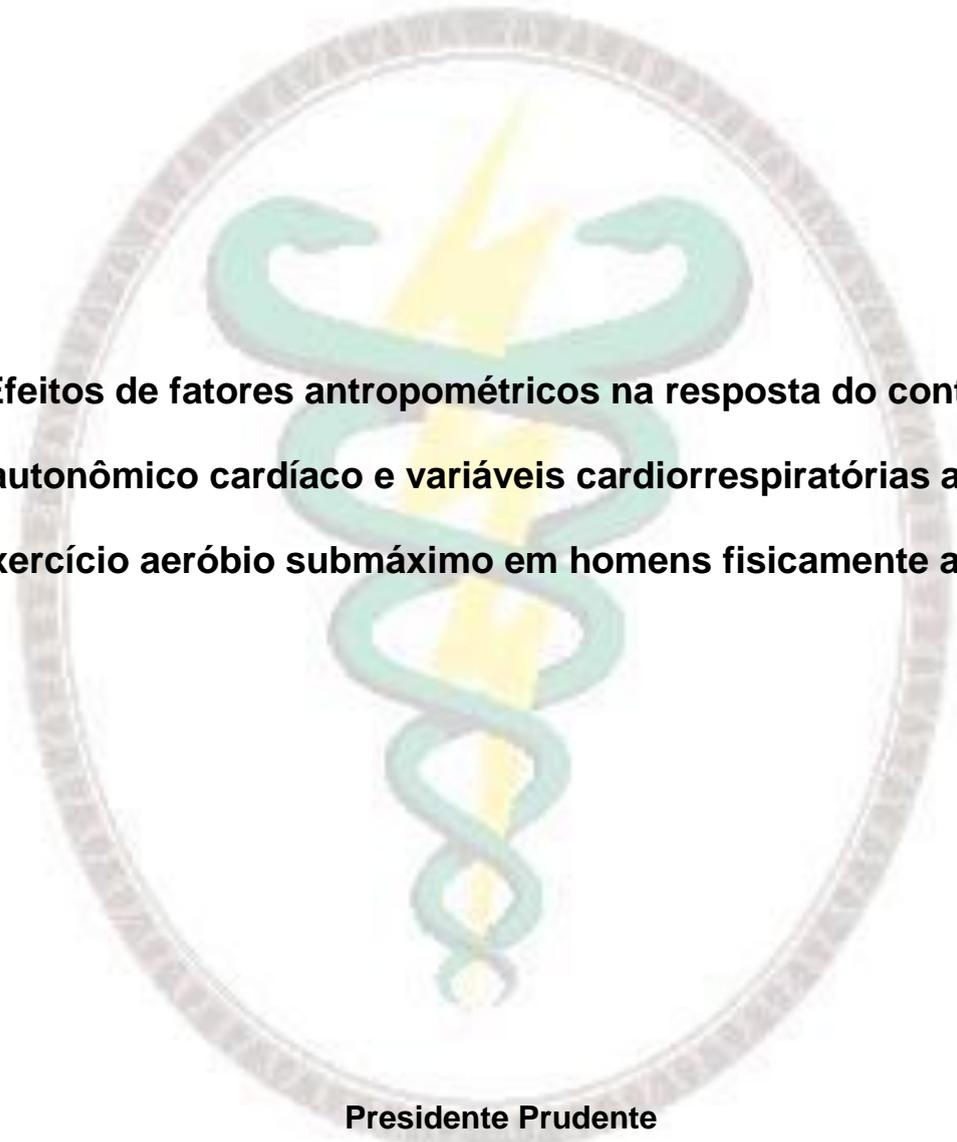


Anne Michelli Gomes Gonçalves Fontes



**Efeitos de fatores antropométricos na resposta do controle
autônomo cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após
exercício aeróbio submáximo em homens fisicamente ativos**

Presidente Prudente

2018

Anne Michelli Gomes Gonçalves Fontes

**Efeitos de fatores antropométricos na resposta do controle
autônomo cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após
exercício aeróbio submáximo em homens fisicamente ativos**

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

Orientador: Prof. Dr. Vitor Engrácia Valenti

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Franciele Marques Vanderlei

Presidente Prudente

2018

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Presidente Prudente

F764e Fontes, Anne Michelli Gomes Gonçalves.
Efeito de fatores antropométricos na resposta do controle autonômico cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em homens fisicamente ativos / Anne Michelli Gomes Gonçalves Fontes. - 2018
84 f.

Orientador: Vitor Engrácia Valenti
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018
Inclui bibliografia

1. Composição corporal. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Exercício. I. Valenti, Vitor Engrácia. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

Alessandra Kuba Oshiro Assunção
CRB-8/9013



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeito de fatores antropométricos na resposta do controle autonômico cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em homens fisicamente ativos

AUTORA: ANNE MICHELLI GOMES GONÇALVES FONTES

ORIENTADOR: VITOR ENGRÁCIA VALENTI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em FISIOTERAPIA, área: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. VITOR ENGRÁCIA VALENTI

Departamento de Fonoaudiologia / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP

Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI

Departamento de Fisioterapia e Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP/Campus de Presidente Prudente

Profa. Dra. PATRÍCIA DE SOUZA ROSSIGNOLI

Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional - Defito / Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília

Presidente Prudente, 30 de janeiro de 2018

Dedicatoria

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor, dedicação e apoio em todos os momentos ao longo desta jornada. Tudo o que sou e o que tenho devo a vocês.

Agradecimientos

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por guiar meus passos, iluminar sempre minhas decisões e me abençoar todos os dias.

A minha família que sempre esteve ao meu lado , em especial a minha mãe, vó Maria José, vô Carlos Roberto (in memoriam), Miguel, madrinha, padrinho, tio Betinho. Obrigada pelo carinho, dedicação, paciência, incentivo e apoio durante toda a minha caminhada e por sempre acreditarem em mim. Vocês sempre foram e sempre serão meu porto seguro. Palavras são poucas para expressar todo meu agradecimento, respeito e amor por vocês. Obrigada por tudo!

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Vitor Engrácia Valenti, por quem tenho grande admiração, gratidão e respeito. Obrigada pela amizade, paciência, confiança, compreensão, ensinamentos e pelo grande incentivo a carreira docente. Foram 6 anos de convivência nos quais pude crescer não apenas cientificamente, mas também pessoalmente. Muito obrigada!

À minha coorientadora, Prof^a Dr^a Franciele Marques Vanderlei, pela paciência, disponibilidade e colaboração nas diferentes etapas deste trabalho.

Aos professores Dr. Luiz Carlos Marques Vanderlei e Dr^a Patrícia de Souza Rossignoli pelas valiosas considerações essenciais para a construção dessa dissertação.

E a todos os professores que passaram pela minha vida, obrigada pelos conhecimentos e experiências compartilhadas. Vocês são grandes exemplos que pretendo seguir nessa linda profissão.

Agradeço a todos os meus amigos, e em especial a Letícia, Milena, Thaís e Amanda. Obrigada por todos os conselhos, companheirismo, paciência, apoio e carinho, por tudo o que fazem e representam.

A todos os membros do Centro de Estudos do Sistema Nervoso Autônomo (CESNA) que tive a oportunidade de compartilhar momentos de aprendizado, conhecimento e amizade e que de alguma forma estiveram presentes na minha formação, e aos meus orientandos por confiarem em mim e por todo o aprendizado.

Agradeço a 14^o turma de Terapia Ocupacional e a 14^o turma de Fisioterapia por terem proporcionado a maravilhosa experiência de estágio docência. Obrigada pela amizade, compreensão e confiança despositada em mim. Sinto-me lisonjeada por fazer parte, mesmo que um pouquinho, da formação de vocês.

Agradeço a todos os voluntários que participaram deste estudo. Vocês foram fundamentais para a sua concretização.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Muito Obrigada!

Epigrafe

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

- Cora Coralina

“Não haverá borboletas se a vida não passar por longas e silenciosas metamorfoses”

- Rubem Alves

Sumário

Sumário

1. Apresentação	15
2. Resumo	17
3. Abstract	19
4. Introdução	21
a. Artigo 1	26
b. Artigo 2.....	51
5. Conclusões.....	76
6. Referências	78
7. Anexos	84

Apresentação

Este é um modelo alternativo de dissertação e contempla a pesquisa intitulada: “Efeitos de fatores antropométricos na resposta do controle autonômico cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em homens fisicamente ativos” realizada no Centro de Estudos do Sistema Nervoso Autonômico (CESNA) da Faculdade de Filosofia e Ciências – FFC/UNESP.

Em concordância com as normas do modelo alternativo do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, a presente dissertação está dividida da seguinte forma:

- Introdução, contendo a contextualização do tema pesquisado;
- Artigo I: Fontes AMGG, Vanderlei FM, Valenti VE. “Comportamento do controle autonômico cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em diferentes faixas de relação cintura-quadril de homens saudáveis fisicamente ativos”, que será submetido para análise ao periódico: *Scientific Reports*;
- Artigo II: Fontes AMGG, Vanderlei FM, Valenti VE. “Modulação autonômica parassimpática da frequência cardíaca e variáveis cardiorrespiratórias na fase de recuperação após exercício aeróbio submáximo em diferentes faixas de relação cintura-estatura” que será submetido para análise ao periódico: *PLOS ONE*;
- Conclusões, obtidas por meio da pesquisa realizada;
- Referências, para apresentação das fontes utilizadas na redação da introdução;
- Anexos, contendo as normas do periódico.

Ressalta-se que os artigos estão formatados e apresentados conforme as normas para apresentação da dissertação, porém serão submetidos de acordo com as normas do periódico.

Resumo

Introdução: A regulação autonômica e as variáveis cardiorrespiratórias após o exercício são influenciadas por diversos fatores, e dentre esses estão incluídos os fatores antropométricos e mais especificadamente, a relação cintura-quadril (RCQ) e a relação cintura-estatura (RCE). Entretanto não está claro na literatura se em homens saudáveis fisicamente ativos a resposta após o exercício é diferente entre sujeitos em faixas diferentes, porém, dentro da normalidade. **Objetivo:** Verificar os efeitos de diferentes fatores antropométricos na resposta do controle autonômico cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em homens fisicamente ativos. **Materiais e Métodos:** O estudo foi realizado em homens saudáveis com idade entre 18 e 30 anos, divididos em grupos de acordo com a RCQ (G1: menor que 0,83 e G2: entre 0,83 e 0,88) e RCE (G1: entre 0,40 e 0,45, e G2: entre 0,45 e 0,50). Não foram analisados indivíduos com distúrbios cardiorrespiratórios, neurológicos, musculoesqueléticos, renais, metabólicos, endócrinos e demais comprometimentos conhecidos ou relatados que impedissem a realização dos procedimentos, indivíduos com PAS > 130mmHg e PAD > 90mmHg em repouso, tabagistas, etilistas, sujeitos sob medicação, além de indivíduos sedentários e insuficientemente ativos segundo o IPAQ. Os grupos foram submetidos a dois protocolos: teste de esforço máximo, realizado para determinação da velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$), e protocolo de exercício aeróbio submáximo composto por 15 minutos de repouso, 30 minutos de exercício em esteira (5 minutos com velocidade de 6,0 km/h + 1% de inclinação seguido de 25 minutos com intensidade equivalente a 60% da $V_{m\acute{a}x}$ + 1% de inclinação), seguido por 60 minutos de recuperação. Foram analisados os índices da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e as variáveis cardiorrespiratórias antes e após o exercício em diferentes momentos da recuperação. **Resultados:** Quando considerada a RCQ, o grupo com maior faixa (G2) apresentou uma recuperação semelhante da modulação vagal ($rMSSD$, $SD1$, HF [ms^2]) aos valores basais (efeito momento $p=0,000$) e um retardo da recuperação da frequência respiratória (FR) às condições basais (efeito momento $p=0,000$). Quando considerada a RCE, o grupo com maior faixa (G2) apresentou um retardo da recuperação vagal, avaliado pelos índices HF [ms^2] e $SD1$ (efeito momento $p=0,000$), e um retardo da recuperação da frequência respiratória (FR) e pressão arterial diastólica (PAD) às condições basais (efeito momento $p=0,000$). Entretanto em ambos fatores antropométricos não foram observadas diferenças significativas entre os grupos ($p>0,05$) e na interação momentos vs. grupos ($p>0,05$) para as variáveis autonômicas e cardiorrespiratórias. **Conclusão:** Homens saudáveis fisicamente ativos com maiores faixas de RCQ e RCE apresentaram um retardo na recuperação do controle autonômico cardíaco vagal e das variáveis cardiorrespiratórias (FR e PAD) após exercício aeróbio submáximo.

Palavras-chave: composição corporal, sistema nervoso autônomo, exercício, recuperação, aptidão física.

Abstract

Introduction: Autonomic regulation and cardiorespiratory variables after exercise are influenced by several factors, including anthropometric factors and, more specifically, waist-hip ratio (WHpR) and waist-height ratio (WHtR). However, it is not clear in the literature whether in healthy physically active men the response after exercise is different between subjects with different values, but within the normal range.

Objective: To verify the effects of different anthropometric factors on the response of cardiac autonomic control and cardiorespiratory variables after aerobic submaximal exercise in physically active men. **Materials and Methods:** The study was performed in healthy men aged 18 to 30 years, divided into groups according to WHpR (G1: less than 0.83 and G2: between 0.83 and 0.88) and WHtR (G1: between 0.40 and 0.45, and G2: between 0.45 and 0.50). We did not analyze individuals with cardiorespiratory, neurological, musculoskeletal, renal, metabolic, endocrine disorders and other known or reported impairments that impede the performance of the procedures, individuals with SBP > 130mmHg and DBP > 90mmHg at rest, smokers, alcoholics, subjects under medication, as well as sedentary, insufficiently active and very active individuals according to IPAQ. The groups were submitted to two protocols: cardiopulmonary exercise testing, performed to determine the maximum velocity (V_{max}), and submaximal aerobic exercise protocol composed of 15 minutes of rest, 30 minutes of treadmill exercise (5 initial minutes with velocity of 6.0 km/h + 1% of inclination, followed by 25 minutes with intensity equivalent to 60% of V_{max} + 1% tilt), followed by 60 minutes recovery. Heart rate variability (HRV) and cardiorespiratory variables were analyzed before and after exercise at different moments of recovery. **Results:** When considered the to WHpR, the group with the highest value (G2) presented a similar recovery of vagal modulation (rMSSD, SD1, HF [ms²]) at baseline (effect of time $p=0.000$), and a delayed in recovery of respiratory rate (F) at baseline conditions (effect of time $p=0.000$). When considered the group with WHtR, the one with the highest values (G2) presented a delay of the vagal recovery, evaluated by the HF [ms²] and SD1 indices (effect of time $p=0.000$), and a delayed in recovery of respiratory rate (F) and diastolic blood pressure (DBP) at baseline conditions (effect of time $p=0.000$). However, in both anthropometric parameters, no significant differences were observed between the groups ($p>0.05$) and in interaction groups vs. moments ($p>0.05$) for the cardiorespiratory and cardiac autonomic variables. **Conclusions:** Physically active healthy men with higher values of WHpR and WHtR showed a delay in the recovery of cardiac autonomic control and cardiorespiratory variables (F and DBP) after submaximal aerobic exercise.

Key words: body composition, autonomic nervous system, exercise, recovery, physical fitness.

Introdução

As doenças cardiovasculares (DCV) são a principal causa de mortalidade no mundo¹. No Brasil desde a década de 1960 houve um aumento progressivo no número de casos, sendo que em 2013 aproximadamente 300 mil óbitos foram decorrentes a essas doenças². Diante desse cenário, pesquisas tem sido realizadas para desenvolver e identificar técnicas que avaliem o risco cardiovascular³, sendo uma dessas técnicas a avaliação da função autonômica cardíaca.

Na literatura já foi reconhecida uma relação significativa entre disfunção autonômica e mortalidade cardiovascular^{4,5}. Estudos mostram que indivíduos com disfunção autonômica cardíaca apresentam principalmente diminuição parassimpática e elevação simpática que levam ao aumento da carga cardíaca e a instabilidade ventricular e induz a um maior risco de parada cardíaca, infarto e morte súbita, sugerindo assim um pior prognóstico^{6,7}.

Uma forma de avaliar a função autonômica cardíaca é por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), a qual descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), que estão relacionadas às influências do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o nódulo sinusal. Trata-se de uma medida não invasiva que indica a habilidade do coração em responder a diferentes estímulos, tanto fisiológicos quanto ambientais, bem como em compensar alterações devido a diferentes doenças^{8,9}.

Estudos mostram que, em geral, uma alta VFC representa boa adaptação e caracteriza um indivíduo saudável com mecanismo autonômico eficaz, enquanto uma baixa VFC indica uma adaptação anormal e insuficiente, além de poder refletir uma deficiência intrínseca nos mecanismos regulatórios e adaptativos¹⁰ que faz com que o indivíduo tenha menor capacidade de tolerar uma perturbação fisiológica, predispondo-o aos riscos por todas as causas de mortalidade^{11,12}.

Dentre os estímulos que alteram o equilíbrio autonômico podemos citar o exercício aeróbio¹³. Durante o exercício ocorre inicialmente retirada vagal e posteriormente, com o aumento da intensidade, ativação simpática. Imediatamente após o término do exercício ocorre reentrada vagal seguida por retirada simpática, com restauração da regulação autonômica^{14,15}.

Estudos mostram que essa restauração é crucial para a saúde cardiovascular, uma vez que um retardo na reativação vagal e uma persistência da ativação simpática podem aumentar a atividade ectópica cardíaca no pós-exercício, aumentando os riscos de eventos cardiovasculares^{16,17}.

Nesse sentido, um método que vem sendo utilizado para avaliar o funcionamento do sistema nervoso autônomo é a recuperação da frequência cardíaca (FCR)^{18,19}, promovida pela coordenada reativação vagal e retirada simpática após o término do exercício²⁰. Esta é uma ferramenta simples e não invasiva considerada um índice de prognóstico poderoso para o desenvolvimento de risco de DCV e mortalidade em adultos saudáveis^{18,21,22}.

Cole et al.²³ avaliaram 5234 indivíduos assintomáticos submetidos a um teste de esforço, e após 12 anos de acompanhamento observaram que pacientes com um valor de recuperação anormal apresentaram uma taxa de mortalidade de 10%, enquanto pacientes com um valor normal apresentaram uma taxa de 4%, sendo este índice um forte preditor de mortalidade.

Ademais, em um estudo mais recente, Carnethon et al.²⁴ analisaram 2788 participantes de ambos os sexos com média de idade de 25,1 anos submetidos a um teste de esforço em esteira, e após acompanhamento de 20 anos observaram que sexo masculino, níveis de atividade física e duração do teste foram inversamente associados a lenta FCR, enquanto um aumento no índice de massa corpórea e

circunferência da cintura, obesidade, diabetes, hipertensão e tabagismo foram associados a maior probabilidade de lenta recuperação.

Entretanto outros estudos que também avaliaram a resposta autonômica na recuperação do exercício têm fornecido evidências conflitantes^{17,25,26}, uma vez que a recuperação é potencialmente influenciada por vários aspectos relacionados às características da população como os fatores antropométricos, bem como às características do exercício e do período de recuperação^{14,18}.

Dentre os fatores antropométricos mais estudados estão o índice de massa corporal (IMC), índice de conicidade (IC), percentual de gordura corporal, circunferência da cintura (CC), relação cintura/estatura (RCE), relação cintura/quadril (RCQ) que são medidas simples, fáceis, muito usadas e internacionalmente aceitas para avaliar a composição corporal e sua relação com a saúde²⁷⁻²⁹.

Ntougou Assoumou et al.³⁰ realizaram um estudo com 1011 sujeitos com média de idade de $65,6 \pm 0,8$ anos divididos de acordo com o IMC e índice de gordura corporal (normal, sobrepeso, obeso) monitorados por 24 horas contínuas, e observaram que o aumento da gordura corporal estava associado a uma diminuição proporcional na atividade do sistema nervoso autônomo.

E Yi et al.³¹ analisaram a relação entre medidas de adiposidade corporal e índices da VFC em 1409 adultos de ambos os sexos submetidos a avaliação antropométrica e registro ECG. Os autores notaram correlações inversas entre as medidas de adiposidade e os índices da VFC, sendo estas propensas a prever uma diminuição autonômica no grupo com sobrepeso.

Entretanto esses estudos foram realizados em indivíduos com obesidade ou sobrepeso, e sabe-se que esses indivíduos já apresentam uma anormalidade no controle autonômico cardíaco instalada³²⁻³⁵.

Estudos com pessoas aparentemente saudáveis poderiam ajudar na identificação precoce de risco de DCV e anteceder prováveis quadros destas doenças, possibilitando o desenvolvimento de uma abordagem terapêutica para a correção do desequilíbrio autonômico instalado.

Desta maneira, tendo em vista que a resposta no período de recuperação do exercício fornece informações que não são detectadas em repouso¹⁸, entende-se a importância de um estudo com uma população saudável que ainda não apresente doenças cardiorrespiratórias.

Nesse contexto, a presente dissertação teve como objetivo verificar os efeitos de diferentes fatores antropométricos na resposta do controle autonômico cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em homens fisicamente ativos. Tais objetivos serão apresentados no formato de artigos.

Artigo 1

**Comportamento do controle autonômico cardíaco e variáveis
cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em diferentes faixas de
relação cintura-quadril de homens saudáveis fisicamente ativos**

Anne Michelli Gomes Gonçalves Fontes¹, Franciele Marques Vanderlei¹, Vitor

Engrácia Valenti¹.

¹Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP

Presidente Prudente – São Paulo, Brasil

anne.m.gomes@hotmail.com

Endereço para correspondência:

Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP – Universidade Estadual Paulista

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

A/C Vitor Engrácia Valenti

Endereço: Avenida Roberto Simonsen, 305.

CEP: 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo – Brasil

e-mail: anne.m.gomes@hotmail.com

RESUMO

O controle autonômico cardíaco e as variáveis cardiorrespiratórias após o exercício fornecem informações que não são detectadas em repouso. Dentre os fatores que influenciam estão incluídos os fatores antropométricos e mais especificadamente, a relação cintura-quadril. O presente estudo teve como objetivo analisar a influência de diferentes faixas de relação cintura-quadril sobre o controle autonômico cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em homens saudáveis fisicamente ativos. O estudo foi realizado com 49 homens saudáveis com idade entre 18 e 30 anos, divididos em grupos de acordo com a relação cintura-quadril (RCQ): G1: menor que 0,83 e G2: entre 0,83 e 0,88. Os grupos realizaram um protocolo de exercício aeróbio com velocidade a 60% da velocidade máxima atingida em teste de esforço máximo conforme limiar de Conconi. Foram analisados os índices vagais da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e variáveis cardiorrespiratórias antes e após o exercício em diferentes momentos da recuperação. Em relação as variáveis cardiorrespiratórias, o grupo com maior RCQ (G2) apresentou predominantemente maiores valores de FC e FR durante a recuperação, com diferenças estatísticas entre os momentos e um retorno mais lento da FR aos valores basais ($p < 0,0001$). Em relação ao controle autonômico cardíaco, o grupo G2 apresentou predominantemente menores valores médios na modulação vagal durante a recuperação, com diferenças estatísticas entre os momentos e um retorno semelhante ao grupo G1 aos valores basais ($p < 0,0001$). Assim, conclui-se que homens saudáveis fisicamente ativos com maior faixa de RCQ apresentaram um retardo na variável FR e um retorno semelhante do controle autonômico cardíaco após exercício aeróbio submáximo.

Palavras-chave: Sistema nervoso autônomo; Composição corporal; Exercício.

INTRODUÇÃO

O excesso de adiposidade têm sido associado à diversos fatores de risco de doença cardiovascular (DCV) e mortalidade¹. Desse modo, vários estudos têm recomendado o uso de medidas antropométricas como a circunferência da cintura (CC), circunferência abdominal (CA) e relação cintura-quadril (RCQ), como alternativas ao IMC para avaliar os riscos de DCV e mortalidade².

Dentre essas medidas, a relação cintura-quadril (RCQ) é uma medida simples e amplamente utilizada para avaliar o aumento do risco de desenvolvimento de DCV²⁻⁴, uma vez que contem em sua fórmula a medida da circunferência da cintura e do quadril, que estão diretamente associadas ao aumento da gordura subcutânea e a dislipidemia, diabetes, hipertensão e morte⁵.

Além disso, essa medida também vem sendo associada às alterações no equilíbrio autonômico⁶⁻⁸. Ntougou Assoumou et al.⁸ em estudo com objetivo de descrever a distribuição de gordura em indivíduos com elevados valores antropométricos (gordura corporal, IMC, CC, CQ, RCQ) e relacioná-la com as alterações da função autonômica cardíaca, concluíram que o aumento da massa de gordura corporal está associada a diminuição proporcional na atividade do SNA.

Uma forma de analisar a regulação autonômica cardíaca é através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), um método não invasivo e de fácil aplicabilidade que avalia as oscilações nos períodos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR), que estão ligadas às influências do SNA sobre o nóculo sinusal⁹.

Além da VFC, outro indicador do funcionamento autonômico é a recuperação da frequência cardíaca (FCR), controlada pela reativação vagal e

retirada simpática, sendo considerada um bom preditor de mortalidade e eventos cardiovasculares na população em geral¹⁰.

Neste contexto, o objetivo foi analisar a influência de diferentes faixas de relação cintura-quadril sobre o controle autonômico cardíaco e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo em homens saudáveis fisicamente ativos.

MATERIAIS E MÉTODOS

População

Para a realização do estudo foram analisados 49 homens saudáveis com média de idade de $22,40 \pm 2,74$ anos fisicamente ativos de acordo com o questionário internacional de atividade física (International physical activity questionnaire - IPAQ)¹¹, recrutados por conveniência na Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – Campus de Marília, São Paulo, Brasil.

Como critérios de elegibilidade, não foram incluídos indivíduos com distúrbios cardiorrespiratórios, neurológicos, musculoesqueléticos, renais, metabólicos, endócrinos e demais comprometimentos conhecidos ou relatados que impedissem a realização dos procedimentos, indivíduos com pressão arterial sistólica maior que 130 mmHg e diastólica maior que 90 mmHg em repouso, tabagistas, etilistas, indivíduos sob uso de medicamentos, além de indivíduos sedentários e insuficientemente ativos segundo o IPAQ.

Foram excluídos voluntários que não completaram todas as etapas do protocolo experimental, indivíduos com valores de relação cintura-quadril (RCQ) superior a 0,88 por representarem alto risco cardiovascular e indivíduos classificados

como obesos de acordo com os estudos de Lohman et al.¹². As perdas da composição da amostra podem ser visualizadas na **Figura 1**.

Inserir Figura 1

Os indivíduos foram divididos em dois grupos de acordo com a RCQ: G1: menor que 0,83 (baixo risco cardiovascular) e G2: entre 0,83 e 0,88 (moderado risco cardiovascular)¹³.

Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordarem, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista, campus de Marília via Plataforma Brasil (Número 5406) e obedeceu à resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996.

Avaliação inicial

A avaliação inicial foi realizada para investigar os critérios de elegibilidade e obter informações de caracterização dos indivíduos. Assim, foi realizada uma anamnese para confirmar a ausência de doenças conhecidas e uso de medicamentos, seguida pela aplicação do questionário IPAQ para investigação do nível de atividade física, e a disponibilidade de participar do protocolo experimental.

Os voluntários foram identificados e caracterizados coletando-se as seguintes informações: idade, contato, peso, estatura, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), índice de massa corpórea (IMC), circunferência de cintura (CC), circunferência de quadril (CQ), relação cintura-quadril (RCQ).

As medidas antropométricas foram obtidas de acordo com as recomendações descritas por Lohman et al.¹². O peso foi determinado utilizando uma balança digital (W200/5, Welmy, Brasil) com precisão de 0,1 kg. A estatura foi determinada em um estadiômetro (ES2020, Sanny, Brasil) com precisão de 0,1 cm. O IMC foi calculado usando a seguinte fórmula: peso (kg)/estatura (m)².

As medidas das circunferências da cintura e quadril foram realizadas em ortostatismo, com o abdômen relaxado, braços estendidos ao longo do corpo, pés unidos e peso igualmente sustentado pelas duas pernas. A circunferência da cintura foi medida com a fita métrica posicionada na área de menor curvatura localizada entre a última costela e a crista ilíaca; a circunferência do quadril foi medida com a fita métrica posicionada na zona do trocânter maior, na área de maior protuberância. A RCQ foi calculada usando a seguinte fórmula: circunferência de cintura (m)/circunferência de quadril (m).

A FC foi avaliada pelo monitor Polar RS800cx Heart Rate (Polar Electro, Finlândia) e a FR foi realizada pela contagem das incursões respiratórias durante um minuto sem que o voluntário tivesse conhecimento do processo para não ocorrer influência e conseqüente mudança no padrão respiratório.

A pressão arterial foi verificada indiretamente pela ausculta por meio de um esfigmomanômetro aneróide calibrado (Premium, Barueri, SP, Brasil) e estetoscópio (Premium, Barueri, SP, Brasil) posicionado no braço esquerdo com o indivíduo sentado.

Para evitar distorções nas medidas, um único avaliador mensurou os mesmos parâmetros durante todo o experimento.

Protocolo

A coleta de dados foi realizada de forma individual entre 17h e 22h em uma sala com temperatura controlada entre 21°C e 25°C e umidade entre 50 e 60% na Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – Campus de Marília.

Os voluntários foram orientados a não ingerir bebidas alcoólicas nas 24 horas anteriores à avaliação e alimentos ou bebidas com cafeína nas 8 horas anteriores à avaliação, não executar exercícios extenuantes nas 24 horas anteriores à avaliação, a alimentar-se com uma dieta leve 2 horas antes da avaliação e a trajar roupas adequadas e confortáveis ao esforço físico.

Após a avaliação inicial foi posicionado no tórax dos voluntários, na região do terço distal do esterno, a cinta de captação, e próximo ao voluntário o receptor de FC Polar RS800cx (Polar Electro, Finlândia). Em seguida foi realizado o procedimento composto por duas etapas, todas realizadas em esteira ergométrica, com intervalo mínimo de 48 horas, a fim de permitir a recuperação adequada dos participantes. Os protocolos realizados foram:

I) Protocolo teste de esforço máximo¹⁴: realizado para determinação da velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$) por meio do Limiar de Conconi e conseqüente utilização de 60% desse valor para a carga aplicada na etapa seguinte.

II) Protocolo de exercício aeróbio¹⁴: repouso durante 15 minutos na posição sentada, seguido por 30 minutos de exercício em esteira ergométrica, sendo 5 minutos iniciais em velocidade de 6,0 km/h + 1% de inclinação para aquecimento, seguido de 25 minutos em intensidade equivalente a 60% da $V_{m\acute{a}x}$ + 1% de inclinação, e por fim 60 minutos de recuperação.

Dados de FC, FR, PAS e PAD foram registrados no 15^o minuto do repouso e no 1^o, 3^o, 5^o, 7^o, 10^o, 20^o, 30^o, 40^o, 50^o e 60^o minuto da recuperação¹⁵.

A análise da VFC foi realizada nos seguintes momentos: Repouso (10^o ao 15^o minuto) e durante a recuperação (Rec): Rec1 (5^o ao 10^o minuto), Rec2 (15^o ao 20^o minuto), Rec3 (25^o ao 30^o minuto), Rec4 (35^o ao 40^o minuto), Rec5 (45^o ao 50^o minuto) e Rec6 (55^o ao 60^o minuto)¹⁵.

Avaliação da capacidade e potência aeróbica máxima

Foi realizado um teste de esforço máximo para determinação da V_{máx} por meio do limiar de Conconi, o qual foi proposto para determinação indireta do limiar anaeróbio pela identificação do ponto de deflexão da FC (PDFC) usando um teste progressivo com o emprego do método D_{máx}¹⁶.

Para isso os voluntários foram submetidos a um teste progressivo exaustivo em esteira ergométrica (Evolution Fitness, EVO 4000) com velocidade inicial de 8km/h e incrementos de carga de 1km/h a cada 2 minutos até exaustão voluntária^{14,17}. Para o teste ser aceito como máximo, os voluntários deveriam atingir 90% da FC_{máx} calculada pela fórmula $220 - \text{idade}$ ¹⁸.

Para a identificação do PDFC, foram plotados os pontos de FC e velocidades correspondentes; posteriormente, os valores foram ajustados por meio de uma equação linear de primeiro grau e por uma função polinomial de terceiro grau, sendo estas derivadas dos dados de cada indivíduo. A seguir foi calculada a diferença dos valores de FC obtidos pelas respectivas equações e ao projetar uma curva com estes valores, denominou-se PDFC o maior valor antes de ocorrer uma mudança de direção na curva¹⁸.

O valor de PDFC corresponde à velocidade em que o voluntário atinge o seu limiar anaeróbio. Esse valor foi comparado ao valor de 60% da V_{máx} atingida no

teste de esforço e para uso da intensidade na etapa subsequente, essa deveria ser menor do que a encontrada no limiar anaeróbio.

Análise da variabilidade da frequência cardíaca

Para análise da VFC, a FC foi registrada batimento a batimento durante todo o protocolo pelo monitor de FC (Polar RS800cx, Finlândia) e os intervalos RR registrados pelo monitor portátil cardíaco foram transferidos para o programa Polar ProTrainer (3,0 v., Polar Electro, Finlândia) que permite a visualização da FC. Foi realizada filtragem digital no modo moderado no próprio programa e em seguida foi selecionado um trecho de cinco minutos e salvo em arquivo ".txt", o qual foi transferido ao software Excel e realizado filtragem manual. A filtragem digital complementada com filtragem manual foi realizada para a eliminação de artefatos. Para análise de dados foram selecionados 256 intervalos RR⁹ e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo¹⁹.

Para o cálculo dos índices lineares foi utilizado o software Kubios HRV® (Kubios HRV v.1.1 for Windows, Biomedical Signal Analysis Group, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland).

Para a análise no domínio da frequência foi utilizado o componente espectral de alta frequência (HF) em unidades absolutas (ms^2), o qual possui variação de 0,15 a 0,4Hz²⁰.

A análise no domínio do tempo foi realizada por meio dos índices rMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms) e SD1 (desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento)²⁰.

Análise estatística

A definição do tamanho da amostra foi determinada pelo cálculo amostral com base em um teste piloto, no qual foi utilizado o software *online* contido no site www.lee.dante.br considerando como variável o índice rMSSD. A magnitude de diferença significativa assumida foi de 14,11 ms, considerando um desvio padrão de 12,8 ms, com risco alfa de 5% e beta de 80%, o tamanho amostral resultou em um número mínimo de 13 indivíduos por grupo.

Para análise dos dados foi realizada estatística descritiva para caracterização da amostra e os resultados foram apresentados com valores de média, desvio-padrão, mediana e valores mínimos e máximos.

As comparações dos valores dos índices da VFC e das variáveis cardiorrespiratórias entre grupos e momentos (repouso vs. momentos de recuperação) foram realizadas por meio da técnica de análise de variância para modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores. Os dados da mensuração repetida foram checados para violação de esfericidade usando o teste de Mauchly e a correção de Greenhouse-Geisser foi utilizada quando a esfericidade foi violada.

A normalidade dos dados foi determinada por meio do teste Shapiro-Wilk. Com base nos resultados do teste, para comparação das características descritivas entre os grupos foi utilizado o teste t de Student não pareado (dados paramétricos) ou o teste de Mann-Whitney (dados não-paramétricos).

Para análise dos momentos (repouso vs. momentos de recuperação) foi aplicado o teste de ANOVA para medidas repetidas seguido do pós-teste de Dunnett (dados paramétricos) ou o teste de Friedman seguido do pós-teste de Dunn (dados não-paramétricos).

Diferenças em todos os testes foram consideradas estatisticamente significantes quando o "p" valor foi menor que 0,05. As análises foram realizadas utilizando-se os softwares Minitab - versão 13.20 (Minitab, PA, USA), GraphPadInstat – versão 3.06, 2003 (GraphPad Software, Inc., San Diego California USA) e IBM SPSS Statistics - versão 22.0 (SPSSInc., Chicago EUA).

RESULTADOS

As características dos 49 voluntários analisados, bem como as respostas obtidas no teste de esforço máximo estão descritas na **Tabela 1**.

Inserir Tabela 1

Na **Tabela 1** podemos observar que os grupos foram homogêneos em relação as variáveis descritas.

Variáveis Cardiorrespiratórias

O comportamento das variáveis cardiorrespiratórias durante o período de recuperação e sua comparação ao repouso inicial é apresentado na **Figura 2**.

Inserir Figura 2

Observa-se efeito entre momento para FC, FR, PAS e PAD ($p=0,000$). Não foram observados efeitos entre os grupos (FC: $p=0,556$; FR: $p=0,322$; PAS: $p=0,825$; PAD: $p=0,905$) e na interação entre momentos vs grupos (FC: $p=0,281$; FR: $p=0,392$; PAS: $p=0,390$; PAD: $p=0,670$).

Em relação à FC, encontra-se uma recuperação após 30 minutos para ambos os grupos; enquanto para FR esta é observada após 7 minutos para o grupo G1 e 10 minutos para o G2.

Em relação à resposta da PAS, houve uma recuperação após 5 minutos para ambos os grupos; enquanto para a PAD observa-se uma recuperação apenas para o grupo G1 após 7 minutos e ausência de significância para o grupo G2.

Índices da VFC

A **Figura 3** mostra o comportamento dos índices da VFC durante o período de recuperação e sua comparação em relação ao repouso inicial em ambos os grupos.

Inserir Figura 3

Observa-se efeito de momento para os índices rMSSD, SD1 e HF [ms^2] ($p=0,000$), contudo não foram observados efeitos entre grupos (rMSSD: $p=0,473$; SD1: $p=0,468$; HF [ms^2]: $p=0,462$) e na interação entre momentos vs grupos (rMSSD: $p=0,670$; SD1: $p=0,663$; HF [ms^2]: $p=0,791$).

Os índices rMSSD, SD1 e HF [ms^2] apresentaram uma recuperação após Rec5 para ambos os grupos.

DISCUSSÃO

O presente estudo, sob nosso conhecimento, foi o primeiro a avaliar a recuperação do controle autonômico cardíaco após exercício aeróbio submáximo. por meio dos índices vagais da VFC e variáveis cardiorrespiratórias em homens saudáveis fisicamente ativos com diferentes faixas de RCQ.

Os principais achados mostram que o grupo com maior RCQ (G2) quando comparado ao grupo G1 apresentou: (a) predominantemente maiores valores médios de FC e FR durante a recuperação; (b) retorno mais lento da FR aos valores basais; (c) predominantemente menores valores médios na modulação vagal

(rMSSD, SD1, HF [ms]) durante a recuperação; (d) retorno semelhante da modulação vagal (rMSSD, SD1, HF [ms²]) aos valores basais durante a recuperação. Entretanto não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos e na interação entre momentos e grupos.

Em relação às variáveis cardiorrespiratórias, observa-se que o grupo com maior RCQ apresentou inicialmente maiores médias seguida por uma redução na PAS e uma variação na PAD durante a recuperação. Além disso observa-se um retorno semelhante comparado ao grupo G1 após o exercício, mas sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Durante o exercício aeróbio submáximo e constante, ocorre uma rápida elevação da PAS durante os primeiros minutos seguida por um nivelamento, e com a continuação do exercício a PAS pode declinar gradualmente. Já a PAD se mantém relativamente estável durante o exercício. Após o término, ocorre uma queda temporária da PAS abaixo dos níveis basais²¹, no qual um declínio insuficiente e um retardo na recuperação pode ser um forte indicador de mortalidade e DCV²².

Nesse contexto, em um estudo realizado com 10 homens submetidos a 40 minutos de exercício aeróbio em esteira, foi observado uma redução tanto da PAS quanto da PAD no período de recuperação, indicando que o exercício influenciou essas variáveis²³ da forma fisiológica esperada, tal como em nossos resultados.

Em relação à FC, o grupo com maior RCQ apresentou maiores médias de FC e um retorno semelhante aos valores basais no período de recuperação quando comparado ao grupo com menor RCQ.

Estudos mostram que a recuperação da FC (FCR) pós-exercício está relacionada à reativação vagal, nível de condicionamento físico e intensidade do

exercício²⁴, no qual um atraso na FCR é considerado uma medida de desequilíbrio autonômico devido a redução no tônus vagal ou ativação simpática exagerada¹⁰.

Nesse contexto, em nosso estudo a recuperação da FC foi observada em ambos os grupos, o que já era esperado por se tratar de indivíduos saudáveis e fisicamente ativos.

Em relação ao comportamento da FR, em nosso estudo o grupo com maior RCQ apresentou maiores médias de FR e um retorno mais lento aos valores basais no período de recuperação após o exercício.

Com o início do exercício, ocorre um aumento inicial e súbito na respiração. Após um breve platô, a ventilação minuto aumenta gradualmente até um nível estável. Com o fim do exercício, ocorre um retorno gradativo aos valores basais²¹.

Desta maneira, todos os voluntários apresentaram um comportamento fisiológico da FR durante o exercício, resposta essa esperada por se tratar de indivíduos saudáveis sem a presença de doenças cardiopulmonares conhecidas.

Em relação à modulação autonômica, o grupo com maior RCQ (G2) apresentou predominantemente menores valores médios (rMSSD, SD1, HF [ms]) e um retorno semelhante aos valores basais no período após exercício.

No início do exercício, ocorre uma inibição imediata da modulação vagal e aumento recíproco no fluxo simpático, o que leva ao aumento da FC e da PA. À medida que o exercício prossegue e se torna mais intenso ocorre maior ativação simpática. Imediatamente com o término do exercício ocorre reentrada vagal seguida por retirada simpática, com restauração da modulação autonômica e das variáveis cardiorrespiratórias^{21,25}.

Yi et al.²⁶ em estudo no qual analisaram a relação entre as medidas de adiposidade corporal e a VFC em adultos saudáveis, notaram correlações inversas entre a RCQ e os índices da VFC (rMSSD, LF [ms^2] e pNN50), sendo esta mais forte do que as correlações com IMC ou percentual de gordura corporal e mais propensas a prever uma diminuição autonômica. Entretanto esse estudo analisou a VFC no período de repouso e foram incluídos sujeitos com sobrepeso, o que difere do nosso.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Yadav et al.²⁷ que em estudo compararam a modulação autonômica cardíaca de 30 indivíduos obesos e 29 indivíduos eutróficos, e observaram uma redução dos índices parassimpáticos no grupo obeso comparado ao grupo eutrófico, além de uma correlação negativa entre RCQ e os índices HF [ms^2 e nu]. Entretanto este estudo analisou a VFC no período de repouso através de registro em ECG e comparou indivíduos eutróficos com obesos, o que difere do nosso.

Nosso estudo apresenta alguns pontos metodológicos importantes para serem levados em consideração. O presente estudo teve uma amostra padronizada, portanto, nossos resultados não podem ser aplicados à diferentes populações devido a diferença na composição corporal, idade, sexo e influência dos hormônios sexuais sobre a recuperação^{28,29}.

Além disso, utilizou-se o limiar de Conconi para determinar indiretamente o limiar anaeróbio. Esse vem sendo criticado quanto à sua validade³⁰, uma vez que há controvérsia no que diz respeito à sua similaridade com o limiar anaeróbio.

Porém, o presente estudo apresentou uma padronização quanto a população, homens jovens saudáveis e fisicamente ativos, e foi utilizado o índice RCQ para avaliação da adiposidade. A RCQ possui vantagens em comparação aos outros parâmetros por ser uma medida fácil, simples, amplamente utilizada e

indicadora de riscos de desenvolvimento de DCV²⁻⁵; além disso quando comparado à outros fatores antropométricos esta possui associação mais forte com os índices autonômicos e é mais propensa a prever um desequilíbrio autonômico²⁶, mostrando a importância de sua investigação para uso posterior na prática clínica.

Os resultados encontrados em nosso estudo podem servir para que futuras pesquisas sobre a influência da RCQ na recuperação pós-exercício sejam realizadas em diferentes populações, visto que a mesma apresentou influência durante a recuperação em homens saudáveis fisicamente ativos.

Em conclusão, com base em nossos achados, homens saudáveis fisicamente ativos com maior faixa de RCQ apresentaram um retardo na variável FR e um retorno semelhante do controle autonômico cardíaco após exercício aeróbio submáximo.

REFERÊNCIAS

1. Cornier MA, Despres JP, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B, et al. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2011;124(18):1996–2019.
2. Song X, Jousilahti P, Stehouwer CD, Söderberg S, Onat A, Laatikainen T, et al. Comparison of various surrogate obesity indicators as predictors of cardiovascular mortality in four European populations. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(12):1298-302
3. Myint PK, Kwok CS, Luben RN, Wareham NJ, Khaw KT. Body fat percentage, body mass index and waist-to-hip ratio as predictors of mortality and cardiovascular disease. *Heart.* 2014;100(20):1613-9.

4. de Koning L, Merchant AT, Pogue J, Anand SS. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. *Eur HeartJ* 2007;28(7):850-6.
5. Seidell JC, Perusse L, Despres JP, Bouchard C. Waist and hip circumferences have independent and opposite effects on cardiovascular disease risk factors: the Quebec Family Study. *AmJ ClinNutr* 2001;74(3):315–21.
6. Curilem Gatica C, Almagià Flores A, Yuing Farías T, Rodríguez Rodríguez F. Body composition and heart rate variability in patients with chronic obstructive pulmonary disease pulmonary rehabilitation candidates. *Nutr Hosp.* 2014;30(1):179-82.
7. Chen GY, Hsiao TJ, Lo HM, Kuo CD. Abdominal obesity is associated with autonomic nervous derangement in healthy Asian obese subjects. *Clin Nutr* 2008;27(2):212-7.
8. Ntougou-Assoumou HG, Pichot V, Barthelemy JC, Dauphinot V, Celle S, Collet P, et al. Obesity-related autonomic nervous system disorders are best associated with body fat mass index, a new indicator. *IntJ Cardiol* 2011;153(1):111-3.
9. 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.
10. Peçanha T, Silva-Júnior ND, Forjaz CL. Heart rate recovery: autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2014;34(5):327-39.

11. Pardini R, Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciên Mov* 2001;9(3):45-51.
12. Lohman TG, Roche AF, Martorelli R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.
13. Heyward, V.H. & Stolarczyk, L.M. *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo (SP): Manole, 2000.
14. Gomes RL, Vanderlei LCM, Garner DM, Vanderlei FM, Valenti V. Higuchi Fractal Analysis of Heart Rate Variability is Sensitive during Recovery from Exercise in Physically Active Men. *MedicalExpress*. 2017;4(3):M170302.
15. Gomes RL. Efeitos do estímulo auditivo musical sobre a resposta autonômica cardíaca e parâmetros cardiorrespiratórios durante e após exercício submáximo. 2015. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente.
16. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive yeld test in runners. *J Appl Physiol* 1982;52(4):869-73.
17. Araujo CGS. *Manual do ACSM para teste esforço e prescrição exercício*. 5ª Ed. Revinter. Rio de Janeiro - RJ, 2000.
18. Cambri LT, Foza V, Nakamura FY, Oliveira FR. Freqüência cardíaca e a identificação dos pontos de transição metabólica em esteira rolante. *R. da Educação Física/UEM Maringá* 2006;17(2):131-137.

19. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *BrazJ Med Biol Res* 2008;41(10):854-9.
20. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *RevBrasCirCardiovasc* 2009;24(2):205–17.
21. McArdle, William D; Katch, Frank I; Katch, Victor L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, c2011.
22. Huang CL, Su TC, Chen WJ, Lin LY, Wang WL, Feng MH, et al. Usefulness of paradoxical systolic blood pressure increase after exercise as a predictor of cardiovascular mortality. *AmJ Cardiol*. 2008;102(5):518–523.
23. Tomasi T, Simão R, Polito M. Blood pressure response in normotensive subjects after aerobic and resistance exercises. *Rev Ed Física/UEM* 2008;19(3):361-7.
24. Belli JFC, Bacal F, Bocchi EA, Guimarães GV. Comportamento do ergorreflexo na insuficiência cardíaca. *ArqBrasCardiol* 2011;97(2):171–8.
25. Freeman JV, Dewey FE, Hadley DM, Myers J, Froelicher VF. Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Prog Cardiovasc Dis* 2006;48(5):342–62.
26. Yi SH, Lee K, Shin DG, Kim JS, Ki HC. Differential Association of Adiposity Measures with Heart Rate Variability Measures in Koreans. *Yon Med J* 2013;54(1):55-61.
27. Yadav RL, Yadav PK, Yadav LK, Agrawal K, Sah SK, Islam MN. Association between obesity and heart rate variability indices: an intuition toward cardiac

- autonomic alteration - a risk of CVD. *DiabetesMetabSyndrObes*. 2017;10:57-64.
28. Sydó N, Abdelmoneim SS, Mulvagh SL, Merkely B, Gulati M, Allison TG. Relationship between exercise heart rate and age in men vs women. *MayoClinProc* 2014;89(12):1664-72.
 29. Blaak E. Gender differences in fat metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2001;4(6):499–502.
 30. Lucca L, Freccia GW, André Rozanski EA. Considerações fisiológicas e metodológicas sobre o sobre o limiar de Conconi. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte* 2010;9(1):62-76.

ANEXOS

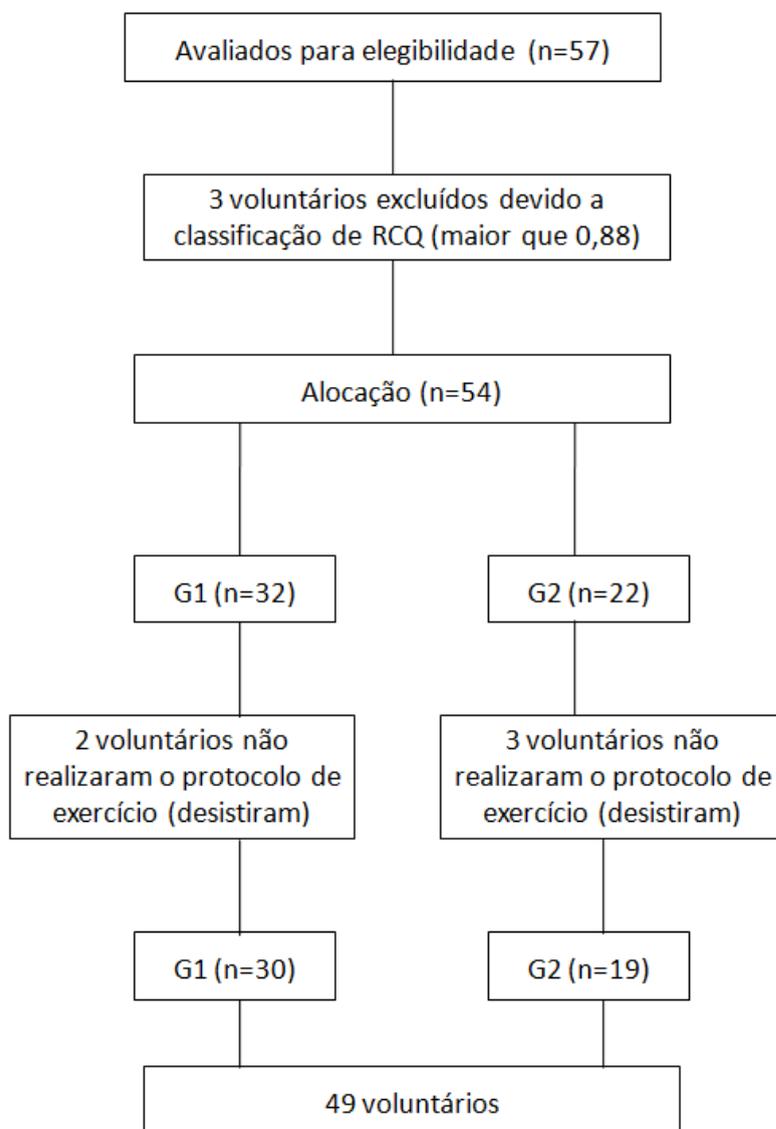


Figura 1: Fluxograma de perdas. G1: grupo com RCQ menor que 0,83 e G2: grupo com RCQ entre 0,83 e 0,88.

Tabela 1. Caracterização dos grupos. Valores médios, seguidos pelos seus respectivos desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo.

	G1	G2	p valor
Idade (anos)	22,50 ± 2,88	22,26 ± 2,57	0,766
	(23,00)	(22,00)	
	[18,00 – 28,00]	[19,00 – 28,00]	
Peso (Kg)	74,95 ± 10,40	72,87 ± 9,89	0,489
	(73,80)	(73,30)	
	[57,40 – 100,40]	[54,00 – 91,00]	
Estatura (m)	1,77 ± 0,05	1,75 ± 0,06	0,286
	(1,76)	(1,74)	
	[1,68 – 1,90]	[1,62 – 1,89]	
IMC (Kg/m ²)	23,87 ± 2,66	23,71 ± 2,49	0,832
	(24,14)	(24,08)	
	[18,83 – 29,24]	[18,46 – 27,55]	
CC (m)	0,79 ± 0,06	0,81 ± 0,04	0,226
	(0,79)	(0,82)	
	[0,68 – 0,94]	[0,70 – 0,92]	
CQ (m)	0,99 ± 0,06	0,96 ± 0,05	0,100
	(0,98)	(0,96)	
	[0,88 – 1,16]	[0,83 – 1,10]	
FCmáx (bpm)	197,50 ± 2,88	197,73 ± 2,57	0,772
	(197,00)	(198,00)	
	[192,00 – 202,00]	[192,00 – 201,00]	
Dmáx	10,89 ± 0,81	11,28 ± 1,97	0,329
	(10,95)	(11,11)	
	[9,44 – 12,44]	[6,83 – 16,37]	
Vmáx (km/h)	12,93 ± 1,25	13,47 ± 1,89	0,281
	(13,00)	(13,00)	
	[11,00 – 16,00]	[11,00 – 18,00]	
60% FCmáx (bpm)	7,76 ± 0,75	8,08 ± 1,01	0,255
	(7,80)	(7,80)	
	[6,60 – 9,60]	[6,60 – 10,80]	

Legenda: IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência de cintura; CQ: circunferência de quadril; FCmax= frequência cardíaca máxima; Vmax: velocidade máxima; G1: RCQ menor que 0,83 e G2: RCQ entre 0,83 e 0,88; kg: quilograma; m: metros; km/h: quilômetros/hora; bpm= batimentos por minuto.

FIGURAS

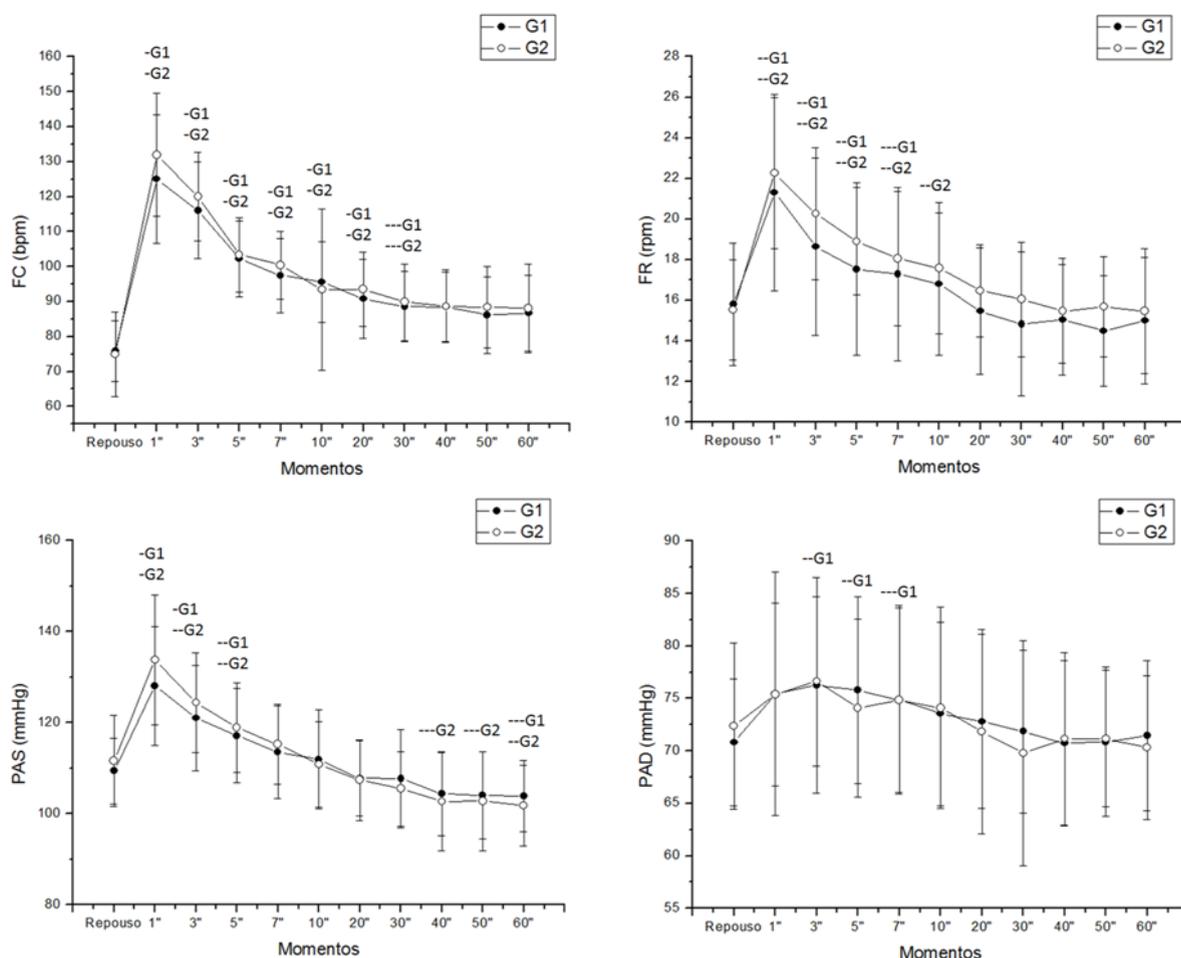


Figura 2. Valores médios e respectivos desvio-padrão da FC, FR, PAS e PAD obtidos em repouso e durante a recuperação. -G1 e -G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,001$); --G1 e --G2 Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,01$); ---G1 e ---G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,05$). FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; G1: grupo com RCQ menor que 0,83 e G2: grupo com RCQ entre 0,83 e 0,88; mmHg: milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto; rpm: respirações por minuto.

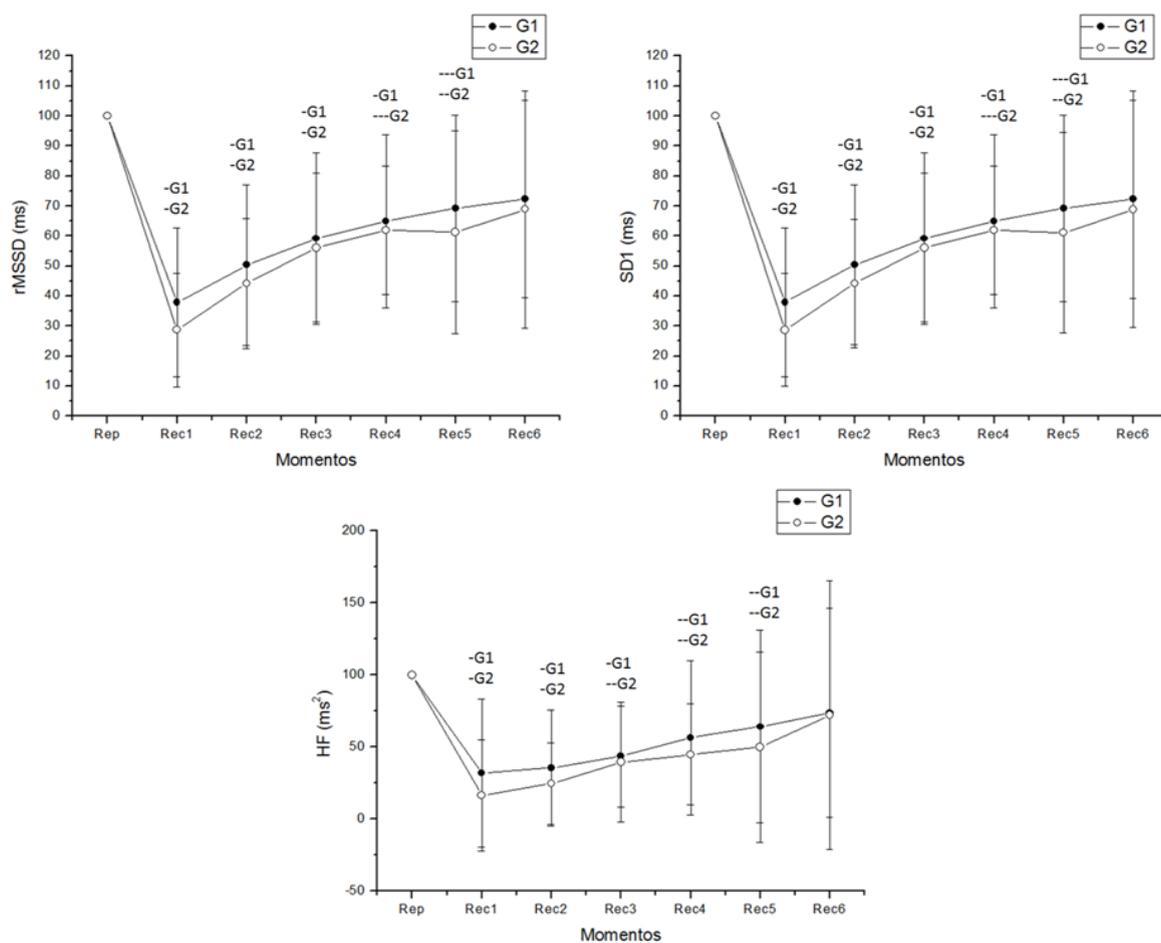


Figura 3. Valores médios e respectivos desvio-padrão dos índices rMSSD, SD1 e HF [ms²] obtidos em repouso e durante a recuperação. -G1 e -G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,001$); --G1 e --G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,01$); ---G1 e ---G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,05$). rMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; SD1: desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento; HF: alta frequência; G1: grupo com RCQ menor que 0,83 e G2: grupo com RCQ entre 0,83 e 0,88; ms: milissegundos.

Artigo 2

**Modulação autonômica parassimpática da frequência cardíaca e
variáveis cardiorrespiratórias na fase de recuperação após exercício aeróbio
submáximo em diferentes faixas de relação cintura-estatura**

Anne Michelli Gomes Gonçalves Fontes¹, Franciele Marques Vanderlei¹, Vitor
Engrácia Valenti¹.

¹Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia
Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP
Presidente Prudente – São Paulo, Brasil

anne.m.gomes@hotmail.com

Endereço para correspondência:

Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP – Universidade Estadual Paulista
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia
A/C Vitor Engrácia Valenti
Endereço: Avenida Roberto Simonsen, 305.
CEP: 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo – Brasil
e-mail: anne.m.gomes@hotmail.com

RESUMO

A modulação autonômica e as variáveis cardiorrespiratórias são influenciadas por diversos fatores, e dentre esses estão incluídos os fatores antropométricos e mais especificadamente, a relação cintura-estatura (RCE). O presente estudo teve como objetivo analisar a recuperação da modulação autonômica da frequência cardíaca e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio em homens saudáveis fisicamente ativos em diferentes faixas de RCE. O estudo foi realizado com 45 homens saudáveis com idade entre 18 e 30 anos, divididos em grupos de acordo com a RCE: G1: entre 0,40 e 0,45, e G2: entre 0,45 e 0,50. Os grupos realizaram 15 minutos de repouso, seguido por um protocolo de exercício aeróbio a 60% da velocidade máxima atingida em teste de esforço máximo conforme limiar de Conconi e por fim 60 minutos de recuperação. Foram analisados os índices vagais da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (rMSSD, SD1, HF [ms^2]) e as variáveis cardiorrespiratórias (FC, FR, PAS, PAD) antes e após o exercício. O grupo com maior RCE (G2) apresentou predominantemente maiores valores médios de FR, PAS e PAD e menores de FC e dos índices vagais durante a recuperação, bem como um retardo na recuperação da modulação vagal e das variáveis cardiorrespiratórias FR e PAD aos níveis basais após o exercício ($p=0,0001$). Entretanto não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos e na interação entre momentos e grupos ($p>0,05$), sendo esta observada apenas na interação entre os momentos ($p=0,0001$). Em conclusão, homens saudáveis fisicamente ativos com maior faixa de RCE apresentaram um retardo na recuperação da modulação autonômica da frequência cardíaca e das variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo.

Palavras-chave: Sistema nervoso autônomo; Composição corporal; Exercício.

INTRODUÇÃO

Estudos mostram que o excesso de adiposidade na região abdominal relaciona-se a diversas disfunções metabólicas e cardiovasculares, como hipertensão arterial, diabetes mellitus e dislipidemia, estando associada ao maior risco de morbidade e mortalidade¹⁻³.

Dentre os indicadores de obesidade podemos citar o índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC), circunferência do quadril (CQ), índice de conicidade (IC), relação cintura-quadril (RCQ) e relação cintura-estatura (RCE), que são amplamente aplicados na avaliação e previsão de doença na prática clínica e vigilância em saúde pública^{4,5}.

Nos últimos anos, a RCE tem sido muito utilizada por ser simples, fácil de medir e calcular, sendo obtida pela divisão da circunferência da cintura pela estatura, no qual a CC demonstra a obesidade abdominal e a altura permanece constante em adultos, o que possibilita comparações diretas na população em geral^{6,7}.

Estudos mostram que esta é um bom preditor de risco metabólico e cardiovascular⁸⁻¹⁰, o que fortalece sua adoção na prática clínica. Além disso, essa medida também vem sendo associada às alterações no equilíbrio autonômico.

Indumathy et al.¹¹ analisaram a associação de índices antropométricos e parâmetros cardiovasculares com o SNA em 88 indivíduos divididos em grupo controle e obeso submetidos a registro em ECG e testes autonômicos. Após análise de dados, os autores observaram que dentre os índices antropométricos, CC, RCQ e RCE apresentaram associação com a atividade simpática e parassimpática.

Dentro desse contexto, uma forma de analisar a atividade do sistema nervoso autônomo sobre o coração é por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), um método não invasivo que descreve as oscilações nos intervalos

entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR), que estão ligadas às influências do SNA sobre o nódulo sinusal^{12,13}.

Além da VFC, outro indicador do funcionamento autonômico é a recuperação da frequência cardíaca (FCR), controlada pela reativação vagal e retirada simpática, sendo considerada um bom preditor de mortalidade relacionada a doença cardiovascular e por todas as causas na população em geral¹⁴.

Neste sentido, nosso objetivo é analisar a recuperação da modulação autonômica da frequência cardíaca e variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbico em homens saudáveis fisicamente ativos em diferentes faixas de RCE.

MATERIAIS E MÉTODOS

População

Para a realização do estudo foram analisados 45 homens saudáveis com média de idade de $22,15 \pm 2,68$ anos e fisicamente ativos de acordo com o questionário internacional de atividade física (International physical activity questionnaire - IPAQ)¹⁵, recrutados na Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – Campus de Marília, São Paulo, Brasil.

Como critérios de elegibilidade, não foram incluídos indivíduos com distúrbios cardiorrespiratórios, neurológicos, musculoesqueléticos, renais, metabólicos, endócrinos e demais comprometimentos conhecidos ou relatados que impedissem a realização dos procedimentos, indivíduos com pressão arterial sistólica maior que 130 mmHg e diastólica maior que 90 mmHg em repouso, tabagistas, etilistas, indivíduos sob uso de medicamentos, além de indivíduos sedentários e insuficientemente ativos segundo o IPAQ.

Foram excluídos aqueles que não completaram todas as etapas do protocolo experimental, indivíduos com valores de RCE superior a 0,50 por representar alto risco de desenvolvimento de doença cardiovascular e indivíduos classificados como obesos de acordo com os estudos de Lohman et al.¹⁶. As perdas da composição da amostra podem ser visualizadas na **Figura 1**.

Inserir Figura 1

Os indivíduos foram divididos em dois grupos de acordo com a RCE: G1: entre 0,40 e 0,45 e G2: entre 0,45 e 0,50, valores dos quais representam moderado risco de desenvolvimento de doença cardiovascular¹⁷.

Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordarem, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista, campus de Marília via Plataforma Brasil (Número 5406) e obedeceu à resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996.

Avaliação inicial

A avaliação inicial foi realizada para investigar os critérios de elegibilidade e obter informações de caracterização dos indivíduos. Assim, foi realizada uma anamnese para confirmar a ausência de doenças conhecidas e uso de medicamentos, seguida pela aplicação do questionário IPAQ para investigação do nível de atividade física e a disponibilidade de participar do protocolo experimental.

Os voluntários foram identificados e caracterizados coletando-se as seguintes informações: idade, contato, peso, estatura, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial

diastólica (PAD), índice de massa corporal (IMC), circunferência de cintura (CC) e relação cintura-estatura (RCE).

O nível de atividade física dos voluntários foi avaliado por meio da aplicação do IPAQ¹⁵, questionário composto por perguntas que avaliam a atividade física em uma semana normal, a qual é subdividida em atividade como meio de transporte, atividades no trabalho, em casa, de recreação, esporte, exercício e lazer, e tempo gasto sentado. Segundo sua classificação, os indivíduos podem se enquadrar como sedentários, insuficientemente ativos, ativos e muito ativos. Para a realização deste estudo foram utilizados somente indivíduos classificados como ativos e muito ativos.

As medidas antropométricas foram obtidas de acordo com as recomendações descritas por Lohman et al.¹⁶. O peso foi determinado utilizando uma balança digital (W200/5, Welmy, Brasil) com precisão de 0,1 kg. A estatura foi determinada em um estadiômetro (ES2020, Sanny, Brasil) com precisão de 0,1 cm. O IMC foi calculado usando a seguinte fórmula: peso (kg)/estatura (m)².

A medida da circunferência da cintura foi realizada em ortostatismo, com o abdômen relaxado e braços estendidos ao longo do corpo, sendo medida com a fita métrica posicionada na área de menor curvatura localizada entre a última costela e a crista ilíaca. A RCE foi calculada usando a seguinte fórmula: circunferência da cintura (cm)/estatura (cm).

A FC foi avaliada pelo monitor Polar RS800cx Heart Rate (Polar Electro, Finlândia) e a FR foi realizada pela contagem das incursões respiratórias durante um minuto sem que o voluntário tivesse conhecimento do processo para não ocorrer influência e conseqüente mudança no padrão respiratório.

A pressão arterial foi verificada indiretamente pela ausculta por meio de um esfigmomanômetro aneróide calibrado (Premium, Barueri, SP, Brasil) e estetoscópio (Premium, Barueri, SP, Brasil) posicionado no braço esquerdo com o indivíduo sentado.

Para evitar distorções nas medidas, um único avaliador mensurou os mesmos parâmetros durante todo o experimento.

Protocolo experimental

A coleta de dados foi realizada de forma individual entre 17h e 22h em uma sala com temperatura controlada entre 21°C e 25°C e umidade monitorada entre 50 e 60%.

Os voluntários foram orientados a não ingerir bebidas alcoólicas nas 24 horas anteriores à avaliação e alimentos ou bebidas com cafeína nas 8 horas anteriores à avaliação, não executar exercícios extenuantes nas 24 horas anteriores à avaliação, a alimentar-se com uma dieta leve 2 horas antes da avaliação e a trajar roupas adequadas e confortáveis ao esforço físico.

Após a avaliação inicial foi posicionado no tórax dos voluntários, na região do terço distal do esterno, a cinta de captação, e próximo ao voluntário o receptor de FC Polar RS800cx (Polar Electro, Finlândia). Em seguida foi realizado o procedimento composto por duas etapas, todas realizadas em esteira ergométrica, com intervalo mínimo de 48 horas entre elas, a fim de permitir a recuperação adequada dos participantes. Os protocolos realizados foram:

I) Protocolo teste de esforço máximo¹⁸: realizado para determinação da velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$) por meio do Limiar de Conconi e conseqüente utilização de 60% desse valor para a carga aplicada na etapa seguinte.

II) Protocolo de exercício aeróbio¹⁸: repouso durante 15 minutos na posição sentada, seguido por 30 minutos de exercício em esteira ergométrica, sendo 5 minutos iniciais em velocidade de 6,0 km/h + 1% de inclinação para aquecimento e 25 minutos em intensidade equivalente a 60% da $V_{m\acute{a}x}$ + 1% de inclinação, e por fim 60 minutos de recuperação na posição sentada¹⁹.

Os dados de FC, FR, PAS e PAD foram registrados no 15º minuto do repouso inicial e no 1º, 3º, 5º, 7º, 10º, 20º, 30º, 40º, 50º e 60º minuto da recuperação após exercício¹⁸.

A análise da VFC foi realizada nos seguintes momentos: Repouso (10º ao 15º minuto) e durante a recuperação: Rec1 (5º ao 10º minuto), Rec2 (15º ao 20º minuto), Rec3 (25º ao 30º minuto), Rec4 (35º ao 40º minuto), Rec5 (45º ao 50º minuto) e Rec6 (55º ao 60º minuto)¹⁸.

Avaliação da capacidade e potência aeróbica máxima

Foi realizado um teste de esforço máximo para determinação da velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$) por meio do limiar de Conconi, o qual foi proposto para determinação indireta do limiar anaeróbio pela identificação do ponto de deflexão da FC (PDFC) usando um teste progressivo com o emprego do método $D_{m\acute{a}x}$ ²⁰.

Para isso os voluntários foram submetidos a um teste progressivo exaustivo em esteira ergométrica (Evolution Fitness, EVO 4000) com velocidade inicial de 8km/h e incrementos de carga de 1km/h a cada 2 minutos até exaustão voluntária ou aparecimento de alterações clínicas que impedissem a continuidade do teste^{18,19,21}. Para o teste ser aceito como máximo, deveriam atingir 90% da $FC_{m\acute{a}x}$ calculada pela fórmula $220 - idade$ ²² e a cada mudança de velocidade foi anotado a percepção subjetiva do esforço de acordo com a escala de Borg²³.

Para a identificação do PDFC, foram plotados os pontos de FC e velocidades correspondentes; posteriormente, os valores foram ajustados por meio de uma equação linear de primeiro grau e por uma função polinomial de terceiro grau, sendo estas derivadas dos dados de cada indivíduo. A seguir foi calculada a diferença dos valores de FC obtidos pelas respectivas equações e ao projetar uma curva com estes valores, denominou-se de PDFC o maior valor antes de ocorrer uma mudança de direção na curva²⁰.

O valor de PDFC corresponde à velocidade em que o voluntário atinge o seu limiar anaeróbio. Esse valor foi comparado ao valor de 60% da $V_{m\acute{a}x}$ atingida no teste de esforço e para uso da intensidade na etapa subsequente, essa deveria ser menor do que a encontrada no limiar anaeróbio.

Análise da variabilidade da frequência cardíaca

Para análise da VFC, a FC foi registrada batimento a batimento durante todo o protocolo pelo monitor de FC (Polar RS800cx, Finlândia) e os intervalos RR registrados pelo monitor portátil cardíaco foram transferidos para o programa Polar ProTrainer (3,0 v., Polar Electro, Finlândia) que permite a visualização da FC. Foi realizada filtragem digital no modo moderado no próprio programa e em seguida foi selecionado um trecho de cinco minutos e salvo em arquivo "txt", o qual foi transferido ao software Excel e realizado filtragem manual. A filtragem digital complementada com filtragem manual foi realizada para a eliminação de artefatos. Para análise de dados foram selecionados 256 intervalos RR¹² e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo²⁴.

Para o cálculo dos índices lineares vagais da VFC foi utilizado o software Kubios HRV® (Kubios HRV v.1.1 for Windows, Biomedical Signal Analysis Group, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland).

Para a análise no domínio da frequência foi utilizado o componente espectral de alta frequência (HF) em unidades absolutas (ms^2), o qual possui variação de 0,15 a $0,4\text{Hz}^{25}$. A análise no domínio do tempo foi realizada por meio dos índices rMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms) e SD1 (desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento)²⁵.

Análise estatística

A definição do tamanho da amostra foi determinada pelo cálculo amostral com base em um teste piloto, no qual foi utilizado o software *online* contido no site www.lee.dante.br considerando como variável o índice rMSSD. A magnitude de diferença significativa assumida foi de 14,11 ms, considerando um desvio padrão de 12,8 ms, com risco alfa de 5% e beta de 80%; o tamanho amostral resultou em um número mínimo de 13 indivíduos por grupo.

Para análise dos dados foi realizada estatística descritiva para caracterização da amostra e os resultados foram apresentados com valores de média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo.

A comparação dos valores dos índices da VFC e das variáveis cardiorrespiratórias entre grupos e momentos (repouso vs. momentos de recuperação) foi realizada por meio da técnica de análise de variância para modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores. Os dados da mensuração repetida foram checados para violação de esfericidade usando o teste de Mauchly e a correção de Greenhouse-Geisser foi utilizada quando a esfericidade foi violada.

A normalidade dos dados foi determinada por meio do teste Shapiro Wilk. Com base nos resultados do teste, para comparação das características descritivas

entre os grupos foi utilizado o teste t de Student não pareado (dados paramétricos) ou o teste de Mann-Whitney (dados não-paramétricos).

Para análise dos momentos (repouso vs. momentos de recuperação) foi aplicado o teste de ANOVA para medidas repetidas seguido do pós-teste de Dunnett (dados paramétricos) ou o teste de Friedman seguido do pós-teste de Dunn (dados não-paramétricos).

Diferenças em todos os testes foram consideradas estatisticamente significantes quando o "p" valor foi menor que 0,05. As análises foram realizadas utilizando-se os softwares Minitab - versão 13.20 (Minitab, PA, USA), GraphPadInstat – versão 3.06, 2003 (GraphPad Software, Inc., San Diego California USA) e IBM SPSS Statistics - versão 22.0 (SPSSInc., Chicago EUA).

RESULTADOS

As informações de caracterização da amostra, bem como as respostas obtidas no teste de esforço máximo estão descritas na **Tabela 1**.

Inserir Tabela 1

Na **Tabela 1** nota-se a homogeneidade entre os grupos em relação as variáveis descritas, com exceção das variáveis peso ($p=0,004$), IMC ($p=0,001$) e CC ($p=0,001$), as quais apresentam uma diferença estatisticamente significativa quando comparado os grupos.

Variáveis Cardiorrespiratórias

O comportamento das variáveis cardiorrespiratórias durante o período de recuperação e sua comparação em relação ao repouso é apresentado na **Figura 2**.

Inserir Figura 2

Observa-se efeito entre momento para FC, FR, PAS e PAD ($p=0,000$). Não foram observados efeitos entre os grupos (FC: $p=0,511$; FR: $p=0,210$; PAS: $p=0,339$; PAD: $p=0,987$) e na interação entre momentos vs grupos (FC: $p=0,643$; FR: $p=0,349$; PAS: $p=0,082$; PAD: $p=0,608$) para essas variáveis.

Em relação à resposta da FC, nota-se uma recuperação após 60 minutos para ambos os grupos; já em relação à resposta da FR, o grupo G1 apresentou uma recuperação após o 7º minuto enquanto o grupo G2 apresentou uma recuperação após o 10º minuto.

Em relação à resposta da PAS, ambos os grupos apresentaram uma recuperação após o 5º minuto, enquanto para a PAD observa-se ausência de significância para o grupo G1 e uma recuperação após o 10º minuto para o G2.

Índices da VFC

A **Figura 3** mostra o comportamento dos índices vagais da VFC durante o período de recuperação e sua comparação em relação ao repouso inicial em ambos os grupos.

Inserir Figura 3

Observa-se efeito de momento para os índices rMSSD, SD1 e HF [ms^2] ($p=0,000$), contudo não foram observados efeitos entre grupos (rMSSD: $p=0,494$; SD1: $p=0,497$; HF [ms^2]: $p=0,269$) e na interação entre momentos vs grupos (rMSSD: $p=0,508$; SD1: $p=0,514$; HF [ms^2]: $p=0,473$).

O índice rMSSD apresentou uma recuperação após Rec5 para ambos os grupos. O índice SD1 apresentou uma recuperação após Rec4 para o grupo G1 e após Rec5 para o grupo G2. Já o índice HF [ms^2] apresentou uma recuperação após Rec3 para o grupo G1 e após Rec5 para o grupo G2.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a recuperação da modulação autonômica da frequência cardíaca após exercício aeróbio submáximo por meio dos índices vagais da VFC e variáveis cardiorrespiratórias em homens saudáveis fisicamente ativos em diferentes faixas de RCE.

Os principais achados mostram que o grupo com maior RCE (G2) quando comparado ao grupo G1 apresentou: (a) predominantemente maiores valores médios de FR, PAS, PAD e menores valores de FC durante a recuperação; (b) retorno mais lento da FR e PAD aos valores basais; (c) predominantemente menores valores médios na modulação vagal (rMSSD, SD1, HF [ms]) durante a recuperação; (d) retardo na recuperação da modulação vagal (SD1 e HF [ms²]) aos valores basais. Entretanto não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos e na interação entre momentos e grupos.

Em relação às variáveis cardiorrespiratórias, observa-se que o grupo com maior RCE (G2) apresentou predominantemente maiores valores médios de PAS e PAD e um retorno semelhante aos valores basais na PAS e um retorno mais lento na PAD quando comparado ao grupo G1 após o exercício.

Diversos estudos têm mostrado uma associação entre a RCE e a pressão arterial e/ou à presença de hipertensão²⁶⁻²⁸.

Taing et al.²⁷ investigaram a associação entre as medidas antropométricas e a pressão arterial e hipertensão em 7601 sujeitos com idade entre 18 e 59 anos. Após análises foi observado uma relação entre RCE e PA, na qual um aumento de 10 cm na circunferência de cintura foi associado a um aumento de 4 mmHg na PAS. Assim concluíram que a adiposidade abdominal avaliada por

medidas antropométricas pode ser um determinante mais importante da pressão arterial e hipertensão do que a adiposidade geral.

Entretanto não foram encontrados estudos que avaliaram a associação da RCE e o comportamento da PA após o exercício; a maioria dos estudos avaliaram a associação da RCE com o risco de desenvolvimento de hipertensão ou a patologia já instalada.

Em relação à FC, o grupo com maior RCE (G2) apresentou menores valores médios de FC e um retorno semelhante aos valores basais no período de recuperação quando comparado ao grupo G1.

Estudos mostram que a recuperação da FC pós-exercício está relacionada a reativação vagal, as características do exercício e ao nível de condicionamento físico²⁹, sendo considerada um confiável preditor de mortalidade³⁰.

Em nosso estudo, ambos os grupos apresentaram uma recuperação da FC, o que já era esperado por se tratar de indivíduos saudáveis e fisicamente ativos.

Em relação ao comportamento da FR, o grupo com maior RCE (G2) apresentou maiores valores médios de FR e um retorno mais lento aos valores basais no período de recuperação após o exercício.

Não obstante, mesmo com diferença entre os valores e na recuperação dos grupos, todos os voluntários apresentaram um comportamento fisiológico da FR durante o exercício, o que também era esperado por se tratar de indivíduos saudáveis sem a presença de doenças cardiopulmonares conhecidas.

Em relação à modulação vagal, o grupo com maior RCE (G2) apresentou predominantemente menores valores médios (rMSSD, SD1, HF [ms]) e um retardo na recuperação (SD1 e HF [ms²]) aos valores basais no período pós-exercício. Por outro lado, para o índice rMSSD a recuperação foi semelhante em ambos os grupos.

Koenig et al.³¹ encontraram uma associação entre a VFC e a RCE ao investigar a associação de diferentes medidas de adiposidade com a função do SNA. Foram analisados 8538 sujeitos saudáveis de ambos os sexos submetidos ao registro da VFC por 24 horas. Os autores encontraram uma correlação inversa entre o índice rMSSD e a RCE, concluindo que a VFC está relacionada a medida de adiposidade em indivíduos saudáveis.

Resultados semelhantes foram observados por Monteze et al.³², no qual investigaram a resposta da VFC à mudança postural e sua associação com fatores de risco cardiovascular em 438 homens com média de idade de 34 anos submetidos ao registro ECG. Foi observado que os índices rMSSD e HF apresentaram correlações negativas com a RCE. Todavia, esse estudo foi realizado em repouso, o que difere do nosso.

Algumas limitações do presente estudo devem ser consideradas. A amostra utilizada foi limitada, portanto, nossos resultados não podem ser aplicados à diferentes populações devido a diferença na composição corporal, condicionamento físico, idade, sexo e hormônios sexuais^{33,34}.

Além disso, o limiar de Conconi foi utilizado para determinar indiretamente o limiar anaeróbio. Esse método vem sendo criticado quanto à sua validade³⁵, uma vez que nem sempre o PDFC pode ser identificado em testes incrementais ou pode ser encontrado uma deflexão inversa ou pouco clara deste, gerando controvérsias.

Porém, o presente estudo apresentou uma padronização quanto a população, homens jovens saudáveis e fisicamente ativos, e foi utilizado o índice RCE para avaliação da adiposidade abdominal. Além das vantagens já mencionadas, este quando comparado à outras medidas antropométricas possui um

limite de risco universal, desta maneira não se limita a questões de classificações específicas⁶.

Em conclusão, homens saudáveis fisicamente ativos com maior faixa de RCE apresentaram um retardo na recuperação da modulação autonômica da frequência cardíaca e das variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo.

REFERÊNCIAS

1. Tchernof A, Despres JP. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiological Reviews*. 2013; 93(1): 359–404
2. Savva SC, Lamnisis D, Kafatos AG. Predicting cardiometabolic risk: waist-to-height ratio or BMI. A meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2013;6:403–419.
3. Schneider HJ, Klotsche J, Silber S, et al. Measuring abdominal obesity: effects of height on distribution of cardiometabolic risk factors risk using waist circumference and waist-to-height ratio. *Diabetes Care*. 2011;34(1):e7.
4. Guasch-Ferré M, Bulló M, Martínez-González MÁ, Corella D, Estruch R, et al. Waist-to-height ratio and cardiovascular risk factors in elderly individuals at high cardiovascular risk. *PLoS ONE*. 2012;7(8):e43275.
5. Huxley R, Mendis S, Zheleznyakov E, et al. Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk - a review of the literature. *Eur J Clin Nutr*. 2010;64:16-22.
6. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2012;13(3):275–86.

7. Hsieh SD, Muto T. The superiority of waist-to-height ratio as an anthropometric index to evaluate clustering of coronary risk factors among non-obese men and women. *Prev Med.* 2005;40:216–220.
8. Yang XY1, Zhang M, Luo XP, Wang JJ, Yin L, Pang C, et al. Body mass index, waist circumference and waist-to-height ratio associated with the incidence of type 2 diabetes mellitus: a cohort study. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi.* 2016;50(4):328-33.
9. Vidal MM, Queiroz RA, Martinho KO, Silva FF, Danésio SJ, Bacelar MKD, Gonçalves Leite IC, Araújo ALT. Anthropometric indicators of obesity as predictors of cardiovascular risk in the elderly. *Nutr Hosp.* 2015;31(6):2583-9.
10. Dantas EMS, Pinto CJ, Freitas RPA, Medeiros ACQ. Agreement in cardiovascular risk rating based on anthropometric parameters. *Einstein.* 2015;13(3):376-380.
11. Indumathy J, Pal GK, Pal P, Ananthanarayanan PH, Parija SC, Balachander J, Dutta TK. Association of sympathovagal imbalance with obesity indices, and abnormal metabolic biomarkers and cardiovascular parameters. *Obes Res Clin Pract.* 2015;9(1):55-66.
12. 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.
13. Xhyheri B, Manfrini O, Mazzolini M, Pizzi C, Bugiardini R. Heart rate variability today. *Progress in Cardiovascular Diseases.* 2012;55(3):321–331.

14. Peçanha T, Silva-Júnior ND, Forjaz CL. Heart rate recovery: autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014;34(5):327-39.
15. Pardini R, Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, Andrade D, Oliveira L, Figueira Jr A, Raso V. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciên e Mov*. 2001;9(3):45-51.
16. Lohman TG, Roche AF, Martorelli R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.
17. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2005;56(5):303-307.
18. Gomes RL. Efeitos do estímulo auditivo musical sobre a resposta autonômica cardíaca e parâmetros cardiorrespiratórios durante e após exercício submáximo. 2015. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente.
19. Gomes RL, Vanderlei LCM, Garner DM, Vanderlei FM, Valenti V. Higuchi Fractal Analysis of Heart Rate Variability is Sensitive during Recovery from Exercise in Physically Active Men. *Medical Express*. 2017;4(3):M170302.
20. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive yeld test in runners. *J Appl Physiol*.1982;52(4):869-73.

21. Araujo CGS. Manual do ACSM para teste esforço e prescrição exercício. 5ª Ed. Revinter. Rio de Janeiro - RJ, 2000.
22. Cambri LT, Foza V, Nakamura FY, Oliveira FR. Frequência cardíaca e a identificação dos pontos de transição metabólica em esteira rolante. R. da Educação Física/UEM Maringá 2006;17(2):131-137.
23. Borg G. Escalas de Borg para a Dor e Esforço Percebido. Manole. 2000.
24. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. Braz J Med Biol Res 2008;41(10):854-9.
25. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. Rev Bras Cir Cardiovasc 2009;24(2):205–17.
26. Zhou Z, Hu D, Chen J. Association between obesity indices and blood pressure or hypertension: which index is the best? Public Health Nutr. 2009;12(8):1061-71.
27. Taing KY, Farkouh ME, Moineddin R, Tu JV, Jha P. Age and sex-specific associations of anthropometric measures of adiposity with blood pressure and hypertension in India: a cross-sectional study. BMC Cardiovasc Disord. 2016;16(1):247.
28. Ononamadu CJ, Ezekwesili CN, Onyeukwu OF, Umeogaju UF, Ezeigwe OC, Ihegboro GO. Comparative analysis of anthropometric indices of obesity as correlates and potential predictors of risk for hypertension and prehypertension in a population in Nigeria. Cardiovasc J Afr. 2017;28(2):92-99.
29. Belli JFC, Bacal F, Bocchi EA, Guimarães GV. Comportamento do ergorreflexo na insuficiência cardíaca. ArqBrasCardiol 2011;97(2):171–8.

30. Danieli A, Lusa L, Potocnik N, Meglic B, Grad A, Bajrovic FF. Resting heart rate variability and heart rate recovery after submaximal exercise. *Clin Auton Res*. 2014;24:53–61.
31. Koenig J, Windham BG, Ferrucci L, Sonntag D, Fischer JE, Thayer JF, Jarczok MN. Association Strength of Three Adiposity Measures with Autonomic Nervous System Function in Apparently Healthy Employees. *J Nutr Health Aging*. 2015;19(9):879-82.
32. Monteze NM, Souza BB, Alves HJP, et al. Heart Rate Variability in Shift Workers: Responses to Orthostatism and Relationships with Anthropometry, Body Composition, and Blood Pressure. *BioMed Research International*. 2015; Article ID 329057.
33. Sydó N, Abdelmoneim SS, Mulvagh SL, Merkely B, Gulati M, Allison TG. Relationship between exercise heart rate and age in men vs women. *Mayo Clin Proc*. 2014;89(12):1664-72.
34. Blaak E. Gender differences in fat metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2001;4(6):499–502.
35. Lucca L, Freccia GW, André Rozanski EA. Considerações fisiológicas e metodológicas sobre o sobre o limiar de Conconi. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. 2010;9(1):62-76.

ANEXOS

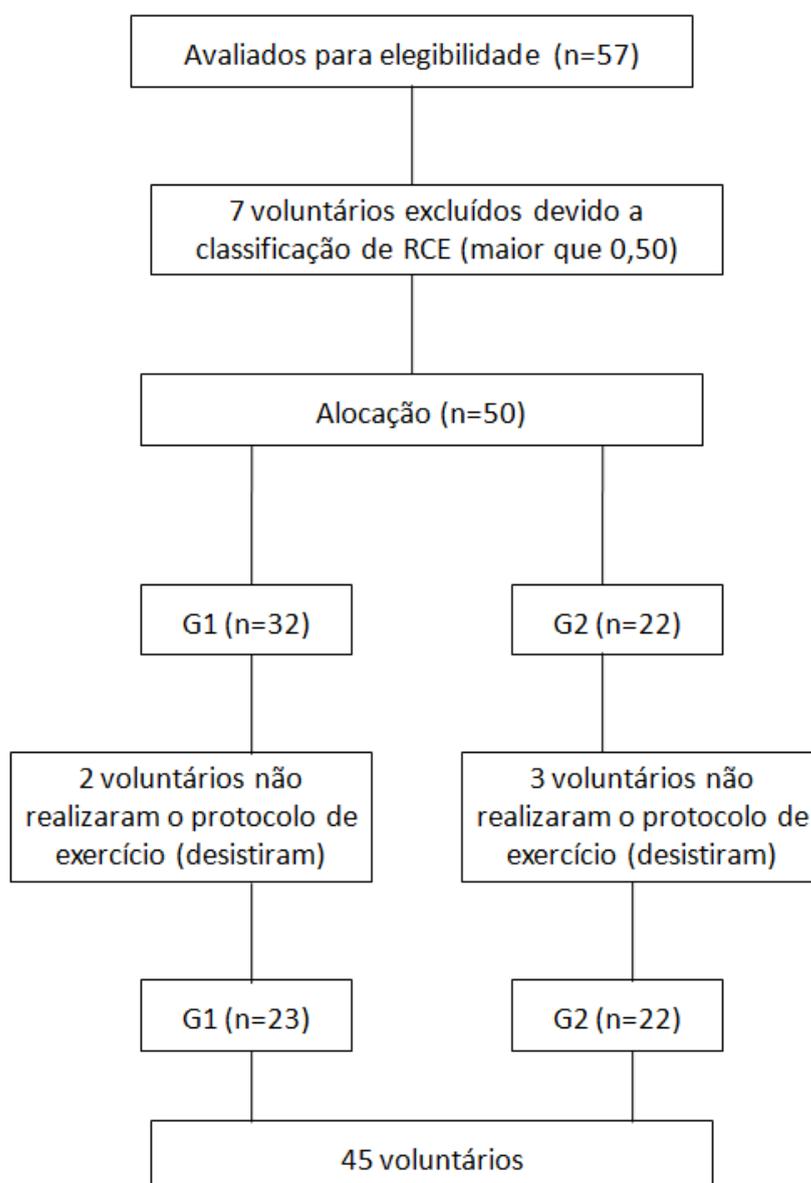


Figura 1: Fluxograma de perdas. G1: grupo com RCE entre 0,40 e 0,45; G2: grupo com RCE entre 0,45 e 0,50,

Tabela 1. Caracterização dos grupos. Valores médios, seguidos pelos seus respectivos desvios-padrão, mediana, mínimo e máximo.

	G1	G2	p valor
Idade (anos)	22,00 ± 2,35 (23,00) [18,00 – 28,00]	22,31 ± 3,04 (21,50) [19,00 – 28,00]	0,698
Peso (Kg)	69,04 ± 8,78 (68,70) [54,00 – 84,00]	76,49 ± 7,62 (75,50) [64,80 – 93,70]	0,004
Estatura (m)	1,76 ± 0,06 (1,75) [1,66 – 1,90]	1,75 ± 0,05 (1,75) [1,62 – 1,89]	0,623
IMC (Kg/m ²)	22,18 ± 2,33 (22,12) [18,46 – 26,65]	24,80 ± 1,54 (24,59) [22,19 – 29,24]	0,001
CC (m)	0,76 ± 0,04 (0,75) [0,68 – 0,83]	0,83 ± 0,02 (0,82) [0,78 – 0,88]	0,001
FCmáx (bpm)	198,00 ± 2,35 (197,00) [192,00 – 201,00]	197,68 ± 3,04 (198,50) [192,00 – 201,00]	0,698
Dmáx	11,08 ± 0,82 (11,00) [9,44 – 12,44]	11,10 ± 1,88 (10,92) [6,83 – 16,37]	0,964
Vmáx (km/h)	13,17 ± 1,23 (13,00) [11,00 – 15,00]	13,27 ± 1,90 (13,00) [11,00 – 18,00]	0,838
60% FCmáx (bpm)	7,90 ± 0,73 (7,80) [6,60 – 9,00]	7,96 ± 1,14 (7,80) [6,60 – 10,80]	0,838

Legenda: IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência de cintura; FCmax: frequência cardíaca máxima; Vmax: velocidade máxima; G1: grupo com RCE entre 0,40 e 0,45; G2: grupo com RCE entre 0,45 e 0,50; kg: quilograma; m: metros; km/h: quilômetros/hora; bpm= batimentos por minuto.

FIGURAS

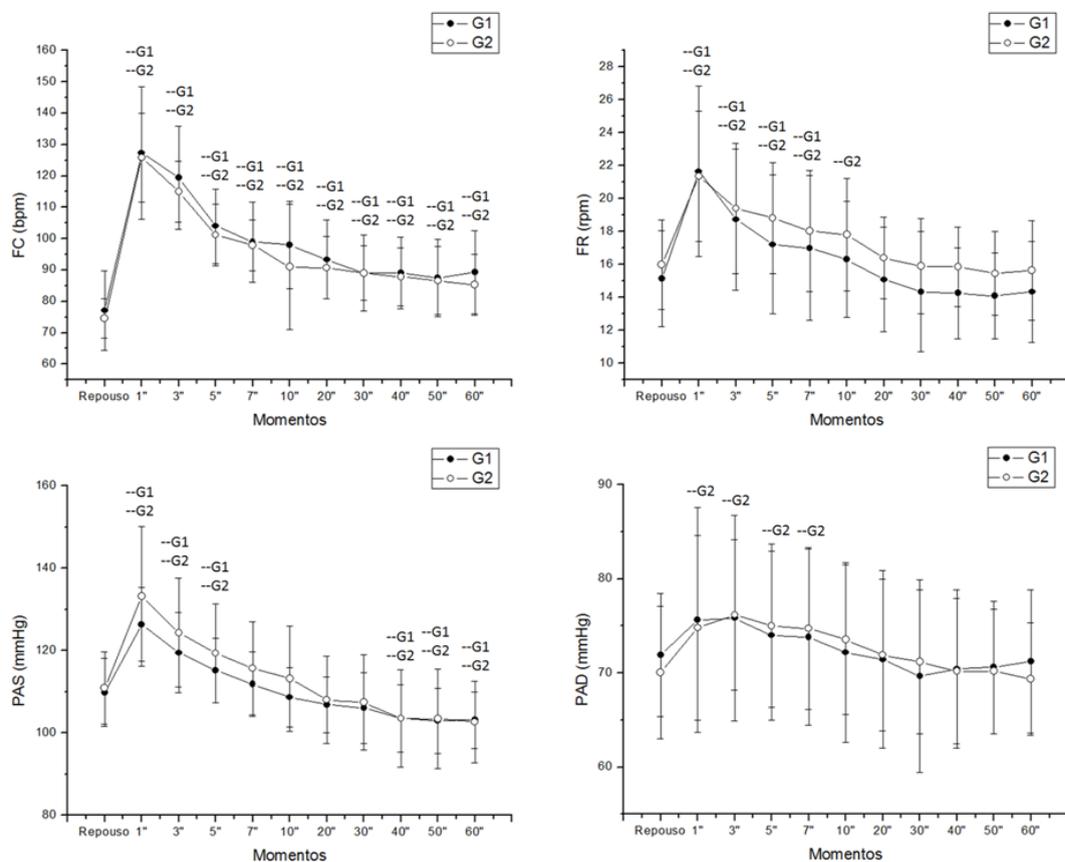


Figura 2. Valores médios e respectivos desvios-padrão da FC, FR, PAS e PAD obtidos em repouso e durante a recuperação. --G1 e --G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,001$); ---G1 e ---G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,01$); -G1 e -G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,05$); PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; G1: grupo com RCE entre 0,40 e 0,45; G2: grupo com RCE entre 0,45 e 0,50; mmHg: milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto; rpm: respirações por minuto.

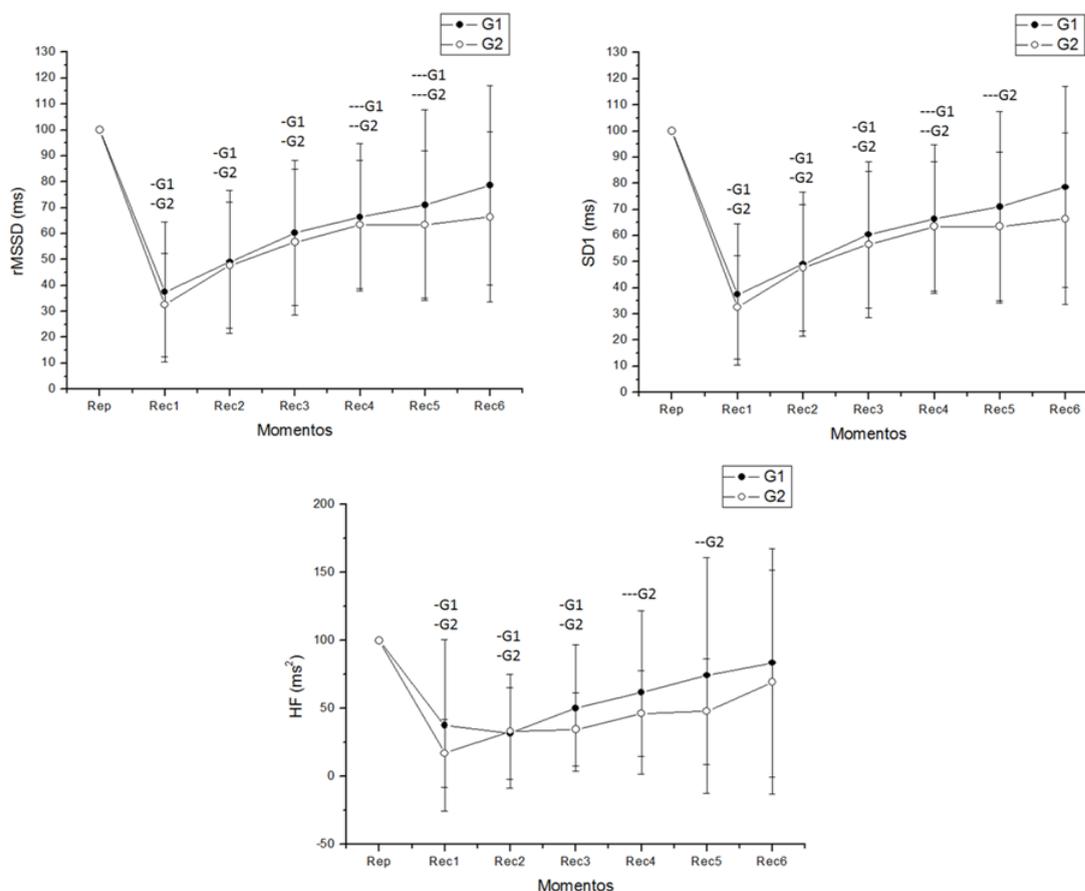


Figura 3. Valores médios e respectivos desvios-padrão dos índices rMSSD, SD1 e HF [ms^2] obtidos em repouso e durante a recuperação. -G1 e -G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,001$); --G1 e --G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,01$); ---G1 e ---G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,05$); rMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; SD1: desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento; HF: alta frequência; G1: grupo com RCE entre 0,40 e 0,45; G2: grupo com RCE entre 0,45 e 0,50; ms^2 : unidades absolutas; ms: milissegundos.

Conclusões

Conclui-se, a partir dos achados que:

I. Homens saudáveis fisicamente ativos com maiores faixas de RCQ e RCE apresentaram alteração na recuperação do controle autonômico cardíaco e das variáveis cardiorrespiratórias após exercício aeróbio submáximo.

II. Quando considerada a RCQ, o grupo com maior faixa (G2) apresentou um retardo da recuperação da frequência respiratória e um retorno semelhante do controle autonômico cardíaco aos níveis basais após exercício aeróbio submáximo.

III. Quando considerada a RCE, o grupo com maior faixa (G2) apresentou um retardo do componente vagal do controle autonômico da frequência cardíaca, assim como da frequência respiratória e pressão arterial diastólica aos níveis basais em homens saudáveis submetidos a exercício aeróbio submáximo.

Referências

1. Murray CJ, Vos T, Lozano R, Naghavi M, Flaxman AD, Michaud C et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380(9859):2197–2223.
2. Brasil. Ministério da Saúde. DATASUS. Informações de Saúde (TABNET). Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2016.
3. Litwin SE. Which measures of obesity best predict cardiovascular risk? *J Am Coll Cardiol* 2008;52(8):616-9.
4. Schwartz PJ, Priori SG. Sympathetic nervous system and cardiac arrhythmias. In: Zipes DP, Jalife J, eds. *Cardiac Electrophysiology. From Cell to Bedside*. Philadelphia: W.B. Saunders 1990:330–43.
5. Levy MN, Schwartz PJ. Vagal control of the heart: Experimental basis and clinical implications. Armonk: Future, 1994.
6. Thayer JF, Lane RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biol Psychol* 2007;74(2):224–42.
7. Gerritsen J, Dekker JM, TenVoorde BJ, Kostense PJ, Heine RJ, Bouter LM, et al. Impaired autonomic function is associated with increased mortality, especially in subjects with diabetes, hypertension, or a history of cardiovascular disease: the Hoorn Study. *Diabetes Care* 2001;24(10):1793–8.
8. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009;24(2):205–17.
9. 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.
10. Pumplra J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol* 2002;84(1):1-14.
 11. Tsuji H, Larson MG, Venditti Jr FJ, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, et al. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham Heart Study. *Circulation* 1996;94(11):2850–5.
 12. La Rovere MT, Pinna GD, Hohnloser SH, Marcus FI, Mortara A, Nohara R, et al. Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction. Baroreflex sensitivity and heart rate variability in the identification of patients at risk for life-threatening arrhythmias: implications for clinical trials. *Circulation* 2001;103(16):2072-7.
 13. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negrão E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fís* 2004;18:21-31.
 14. McArdle WD; Katch FI; Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, c2011.
 15. Freeman JV, Dewey FE, Hadley DM, Myers J, Froelicher VF. Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Prog Cardiovasc Dis* 2006;48(5):342–62.
 16. Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N Engl J Med* 2000;343(19):1355-61.
 17. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*

- 1994;24(6):1529–35.
18. Peçanha T, Silva-Júnior ND, Forjaz CL. Heart rate recovery: autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014;34(5):327-39.
 19. Buchheit M, Papelier Y, Laursen PB, Ahmaidi S. Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2007;293(1):H8–H10.
 20. Dimkpa U, Oji JO. Association of heart rate recovery after exercise with indices of obesity in healthy, non-obese adults. *Eur J Appl Physiol* 2010;108(4):695-9.
 21. Morshedi-Meibodi A, Larson MG, Levy D, O'Donnell CJ, Vasan RS. Heart rate recovery after treadmill exercise testing and risk of cardiovascular disease events (The Framingham Heart Study). *Am J Cardiol* 2002;90(8):848–52.
 22. Adabag AS, Grandits GA, Prineas RJ, Crow RS, Bloomfield HE, Neaton JD, et al. Relation of heart rate parameters during exercise test to sudden death and all-cause mortality in asymptomatic men. *Am J Cardiol* 2008;101(10):1437–43.
 23. Cole CR, Foody JM, Blackstone EH, Lauer MS. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. *Ann Intern Med* 2000;132(7):552-5.
 24. Carnethon MR, Sternfeld B, Liu K, Jacobs DR Jr, Schreiner PJ, Williams OD, et al. Correlates of heart rate recovery over 20 years in a healthy population sample. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44(2):273-9.
 25. Savin WM, Davidson DM, Haskell WL. Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1982;53(6):1572–5.
 26. Droguett VVSL, Santos AC, 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.
27. Pitanga FJ, Lessa I. Sensitivity and specificity of the conicity index as a coronary risk predictor among adults in Salvador, Brazil. *Rev Bras Epidemiol* 2004;7(3):259-69.
28. Dantas EMS, Pinto CJ, Freitas RPA, Medeiros ACQ. Agreement in cardiovascular risk rating based on anthropometric parameters. *Einstein (São Paulo)* 2015;13(3):376-80.
29. Oliveira MAM, Fagundes RLM, Moreira EAM, Trindade EBSM, Carvalho T. Relation between Anthropometric Indicators and Risk Factors for Cardiovascular Disease. *Arq Bras Cardiol* 2010;94(4):478-85.
30. Ntougou Assoumou HG, Pichot V, Barthelemy JC, Dauphinot V, Celle S, Collet P, et al. Obesity-related autonomic nervous system disorders are best associated with body fat mass index, a new indicator. *Int J Cardiol* 2011;153(1):111-3.
31. Yi SH, Lee K, Shin DG, Kim JS, Kim HC. Differential association of adiposity measures with heart rate variability measures in Koreans. *Yonsei Med J* 2013;54(1):55-61.
32. Sztajzel J, Golay A, Makoundou V, Lehmann TN, Barthassat V, Sievert K, et al. Impact of body fat mass extent on cardiac autonomic alterations in women. *Eur J Clin Invest* 2009;39:649–656.
33. Gao YY, Lovejoy JC, Sparti A, Bray GA, Keys LK, Partington C. Autonomic activity assessed by heart rate spectral analysis varies with fat distribution in obese women. *Obes Res* 2012;4(1):55–63
34. Barbosa Lins TC, Valente LM, Sobral Filho DC, Barbosa e Silva O. Relation

between heart rate recovery after exercise testing and body mass index. *Rev Port Cardiol* 2015;34(1):27-33.

35. Gondoni LA, Titon AM, Nibbio F, Augello G, Caetani G, Liuzzi A. Heart rate behavior during an exercise stress test in obese patients. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2009;19(3):170-176.

Anexas

Normas da revista:

Instruções para autores são encontradas nos seguintes sites:

- *SCIENTIFIC REPORTS*:

<https://www.nature.com/srep/publish/guidelines>

- *PLOS ONE*:

<http://journals.plos.org/plosone/s/submission-guidelines>