quando a probabilidade de um erro tipo I fosse menor que 5% ($p < 0,05$). Foi utilizado o software GraphPad StatMate versão 2.00 para Windows, GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os valores de frequência cardíaca basal (FC), a média de intervalos RR, peso, altura e índice de massa corporal (IMC) dos voluntários.

Tabela 1. Frequência cardíaca basal (FC), média entre intervalos RR (Mean RR), massa, altura e índice de massa corpórea (IMC) dos participantes. m: metros; kg: quilogramas; bpm: batimentos por minutos; ms: milissegundos.

Variável	Valor
Altura (m)	1,74 ±0,07
Massa (kg)	69,4 ±11
IMC (kg/m ²)	22,2 ±4
FC (bpm)	82,1 ±12
Intervalos RR médio (ms)	718,2 ±69

Observou-se que o protocolo de exercício com haste oscilatória não induziu alterações na pressão arterial diastólica e sistólica. No entanto, em relação aos índices do domínio da frequência, na Tabela 2, observamos mudanças significativas apenas em relação ao índice LF em unidades absolutas (ms²). Seus valores foram superiores aos 25-30 minutos em comparação com 5-10 minutos e 10-15 minutos após o exercício com haste oscilatória. Não ocorreram alterações significativas entre os outros índices do domínio da frequência.

Tabela 2. Pressão arterial sistólica (PAS) e Pressão arterial diastólica (PAD); tempo em minutos (min) e índices do domínio do tempo e da frequência antes e após a realização do protocolo de exercício com haste oscilatória. LF: Low frequency (baixa frequência); HF: High frequency (alta frequência); LF/HF: relação entre os índices de baixa e alta frequência; SDNN: desvio padrão dos intervalos R-R normais; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes com diferença maior que 50ms; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, expressa em ms. Média \pm desvio padrão da média. ms: milissegundos mmHg: milímetros de mercúrio. * $p < 0,05$: Vs. 25-30 min. # $p < 0,05$: Vs. 15-20 min.

Variável	Repouso	0-5min	5-10 min	10-15 min	15-20 min	20-25 min	25-30 min
PAS (mmHg)	117,1 \pm 9	115,8 \pm 9	-	-	-	-	116,5 \pm 6
PAD (mmHg)	78,3 \pm 7	77,1 \pm 9	-	-	-	-	78,2 \pm 8
LF (ms ²)	1097 \pm 743	927 \pm 674	974\pm806*	948\pm753*	1201 \pm 466	1120 \pm 394	1358 \pm 619
HF (ms ²)	465 \pm 379	465 \pm 408	368 \pm 380	388 \pm 286	539 \pm 310	489 \pm 332	567 \pm 304
LF (nu)	71 \pm 8	65 \pm 18	73 \pm 9	70 \pm 11	68 \pm 15	68 \pm 16	70 \pm 14
HF (nu)	28 \pm 8	34 \pm 18	26 \pm 9	29 \pm 11	31 \pm 15	28 \pm 10	29 \pm 14
LF/HF	2 \pm 1	2 \pm 1	3 \pm 1	2 \pm 1	3 \pm 3	3 \pm 2	3 \pm 1
SDNN	49 \pm 17	47,7 \pm 16	41,9\pm18[#]	45 \pm 11	56,5 \pm 15	49,2 \pm 8	55,2 \pm 19
RMSSD	31,2\pm13*	27,9\pm11*	28,4\pm15*	26,3 \pm 10	34,5 \pm 11	32,7 \pm 9	39,7 \pm 16
pNN50	12,2 \pm 10	11,8 \pm 10	9,8\pm12*	9,5\pm8*	13,3 \pm 8	12,3 \pm 7	19,7 \pm 16

De acordo com a Tabela 2, foi observado que o índice SDNN reduziu significativamente entre 5-10 minutos após o exercício, em comparação com 15-20 minutos após o protocolo. Quanto ao RMSSD e pNN50, observamos aumento dos níveis de RMSSD em 25-30 minutos após o exercício com haste oscilatória em relação ao repouso, 0-5 minutos e 5-10 minutos após o exercício. O pNN50 também aumentou entre 25-30 minutos após o exercício, em comparação com 5-10 minutos e 10-15 minutos após o protocolo de exercício com haste oscilatória.

A Figura 3 mostra um exemplo da avaliação visual da análise da densidade do espectro de potência observada em um sujeito em 5-10 minutos após o exercício

(Figura 3A) e 25-30 minutos após o protocolo (Figura 3B). Observa-se que o índice LF aumentou entre 25-30 minutos após o exercício.

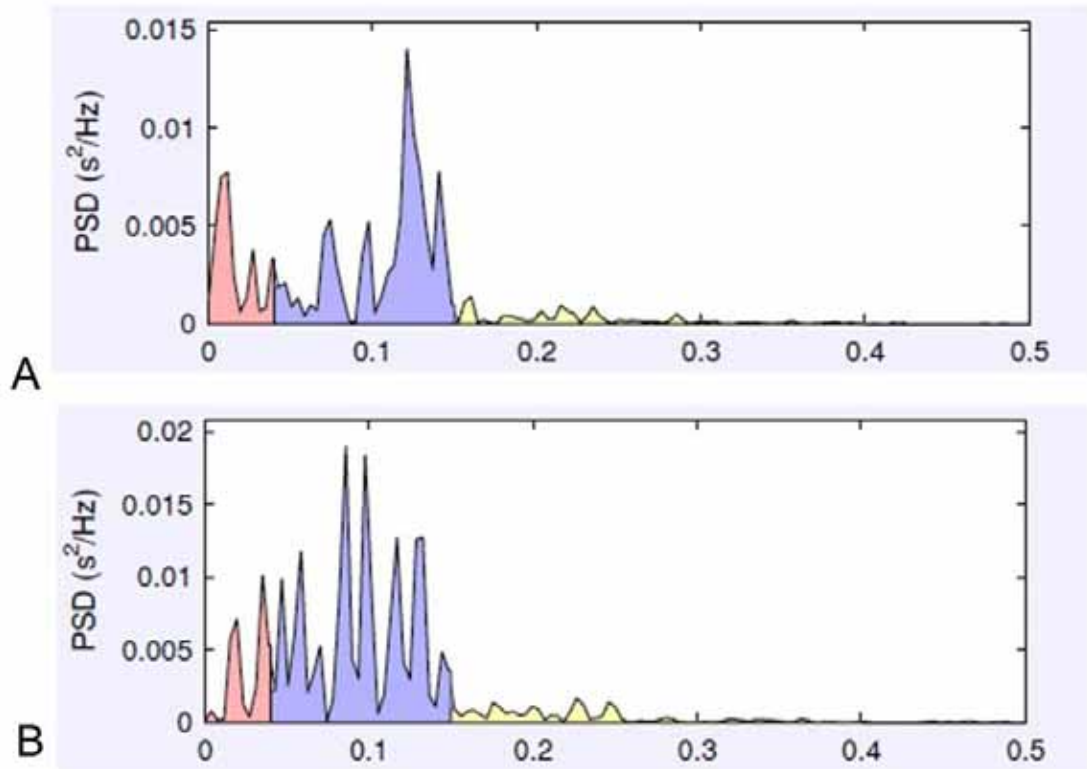


Figura 3. Análise de densidade espectral de potência observada no período 5-10 minutos após o exercício (A) e 25-30 minutos após o protocolo de haste oscilatória (B).

DISCUSSÃO

Os exercícios com haste oscilatória têm sido utilizados para o tratamento da instabilidade da articulação do ombro e lombo-pélvica, relatado como exercício resistido para melhora da função muscular (19). O treinamento resistido tornou-se uma parte importante para a reabilitação cardíaca, haja vista que foi bem estabelecido na literatura que o treinamento resistido associado com o treinamento de condicionamento aeróbico é um método de sucesso para alcançar os resultados benéficos ao programa de treinamento físico (20). No entanto, o uso de haste oscilatória para reabilitação cardiovascular ainda não foi relatado. Nesse sentido, esforçamo-nos para avaliar a regulação autonômica cardíaca em resposta a uma única sessão de exercícios com haste oscilatória em homens saudáveis.

Embora o protocolo de exercício não altere de forma aguda a pressão arterial diastólica e sistólica, observou-se redução da VFC imediatamente após o protocolo de exercício, a qual se recuperou em cerca de 30 minutos após o protocolo de exercício, isso indica que este protocolo é capaz de induzir resposta autonômica cardíaca significativa. Estes dados sugerem que a haste oscilatória gera sobrecarga cardíaca e pode ser um útil instrumento em protocolos de exercícios.

Com base em nossos dados, análises do domínio da frequência mostraram redução do LF em unidades absolutas entre 5-15 minutos após o protocolo de haste oscilatória em comparação com 25-30 minutos após o exercício. O índice LF corresponde à modulação simpática e parassimpática do coração, com uma predominância do simpático. Este componente de análise no domínio da frequência mostrou-se diminuída durante e imediatamente após um protocolo de exercício em esteira e esta resposta durou mais do que uma hora (11). Por outro lado, a resposta deste índice para exercícios de força não está clara. Uma sessão de exercícios de

treinamento de força não foi capaz de induzir mudanças no índice LF em unidades absolutas em participantes saudáveis (21, 22), embora protocolos de alta e baixa intensidade de exercícios de força promovam hipotensão sistólica pós-exercício em participantes normotensos, enquanto exercício de resistência de baixa intensidade reduziu a pressão arterial diastólica (22). O índice LF reduziu 20 minutos após uma sessão de exercício resistido (23). Nós mostramos que o protocolo de exercício com haste oscilatória utilizado em nosso estudo apresenta respostas significativas e apoia sua influência sobre a regulação autonômica cardíaca. Nós encorajamos estudos adicionais para investigar este protocolo de exercício padronizado para ser usado para a reabilitação cardiovascular.

O índice do domínio do tempo SDNN foi significativamente reduzido entre 5-10 minutos após o protocolo em comparação com 15-20 minutos após o exercício com haste oscilatória. Este índice corresponde à variabilidade global da frequência cardíaca, ou seja, a modulação simpática e parassimpática do coração (3). A literatura indica que durante e após exercícios de resistência a VFC global é caracterizada por redução do índice SDNN (11, 21).

O índice LF representa regulação parassimpática e simpática do coração, com predominância do sistema nervoso simpático (3). Esses dados apóiam a participação dos ambos os sistemas sobre o coração em resposta ao protocolo de exercício com haste oscilatória.

Os resultados do nosso estudo podem contribuir para a compreensão de respostas cardiovasculares durante este tipo específico de exercício em homens saudáveis e nos ajuda a desenvolver novos protocolos de reabilitação com base no exercício moderado. De acordo com nossos dados, a modulação parassimpática do coração representada pelos índices no domínio do tempo RMSSD e pNN50 foram

significativamente aumentados cerca de 30 minutos após o exercício, em comparação 5-10 minutos após o protocolo de haste oscilatória. Entretanto, um estudo anterior relatou que a regulação autonômica cardíaca não foi completamente recuperada dentro de 30 minutos após exercício de resistência (24).

Foi observado que a modulação parassimpática cardíaca permanece reduzida cerca de 30 minutos após uma única sessão de exercício resistido (25, 26), e pode passar até cerca de 3 horas para ser totalmente recuperada (25). Mudanças no coração para linha de base durante a recuperação final do exercício são regulamentadas principalmente através de uma retomada do sistema nervoso parassimpático no nó sinusal (27).

Estudos indicaram que a redução rápida da frequência cardíaca após o exercício pode ser induzida por uma retirada progressiva da atividade do sistema nervoso simpático (28), esta sugestão não foi suportada após o exercício máximo (5). Com base em nossos resultados, supõem-se que a recuperação autonômica cardíaca após uma sessão de exercício com haste oscilatória demore cerca de 30 minutos.

Como principal achado, mostramos que o protocolo de exercício com haste oscilatória utilizado em nosso estudo induziu alterações na VFC, que apresenta redução imediata da modulação parassimpática do coração após o exercício como um perfil principal de resposta. A modulação autonômica cardíaca é dependente de uma complexa interação entre a atividade simpática e parassimpática (1).

Durante o repouso, há prevalência da modulação parassimpática do coração que mantém a frequência cardíaca em valores mais baixos (29). Por outro lado, durante o exercício, há diminuição da modulação parassimpática do coração e

aumento do sistema nervoso simpático que aumenta o ritmo cardíaco e fornece aumento metabólico (29).

Imediatamente após a interrupção do exercício, observa-se uma redução de envio de sinais de mecanorreceptores ao sistema nervoso central (30), o que reduz progressivamente a frequência cardíaca, ou seja, reativação vagal (29). Neste contexto, demonstrou-se que a inibição simpática por meio de bloqueio beta-adrenérgico não tem efeito na cinética cardíaca de recuperação (31) e o bloqueio simpático pode acelerar a recuperação (27). Assim, entende-se que ocorra esse mecanismo após uma única sessão de exercício com haste oscilatória.

Alguns mecanismos fisiológicos podem ser propostos para explicar as respostas da regulação autonômica cardíaca induzida pela única sessão de exercício com haste oscilatória. A contração estática da musculatura esquelética desencadeia o reflexo da atividade simpática, induz aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial. Sugerem-se dois mecanismos para explicar os aumentos na função cardiovascular durante e após o exercício.

O comando central é um mecanismo pelo qual sinais centrais responsáveis pelo recrutamento de unidades motoras de áreas de controle cardiovasculares no tronco cerebral (32). O reflexo pressor é um reflexo neural periférico que se origina a partir do músculo esquelético. Este reflexo ajuda a controlar o sistema cardiovascular durante o exercício. Estimulação de fibras do grupo III (predominantemente mecano sensíveis) e grupo IV aferentes (predominantemente metabólico sensíveis) estão envolvidos na ativação de ambos os mecanismos (33).

Áreas do cérebro mostraram envolvimento nas mudanças de frequência cardíaca induzida pelo exercício, como o núcleo da estria terminal, córtex pré-frontal medial e área cinzenta periaquedutal (34). Tomados em conjunto, a periferia e os

componentes centrais são sugeridos como envolvidos nas respostas autonômicas cardíacas induzidas por uma única sessão de exercícios com haste oscilatória.

Após uma avaliação cuidadosa na literatura em base de dados Medline / Pubmed, observou-se que este é o primeiro estudo a investigar os efeitos do exercício com haste oscilatória sobre a regulação autonômica cardíaca. Há muito tempo os efeitos da vibração foram investigados, no entanto, a sua utilização para a reabilitação tem sido estudada apenas recentemente (35).

A vibração pode ser aplicada em tendões e músculos ou em todo o corpo, por plataformas de vibração, diapasão e haste oscilatória. O exercício com haste oscilatória é diferente das formas acima mencionadas de exercícios de vibração, devido à baixa frequência, em torno de 5 Hz (300 bpm) (6). Nossos resultados indicaram que o exercício com haste oscilatória foi capaz de induzir alterações na regulação autonômica cardíaca, sugerem que esta modalidade de exercício pode ser benéfico para a regulação neural cardíaca e deve ser recomendada para sujeitos saudáveis.

Os resultados apresentam relevância clínica, pois foi verificado que o protocolo de exercício induziu alteração na regulação autonômica cardíaca e sugere-se o uso desta modalidade de exercício em protocolos de reabilitação. Além disso, a VFC pode revelar-se útil na investigação de distúrbios graves (14, 15) e avaliar os efeitos fisiológicos positivos de intervenções terapêuticas (37).

Acreditamos que o protocolo utilizado em nosso estudo não pode ser recomendado para pacientes com doença cardíaca grave, enquanto os participantes com distúrbios cardíacos moderados, como hipertensão leve, capazes de realizar exercícios moderados, possam ser beneficiados com este protocolo de exercício.

Sugerimos estudos adicionais para abordar estas questões e estabelecer mais firmemente a importância da avaliação da VFC na população de doenças crônicas.

Nosso estudo apresenta alguns pontos que são importantes. Este estudo avaliou apenas uma única sessão e os resultados estão relacionados com um efeito imediato de exercício com haste oscilatória na dinâmica da frequência cardíaca. Sugerimos a realização de investigações de acompanhamento em longo prazo, a fim de avaliar o efeito do exercício com haste oscilatória exercícios como forma de treinamento da capacidade física. Testamos um grupo de homens saudáveis e sedentários, a extrapolação desses resultados para participantes com distúrbios cardíacos e/ou respiratórios assuntos e sujeitos idosos deve ser cuidadosamente considerada.

Em conclusão, uma única sessão de exercício com haste oscilatória foi capaz de induzir resposta autonômica cardíaca aguda em homens saudáveis caracterizada pela diminuição da VFC e recuperação parassimpática em aproximadamente 30 minutos após o exercício.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPESP pelo apoio financeiro (Processo 2012 / 09043-1).

REFERÊNCIAS

1. Task force of the european society of cardiology and the north American Society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996;93(5):1043-65.

2. Valenti VE, Abreu LC, Fonseca FL, Adami F, Sato MA, Vanderlei LC, Ferreira LL, Rodrigues LM, Ferreira C. Effects of the administration of a catalase inhibitor into the fourth cerebral ventricle on cardiovascular responses in spontaneously hypertensive rats exposed to sidestream cigarette smoke. *Clinics*. 2013;68(6):851-7.
3. 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:(2)205-17.
4. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:(3)533-53.
5. Oliveira TP, de Alvarenga Mattos R, da Silva RB, Rezende RA, de Lima JR. Absence of parasympathetic reactivation after maximal exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2013;33:(2)143-9.
6. 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:(4)209-214.
7. Sugimoto D, Blanpied P. Flexible foil exercise and shoulder internal and external rotation strength. *J Athl Training*. 2006;41:(3)280-5.
8. Couto Bruno Pena, Costa Guilherme Augusto Silva da, Barbosa Marcos Pinotti, Chagas Mauro Heleno, Szmuchrowski Leszek Antoni. Effect of mechanical vibration on vertical jump. *Motriz* 2012;18:(3)414-422.
9. 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:(3)299-305.
10. Pivatelli FC, Dos Santos MA, Fernandes GB, Gatti M, de Abreu LC, Valenti VE, Vanderlei LC, Ferreira C, Adami F, de Carvalho TD, Monteiro CB, de Godoy MF. Sensitivity, specificity and predictive values of linear and nonlinear indices of heart rate variability in stable angina patients. *Int Arch Med.* 2013;5(1)30:31.
 11. Moreno IL, Pastre CM, Ferreira C, de Abreu LC, Valenti VE, Vanderlei LC. Effects of an isotonic beverage on autonomic regulation during and after exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10(1)10:2.
 12. Roque AL, Valenti VE, Guida HL, Campos MF, Knap A, Vanderlei LC, Ferreira C, de Abreu LC. The effects of different styles of musical auditory stimulation on cardiac autonomic regulation in healthy women. *Noise Health.* 2013;15:(65)281-7
 13. Lima AHA, Farah BQ, Rodrigues LB, Miranda AS, Rodrigues SL, Correia MA, Sobral Filho DC, Forjaz CL, Prado WL, Wolosker N, Ritti-Dias RM. Low-intensity resistance exercise does not affect cardiac autonomic modulation in patients with peripheral artery disease. *Clinics.* 2013;68:(1)632-7.
 14. Abreu LC. Heart rate variability as a functional marker of development. *Journal of Human Growth and Development.* 2012;22:(4)279-81.
 15. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. Vanderlei LC, Silva RA. Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. *Braz J Med Biol Res.* 2008;(10)854-9.

16. Radespiel-Troger M, Rauh R, Mahlke C, Gottschalk T, Muck-Weymann M. Agreement of two different methods for measurement of heart rate variability. *Clin Auton Res* 2003;13:(1)99-102.
17. Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:(2)887-893.
18. O'Sullivan PB, Grahmslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Möller NE, Richards KV. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27:(11)1238-44.
19. Moreside JM, Vera-Garcia FJ, McGill SM. Trunk muscle activation patterns, lumbar compressive forces, and spine stability when using the bodyblade. *Phys Ther* 2007;87(2):153-63.
20. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000;101(7):828-33.
21. Kingsley JD, Panton LB, McMillan V, Figueroa A. Cardiovascular autonomic modulation after acute resistance exercise in women with fibromyalgia. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90:(9)1628-34.

22. Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion D Jr, Forjaz CL. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98:(1)105-12.
23. Teixeira L, Ritti-Dias RM, Tinucci T, Mion Júnior D, Forjaz CL. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111:(9)2069-78.
24. Heffernan KS, Kelly EE, Collier SR, Fernhall B. Cardiac autonomic modulation during recovery from acute endurance versus resistance exercise. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2006;13:(1)80-6.
25. Terziotti P, Schena F, Gulli G, Cevese A. Post-exercise recovery of autonomic cardiovascular control: a study by spectrum and cross-spectrum analysis in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84:(3)187-94.
26. Parekh A, Lee CM. Heart rate variability after isocaloric exercise bouts of different intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:(4)599-605.
27. Savin WM, Davidson DM, Haskell WL. Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol.* 1982;53:(1)572-5.
28. Perini R, Orizio C, Baselli G, Cerutti S, Veicsteinas A. The influence of exercise intensity on the power spectrum of heart rate variability. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1990;61:(10)143-8.
29. Coote JH. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Exp Physiol.* 2010;95:431-40.
30. Carter R, Watenpugh DE, Wasmund WL, Wasmund SL, Smith ML. Muscle pump and central command during recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol.* 1999;87:(3)1463-9.

31. Crouse SF, Sterling J, Tolson H, Hasson S. The effect of beta-adrenergic blockade on heart rate recovery from exercise. *J Cardiopulm Rehabil.* 1989;9:(3) 202-6.
32. Smith SA, Mitchell JH & Garry MG. The mammalian exercise pressor reflex in health and disease. *Exp Physiol.* 2006;91:(4)89-102.
33. Wang HJ, Li YL, Gao L, Zucker IH, Wang W. Alteration in skeletal muscle afferents in rats with chronic heart failure. *J Physiol.* 2010;588:(24)5033-47
34. Crestani CC, Alves FH, Resstel LB, Correa FM. The bed nucleus of the stria terminalis modulates exercise-evoked cardiovascular responses in rats. *Exp Physiol.* 2010;95:(1)69-79.
35. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:(6)1033-41.
36. Borghi-Silva A, Baldissera V, Sampaio LM, Pires-DiLorenzo VA, Jamami M, Demonte A, Marchini JS, Costa D. L-carnitine as an ergogenic aid for patients with chronic obstructive pulmonary disease submitted to whole-body and respiratory muscle training programs. *Braz J Med Biol Res.* 2006;39(4):465-74.

**EFEITOS AGUDOS DO EXERCÍCIO COM HASTES FLEXÍVEIS SOBRE A
VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA**

*ACUTE EFFECTS OF FLEXIBLE POLE EXERCISE ON HEART RATE
VARIABILITY*

RESUMO

Introdução: Exercícios com hastes flexíveis proporcionam contrações musculares isométricas. Embora a literatura relate importante ativação da cadeia muscular durante este exercício, não é claro se uma única sessão de exercício induz alterações cardíacas. Neste estudo foram avaliados os efeitos agudos da haste oscilatória sobre a regulação autonômica cardíaca. **Métodos:** O estudo foi realizado em 22 mulheres entre 18 e 26 anos. Avaliou-se a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo (SDNN, RMSSD e pNN50), no domínio da frequência (HF, LF e a razão LF/HF) e os índices geométricos de VFC (RRtri, TINN, SD1, SD2 e a razão SD1/SD2). As participantes permaneceram em repouso por 10 minutos. Após o período de repouso, as participantes realizaram os exercícios com as hastes flexíveis. Imediatamente após o protocolo de exercício, as participantes permaneceram sentadas em repouso por 30 minutos. **Resultados:** Não foram observadas alterações no domínio do tempo (SDNN: $p=0,72$; RMSSD: $p=0,94$ e pNN50: $p=0,92$) e nos índices no domínio da frequência (LF (nu): $p=0,98$; LF (ms²): $p=0,72$; HF (nu): $p=0,98$; HF (ms²): $p=0,82$ e a razão LF/HF: $p=0,7$), bem como para os índices geométricos (RRtri: $p=0,54$; TINN: $p=0,77$; SD1: $p=0,94$; SD2: $p=0,67$ e SD/SD2: $p=0,42$) entre o repouso inicial e depois de um único exercício com haste oscilatória. **Conclusão:** Uma única sessão de exercício com haste oscilatória não induziu mudanças na regulação autonômica cardíaca em mulheres saudáveis.

Palavras-chave: Sistema Nervoso Autônomo; Sistema cardiovascular; Exercício Físico.

ABSTRACT

Background: Exercises with flexible poles provide fast isometric muscle contractions. Although the literature reported important muscle chain activation during this exercise, it is not clear if a single bout of exercise induce cardiac changes. In this study we evaluated the acute effects of flexible pole on cardiac autonomic regulation. **Methods:** The study was performed on 22 women between 18 and 26 years old. We evaluated the heart rate variability (HRV) in the time (SDNN, RMSSD and pNN50) and frequency domain (HF, LF and LF/HF ratio) and the geometric indices of HRV (RRTri, TINN, SD1, SD2 and SD1/SD2 ratio). The subjects remained at rest for 10 minutes. After the rest period, the subjects performed the exercises with the flexible poles. Immediately after the exercise protocol, the volunteers remained seated at rest for 60 minutes and HRV were analyzed. **Results:** We observed no significance changes in the time (SDNN: $p=0.72$; RMSSD: $p=0.94$ and pNN50: $p=0.92$) and frequency domain indices (LF (nu): $p=0.98$; LF (ms²): $p=0.72$; HF (nu): $p=0.98$; HF (ms²): $p=0.82$ and LF/HF ratio: $p=0.7$) as well as for the geometric indices (RRTri: $p=0.54$; TINN: $p=0.77$; SD1: $p=0.94$; SD2: $p=0.67$ and SD/SD2: $p=0.42$) between rest and after single bout of exercise with flexible pole. **Conclusion:** A single bout of exercise with flexible pole did not significantly induce changes in cardiac autonomic regulation in healthy women.

Keywords: Autonomic nervous system; Cardiovascular physiology; Exercise.

INTRODUÇÃO

O sistema nervoso autonômico exerce função importante na modulação do sistema cardiovascular durante várias situações (1), inclusive durante o exercício físico (2). Para a manutenção da homeostasia do sistema cardiovascular durante o exercício são necessários mecanismos de respostas rápidas que são desencadeados pelo sistema nervoso (2).

As respostas cardiovasculares induzidas pelo exercício são caracterizadas inicialmente pela retirada imediata do sistema parassimpático durante o início do exercício e em seguida do aumento na atividade do sistema nervoso simpático que resultam no aumento da frequência cardíaca. Após o final do exercício físico a frequência cardíaca reduz devido ao mecanismo de reativação vagal (3). A resposta autonômica cardíaca após o exercício é um importante indicador de riscos de eventos cardíacos (4).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um método não-invasivo que analisa a regulação autonômica cardíaca. A VFC analisa as oscilações nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR) que estão relacionados com as influências do sistema nervoso autônomo sobre o nó sinusal (5).

Durante o repouso a VFC alta um é indicador de boa adaptação, por exemplo, em atletas encontramos alta VFC, enquanto em outras pessoas a baixa VFC pode indicar comprometimento cardíaco (6, 7). Imediatamente após o exercício resistido a VFC é caracterizada por diminuição do sistema parassimpático e aumento da modulação simpática, imediatamente após a cessação do exercício há aumentos progressivos da VFC (8).

Respostas autonômicas cardíacas após o exercício resistido já foram estudados e foram relatadas respostas menos intensas em comparação com o exercício de aeróbico (9). As contrações isométricas em diferentes intensidades foram também observadas para alterar a modulação parassimpática do coração (10). Considera-se que o exercício de aeróbico induz maior sobrecarga cardíaca, como consequência, este estilo específico de exercício causa maiores respostas autonômicas cardíacas na fase de recuperação em comparação com o exercício de resistência (9). Neste sentido, a haste oscilatória é um instrumento que permite as co-contrações musculares geradas por músculos do ombro e do tronco (10,11).

Embora os exercícios com hastes oscilatórias sejam utilizados em terapias de reabilitação para instabilidade do ombro (12), há poucas investigações da literatura acerca dos efeitos agudos sobre a regulação autonômica cardíaca. Além disso, outras técnicas para terapias de reabilitação cardíaca são sempre bem-vindas. Assim, nosso objetivo foi analisar os efeitos agudos de um protocolo de exercício padronizado com haste oscilatória sobre a regulação autonômica cardíaca.

MÉTODO

População do Estudo

Foram analisadas 22 voluntárias aparentemente saudáveis, todas não-fumantes, com idades entre 18 e 26 anos. Todas as voluntárias foram informadas sobre os procedimentos e objetivos do estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. 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 0.554-2.012), e estavam de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde 10/10/1996.

Crítérios de não inclusão

Não foram incluídos participantes nas seguintes condições: índice de massa corporal (IMC) $> 35 \text{ kg/m}^2$; pressão arterial sistólica (PAS) $> 140 \text{ mmHg}$ ou pressão arterial diastólica (PAD) $> 90 \text{ mmHg}$ (em repouso); tabagismo, distúrbios cardiovasculares, neurológicos ou respiratórios relatados. A fim de contornar os efeitos relacionados aos hormônios sexuais que não incluir as mulheres no dia 11º ao 15º e 21º a 25º dias após o primeiro dia do ciclo menstrual (13). Não foram incluídos indivíduos fisicamente ativos, de acordo com o International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (14).

Avaliação Inicial

Antes do estudo, os critérios de base foram: idade, sexo, peso, altura e índice de massa corporal (IMC). O peso foi determinado por 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 pelo peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros.

Análise da VFC

Os intervalos RR registrados pelo cardiofrequencímetro 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 frequência cardíaca e a extração de um período cardíaco (intervalo RR) em arquivo no formato "txt". Depois de filtragem digital complementada com a filtragem manual para eliminar os artefatos e batimentos prematuros ectópicos, foram utilizados um número mínimo de 256 intervalos RR para análise de dados. Apenas série com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídos no estudo (5).

Para o cálculo dos índices lineares foi utilizado o software de análise da VFC (Kubios HRV v.1.1 para Windows, Biomedical Signal Grupo de Análise do Departamento de Física Aplicada da Universidade de Kuopio, Finlândia) (15).

Índices lineares de VFC

Para analisar a VFC no domínio da frequência, os componentes espectrais de baixa (LF= 0,04 a 0,15 Hz) e alta frequência (HF = 0,15 a 0,40 Hz) foram utilizados em unidades absolutas (ms^2) e normalizadas (nu), o que representa um valor relativo a cada espectral componente em relação à potência total menos os componentes de frequência muito baixa (VLF), e a proporção entre estes componentes (LF/HF). A análise espectral foi calculada pelo algoritmo da Transformada Rápida de Fourier (6).

A análise no domínio do tempo foi realizada nos índices SDNN (desvio padrão dos intervalos RR normais), pNN50 (porcentagem dos 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) (6).

Protocolo Experimental

A coleta de dados foi realizada na mesma sala para todos os participantes com a temperatura entre 21° C e 25° C e umidade relativa entre 50 e 60% e as participantes foram orientadas a não ingerir álcool e cafeína durante 24 horas antes da avaliação e para ter uma refeição leve até duas horas antes dos experimentos.

Os dados foram coletados individualmente, entre as 18 e 21 horas para padronizar o protocolo. Todos os procedimentos necessários para a coleta de dados foram explicados e os sujeitos foram instruídos a permanecer em repouso e não conversar durante a coleta.

Após a avaliação inicial, o cinto do monitor cardíaco foi então colocado sobre o tórax, alinhado com o terço distal do esterno e o receptor de frequência cardíaca Polar RS800CX (Polar Electro®, Finlândia) foi colocado no pulso da participante. Antes de iniciar os exercícios, as participantes receberam feedback visual através de um monitor para manter o pé neutro e foram instruídos a manter a mesma postura durante todo o exercício (16).

A pressão arterial sistólica e diastólica foi mensurada antes, imediatamente após o exercício e 30 minutos após o exercício. O movimento oscilatório da haste oscilatória (Flexibar®) foi realizado por flexão e extensão do cotovelo. A haste oscilatória vibrou em frequência de 5 Hz de acordo com estimulação auditiva através do metrônomo (Quartz Metronome®) calibrado em 300 bpm (10).

Os exercícios com haste oscilatória foram realizados com participantes na posição de pé, com os pés afastados (base larga) e flexão do ombro como a posição proposta. Para manter a flexão do ombro adequada em cada membro superior foi utilizada como um feedback visual (Figura 1).

Todos os exercícios foram realizados durante 15 segundos, com 50-60 segundos de descanso entre cada exercício. Foram realizadas três repetições para cada exercício (10).

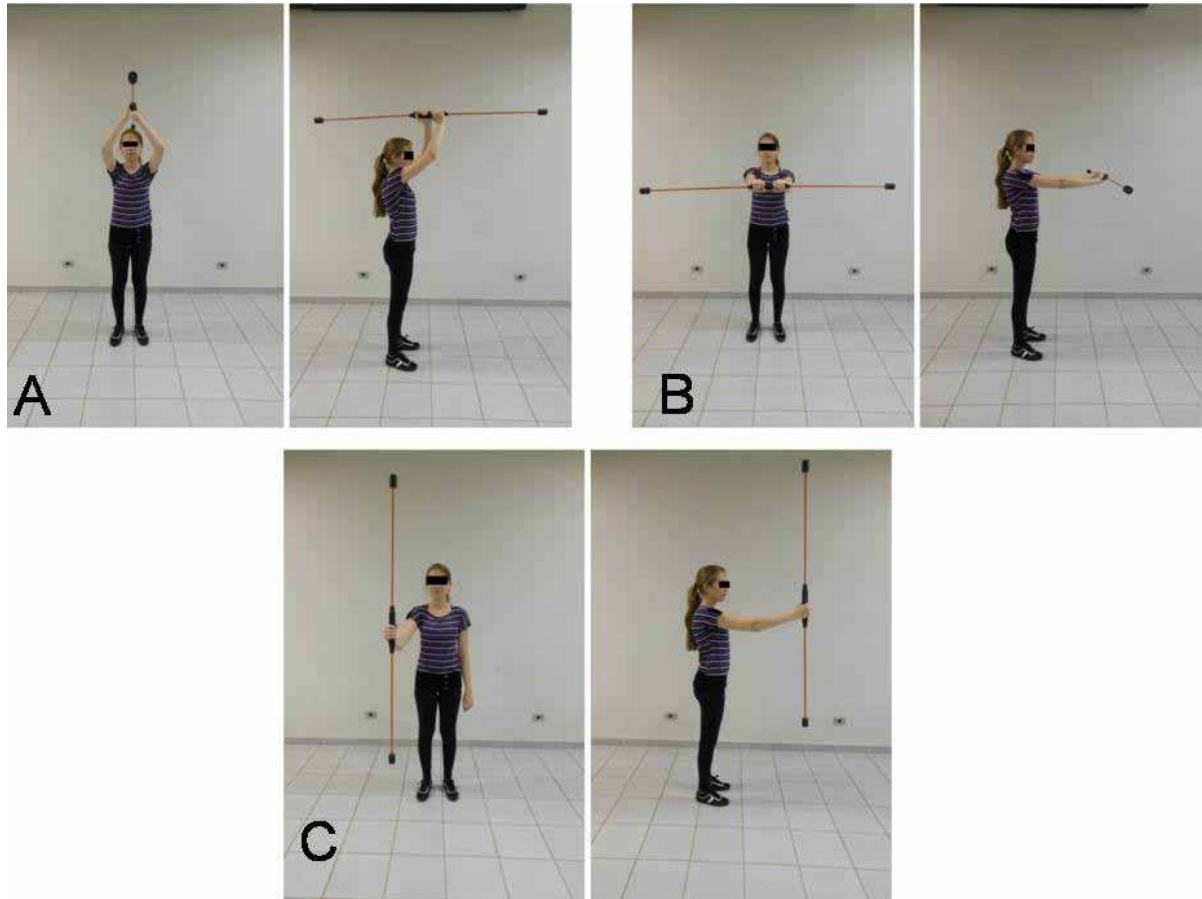


Figura 1. Protocolo de exercício com haste oscilatória nas três posições: com ombros a aproximadamente 180° de flexão, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano frontal, paralelo ao solo (A); com os ombros em 90° de flexão, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano transversal, paralela ao solo (B); ombro a 90° de flexão do lado dominante vibrando-a a haste oscilatória no plano sagital, perpendicular ao solo (C).

Os exercícios foram realizados nas seguintes posições:

- 1) com ombros em aproximadamente 180° de flexão, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano frontal, paralelo ao solo (Figura 1A)
- 2) com os ombros em 90° de flexão, ambas as mãos seguraram a haste oscilatória vibrando-a no plano transversal, paralela ao solo (Figura 1B),

3) ombro em 90 ° de flexão do lado dominante vibrando-a a haste oscilatória no plano sagital, perpendicular ao solo (Figura 1C).

A VFC foi analisada nos seguintes períodos: controle repouso, 0-5 min, 5-10 min e 10-15 min, 15-20 min, 20-25 min e 25-30 min após o exercício protocolo.

Análise Estatística

Métodos estatísticos padrão foram utilizados para calcular as médias e desvios padrão. A normalidade das distribuições foi verificada pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk (valor de $z > 1,0$). Para distribuições paramétricas foi aplicado o teste de ANOVA one-way para medidas repetidas, seguida pelo pós-teste de Bonferroni. Para distribuições não-paramétricas foi utilizado o teste de Friedman seguido do pós-teste de Dunns. As diferenças foram consideradas significativas quando a probabilidade de um erro tipo I fosse menor que 5% ($p < 0,05$). Usamos Biostat 2009 Professional software 5.8.4.

RESULTADOS

Apresentamos na Tabela 1 dados da frequência cardíaca basal (FC), média do intervalo RR, idade, altura, peso corporal e índice de massa corporal (IMC).

Tabela 1. Frequência cardíaca basal (FC), média entre intervalos RR (Mean RR), massa, altura e índice de massa corpórea (IMC) dos participantes. m: metros; kg: quilogramas; bpm: batimentos por minutos; ms: milissegundos.

Variável	Valor
Idade (anos)	19,95 \pm 1
Altura (m)	1,63 \pm 0,05
Massa (kg)	56,7 \pm 7
IMC (kg/m ²)	21,3 \pm 3
FC (bpm)	89,25 \pm 11
Intervalo RR médio (ms)	686,15 \pm 91

Na Tabela 2 observa-se o comportamento da pressão arterial sistólica e diastólica, o tempo e os índices no domínio da frequência da VFC antes e após uma única sessão de exercícios com haste oscilatória. Os índices SDNN, RMSSD e pNN50 no domínio do tempo não foram alteradas após o exercício com haste oscilatória e os índices no domínio da frequência (LF: nu e ms²; HF: nu e ms² e razão LF/HF) não apresentaram respostas significativas induzidas por uma sessão de exercício com haste oscilatória.

Tabela 2. Pressão arterial sistólica (PAS) e Pressão arterial diastólica (PAD); tempo em minutos (min) e índices do domínio da frequência antes e após a realização do protocolo de exercício com haste oscilatória. LF: Low frequency (baixa frequência); HF: High frequency (alta frequência); LF/HF: relação entre os índices de baixa e alta frequência; SDNN: desvio padrão dos intervalos R-R normais; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes com diferença maior que 50ms; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, expressa em ms. Média \pm desvio padrão da média. ms: milissegundos mmHg: milímetros de mercúrio. * $p < 0,05$: Vs. 25-30 min. # $p < 0,05$: Vs. 15-20 min.

Variável	Repouso	0-5min	5-10 min	10-15 min	15-20 min	20-25 min	25-30 min
PAS (mmHg)	107,5 \pm 7	108,4 \pm 6	-	-	-	-	107,3 \pm 6
PAD (mmHg)	67,8 \pm 7	67,7 \pm 5	-	-	-	-	67,2 \pm 6
LF (ms²)	690 \pm 455	554 \pm 326	598 \pm 375	589 \pm 477	544 \pm 306	718 \pm 471	692 \pm 549
HF (ms²)	512 \pm 464	419 \pm 356	398 \pm 356	371 \pm 225	396 \pm 261	383 \pm 247	455 \pm 359
LF (nu)	59 \pm 15	59 \pm 16	62 \pm 20	59 \pm 17	58 \pm 16	63 \pm 16	59 \pm 18
HF (nu)	40 \pm 15	39 \pm 16	37 \pm 20	40 \pm 17	40 \pm 16	36 \pm 16	39 \pm 18
LF/HF	1,89 \pm 1	2,24 \pm 2	2,76 \pm 2	1,95 \pm 1	1,84 \pm 1	2,59 \pm 2	2,40 \pm 2,72
SDNN	38,82 \pm 10	39,53 \pm 10	39,24 \pm 11	38,45 \pm 9	41,53 \pm 11	39,59 \pm 12	43,10 \pm 14
RMSSD	29,35 \pm 14	28,04 \pm 11	27,76 \pm 11	27,15 \pm 9	28,02 \pm 9	28,15 \pm 9	31,20 \pm 15
pNN50	11,27 \pm 13	9,60 \pm 11	9,14 \pm 10	8,94 \pm 8	9,12 \pm 9	9,59 \pm 9	12,55 \pm 14

Notamos na Figura 2 que os índices geométricos lineares de VFC (RRtri e TINN) não foram significativamente alterados após uma sessão de exercício com haste oscilatória.

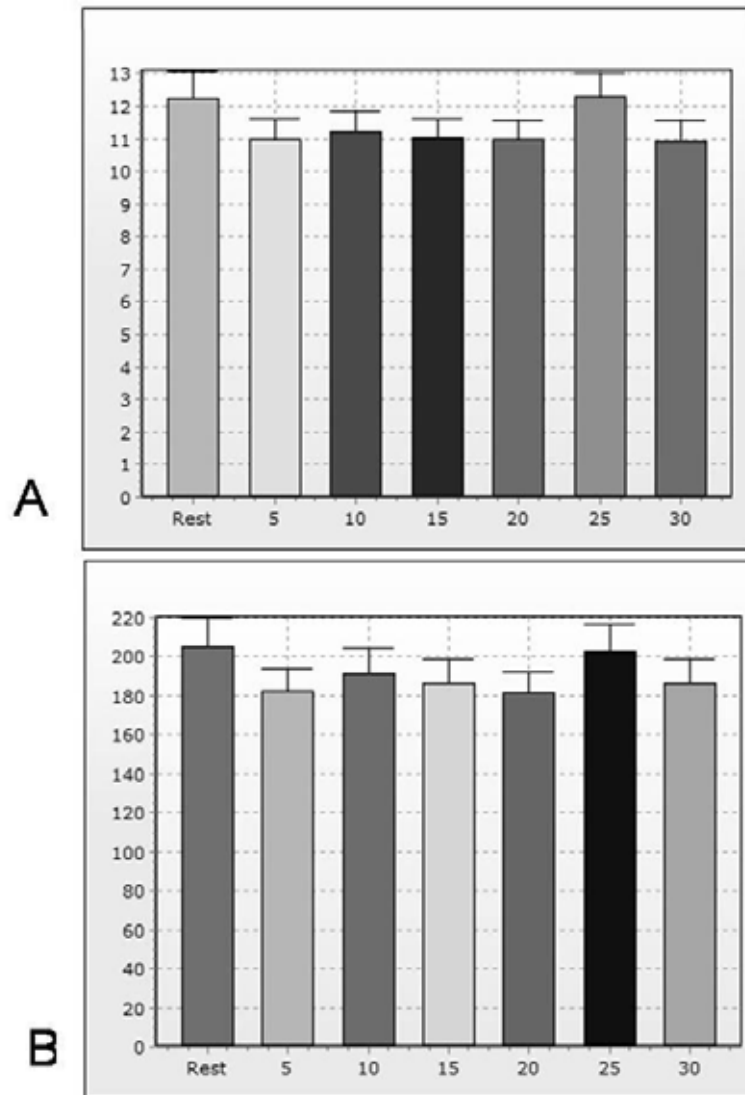


Figura 2. Índices RRtri (A) e TINN (B) antes e após o protocolo de exercício com haste oscilatória. RRtri: índice triangular; TINN: interpolação triangular dos intervalos RR.

Os índices do Plot de Poincaré (SD1, SD2 e SD1 / SD2 ratio) não apresentaram diferenças significativas entre antes e após o protocolo de exercício (Figura 3).

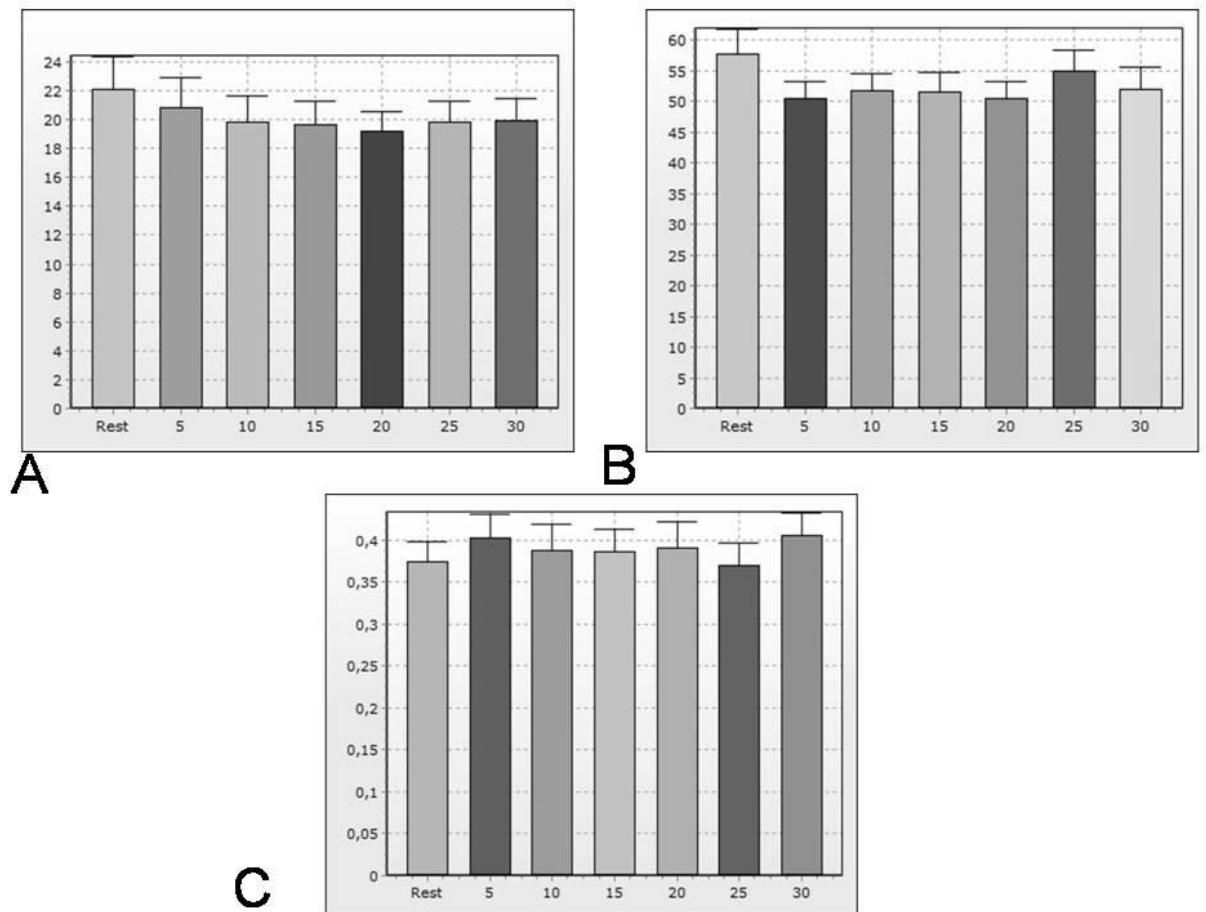


Figura 3. Índices SD1 (A), SD2 (B) e a relação SD1/SD2 (C) antes e depois de um protocolo de exercícios com haste oscilatória. SD1 - desvio padrão da variabilidade instantânea da frequência cardíaca, batimento a batimento; SD2 - desvio padrão da variabilidade do intervalo RR contínuo a longo prazo; Razão SD1 / SD2 - relação entre a curto - prazo variações dos intervalos RR.

A Figura 4 mostra um exemplo dos padrões do plot de Poincaré de um participante antes do exercício (A), nos intervalos 0-5 min, (B), 5-10 min (C), 10-15 minutos (D), 15-20 min (E), 20-25 min (F) e 25-30 min (L) após um protocolo de exercício com haste oscilatória.

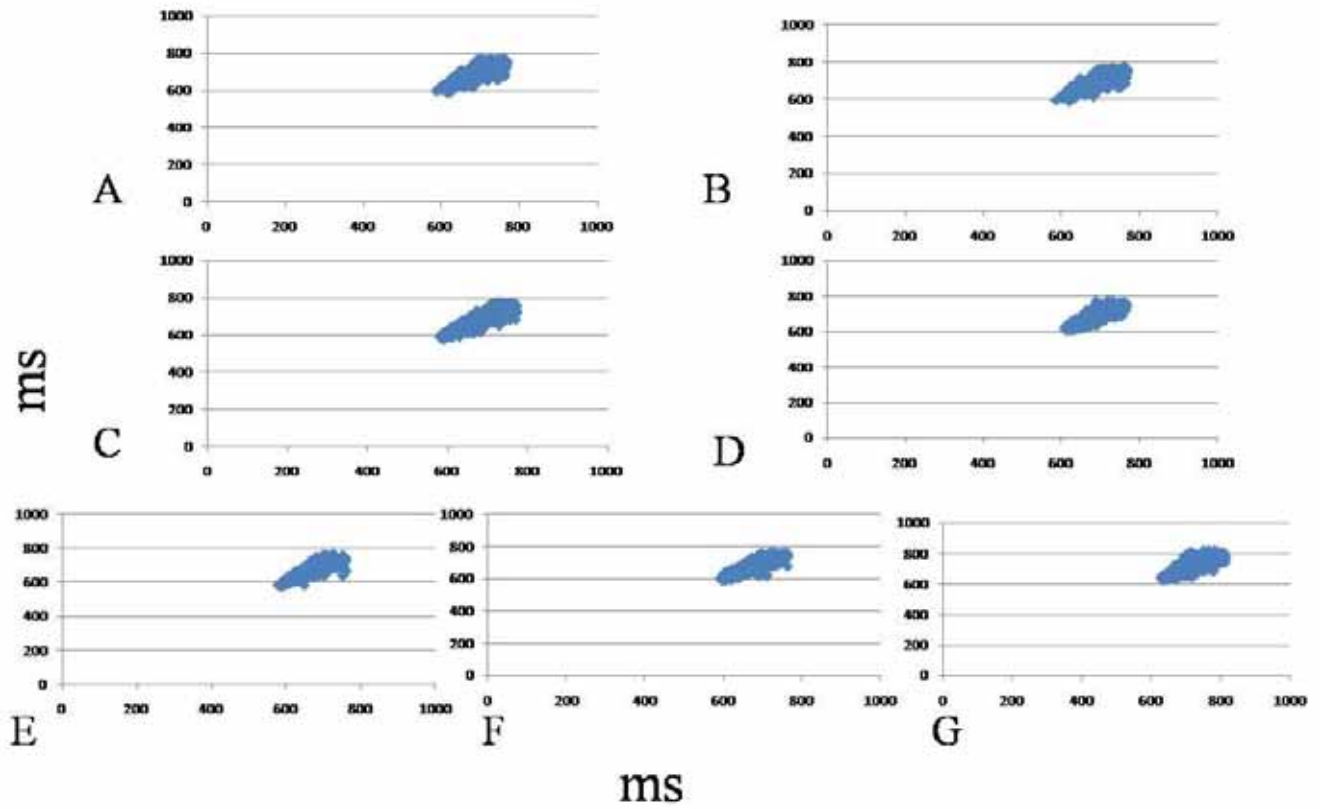


Figura 4. Plotagem de Pointcaré de um participante nos momentos de repouso antes do exercício (A) e após uma única sessão de exercícios com haste oscilatória nos momentos 0-5 min (B), 5-10 min (C), 10-15 minutos (D), 15-20 min (E), 20-25 min (F) e 25-30 min (G).

DISCUSSÃO

Contração isométrica provoca respostas cardiovasculares por meio de mecanorreceptores (17). Extensão isométrica de joelho e punho foram utilizados para induzir respostas cardiovasculares, caracterizadas por aumento da atividade nervosa simpática cutânea (18). Neste sentido, a atividade do nervo simpático é um método utilizado para a análise do sistema nervoso autonômico, durante a contração muscular (18).

Exercícios com haste oscilatória ativam contração isométrica dos músculos abdominais, como músculo oblíquo interno (10) e também os músculos relacionados com os movimentos do ombro, em que são incluídos o trapézio superior, trapézio inferior e deltóide médio (11).

Não está claro na literatura o efeito agudo do exercício com haste oscilatória sobre variáveis cardiovasculares. Neste estudo foi avaliada a recuperação autonômica cardíaca após uma única sessão de exercício padronizado com haste oscilatória em mulheres saudáveis. Como resultado principal, notamos ausência de respostas significativas da VFC por meio de análise dos índices do domínio do tempo, da frequência e os índices geométricos após o exercício.

Com base nos nossos dados, não houve diferença significativa entre antes, imediatamente após e 30 minutos após o protocolo de exercício na pressão arterial sistólica e diastólica arterial. A recuperação cardiovascular depois de um exercício aeróbico de alta intensidade é caracterizada pela diminuição da pressão arterial após a cessação do exercício em comparação com antes do exercício, mecanismo conhecido como hipotensão pós-exercício (19).

A vibração haste oscilatória é um exercício que induz a contração de músculos do tronco e dos ombros (10,11). Já foi observado que a pressão arterial aumentou

em homens jovens durante o exercício com 40% da contração voluntária máxima dos músculos dos membros inferiores (20). Este resultado foi suportado pela literatura, uma vez que a ativação do quimiorreflexo muscular durante contrações isométricas sustentadas aumenta a pressão arterial através do aumento da atividade nervosa simpática muscular (21). Acreditamos que o tempo de duração do protocolo de exercício utilizado em nosso estudo foi a principal causa para a ausência de respostas significativas da pressão arterial sistólica e diastólica durante a fase de recuperação do exercício com haste oscilatória.

Durante a contração muscular voluntária existem três mecanismos propostos para explicar o controle autonômico cardíaco. A ativação de áreas cerebrais (comando central) tem como base a influência de áreas do encefálicas, tal como o núcleo da estria terminal que regula respostas de taquicardia induzida por exercício em ratos (22).

Mecanorreceptores estão envolvidos na atividade reflexa enquanto aferentes barorreceptores de reposição estão associados à atenuação da função baroreceptora durante o exercício, o que aumenta a pressão arterial, sem estimular o reflexo de bradicardia (23).

Foi suposto inicialmente, que este protocolo de exercício poderia induzir respostas autonômicas cardíacas significativas durante a fase de recuperação, principalmente devido ao reflexo pressor do exercício. Este mecanismo é um reflexo neural periférico bem conhecido a partir de músculo esquelético que, potencialmente, colabora para a modulação do sistema cardiovascular durante o exercício. A aferência desse reflexo é composto por receptores mecanicamente sensíveis (principalmente grupo III) e também por fibras aferentes metabolicamente sensíveis (principalmente grupo IV) (24).

Em relação à fase de recuperação do exercício, supomos que mecanorreceptores apresentariam efeitos mais intensos sobre a VFC no exercício com haste oscilatória, uma vez que cada exercício durou 15 segundos, e não houve tempo suficiente para causar alterações significativas nos metabólitos e, como consequência, levaria à ativação do metaboreflexo e redução da VFC.

De acordo com o nosso estudo, os exercícios foram realizados em três posições: 1) com os ombros a aproximadamente 180° de flexão com haste oscilatória no plano frontal, paralela ao chão, 2) com os ombros sobre 90 ° de flexão com haste oscilatória no plano transversal, e 3) um ombro a 90 ° de flexão com haste oscilatória no plano sagital, perpendicular ao chão. O protocolo padronizado teve como base exercícios realizados por 15 segundos com 50-60 segundos de descanso entre cada exercício e foram realizadas três repetições para cada exercício, seguindo a literatura (10).

A frequência de vibração da haste oscilatória foi a de 5 Hz em torno desta frequência há melhor conservação biomecânica da energia muscular (10, 11). As pesquisas mencionadas propuseram a frequência de oscilação da haste conforme a estimulação auditiva por meio de um metrônomo calibrado a 300 bpm. Para controlar a intensidade do exercício com haste oscilatória utilizamos o estímulo auditivo por ritmo, por exemplo, para menor frequência de batimentos por minuto menos movimentos da haste seriam realizados.

Exercícios com haste oscilatória levam a ativação isométrica dos músculos do ombro e tronco (10,11). Variáveis autonômicas e cardíacas foram analisadas durante exercícios de extensão isométrica da perna e preensão palmar (18). Os autores relataram que a ativação simpática induzida pelo exercício depende da intensidade e magnitude do exercício, não associada com o número de fibras

musculares envolvidas ou o membro em exercício. Podemos sugerir que o aumento da frequência de movimentos com a haste por meio de estimulação auditiva por maior período de tempo aumente as respostas autonômicas cardíacas de recuperação.

Além da análise do domínio do tempo e frequência, índices lineares de VFC, investigamos os índices não-lineares de VFC por meio de índices do plot de Poincaré (SD1, SD2 e SD1/SD2 ratio). O índice SD1 corresponde à dispersão de pontos perpendiculares à linha de identidade e reflete a variabilidade em curto prazo, que corresponde ao desvio padrão instantâneo batimento a batimento e é um indicador de modulação vagal. O índice SD2 corresponde à dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade, corresponde ao desvio padrão do intervalo RR contínuo em longo prazo ($RR + 1$) e é um indicador da modulação simpática e parassimpática (25).

O método não-linear analisa a dinâmica de um fenômeno que pode identificar os padrões de correlação oculta de um sinal nas séries temporais (26). A análise não-linear é sugerida para relacionar com origem da dinâmica da frequência cardíaca (27) e também considerada como mais sensível para detectar alterações em relação à análise linear da VFC (7).

Os índices não-lineares não alteraram significativamente após o exercício com haste oscilatória. Assim, incentivamos novos estudos para investigar a segurança deste protocolo de exercícios em pacientes com doenças cardiovasculares.

A literatura tem demonstrado que alterações simpáticas e parassimpáticas após o exercício correspondem a um importante preditor de eventos cardiovasculares críticos e não-fatais (4). Uma investigação com exercícios de

resistência de baixa intensidade foi realizada em pacientes com doença arterial periférica e os autores relataram nenhuma mudança significativa na VFC (28).

O principal achado do nosso estudo foi que uma única sessão de exercícios com haste oscilatória não promoveu alteração significativa no domínio do tempo, domínio da frequência e os índices geométricos de VFC em relação à condição de repouso em mulheres saudáveis.

A haste oscilatória tem sido utilizada em programas de reabilitação, principalmente em tratamentos de instabilidade lombar e do ombro (29). No entanto, é escasso na literatura o seu uso para reabilitação cardiovascular e respiratória. É importante saber que protocolos de exercícios de baixa a moderada intensidades são mais indicados para pacientes com deficiências cardiovasculares na fase inicial da reabilitação (30), haja vista que a atenuação da retomada parassimpática pode levar à morte súbita (4).

Ao considerar que a realização de exercício físico promove efeitos crônicos benéficos para melhorar a saúde do paciente cardiopata, como diminuição da pressão arterial, a relevância de sua recomendação ligada à terapia medicamentosa é justificada quando visam a melhoria mais rápida e duradoura (31). Nesta circunstância, nosso grupo tem se esforçado para propor um protocolo de exercícios indicados para pacientes com distúrbios cardiovasculares.

Nosso estudo apresentou alguns pontos a serem abordados. Tendo em vista que o ciclo menstrual influencia as propriedades não-lineares basais de VFC (13), não incluímos voluntárias durante as fases folicular e lútea do ciclo menstrual. As limitações do nosso estudo incluem também a ausência de análise eletromiográfica e gasometria, no entanto, nosso foco foi a resposta autonômica cardíaca aguda após o exercício com haste oscilatória.

CONCLUSÃO

Nosso protocolo de exercício com haste oscilatória não causou mudanças significativas na regulação autonômica cardíaca em mulheres saudáveis. Nós sugerimos novos estudos para avaliar os efeitos em longo prazo desse protocolo de exercício sobre variáveis cardiovasculares.

AGRADECIMENTOS

Este estudo recebeu apoio financeiro da FUNDUNESP e Prope / UNESP.

REFERÊNCIAS

1. Malpas SC. Sympathetic nervous system overactivity and its role in the development of cardiovascular disease. *Physiol Rev.* 2010;90(2):513-57.
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. Sato I, Hasegawa Y, Hotta K. Autonomic nervous control of the heart in exercising man. *Pflugers Arch.* 1980; 384:1-7.
4. Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ, Jr., Manders ES, Evans JC, Feldman CL. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham Heart Study. *Circulation.* 1996;94(11):2850-5.
5. Task force of the European society of society of cardiology and the north American society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation.* 1996; 93:1043-1065.
6. Abreu LC. Heart rate variability as a functional marker of development. *Journal of Human Growth and Development.* 2012; 22:279-281.
7. 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 Apr-Jun;24(2):205-17.
8. Moreno IL, Pastre CM, Ferreira C, de Abreu LC, Valenti VE, Vanderlei LC. Effects of an isotonic beverage on autonomic regulation during and after exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10:2.

9. Heffernan KS, Kelly EE, Collier SR, Fernhall B. Cardiac autonomic modulation during recovery from acute endurance versus resistance exercise. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2006 Feb;13(1):80-6.
10. 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.
11. 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 Mar-Apr;15(2):89-94.
12. Schulte RA, Warner C. Oscillatory devices accelerate proprioception training. *Clin Biomech.* 2001; 6:85-91
13. 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:H765-74.
14. 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.
15. Niskanen JP, Tarvainen MP, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA: Software for advanced HRV analysis. *Comp Met Progr Biomed* 2004, **76**:73-81.
16. Tarvainen MP, Niskanen JA, Lipponen PO, Ranta-aho & Karjalainen PA. Kubios HRV – A software for advanced heart rate variability analysis. Berlin: Springer: In: 4th European Conference on the International Federation for Medical and Biological Engineering. Sloten JV, Verdonck P, Nyssen M, Haueisen J, editors. 2008; pp. 1022–1025.

17. Wang HJ, Wang W, Patel KP, Rozanski GJ, Zucker IH. Spinal cord GABA receptors modulate the exercise pressor reflex in decerebrate rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2013 Jul 1;305(1):R42-9.
18. Wilson TE, Dyckman DJ, Ray CA. Determinants of skin sympathetic nerve responses to isometric exercise. *J Appl Physiol*. 2006;100:1043-8.
19. Kolb GC, Abreu LC, Valenti VE, Alves TB. Characterization of the hypotensive response after exercise. *ABCS Health Sci*. 2012; 37:44-48.
20. 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.
21. Seals DR. Influence of force on muscle and skin sympathetic nerve activity during sustained isometric contractions in humans. *J Physiol*. 1993; 462:147-59.
22. Crestani CC, Alves FH, Resstel LB, Correa FM. The bed nucleus of the stria terminalis modulates exercise-evoked cardiovascular responses in rats. *Exp Physiol*. 2010 Jan;95(1):69-79.
23. Liang N, Nakamoto T, Mochizuki S, Matsukawa K (2011) Differential contribution of central command to the cardiovascular responses during static exercise of ankle dorsal and plantar flexion in humans. *J Appl Physiol* (1985) 110: 670-680.
24. Kaufman MP, Rybicki KJ, Waldrop TG, Ordway GA. Effect of ischemia on responses of group III and IV afferents to contraction. *J Appl Physiol* 57: 644–650, 1984.
25. Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput* 2006;44(11):1031-51.

26. Karmakar, C.K., Gubbi, J., Khandoker, A.H., Palaniswami, M., 2010. Analyzing temporal Variability of standard descriptors of Poincaré plots. *J. Electrocardiol.* 43, 719 –724.
27. Krstacic, G., Martinis, M., Vargovic, E., Knezevic, A., Krstacic, A., 2001. Non-linear dynamics in patients with stable angina pectoris. Presented at Computers in Cardiology, pp. 23 – 26 (Rotterdam: The Netherlands).
28. Andrade Lima AH, Farah BQ, Rodrigues LB, Miranda AS, Rodrigues SL, de A Correia M, Sobral Filho DC, Forjaz CL, Prado WL, Wolosker N, Ritti-Dias RM. Low-intensity resistance exercise does not affect cardiac autonomic modulation in patients with peripheral artery disease. *Clinics (Sao Paulo)*. 2013 May;68(5):632-7.
29. Green S, Buchbinder R, Hetrick S. Physiotherapy interventions for shoulder pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;(2):CD004258.
30. Ghanbari-Firoozabadi M, Rahimianfar A, Reza Vafaii Nasab M, Namayandeh S, Emami M, Boostani F, Sherafat A, Barzegar K. A study of the effect of cardiac rehabilitation on heart failure patients' life quality. *J Med Life*. 2014;7(1):51-4.
31. O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, Leifer ES, Kraus WE, Kitzman DW, Blumenthal JA, Rendall DS, Miller NH, Fleg JL, Schulman KA, McKelvie RS, Zannad F, Piña IL. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA*. 2009;7(14):1439–1450.

A pesquisa realizada demonstrou os efeitos dos exercícios com haste oscilatória na recuperação da modulação autonômica cardíaca em mulheres e homens jovens saudáveis

Os resultados do estudo em homens mostrou que o exercício com haste oscilatória foi capaz de induzir resposta autonômica cardíaca aguda em homens saudáveis, caracterizada pela diminuição da VFC e recuperação parassimpática em aproximadamente 30 minutos após o exercício.

Já em mulheres não foram observadas mudanças estatisticamente significantes nos índices da variabilidade da frequência cardíaca.

Referências

1. Arora S, Button DC, Basset FA, Behm DG. The effect of double versus single oscillating exercise devices on trunk and limb muscle activation. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(4):370-80.
2. Oliveira AMS, Freitas CMS, Monaretti FH, Ferreira F, Noguti R, Berzin F. Avaliação eletromiográfica de músculos da cintura escapular e braço durante exercícios com carga axial e rotacional. *Rev Bras Med Esporte* 2006;(12):11-5.
3. Anders C, Wenzel B, Scholle Hc. Activation characteristics of trunk muscles during cyclic upper-body perturbations caused by an oscillating pole. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2008;(89):1314-22.
4. Hallal Cz, Marques Nr, Goncalves M. Razão eletromiográfica de músculos estabilizadores do ombro durante a execução de exercícios com haste oscilatória. *Rev Bras Med Esporte* 2011;17(1):1-35 .
5. Shinohara, M. Effects of prolonged vibration on motor unit activity and motor performance. *Med & Sci in Spor & Ex* 2005;37:2120-5.
6. Hazell TJ1, Jakobi JM, Kenno KA. The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body EMG during static and dynamic contractions. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007;32(6):1156-63.
7. Buteau JL, Eriksrud O, Hasson SM. Rehabilitation on a glenoumeral instability utilizing the body blade. *Physiother Theory Pract* 2007;23:333-49.
8. Lister JL, Rossi GD, Ma F, Stoutenberg M, Adams JB, Tobkin S, et al. Scapular stabilizer activity during Bodyblade® , cuff weights, and Thera-Band® use. *J Sport Rehabil* 2007;16:50-7.
9. Buteau JL, Eriksrud O, Hasson SM. Rehabilitation on a glenoumeral instability utilizing the body blade. *Physiother Theory Pract* 2007;23:333-49.
10. Sugimoto D, Blanpied P. Flexible foil exercise and shoulder internal and external rotation strength. *J Athl Training.* 2006;41:(3)280-5.
11. Hewett TE, Paterno MS, Myer GD. Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clin Orthop* 2002;(402):76-94.
12. Soncin R, Pennone J, Guimarães TM, Mezêncio B, Amadio AC, Serrão JC. Influence of exercise order on electromyographic activity during upper body resistance training. *J Hum Kinet.* 2014 Dec 30;44:203-10

13. 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.
14. 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.
15. Belli Juliana Fernanda Canhadas, Bacal Fernando, Bocchi Edimar Alcides, Guimarães Guilherme Veiga. Comportamento do ergorreflexo na insuficiência cardíaca. *Arq. Bras. Cardiol*. 2011;97(2):171-178.
16. Hayashi N, Nakamura Y, Muraoka I. Cardiac autonomic regulation after moderate and exhaustive exercises. *Ann Physiol Anthropol* 1992;11:333–338.
17. Hughson RL, Shoemaker JK. Autonomic responses to exercise: Deconditioning/inactivity. *Auton Neurosci*. 2014;188:32-5.
18. Coote, JH. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Exp Physiol* 2010;(95):431-40.
19. Drogue VS, Santos Ada C, Medeiros CE, Marques DP, Nascimento LS, Brasileiro-Santos MS. Cardiac autonomic modulation in healthy elderly after different intensities of dynamic exercise. *Clin Interv Aging*. 2015;10:203-8.
20. Finkelstein J, Jeong IC. Using heart rate variability for automated identification of exercise exertion levels. *Stud Health Technol Inform*. 2015;208:137-41.
21. Guilkey JP, Overstreet M, Fernhall B, Mahon AD. Heart rate response and parasympathetic modulation during recovery from exercise in boys and men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39(8):969-75.
22. Bull RK, Davies CT, Lind AR, White MJ. 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.
23. Carter R, Watenpaugh DE, Wasmund WL, Wasmund SL, Smith ML. Muscle pump and central command during recovery from exercise in humans. *Journal of Applied Physiology* 1999;(87):1463-1469.
24. Ogoh, S, Wasmund, WL, Keller DM, Gallagher KM, Mitchell JH, Raven PB. Role of central command in carotid baroreflex resetting in humans during static exercise. *Journal of Physiology* 2002;(543):349-364.

25. Dos Santos António AM, Navega MT, Cardoso MA, Abreu LC, Valenti VE. Cardiac autonomic responses induced by a single bout of exercise with flexible pole. *Int Arch Med.* 2014, 23;7(1):40
26. TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, 1996;93(5):1043-65.
27. Vanderlei LC et al. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.* 2009;24(2):205-17.
28. Gamelin FX et al. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med. Sci. Sports Exerc* 2006;38(5):887-93.
29. Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med* 2003;33(7):517-38.
30. Vanderlei lcm et al. 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):854-859, 2008.
31. Khaled AS, Owis MI, Mohamed ASA. Employing time-domain methods and poincaré plot of heart rate variability signals to detect congestive heart failure. *BIME Journal.* 2006;6(1):35-41.

Anexo 1

Instructions to Authors - CLINICS

PUBLICATION INFORMATION AND EDITORIAL POLICIES

CLINICS publishes peer-reviewed articles of interest to clinicians and researchers in the medical sciences. CLINICS is registered with PubMed Central and SciELO and complies with the policies of funding agencies, such as the Wellcome Trust, the Research Councils UK (RCUK), the National Institutes of Health (NIH), and the German Research Foundation (DFG), which request or require deposition of the published articles that they fund into publicly available databases. CLINICS supports the position of the International Committee of Medical Journal Editors (<http://www.icmje.org/>) on trial registration. All trials initiated after January 1, 2012 must be prospectively registered (before patient recruitment begins) in a publicly accessible registry. Trials initiated before January 1, 2012 must be registered before submission to our journals. See the ICMJE FAQ regarding trial registration for further details. Visit http://www.who.int/ictrp/network/list_registers/en/index.html for the WHO's list of approved registries. CLINICS suggests: <http://www.clinicaltrials.gov/> as a user friendly site.

Publication Fees

CLINICS uses a business model in which expenses are recovered in part by charging a publication fee to the authors or research sponsors for each published article. Our 2014 prices are as follows: original articles, review articles and rapid communications: US\$ 1,200.00. Invited reviews, editorials and letters to the editors: no charge.

** The exchange rate for payments in Brazil-Real is the commercial exchange rate of the day the article is accepted. Clinics uses the Banco do Brasil currency conversion tool.*

Manuscripts involving human subjects or the use of laboratory animals must clearly state adherence to appropriate guidelines and approval of protocols by their institutional review boards. Photographs that may identify patients or other human participants of studies shall be acceptable only when a legally valid consent form is signed by the participating patient, other human participant, or his/her legally constituted representative.

Manuscripts should be digitalized using a Word *.doc-compatible software program and submitted online in English.

Authors are strongly advised to submit the manuscript in its final form to a spell check for English (US). Submissions with excessive spelling or syntax mistakes as well as articles in which the meaning is not sufficiently clear shall be returned to authors for correction.

Authors are also strongly advised to use abbreviations sparingly whenever possible to avoid jargon and improve the readability of the manuscript. All abbreviations must be defined the first time that they are used. Only terms or expressions that are used at least 5 times throughout the text should be abbreviated. Never use abbreviations that spell common English words, such as FUN, PIN, SCORE, and SUN.

Please make sure to submit your manuscript in the exact format that is described below. Failure to do so will cause the submission to be returned to you during the preliminary examination by the Editorial Office.

Manuscripts are invited in the following categories:

ORIGINAL STUDY: Complete original studies should be submitted in this category. Three sections are offered: basic, clinical, and surgical research. Original studies must conform to the following format:

Title page:

- Title (up to 250 characters);
- Running title (up to 40 characters, letters and spaces);
- Full address of corresponding author only;
- Authors' names (without titles or degrees). *Authors should have participated sufficiently in the work to take public responsibility for appropriate portions of the content. **Such participation must be declared in this section of the manuscript.***

Manuscript:

- Abstract: Abstracts are limited to 250 words and structured into objectives, method, results, and conclusions. Citations or abbreviations (except internationally recognized abbreviations, such as weights, measures, and physical or chemical abbreviations) are not permitted. Authors are strongly encouraged not to display numerical statistical information but to merely state what is significantly different (or not) between the described parameters.
- Keywords: For keywords, 3-6 items from the Medical Subject Headings (MeSh) should be used.
- Introduction: The introduction should set the purpose of the study, provide a brief summary (not a review) of previous relevant studies, and state the new advances in the current investigation. The introduction should not include data or conclusions from the work being reported. A final sentence summarizing the novel finding to be presented is permissible.
- Materials and Methods: This section should briefly give clear and sufficient information to permit the study to be repeated by others. Standard techniques only need to be referenced. Previously published methods may be briefly described following the reference.

- **Ethics:** When reporting experiments on human subjects, indicate whether the procedures were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional or regional) and with the Helsinki Declaration of 1975, which was revised in 1983. When reporting experiments on animals, indicate whether the institution's guide, a national research council's guide, or any national law on the care and use of laboratory animals was followed.

- **Results:** The results section should be a concise account of the new information that was discovered, with the least personal judgment. Do not repeat in text all the data in the tables and illustrations but briefly describe what these data comprise.

- **Discussion:** The discussion should include the significance of the new information and relevance of the new findings in light of existing knowledge. Only unavoidable citations should be included. Citation to review articles are not encouraged in this section.

- **Acknowledgements:** This section should be short, concise, and restricted to acknowledgements that are necessary.

- **References in text:** CLINICS adopts the Vancouver format. Cite references in the text using Arabic numerals in the order of appearance, within parentheses, (1) after the previous word, with spacing as in this example: "Diabetes (2), hypertension (3,4) and alcoholism (5-9) are complex medical problems (10)." Under exceptional circumstances, authors' names may appear in text: Single author: "Einstein (11) proposed a new theory ...", Two authors: "Watson and Crick (12) reported on the structure of ...", or Three or more authors: "Smith et al. (13) described ..."

- **Reference List:** Only citations that appear in the text should be referenced. References must be restricted to directly relevant published works, papers, or abstracts. Unpublished papers, unless accepted for publication, should not be cited. Work that is accepted for publication should be referred to as "in press" and a letter of acceptance of the journal must be provided. Authors are responsible for the accuracy and completeness of their references and for correct text citation.

Usually the total number of references should not exceed 35. For up to 6 authors, list all authors. For more than 6 authors, list first 6 authors followed by “et al”.

- **Tables and Figures:** The maximum number of tables and/or figures is 6 tables and/or figures. Tables: Should be constructed using the table feature in your word processor or using a spreadsheet program such as Excel. The tables should be numbered in order of appearance in the text, using Arabic numerals. Each table should have a title and an explanatory legend, if necessary. All tables must be referenced and succinctly described in the text. Under no circumstances should a table repeat data that are presented in an illustration. Statistical measures of variation (i.e., standard deviation or standard error) should be identified, and decimal places in tabular data should be restricted to those with mathematical and statistical significance. Figures: Photographs, illustrations, charts, drawings, line graphs, etc. are all defined as figures. Number figures consecutively using Arabic numerals in order of appearance. Figure legend(s) should be descriptive and should allow examination of the figure without reference to text. Images must be of professional quality and uploaded as *.tiff files. Generally, figures will be reduced to fit one column of text. The actual magnification of all photomicrographs should be provided, preferably by placing a scale bar on the print. Line graphs and charts should never be sent as *.jpeg illustrations. We recommend preparing line graphs and charts as Excel® files and copying these files into a Word *.doc sheet.

REVIEW ARTICLES: Review articles should cover themes that are relevant to medical practice. Spontaneously submitted reviews are welcome; however, potential authors should bear in mind that they are expected to have expertise in the reviewed field. The sections should be arranged as follows:

- **Title page:** As described in the Original Study section.
- **Manuscript:** Abstract, keywords and text should be arranged to cover the subject that is being reviewed. If appropriate, the method of reference collection should be described. The use of headings, subheadings, and paragraph titles is encouraged to improve clarity. Abbreviations, acknowledgments, tables and figures should be formatted as described in the Original Study section. The number of

references is at the discretion of the authors. No publication fee discount is allowed for spontaneously submitted review articles that are accepted for publication.

RAPID COMMUNICATIONS:

- **Title page:** As described in the Original Study section.
- **Manuscript:** Rapid communications are limited to 1,500 words, not including the reference list, abstract and keywords. Authors should format rapid communications based on the subject at hand. Abstracts are limited to 250 words and structured into objectives, method, results, and conclusions. Citations or abbreviations (except internationally recognized abbreviations, such as weights, measures, and physical or chemical abbreviations) are not permitted. For keywords, 3-6 items from the Medical Subject Headings (MeSh) should be used.

LETTERS TO THE EDITOR: Letters to the editor expressing comments or dissenting opinions concerning articles that have been recently published in CLINICS are not submitted to peer review and are published at the discretion of the editor. A letter is a single section containing untitled text concerning the article under discussion, followed by references. No publication fee is charged for this class of manuscripts.

EDITORIAL: Editorials should cover broad aspects of medical or biological sciences. Such manuscripts are not submitted to peer review and are published at the discretion of the editor. No publication fee is charged for this class of manuscripts.

COMMENTARY: A commentary is an invited text with respect to an article that is being published by Clinics. No publication fee is charged for this class of manuscripts.

INVITED REVIEW: These reviews are by invitation only and follow the format proposed for general reviews. No publication fee is charged for this class of manuscripts.

SPECIAL ISSUE ARTICLE: Special issue articles are by invitation only and follow a specific format that is set by the editor in charge of the collection.

Currently CLINICS does not accept: case reports, technical notes, retrospective studies, translations and validations of questionnaires, and articles referring to first demonstration in Brazil.

Peer Review: Manuscripts are reviewed by at least two expert consultants. Accepted manuscripts are edited to comply with the journal's format, remove redundancies, and improve clarity and understanding without altering meaning. The edited text will be presented to authors for approval.

Submission: A copyright transfer form, signed by all authors, must be submitted by fax (55-11-2661-7524) or by mail as soon as the manuscript is submitted. Any financial or other relationships that may lead to a conflict of interest must be disclosed in the copyright transfer form. If the editor considers this conflict of interest relevant to the paper, a footnote will be added to show the equity interest in or affiliation with the identified commercial firm(s). **Click here to download the Copyright Transfer Form.**

When the authors are satisfied that the manuscript complies with the journal format, our site should be accessed using the website www.clinics.org.br. The system will guide authors through the manuscript submission process and will prompt authors to input information into specific fields as they are submitting their manuscript. The editorial office and authors will be automatically notified of the submission. Progress of the manuscript through the Editorial Office's procedures will be available to authors at all times.

Anexo 2

Normas de publicação da Revista Portuguesa de Cardiologia

A Revista Portuguesa de Cardiologia, órgão oficial da Sociedade Portuguesa de Cardiologia, é uma publicação científica internacional destinada ao estudo das doenças cardiovasculares.

Publica artigos em português na sua edição em papel e em português e inglês na sua edição online, sobre todas as áreas da Medicina Cardiovascular. Se os artigos são publicados apenas em inglês, esta versão surgirá simultaneamente em papel e online. Inclui regularmente artigos originais sobre investigação clínica ou básica, revisões temáticas, casos clínicos, imagens em cardiologia, comentários editoriais e cartas ao editor. Para consultar as edições online deverá aceder através do link www.revportcardiol.org.

Todos os artigos são avaliados antes de serem aceites para publicação por peritos designados pelos Editores (peer review). A submissão de um artigo à Revista Portuguesa de Cardiologia implica que este nunca tenha sido publicado e que não esteja a ser avaliado para publicação noutra revista.

Os trabalhos submetidos para publicação são propriedade da Revista Portuguesa de Cardiologia e a sua reprodução total ou parcial deverá ser convenientemente autorizada. Todos os autores deverão enviar a Declaração de Originalidade, conferindo esses direitos à RPC, na altura em que os artigos são aceites para publicação.

Envio de manuscritos

Os manuscritos para a Revista Portuguesa de Cardiologia são enviados através do link <http://www.ees.elsevier.com/repc>. Para enviar um manuscrito, é apenas necessário aceder ao referido link e seguir todas as instruções que surgem.

Responsabilidades Éticas

Os autores dos artigos aceitam a responsabilidade definida pelo Comité Internacional dos Editores das Revistas Médicas (consultar www.icmje.org).

Os trabalhos submetidos para publicação na Revista Portuguesa de Cardiologia devem respeitar as recomendações internacionais sobre investigação clínica (Declaração de Helsink da Associação Médica Mundial, revista recentemente)

e com animais de laboratório (Sociedade Americana de Fisiologia). Os estudos aleatorizados deverão seguir as normas CONSORT.

Informação sobre autorizações

A publicação de fotografias ou de dados dos doentes não deve identificar os mesmos. Em todos os casos, os autores devem apresentar o consentimento escrito por parte do doente que autorize a sua publicação, reprodução e divulgação em papel e na Revista Portuguesa de Cardiologia. Do mesmo modo os autores são responsáveis por obter as respectivas autorizações para reproduzir na Revista Portuguesa de Cardiologia todo o material (texto, tabelas ou figuras) previamente publicado. Estas autorizações devem ser solicitadas ao autor e à editora que publicou o referido material.

Conflito de interesses

Cada um dos autores deverá indicar no seu artigo se existe ou não qualquer tipo de Conflito de Interesses.

Declaração de originalidade

O autor deverá enviar uma declaração de originalidade. Ver anexo I

Proteção de dados

Os dados de carácter pessoal que se solicitam vão ser tratados num ficheiro automatizado da Sociedade Portuguesa de Cardiologia (SPC) com a finalidade de gerir a publicação do seu artigo na Revista Portuguesa de Cardiologia (RPC). Salvo indique o contrário ao enviar o artigo, fica expressamente autorizado que os dados referentes ao seu nome, apelidos, local de trabalho e correio eletrónico sejam publicados na RPC, bem como no portal da SPC (www.spc.pt) e no portal online www.revportcardiol.org, com o intuito de dar a conhecer a autoria do artigo e de possibilitar que os leitores possam comunicar com os autores.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Todos os manuscritos deverão ser apresentados de acordo com as normas de publicação. Pressupõe-se que o primeiro autor é o responsável pelo cumprimento

das normas e que os restantes autores conhecem, participam e estão de acordo com o conteúdo do manuscrito.

NOTA IMPORTANTE! Para que se possa iniciar o processo de avaliação, o documento com o corpo do artigo deverá incluir todos os elementos que fazem parte do artigo: Títulos em português e em inglês; autores; proveniência; palavras-chave e keywords; Resumos em português e em inglês; Corpo do artigo, incluindo as tabelas; bibliografia; legendas das figuras e das tabelas.

1. Artigos Originais

Apresentação do documento:

- Com espaço duplo, margens de 2,5 cm e páginas numeradas.
- Não deverão exceder 5.000 palavras, contadas desde a primeira à última página, excluindo as tabelas.
- Consta de dois documentos: primeira página e manuscrito
- O manuscrito deve seguir sempre a mesma ordem: a) resumo estruturado em português e palavras-chave; b) resumo estruturado em inglês e palavras-chave; c) quadro de abreviaturas em português e em inglês; d) texto; e) bibliografia; f) legendas das figuras; g) tabelas (opcional) e h) figuras (opcional)-

Primeira página

Título completo (menos de 150 caracteres) em português e em inglês.

Nome e apelido dos autores pela ordem seguinte: nome próprio, seguido do apelido (pode conter dois nomes)

Proveniência (Serviço, Instituição, cidade, país) e financiamento caso haja.

Endereço completo do autor a quem deve ser dirigida a correspondência, fax e endereço eletrónico.

Faz-se referência ao número total de palavras do manuscrito (excluindo as tabelas). **Resumo estruturado**

O resumo, com um máximo de 250 palavras, está dividido em quatro partes: a) Introdução e objetivos; b) Métodos; c) Resultados e d) Conclusões.

Deverá ser elucidativo e não inclui referências bibliográficas nem abreviaturas (exceto as referentes a unidades de medida).

Inclui no final três a dez palavras-chave em português e em inglês. Deverão ser preferencialmente selecionadas a partir da lista publicada na Revista Portuguesa

de Cardiologia, oriundas do Medical Subject Headings (MeSH) da National Library of Medicine, disponível em: www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html.

O resumo e as palavras-chave em inglês devem ser apresentados da mesma forma.

Texto

Deverá conter as seguintes partes devidamente assinaladas: a) Introdução; b) Métodos; c) Resultados; d) Discussão e e) Conclusões. Poderá utilizar subdivisões adequadamente para organizar cada uma das secções.

As abreviaturas das unidades de medida são as recomendadas pela RPC (ver Anexo II).

Os agradecimentos situam-se no final do texto.

Bibliografia

As referências bibliográficas deverão ser citadas por ordem numérica no formato 'superscript', de acordo com a ordem de entrada no texto.

As referências bibliográficas não incluem comunicações pessoais, manuscritos ou qualquer dado não publicado. Todavia podem estar incluídos, entre parêntesis, ao longo do texto.

São citados abstracts com menos de dois anos de publicação, identificando-os com [abstract] colocado depois do título.

As revistas médicas são referenciadas com as abreviaturas utilizadas pelo Index Medicus: List of Journals Indexed, tal como se publicam no número de Janeiro de cada ano. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/citmatch_help.html#JournalLists.

O estilo e a pontuação das referências deverão seguir o modelo Vancouver 3.

Revista médica: Lista de todos os autores. Se o número de autores for superior a três, incluem-se os três primeiros, seguidos da abreviatura latina et al. Exemplo:

17. Sousa PJ, Gonçalves PA, Marques H et al. Radiação na AngioTC cardíaca; preditores de maior dose utilizada e sua redução ao longo do tempo. Rev Port cardiol, 2010; 29:1655-65

Capítulo em livro: Autores, título do capítulo, editores, título do livro, cidade, editora e páginas. Exemplo: 23. Nabel EG, Nabel GJ. Gene therapy for

cardiovascular disease. En: Haber E, editor. Molecular cardiovascular medicine. New York: Scientific American 1995. P79-96.

Livro: Cite as páginas específicas. Exemplo: 30. Cohn PF. Silent myocardial ischemia and infarction. 3rd ed. New York: Mansel Dekker; 1993. P. 33.

Material electrónico: Artigo de revista em formato electrónico. Exemplo:

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts it an advisory role. Am J Nurs. [serie na internet.] 2002 Jun citado 12 Ago 2002:102(6): [aprox. 3] p. Disponível em: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm> .

A Bibliografia será enviada como texto regular, nunca como nota de rodapé. Não se aceitam códigos específicos dos programas de gestão bibliográfica.

1. Figuras

As figuras correspondentes a gráficos e desenhos são enviadas no formato TIFF ou JPEG de preferência, com uma resolução nunca inferior a 300 dpi e utilizando o negro para linhas e texto. São alvo de numeração árabe de acordo com a ordem de entrada no texto.

- A grafia, símbolos, letras, etc, deverão ser enviados num tamanho que, ao ser reduzido, os mantenha claramente legíveis. Os detalhes especiais deverão ser assinalados com setas contrastantes com a figura.

- As legendas das figuras devem ser incluídas numa folha aparte. No final devem ser identificadas as abreviaturas empregues por ordem alfabética.

- As figuras não podem incluir dados que dêem a conhecer a proveniência do trabalho ou a identidade do paciente. As fotografias das pessoas devem ser feitas de maneira que estas não sejam identificadas ou incluir-se-á o consentimento por parte da pessoa fotografada.

Tabelas

São identificadas com numeração árabe de acordo com a ordem de entrada no texto. Cada tabela será escrita a espaço duplo numa folha aparte.

- Incluem um título na parte superior e na parte inferior são referidas as abreviaturas por ordem alfabética.

- O seu conteúdo é auto-explicativo e os dados que incluem não figuram no texto nem nas figuras.

2. Artigos de Revisão

Nº máximo de palavras do artigo sem contar com o resumo e quadros- 5.000

Nº máximo de palavras do Resumo - 250

Nº máximo de Figuras - 10 Nº máximo de quadros - 10

Nº máximo de ref. bibliográficas - 100 3.

Cartas ao Editor

Devem ser enviadas sob esta rubrica e referem-se a artigos publicados na Revista. Serão somente consideradas as cartas recebidas no prazo de oito semanas após a publicação do artigo em questão.

- Com espaço duplo, com margens de 2,5 cm.

- O título (em português e em inglês), os autores (máximo quatro), proveniência, endereço e figuras devem ser especificados de acordo com as normas anteriormente referidas para os artigos originais.

- Não podem exceder as 800 palavras. •

Podem incluir um número máximo de duas figuras. As tabelas estão excluídas. 4. Casos Clínicos Devem ser enviados sob esta rubrica.

- A espaço duplo com margens de 2,5 cm.

- O título (em português e em inglês) não deve exceder 10 palavras

Os autores (máximo oito) proveniência, endereço e figuras serão especificados de acordo com as normas anteriormente referidas para os artigos originais.

O texto explicativo não pode exceder 3.000 palavras e contem informação de maior relevância. Todos os símbolos que possam constar nas imagens serão adequadamente explicados no texto. Contêm um número máximo de 4 figuras e pode ser enviado material suplementar, como por exemplo vídeoclips.

5. Imagens em Cardiologia

- A espaço duplo com margens de 2,5 cm.

- O título (em português e em inglês) não deve exceder oito palavras

- Os autores (máximo seis), proveniência, endereço e figuras serão especificados de acordo com as normas anteriormente referidas para os artigos originais.

- O texto explicativo não pode exceder as 250 palavras e contem informação de maior relevância, sem referências bibliográficas. Todos os símbolos que possam constar nas imagens serão adequadamente explicados no texto.

- Contêm um número máximo de quatro figuras.

6. Material adicional na WEB

A Revista Portuguesa de Cardiologia aceita o envio de material electrónico adicional para apoiar e melhorar a apresentação da sua investigação científica. Contudo, unicamente se considerará para publicação o material electrónico adicional directamente relacionado com o conteúdo do artigo e a sua aceitação final dependerá do critério do Editor. O material adicional aceite não será traduzido e publicar-se-á electronicamente no formato da sua recepção.

Para assegurar que o material tenha o formato apropriado recomendamos o seguinte:

	Formato	Extensão	Detalhes
Texto	Word	.doc ou docx	Tamanho máximo 300 Kb
Imagem	TIFF	.tif	Tamanho máximo 10MB
Audio	MP3	.mp3	Tamanho máximo 10MB
Video	WMV	.wmv	Tamanho máximo 30MB

Os autores deverão submeter o material no formato eletrónico através do EES como arquivo multimédia juntamente com o artigo e conceber um título conciso e descritivo para cada arquivo.

Do mesmo modo, este tipo de material deverá cumprir também todos os requisitos e responsabilidades éticas gerais descritas nessas normas.

O Corpo Redactorial reserva-se o direito de recusar o material electrónico que não julgue apropriado.