



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



EFEITO DE UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE SOBRE O CONTROLE AUTONÔMICO CARDÍACO EM OBESOS

Davi Rodrigues Leão

Orientador: Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos

Coorientadora: Prof. Dr^a. Maria do Socorro Brasileiro Santos

JOÃO PESSOA, 2021

DAVI RODRIGUES LEÃO

**EFEITO DE UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE SOBRE O CONTROLE AUTONÔMICO CARDÍACO EM OBESOS**

Dissertação apresentada ao Programa
Associado de Pós-Graduação em Educação
Física UPE/UEPB como requisito para
obtenção do título de mestre.

Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano

Linha de Pesquisa: Exercício Físico na Saúde e na Doença

Orientador: *Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos*

Coorientadora: *Prof^a. Dr^a. Maria do Socorro Brasileiro Santos*

João Pessoa, 2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L437e Leão, Davi Rodrigues.

Efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade sobre o controle autonômico cardíaco em obesos / Davi Rodrigues Leão. - João Pessoa, 2021.
56 f. : il.

Orientação: Amilton da Cruz Santos.

Coorientação: Maria do Socorro Brasileiro Santos.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CSS.

1. Educação física. 2. Obesidade. 3. Exercício intervalado de alta intensidade. 4. Sistema nervoso autonômico. I. Santos, Amilton da Cruz. II. Santos, Maria do Socorro Brasileiro. III. Título.

UFPB/BC

CDU 796.4(043)

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UFPB
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

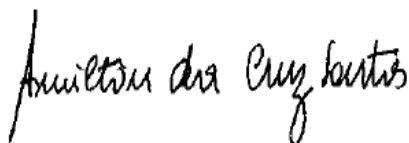
A Dissertação **Efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade sobre o controle autonômico cardíaco em obesos.**

Elaborada por Davi Rodrigues Leão

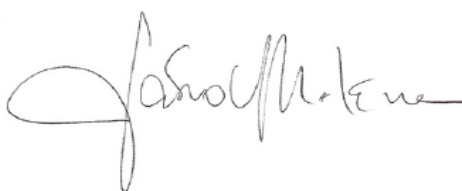
Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de **MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA** na Área de Concentração: Saúde, Movimento e Desempenho Humano.

João Pessoa, 26 de janeiro de 2021

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos
(UFPB) - Presidente da Sessão



Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura
(UFPB) - Membro Interno



Prof. Dr. Wagner Luiz do Prado
(California State University) – Membro Externo

Dedicatória

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho para as mulheres da minha vida, a minha esposa, Hirla Leão, que sempre esteve comigo durante esta caminhada, sempre me apoiando e batalhado comigo para que eu pudesse crescer cada vez mais, bem como a minha mãe, Magna Coeli (*in memoriam*), que deu a sua vida para que eu pudesse estar aqui, com todos os ensinamentos para ser quem sou hoje.

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Amilton Santos, por ter me auxiliado durante todos esses anos em que faço parte do laboratório, por sempre ter me incentivado, principalmente nessa fase tão difícil de pandemia.

A Socorro Brasileiro, por todo o suporte que tem me dado ao longo de 4 anos de laboratório, pelos muitos ensinamentos em todos os aspectos da vida, seja no profissional ou no pessoal, não só a mim, mas para todos da família LETFAS, você se tornou a nossa mãe. Agradeço a Deus por sua vida e por seu carinho e cuidado conosco.

Agradeço a todos os integrantes do nosso Laboratório de Pesquisa do Treinamento Físico Aplicado à Saúde (LETFAS). É sempre gratificante trocar conhecimento na sala dos alunos, a cada conversa saio mais experiente sobre determinadas variáveis. Em especial, a todos aqueles que andaram comigo mais de perto: Bruno Barbosa, Anderson Rocha, Larissa Isabele, Aldo Neves, Pedro Júnior, Romulo Leal, Fábio Thiago Maciel, Rodrigo Wanderley, Luis Filipe, Aline Rabay, Fabiano, Brenda, Alex e Rogério.

Aos professores Fábio Nakamura e Wagner Prado, que se dispuseram a participar da banca e contribuíram para o meu crescimento como docente, e por estarem até o fim. Vocês sempre me ensinaram, tanto em disciplinas quanto com suas vidas.

Aos professores do PAPGEF, que tanto agregaram conhecimento à minha vida pessoal e profissional, bem como ao meu projeto. Também agradecer aos meus colegas do PAPGEF, que são pessoas incríveis.

Aos funcionários da UFPB, em especial ao secretário Ricardo Melo, pela extrema competência e empenho em resolver os mais diversos problemas que surgem para nós ao longo do curso, sempre com sorriso no rosto.

O mais imenso agradecimento aos voluntários dessa pesquisa, sem eles nada disso aconteceria. Obrigado por contribuírem com o avanço da ciência, doando sua disponibilidade para que outros possam ser beneficiados no futuro. Vocês merecem grande honraria. O meu mais profundo agradecimento a vocês.

Agradeço à Universidade Federal da Paraíba por todo suporte físico e financeiro ao longo de todas as etapas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desenho do Estudo.....	32
Figura 2. Exercício Intervalado de Alta Intensidade.....	35

LISTA DE TABELAS E QUADRO

Tabela 1. Características dos participantes	37
Tabela 2. Atividade autonômica cardíaca dos grupos obeso e eutrófico.....	39
Tabela 3. Valores de pressão arterial pré e após a sessão de exercício.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF, Alta Frequência (Densidade Espectral)

BF, Baixa Frequência (Densidade Espectral)

EIAI, Exercício Intervalado de Alta Intensidade

FC, Frequência Cardíaca

IMC, Índice de Massa Corpórea

PA, Pressão Arterial

PAD, Pressão Arterial Diastólica

PAS, Pressão Arterial Sistólica

SNA, Sistema Nervoso Autônomo

VFC, Variabilidade da Frequência Cardíaca

VO_{2pico}, Capacidade Aeróbia Máxima no Pico do Exercício

Resumo

RESUMO

Introdução: A obesidade é uma doença e tem crescido de forma alarmante em todo o mundo, traz consigo um maior aumento no risco de morte e desenvolvimento de doenças crônicas e disfunção no sistema nervoso autonômico cardíaco. Por outro lado, o exercício intervalado de alta intensidade pode ser um método eficiente no controle do balanço autonômico cardiovascular, tendo em vista sua influência no balanço simpato-vagal. **Objetivos:** Avaliar o efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade sobre o controle autonômico cardíaco em indivíduos com obesidade em comparação aos indivíduos eutróficos. **Métodos:** Foram avaliados 11 jovens ($26 \pm 2,5$ anos) classificados como obesos e 11 jovens ($25,2 \pm 3,8$ anos) classificados como eutróficos, os quais se submeteram a uma sessão experimental. A sessão de EIAI iniciou com aquecimento (5 min a 50% da $FC_{\max}$) consistiu em 10 estímulos/recuperação passiva (sem exercício) de 1:1min a 92% da $FC_{\max}$. Todos os participantes realizaram teste ergométrico, avaliação antropométrica, coleta do Eletrocardiograma e pressão arterial pré e após sessão. Os dados foram tabulados no Excel e analisados pelo software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, IBM®). Os valores da modulação autonômica cardíaca e pressão arterial foram avaliados pelo teste t para amostras dependentes na avaliação intragrupo, e teste t para amostras independente na avaliação entre os grupos. A transformação logarítmica foi empregada nos componentes absolutos do RMSSD e SDDN e balanço autonômico baixa frequência/ alta frequência (BF/AF). Foi considerado nível de significância estatística $p < 0,05$. **Resultados:** Na avaliação autonômica cardiovascular intragrupo, EIAI promoveu redução nos obesos nos índices $SDNN_{\log}$ ($1,60 \pm 0,19\text{ms}$ vs. $1,42 \pm 0,33$, $p=0,045$), no $RMSSD_{\log}$ ($1,63 \pm 0,20\text{ms}$ vs. $1,44 \pm 0,37\text{ms}$, $p=0,031$) e no grupo eutróficos, houve redução nos índices de $SDNN_{\log}$ ($1,72 \pm 0,15\text{ms}$ vs. $1,48 \pm 0,20$, $p=0,007$), no $RMSSD_{\log}$ ($1,76 \pm 0,17\text{ms}$ vs. $1,43 \pm 0,23\text{ms}$, $p=0,001$), e no componente de AF ($45,53 \pm 19,63\text{un}$ vs. $23,70 \pm 22,60\text{un}$, $p=0,004$). Para a avaliação entre os grupos, não houve diferença significativa para os índices autonômicos. Na análise da pressão arterial intragrupo nos obesos, não foi encontrada diferença significativa, já no grupo eutróficos foram encontradas reduções na PAS: -11mmHg , $p=0,007$; PAD: -8mmHg , $p=0,000$ e PAM: -8mmHg , $p=0,002$. **Conclusão:** A resposta da variabilidade da frequência cardíaca após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade foi semelhante entre os dois grupos avaliados.

Palavras-chave: Obesidade; Treinamento intervalado de alta intensidade; Sistema Nervoso Autonômico

Abstract

ABSTRACT

Introduction: Obesity is a disease and has grown alarmingly worldwide, bringing with it a greater increase in the risk of death and development of chronic diseases and dysfunction in the cardiac autonomic nervous system. On the other hand, high-intensity interval exercise can be an efficient method for controlling cardiovascular autonomic balance, given its influence on the sympathetic-vagal balance. **Objective:** To evaluate the effect of a high-intensity interval exercise session on cardiac autonomic control in individuals with obesity compared to eutrophic individuals. **Methods:** 11 young people (26 ± 2.5 years old) classified as obese and 11 young people (25.2 ± 3.8 years old) classified as eutrophic were evaluated, who underwent an experimental session. The HIIE session started with warm-up (5 min at 50% of HRmax) and consisted in 1 min of exercise at 92% of maximal heart rate (HRmax) and 1 min of rest, repeated 10 times. All participants underwent exercise testing, anthropometric assessment, electrocardiogram collection and blood pressure before and after the session. The data were tabulated in Excel and analyzed using the SPSS software (Statistical Package for the Social Sciences, IBM®). The values of cardiac autonomic modulation and blood pressure were assessed by the t test for dependent samples in the intragroup assessment, and the t test for independent samples in the assessment between groups. Logarithmic transformation was employed in the absolute components of RMSSD and SDDN and low frequency / high frequency autonomic balance (LF / HF). Statistical significance was set at $p < 0.05$. **Results:** In the intragroup cardiovascular autonomic evaluation, HIIE promoted a reduction in obese individuals in the SDNNlog indexes ($1.60 \pm 0.19\text{ms}$ vs. 1.42 ± 0.33 , $p = 0.045$), in the RMSSDlog ($1.63 \pm 0.20\text{ms}$ vs $1.44 \pm 0.37\text{ms}$, $p = 0.031$) and in the eutrophic group, there was a reduction in SDNNlog indices ($1.72 \pm 0.15\text{ms}$ vs. 1.48 ± 0.20 , $p = 0.007$), in the RMSSDlog ($1.76 \pm 0.17\text{ms}$ vs. $1.43 \pm 0.23\text{ms}$, $p = 0.001$), and in the HF component ($45.53 \pm 19.63\text{un}$ vs. $23.70 \pm 22.60\text{un}$, $p = 0.004$). For the evaluation between the groups, there was no significant difference for the autonomic index. In the analysis of intragroup blood pressure in the obese, no significant difference was found, whereas in the eutrophic group, reductions in SBP were found: -11mmHg , $p = 0.007$; DBP: -8mmHg , $p = 0.000$ and MBP: -8mmHg , $p = 0.002$. **Conclusion:** The response of heart rate variability after a single bout of high intensity interval exercise session was similar between the groups evaluated.

Keywords: Obesity; High-intensity Interval Exercise; Autonomic Nervous System

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 Obesidade	23
2.2 A obesidade tem influência no sistema nervoso autônomo cardíaco?	24
2.3. Qual a influência que o exercício intervalado de alta intensidade tem sobre o sistema nervoso autônomo?	25
3 OBJETIVOS.....	29
4 METODOLOGIA	31
4.1 Casuística.....	31
4.2 Desenho do Estudo	31
4.3 Aspectos Éticos	32
4.4 Variáveis Analisadas da Pesquisa	32
4.5 Acolhimento dos Participantes e Sessão de Familiarização	33
4.6 Avaliação Antropométrica.....	33
4.7 Teste Cardiopulmonar de Exercício	33
4.8 MEDIDAS	34
4.8.1 Pressão Arterial	34
4.8.2 Modulação Autonômica Cardíaca	34
4.8.3 Sessão de Exercício Intervalo de Alta Intensidade e Controle	34
4.8.4 Análise Estatística	35
5 RESULTADOS	37
DISCUSSÃO	42
CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

O sistema nervoso autonômico, composto pelos componentes simpático e parassimpático - divididos em componentes regulatórios neurais e endócrinos, tem papel fundamental no controle do sistema cardiovascular durante atividades cotidianas ou exercício físico em indivíduos com condições físicas variadas (VANDERLEI *et al.*, 2009). O desequilíbrio nesse sistema acarreta danos à saúde, com o desenvolvimento de doenças como aterosclerose, dislipidemia, hipertensão arterial, diabetes tipo 2 e aumento dos riscos em todas as causas de mortalidade, e um dos fatores que pode trazer alterações a esse sistema é a gordura excessiva (COSTA *et al.*, 2019; GREGG *et al.*, 2005; HAN; LAWLOR; KIMM, 2010; SKRAPARI *et al.*, 2007).

O excesso de peso é um dos mais importantes fatores de mortalidade em todo o mundo, vindo a promover o desenvolvimento de diversas doenças, como certas formas de câncer, doenças cardiovasculares, diabetes melitus (CATERSON *et al.*, 2004; FLEGAL *et al.*, 2013; SCHLAICH *et al.*, 2009; WHO.,2009), além disso, indivíduos com obesidade têm apresentado disfunção autonômica cardiovascular em função do alto percentual de gordura central associada ao baixo nível de aptidão física, promovendo simpatoexcitação e diminuição da atividade parassimpática (COSTA *et al.*, 2019; RODRIGUÉZ-COLÓN *et al.*, 2011; SZTAJZEL *et al.*, 2009).

As recomendações de exercício físico como estratégia não-farmacológica para tratamento de diversas comorbidades cardiovasculares têm aumentado, fato que resulta em melhoras em vários marcadores de saúde, bem como na disfunção autonômica cardiovascular (BERNIER *et al.*, 2016; HASKELL *et al.*, 2007; KELLEY e KELLEY, 2013; SWIFT *et al.*, 2014; VOULGARI *et al.*, 2013). De acordo com a literatura, são sugeridos 150 minutos, entre 64 a 76% da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) em intensidade moderada por semana, e 75 minutos, entre 77 a 95% da FC_{máx} para intensidade vigorosa (ACSM, 2018; DONNELLY *et al.*, 2009).

Os efeitos benéficos dos exercícios, com intensidade moderada ou alta e em população com disfunção autonômica, têm se apresentado como uma boa estratégia para o aumento da modulação autonômica pela regulação do balanço simpato-vagal (BESNIER *et al.*, 2017; DE SOUSA *et al.*, 2018). Outros resultados positivos são a redução do peso corporal, da gordura central e da visceral, fato que promove a diminuição da atividade simpática e o aumento da atividade parassimpática, resultando na redução no risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares

(BATAKAN *et al.*, 2016; BESNIER *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2019; SCHJERVE *et al.*, 2008).

O Exercício intervalado de alta intensidade (EIAI), que consiste em curtos períodos de atividade intercalado com curtos períodos de descanso, variando entre 6 segundos a 4 minutos, atingindo mais de 90% do consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), em estudos longitudinais, apresentou melhorias na frequência cardíaca de repouso, glicose em jejum e pressão arterial sistólica e diastólica na população obesa e com sobrepeso, bem como redução da gordura abdominal, um dos fatores que afeta o sistema nervoso autônomo cardiovascular (COSTA *et al.*, 2019; STARKOFF *et al.*, 2014; TJONNA *et al.*, 2009; TRILCK *et al.*, 2011; WALMANN *et al.*, 2009; WHYTE; GILL; CATHCART, 2010).

Em uma sessão de EIAI, é possível influenciar positivamente no controle da inflamação crônica (CABRAL-SANTOS *et al.*, 2015; DORNELES *et al.*, 2016; WADLEY *et al.*, 2015), assim como estimular o óxido nítrico, em função do aumento no estresse de cisalhamento nos vasos sanguíneos, que é um modulador da atividade simpática (RAMOS *et al.*, 2017), promover grande melhoria na função endotelial (RAMOS *et al.*, 2015; SCHJERVE *et al.*, 2008), e ter influência na via barorreflexa através do aumento do volume sanguíneo, aumentando a modulação vagal cardíaca (KIVINIEMI *et al.*, 2014). O EIAI também promove melhorias significativas nos níveis de condicionamento aeróbio e anaeróbio, e melhoria na sensibilidade à insulina, marcadores que reduzem consideravelmente o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas em indivíduos com obesidade (ANDREATO *et al.*, 2019; BOUTCHER., 2011; LAMONTE; BLAIR., 2006). A partir de todas as melhorias que o EIAI promove em marcadores associados a obesidade e a disfunção autonômica cardíaca, nossa hipótese é que a resposta autonômica cardiovascular em indivíduos com obesidade submetidos a uma sessão de EIAI é diferente daquela observada em indivíduos eutróficos.

Fundamentação Teórica

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Obesidade

A literatura descreve a obesidade como uma doença metabólica, sob CID-10 E66, que atinge mais de 700 milhões de pessoas no mundo, alcançando proporções epidêmicas, e esses números devem dobrar nos próximos 30 anos (YUMUK *et al.*, 2015; JUNG; CHOI, 2014). Ela é caracterizada pelo excesso de gordura corporal, advindo de fatores como sedentarismo, balanço energético negativo por um tempo prolongado, além de fatores genéticos (BARRETO, 2005).

Existem diferentes métodos e técnicas para mensurar o excesso de peso corporal, entre os padrões recomendados como medidas de referência estão a densitometria por dupla emissão de raios-x (DEXA) e imagem do abdome por tomografia computadorizada, mas esses métodos têm um alto custo para sua realização. Dessa forma, o Índice de Massa Corporal (IMC) é um método mais popular, em que um indivíduo é considerado com obesidade quando apresentar valor superior a 30 kg.m², de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS). E, para maior fidedignidade no diagnóstico, recomenda-se a mensuração da circunferência da cintura, que é usada para estimar a obesidade abdominal, sendo assim classificado quando o valor apresentado é superior a 102 cm em homens e 88 cm em mulheres (YUMUK *et al.*, 2015).

A obesidade é causada por inúmeros fatores, sejam eles ambientais - como o consumo em excesso de alimentos ultra processados e gordurosos, somados ao baixo consumo de frutas e vegetais (MITCHELL *et al.*, 2009) -, comportamentais - levando em consideração o sedentarismo e a diminuição do nível de atividade física da população - ou genéticos, como em estudos que mostram que há pessoas que têm uma predisposição para desenvolver a obesidade (FRAYLING, 2007; MITCHELL *et al.*, 2009). E, o que mais traz alerta à sociedade é saber que a obesidade está relacionada a um maior risco de morte e apresenta aumento do risco de desenvolvimento de várias doenças crônicas (WHO, 2014), sendo necessário o desenvolvimento de protocolos para o combate a essa doença.

2.2 A obesidade tem influência no sistema nervoso autônomo cardíaco?

Indivíduos com obesidade têm apresentado desequilíbrio no balanço autonômico em função de um sistema nervoso simpático exacerbado e, em muitos casos, com baixa atividade vagal (parassimpático); essas alterações são provenientes de fatores influentes como a gordura visceral, gordura abdominal e o sedentarismo (RODRIGUÉZ-COLÓN, 2011; ZHU *et al.*, 2016). Fidan-yaylali *et al.* (2016) encontraram uma associação entre a adiposidade central (a partir da circunferência da cintura) e a disfunção no sistema nervoso autonômico cardiovascular, observado através do comportamento da atividade simpática, promovendo aumento da mortalidade em indivíduos com obesidade.

Em 1999, Karason *et al.* realizaram uma comparação da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência através de um monitoramento de 24 horas com Holter entre 46 indivíduos com obesidade e 26 eutróficos, e mostraram que na obesidade o índice de alta frequência (AF) é reduzido. A função vagal reduzida tem sido relatada com frequência nessa população (HIRSCH *et al.*, 1991). Além disso, indivíduos com excesso de peso têm apresentado aumento da atividade simpática e no balanço BF/AF, em função de citocinas circulantes advindas das células adiposas, como grelina, Fatores de Necrose Tumoral Alfa (TNF- α), Interleucina-6 (IL-6), resistência reduzida a leptina e adiponectina, parecem ser mediadores para uma simpatoexcitação (HALL *et al.*, 2010; NOGUEIRAS *et al.*, 2009), contribuindo para uma alta prevalência de hipertensão e doenças cardiovasculares (SKRAPARI *et al.*, 2007).

Alvarez *et al.* (2002) mostraram que o aumento da gordura visceral tem grande influência para promover a hiperatividade simpática, também apresentaram um aumento de 55% na atividade nervosa muscular simpática basal para os indivíduos com essas condições em comparação com gordura total e gordura subcutânea. A redução da gordura abdominal tem mostrado ser um fator determinante para o controle do balanço autonômico a partir do sistema nervoso simpático (SERAVALLE; GRASSI, 2016), bem como a diminuição da gordura total e, em especial, a gordura visceral abdominal, que tem forte influência na atividade nervosa simpática muscular, devido à alta atividade do SNS para mobilização desses tecidos de gordura como fonte de energia em balanço energético negativo (STRAZNICK; LAMBERT; LAMBERT, 2011). A obesidade visceral está associada a uma maior ativação no sistema de renina-angiotensina-aldosterona, através do aumento da circulação de

angiotensina II, que tem influência no sistema nervoso simpático (HALL *et al.*, 2003; HALL., 2003; PRABHAKAR *et al.*, 2001).

Indivíduos com obesidade têm apresentado, mesmo sem possuir qualquer outra doença, sinais de grande ativação adrenérgicas em função do excesso de gordura corporal, que ocasiona aumento da frequência cardíaca de repouso, bem como uma grande elevação de norepinefrina no plasma, como consequência disso, há um aumento na atividade simpática neural que é descarregada no músculo esquelético, gerando desequilíbrio no sistema nervoso autônomo (GRASSI *et al.*, 1995; YOUNG; MACDONALD., 1992; MANCIA *et al.*, 2007; VAZ *et al.*, 1997).

Dessa forma, a literatura apresenta um panorama de disfunção autonômica em indivíduos com obesidade e sobrepeso, levando ao aumento de todos os índices de mortalidade, bem como o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e síndrome metabólica em função da simpatoexcitação e retirada vagal simpático (FEBER *et al.*, 2014; LICHT *et al.*, 2010; TENTOLOURIS; ARGYRAKOPOULOU & KATSILAMBROS, 2008; VRIJKOTTE *et al.*, 2015).

2.3. Qual a influência que o exercício intervalado de alta intensidade tem sobre o sistema nervoso autônomo?

O EIAI consiste em esforços acima de 85% da FC máx e é caracterizado por esforços repetitivos de curta duração, entre 10 segundos a 5 minutos, seguidos de descansos curtos, que podem ser ativos ou passivos, e tem sido uma ótima ferramenta de treino indicada pelos guidelines (NORTON; NORTON; SADGROVE, 2010; LAURSEN; JENKINS, 2002; SLOTH *et al.*, 2013). Mesmo com seu curto tempo de execução em comparação a outra modalidade, o EIAI vem apresentando melhorias no sistema nervoso autônomo cardíaco, promovendo reduções na modulação do sistema nervoso simpático e, principalmente, aumentando a atividade vagal (parassimpática), melhorando, assim, o balanço autônomo em função dessas alterações (HEYDARI; BOUTCHER; BOUTCHER, 2013).

Andreato *et al.* (2019), em metanálise, reportaram que o EIAI promove redução gordura abdominal visceral, reduzindo indicadores de risco para doenças cardiovasculares e metabólicas (ALVAREZ *et al.*, 2002). Estudos também têm mostrado que o EIAI tem reduzido a atividade simpática mediante a diminuição da gordura abdominal e gordura total, fazendo com que a atividade muscular simpática

daquela região diminua, tendo influencia no SNA como um todo (STRAZNICK; LAMBERT; LAMBERT, 2011).

A angiotensina II é um peptídeo que aumenta a atividade simpática e inibe a vagal cardíaca. Estudos têm mostrado que o EIAI promove diminuição da angiotensina II, bem como dos níveis de catecolaminas e da atividade dos receptores beta-adrenérgicos em repouso. Com a diminuição desses marcadores, ocorre o aumento da atividade parassimpática em função da elevação da biodisponibilidade de oxido nítrico promovido pelo aumento do estresse de cisalhamento nas paredes dos vasos sanguíneos mediante o exercício de alta intensidade, promovendo assim melhorias na modulação autonômica cardíaca (CIOLAC *et al.*, 2010; IZADI *et al.*, 2018; FERNANDES *et al.*, 2011; MOLMEN-HANSEN *et al.*, 2012). EIAI promove benefícios no sistema cardiorrespiratório maiores que em qualquer outra intensidade inferior, promovendo maior capacidade aeróbia, melhoria na capacidade da frequência cardíaca de recuperação e na função endotelial, tendo influência no sistema nervoso autonômico, sendo um método eficiente para redução da pressão arterial (MOLMEN-HANSEN *et al.*, 2012).

Outro hormônio peptídico que os estudos têm mostrado que influencia no sistema nervoso autonômico é a leptina, que age como um ativador do sistema nervoso simpático e uma alta concentração desse no plasma pode promover alterações no balanço autonômico (DA SILVA *et al.*, 2014; KRAUSE *et al.*, 2015). Contudo, uma sessão de EIAI promoveu redução significativa da leptina em indivíduos com obesidade (DE SOUZA *et al.*, 2018).

Revisões sistemáticas com metanálise têm mostrado que o EIAI promove diminuição dos riscos cardiometabólicos em estudos longitudinais em indivíduos com obesidade (BATAKAN *et al.*, 2017; WESTON; WISLOFF; COOMBES, 2014) em função do aumento da capacidade cardiorrespiratória (TERADA *et al.*, 2013; SLOTH *et al.*, 2009), importante marcador da saúde cardiovascular (LA MONTE; BLAIR, 2006). Schjerve *et al.* (2008) mostraram melhorias na função endotelial em indivíduos com obesidade submetidos ao EIAI em comparação a outra modalidade, benefícios esses promovidos mediante ajustes autonômicos ao exercício. Essa modalidade também aumentou a atividade parassimpática cardíaca em um protocolo de 12 semanas de atividade, contribuindo para uma diminuição da frequência cardíaca de repouso, que, conseqüentemente, reduziu o balanço autonômico e o risco de

desenvolvimento de doenças cardiovasculares (HEYDARI; BOUTCHER; BOUTCHER, 2013).

Objetivos

3 OBJETIVOS

3.1 - Primário:

- Avaliar o efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade sobre o controle autonômico cardíaco em indivíduos com obesidade em comparação aos indivíduos eutróficos.

3.2 – Secundário:

Em indivíduos eutróficos e com obesidade submetidos a uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade:

- Analisar a variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e da frequência;
- Analisar os parâmetros hemodinâmicos: pressão arterial sistólica, diastólica e média.

4 METODOLOGIA

4.1 Casuística

Foram incluídos no estudo adultos jovens, de ambos os sexos, com idade entre 18 a 35 anos. Para o grupo de indivíduos com obesidade, os voluntários deveriam apresentar IMC corporal entre 30 e 39,9 kg/m², e circunferência de cintura ≥ 102 cm para homens e ≥ 88 cm para mulheres. Para o grupo de eutróficos, o IMC deveria ser entre 18,5 e 24,9 kg/m². Foram adotados como critérios de elegibilidade, classificados como insuficientemente ativos, ausência de doenças crônicas degenerativas, não apresentar alterações no eletrocardiograma em repouso e/ou durante o exercício, não ser fumante ou ex-fumante, não consumir mais do que 2 doses/dia de álcool, não fazer uso de medicamentos (cardiovascular, psicotrópicos e agentes vasoativos). Os critérios de exclusão adotados foram: ingestão de simpaticomiméticos (café ou estimulantes) ou álcool nas últimas 24 horas que antecedem cada avaliação, faltar uma das sessões experimentais e realizar exercícios físicos fora do protocolo (dias de descanso).

4.2 Desenho do Estudo

Este estudo trata-se de um ensaio clínico quase-experimental. Os voluntários assinaram no primeiro momento o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I) e responderam ao questionário internacional de atividade física (IPAQ) (ANEXO I). Em seguida, passaram por avaliação física antes do início do protocolo experimental e foram coletados os seguintes dados: medida de peso, estatura, percentual de gordura, teste ergométrico. O teste cardiopulmonar de exercício foi realizado para avaliar a condição clínica dos voluntários, bem como para prescrever o exercício físico.

Após essa monitoração, foram solicitados a ficar um período de 48 horas com abstenção de atividade física, bem como não poderiam ingerir café, álcool ou qualquer ergogênico nas últimas 24 horas que antecederam a avaliação. Após essa coleta e randomização, os participantes estavam aptos a iniciar os procedimentos que contemplaram: modulação autonômica cardíaca e pressão arterial.

A alocação dos sujeitos nos grupos foi mediante a classificação do IMC corporal, conforme apresentada na figura 1.

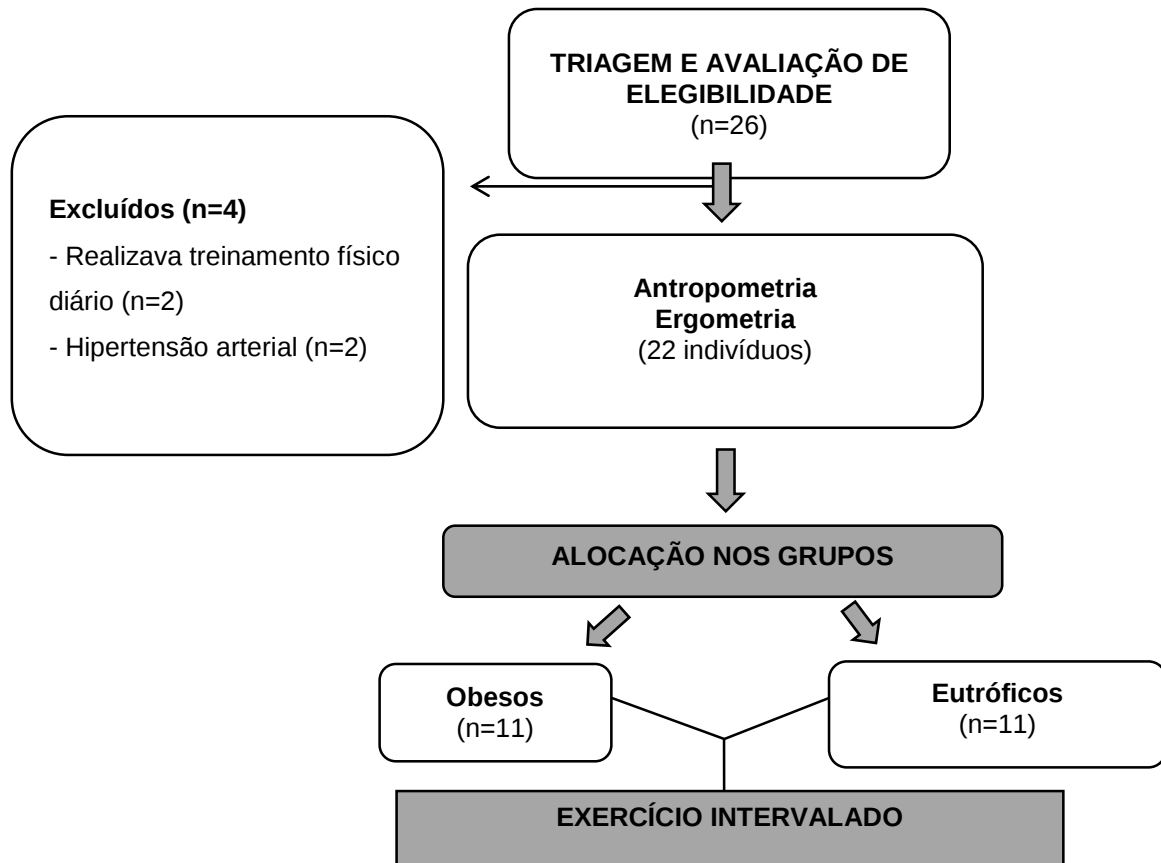


Figura 1. Desenho do estudo. EIAI: Exercício Intervalado de Alta Intensidade.

4.3 Aspectos Éticos

As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado à Saúde do Departamento de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba (LETFAS/DEF/UFPB).

O estudo foi aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba sob o registro CAAE 55249516.4.0000.5188. Os voluntários dessa pesquisa foram esclarecidos quanto aos objetivos do estudo, a intervenção e outros procedimentos aos quais foram submetidos e, em caso de concordância, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), atendendo as exigências da resolução 466/12 do CNS.

4.4 Variáveis Analisadas da Pesquisa

Dependentes

- Modulação Autonômica Cardíaca
- Pressão Arterial

Independentes

- Sessão de Exercício Intervalado de Alta Intensidade

4.5 Acolhimento dos Participantes e Sessão de Familiarização

O processo de acolhimento foi realizado no ambiente do Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado à Saúde (LETFAS) do Departamento de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba, onde foi realizada a anamnese, o teste ergométrico (sob responsabilidade de um médico cardiologista) e as medidas antropométricas.

Após alocação, todos os participantes realizaram uma sessão de familiarização, com a finalidade de conhecer o protocolo ao qual foi submetido, bem como para adaptação biomecânica na esteira ergométrica.

4.6 Avaliação Antropométrica

A estatura foi medida com os participantes de pés descalços, formando um ângulo reto com o estadiômetro (precisão de 0,1 cm) acoplado a uma balança eletrônica (Welmy® modelo W200, São Paulo, Brasil), os calcanhares, a cintura pélvica, a cintura escapular e região occipital em contato com o instrumento. A massa corporal total, o IMC, massa magra e percentual de gordura (%G) foram quantificados por meio de bioimpedância (InBody 570 Biospace®, San Francisco – Califórnia, EUA).

4.7 Teste Cardiopulmonar de Exercício

Os procedimentos para a realização do teste de esforço máximo atenderam às normas da *American Thoracic Society/American College of Chest Physicians* (WEISMAN et al., 2003). O teste ergométrico foi realizado na esteira ergométrica Centurion-200 (*Micromed, Brasília, Distrito Federal, Brasil*). Este teste teve a finalidade de avaliar o estado de saúde cardiovascular e foi utilizado para prescrição da sessão de exercício físico. A frequência cardíaca foi utilizada para a prescrição do protocolo de exercício intervalado de alta intensidade (KARVONEN, 1957).

4.8 MEDIDAS

4.8.1 Pressão Arterial

A pressão arterial foi registrada de modo não invasivo, de forma automática, minuto a minuto, por meio de um equipamento oscilométrico (Dixtal®, DX 2020; Manaus, Brasil), o manguito ocluser foi posicionado no tornozelo esquerdo do voluntário.

4.8.2 Modulação Autonômica Cardíaca

Com os voluntários deitados em posição supina, foram posicionados três eletrodos no tórax dos indivíduos nas posições bipolares, na derivação DII. Após a pré-amplificação do sinal houve a conversão do sinal analógico para digital e, assim, a aquisição para um computador pelo programa WINDAQ DI-200, com frequência de amostragem de 500 Hz.

Após a análise inicial computadorizada, todas as gravações foram editadas manualmente para eliminar ectopia supraventricular, ventricular e artefatos. Os seguintes índices da VFC no domínio do tempo foram medidos: o desvio padrão de todos os intervalos RR normais para normais (SDNN, ms); raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os ciclos normais (RMSSD, ms). Domínio da frequência: bandas de baixa frequência (BF: 0,03 a 0,15 Hz), alta frequência (AF: 0,16 a 0,40 Hz), a razão entre os componentes absolutos da banda BF e AF (balanço autonômico) (TASK FORCE, 1996). Para análise foi utilizado o *software* Kubios HRV Analysis (versão 2.2, Biosignal Analysis and Medica ImageGroup, Finland).

4.8.3 Sessão de Exercício Intervalo de Alta Intensidade e Controle

A sessão do exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) teve a seguinte prescrição: A sessão iniciou com aquecimento prévio de 5 min a 50% do VO_{2pico} , fazendo uso de esteira ergométrica [*Treadmill* T2-100 GE Healthcare® (Lynn Medical, Wixom, Michigan)], contemplou 10 estímulos de 1 min a 92% do VO_{2pico} com recuperação passiva (sem exercício) de 1 min. Como retratados na figura 2.

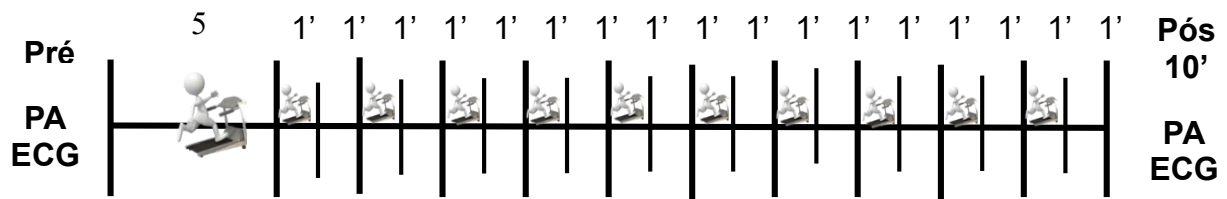


Figura 2. Exercício Intervalado de Alta Intensidade. PA: Pressão Arterial; ECG: Eletrocardiograma.

Durante o exercício físico, a frequência cardíaca foi continuamente monitorada com o frequencímetro Polar RS800CX (Polar®, Kempele, Finlândia). Adicionalmente, os participantes foram questionados quanto à percepção de esforço (BORG, 1982), bem como sobre a sensação de conforto ou mal-estar, e, caso fosse necessário, seria motivo de interrupção da intervenção a qualquer momento. O grupo controle realizou o mesmo protocolo.

4.8.4 Análise Estatística

Os dados foram tabulados no SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*, IBM®) versão 25.0 para *Windows*. A normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk (FIELD, 2009). Os dados estão apresentados como média e desvio padrão, diferença da media com intervalo de confiança (95%), valores relativos (%) e absoluto. Transformação logarítmica foi utilizada nos componentes absolutos de baixa e alta frequência da frequência cardíaca.

Para a avaliação intragrupo foi utilizado o teste-t para amostras dependentes e foi aceito valor de p menor que 0,005. Para análise entre os grupos foi usado test-t para amostras independentes para os índices autonômicos e de pressão arterial.

Resultados

5 RESULTADOS

Na tabela 2 estão apresentadas as características dos participantes elegíveis para este estudo. Nela, podemos verificar que os grupos não são diferentes quanto a idade $26 \pm 2,5$ anos e similares com relação ao sexo. Por outro lado, eles são diferentes com relação ao IMC, massa corpórea, percentual de gordura e massa magra.

Características dos Participantes

Tabela 1. Características dos participantes.

	Grupo	Grupo
	Obesos (n=11)	Eutróficos (n=11)
<i>Sociodemográfica</i>		
Idade (anos)	$26 \pm 2,5$	$25,2 \pm 3,8$
Sexo, (M/F)	6/5	7/4
<i>Antropométrica</i>		
Massa corpórea (kg)	$105,2 \pm 17,8^*$	$69,9 \pm 11,2$
Estatura (cm)	$170 \pm 7,9$	$172,7 \pm 9,3$
IMC (kg/m^2)	$36,1 \pm 4,1^*$	$23,3 \pm 1,9$
Percentual de Gordura (%)	$40,8 \pm 6,6^*$	$22,4 \pm 8,4$
Massa magra (kg)	$62,1 \pm 12,4^*$	$51,6 \pm 11,1$
<i>Hemodinâmica</i>		
Pressão arterial média (mmHg)	$86 \pm 8,43$	$85 \pm 5,90$
Frequência cardíaca (bpm)	86 ± 6	83 ± 4

Kg/m^2 : Quilograma dividido por metro ao quadrado. Dados apresentados como média e desvio padrão, valores absolutos e percentuais (%).

Avaliação da Variabilidade Cardíaca

Na tabela 2, está apresentada os valores da modulação autonômica cardíaca no domínio do tempo (SDNN e RMSSD) e no domínio da frequência (componentes de baixa frequência, alta frequência e balanço autonômico [AF/BF]).

Na avaliação intragrupo, EIAI promoveu, em obesos, redução nos índices $SDNN_{log}$ ($1,60 \pm 0,19ms$ vs. $1,42 \pm 0,33$, $p=0,045$), e $RMSSD_{log}$ ($1,63 \pm 0,20ms$ vs. $1,44 \pm 0,37ms$, $p=0,031$), e no componente de AF ($43,71 \pm 23,12un$ vs. $36,93 \pm 20,68un$, $p=0,313$). Por outro lado, aumentou os componentes de BF ($56,25 \pm 23,14un$ vs. $63,04 \pm 20,70un$, $p=0,312$) e do balanço autonômico cardíaco ($0,14 \pm 0,53$ vs. $0,29 \pm 0,45$; $p=0,304$),

De forma semelhante, no grupo eutrófico, o EIAI promoveu redução nos índices de $SDNN_{log}$ ($1,72 \pm 0,15ms$ vs. $1,48 \pm 0,20$, $p=0,007$) e $RMSSD_{log}$ ($1,76 \pm 0,17ms$ vs. $1,43 \pm 0,23ms$, $p=0,001$), e no componente de AF ($45,53 \pm 19,63un$ vs. $23,70 \pm 22,60un$, $p=0,004$), e aumento dos componentes de BF ($54,37 \pm 19,65un$ vs. $76,27 \pm 22,65un$, $p=0,006$) e no balanço autonômico cardíaco ($0,05 \pm 0,03$ vs. $0,55 \pm 0,4$; $p=0,005$).

Na avaliação entre os grupos obesos e eutróficos, quando comparamos as respostas ao EIAI para os índices $SDNN_{log}$ ($p>0,598$), $RMSSD_{log}$ ($p>0,980$) e os valores da BFun ($p>0,168$), AFun ($p>0,167$) e do balanço autonômico cardíaco (BF/AF) ($p>0,209$), eles não foram estatisticamente diferentes.

Tabela 2. Atividade autonômica cardíaca dos grupos obeso e eutrófico.

<i>Parâmetros Autonômicos Cardíacos</i>	Exercício Intervalado de Alta Intensidade		
	PRÉ	PÓS	Δ (IC 95%)
SDNN_{log}, ms			
Obesos	1,60 ± 0,19	1,42 ± 0,33*	-0,18 (-0,36 a -0,00)
Eutróficos	1,72 ± 0,15	1,48 ± 0,20*	-0,24 (-0,40 a -0,08)
RMSSD_{log}, ms			
Obesos	1,63 ± 0,20	1,44 ± 0,37*	-0,19 (-0,36 a -0,02)
Eutróficos	1,76 ± 0,17	1,43 ± 0,23*	-0,33 (-0,49 a -0,15)
BF, un			
Obesos	56,25 ± 23,14	63,04 ± 20,70	6,79 (-7,41 a 21,0)
Eutróficos	54,37 ± 19,65	76,27 ± 22,65*	21,9 (8,04 a 35,75)
AF, un			
Obesos	43,71 ± 23,12	36,93 ± 20,68	-6,78 (-20,9 a 7,45)
Eutróficos	45,53 ± 19,63	23,70 ± 22,60*	-21,83 (-35,6 a -7,96)
BF/AF_{log}			
Obesos	0,14 ± 0,53	0,29 ± 0,45	0,15 (-0,15 a 0,45)
Eutróficos	0,05 ± 0,03	0,55 ± 0,48*	0,50 (0,19 a 0,81)

SDNN: *standard deviation of the N-N interval* – desvio padrão dos intervalos cardíacos normais gravados em um intervalo de tempo, expressos em ms; RMSSD: *square root of the mean squared differences of successive N-N intervals* – raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos cardíacos normais adjacentes, em um intervalo de tempo expresso em: Baixa frequência; AF: Alta frequência; BF/AF: Balanço simpato-vagal. *P <0,05: interação intragrupo.

Avaliação da Pressão Arterial

Na tabela 4, estão apresentados os valores médios da pressão arterial sistólica, diastólica e média, nos momentos pré e após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade nos grupos de obesos e eutróficos.

Na avaliação intragrupo, quando comparamos a PAS, PAD e PAM pré e pós intervenção no grupo obesos, observamos que não houve redução significativa para nenhuma das variáveis (PAS $p=0,745$; PAD $p=0,141$; PAM $p=0,474$).

No grupo Eutrófico, houve redução significativa da PAS, PAD e PAM quando comparados pré versus pós sessão de exercício intervalado de alta intensidade (PAS $p=0,007$; PAD $p=0,001$; PAM $p=0,002$).

Na avaliação entre os grupos obesos e eutróficos, quando comparamos as respostas ao EIAI para os valores de PAS ($p=0,003$), PAM ($p=0,019$), foram encontradas diferenças significativas, mas os valores da PAD ($p=0,101$) não foram estatisticamente diferentes.

Tabela 3. Valores de pressão arterial 10min antes e após a sessão de exercício.

Pressão Arterial, mmHg	Exercício Intervalado de Alta Intensidade		
	PRÉ	PÓS	Δ (IC 95%)
PAS			
Obesos	131 $\pm$ 12,7	130 $\pm$ 11,27	-1 (-4,63 a 6,27)
Eutróficos	127 $\pm$ 7,9	116 $\pm$ 8,7*	-11 (-17,7 a -3,57)†
PAD			
Obesos	64 $\pm$ 7,1	61 $\pm$ 5,43	-3 (-7,18 a 1,18)
Eutróficos	64 $\pm$ 5,2	56 $\pm$ 6,5*	-8 (-10,1 a -4,81)
PAM			
Obesos	86 $\pm$ 8,43	84 $\pm$ 6,48	-2 (-5,81 a 2,90)
Eutróficos	85 $\pm$ 5,9	77 $\pm$ 7,21*	-8 (-13,2 a -4,02)†

PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão Arterial diastólica; Δ : delta obtido pelas diferenças entre sessão pós EIAI vs. sessão pré EIAI. Dados são apresentados em valores de média, desvio-padrão, diferença entre médias e intervalo de confiança (95%). *P < 0,05: interação intragrupo. † P < 0,05: alteração entre os grupos.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade sobre o controle autonômico cardíaco em indivíduos com obesidade em comparação aos indivíduos eutróficos. Com os resultados desse estudo, pode-se concluir que: a) os dois grupos tiveram reduções semelhantes nos índices autonômicos cardíacos SDNN, RMSSD e AF e b) ambos os grupos apresentaram aumento na BF e balanço autonômico cardíaco BF/AF; c) quando se fez a comparação entre os dois grupos, observou-se que não houve diferença significativas nos parâmetros autonômicos avaliados; d) A pressão arterial no grupo obeso não modificou de forma significativa em relação a pré intervenção, opostamente, observou-se redução significativa nas PAS, PAD e PAM no grupo eutróficos, e e) na avaliação intragrupo, PAS e PAM foram significativamente menores no grupo eutrófico.

Em nosso estudo, verificamos um aumento da atividade simpática, do balanço autonômico com diminuição da atividade parassimpática após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade em ambos os grupos, esse fato corrobora com o estudo de Andrade *et al.* (2020), que demonstrou alterações similares ao nosso estudo em uma única sessão de EIAI; eles encontraram redução da atividade vagal e aumento da atividade simpática, confirmado por aumento no índice de BF e redução na AF, assim como aumento no balanço autonômico através da razão BF/AF, sugerindo uma desregulação do SNA.

Aditivamente, Panissa *et al.* 2016, em um estudo avaliando a VFC no domínio do tempo, demonstraram que uma sessão de EIAI reduziu o intervalo R-R, bem como o índice RMSSD (componente parassimpático), mostrando redução dessa variabilidade. Essa redução vagal também foi encontrada em nosso estudo.

Dessa forma, para explicar o nosso achado, dois pontos parecem ser relevantes: 1) no exercício de alta intensidade, a solicitação fisiológica parece ser maior do que em outras modalidades de exercício, principalmente quando atinge o segundo limiar ventilatório (LV2) ou mais, com isso, ocorre um maior atraso na recuperação do sistema nervoso autonômico, enquanto que em intensidade abaixo do primeiro limiar ventilatório (LV1) esse retorno do SNA ao nível basal foi rápido. Dessa forma, eles concluíram que o LV1 é uma marca limite para a rápida recuperação do SNA, enquanto exercícios acima do LV1 ocasionam atraso, assim, fatores como intensidade e duração do exercício são determinantes (SEIGER;

HAUGEN; KUFFEL, 2007). 2) Mourot *et al.* (2004) notaram que o sistema nervoso parassimpático estava mais deprimido na primeira hora após o exercício intervalado quando comparado ao contínuo, e sugeriram que a alternância entre a baixa e alta intensidade promove uma maior ativação simpática, e que também deve ser uma resposta da queda na pressão arterial, devido à recomposição do barorreceptor arterial. Em nossa pesquisa, o registro do sinal eletrocardiográfico foi realizado imediatamente após a sessão de exercício intervalado de alta intensidade.

Na comparação entre os grupos, as respostas autonômicas ao EIAI são semelhantes tanto em obesos quanto eutróficos, o que de certa forma corrobora com os achados intragrupo em que modificaram de forma semelhante os valores dos índices autonômicos cardíacos.

Mesmo com disfunções advindas da obesidade, o EIAI pode trazer os mesmos benefícios para indivíduos com obesidade, uma vez que as repercussões no sistema nervoso autonômico são semelhantes aos dos eutróficos. No estudo de Kiviniemi *et al.* (2014), ao analisarem 26 homens de meia-idade, saudáveis e sedentários separados em dois grupos, submetidos a exercício intervalado de alta intensidade e aeróbio contínuo moderado em ciclo ergômetro, verificaram um aumento significativo na atividade parassimpática e aumento no intervalo R-R no treinamento intervalado de alta intensidade no período de 2 semanas de intervenção, mas não apresentou os mesmos resultados de forma aguda, quando comparado apenas uma sessão de EIAI x aeróbio moderado contínuo, e atribuem isso ao fato de um período de treinamento mais longo melhorar a capacidade aeróbia, influenciando diretamente na recuperação autonômica.

Cabral *et al.* (2016) submeteram 14 voluntários adultos jovens sedentários a dois protocolos, aeróbio moderado contínuo e EIAI, e, ao avaliarem as respostas autonômicas, encontraram que ambos os métodos de treinamento promovem melhorias no sistema nervoso autonômico, mas acharam também que o EIAI retarda a recuperação autonômica vagal através do índice RMSSD que não se recuperou após a primeira hora após o exercício.

Diversos estudos têm mostrado que uma única sessão de exercício pode promover hipotensão pós exercício (HPE) (FORJAZ *et al.*, 2004; TAYLOR-TOLBERT *et al.*, 2000; WALLACE *et al.*, 1999). PIMENTA *et al.* (2019) demonstraram reduções significativas nos valores da PA após uma sessão de EIAI na população obesa, trazendo melhorias para o sistema autonômico e reduzindo o índice de mortalidade

nessa população. Tjonna *et al.* (2011), ao realizarem uma única sessão de EIAI com indivíduos sedentários e com síndrome metabólica, com o protocolo diferente do nosso, 3 a 4 esforços a 90-95% da FC máxima por intervalo ativo a 70% da FC máxima, encontraram reduções na pressão arterial sistólica e diastólica, e esse efeito permaneceu por 72h, e atribuíram essa redução ao alto valor da PA basal e às morbidades encontradas em pacientes com obesidade. No nosso estudo, quando se fez a comparação intragrupo, a redução da pressão arterial não foi estatisticamente significativa no grupo obesos. Na comparação entre grupos, a redução da pressão arterial sistólica e média foi significativamente maior em eutróficos.

Em eutróficos, estudos têm mostrado que o EIAI reduz os níveis de pressão arterial a partir do aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico, um poderoso vasodilatador e ativador parassimpático (CIOLAC *et al.*, 2009). Molmem-Hansen *et al.* (2011) mostraram reduções na PAS de 12mmHg e na PAD de 8mmHg nessa população após exercício em alta intensidade comparado ao moderado, assim como Tjonna *et al.* (2008) mostraram redução na pressão arterial sistólica, os quais são corroborados por este trabalho, em que uma sessão de EIAI promoveu redução na PAS, PAD e PAM, -11mmHg, -8mmHg e -8mmHg respectivamente. Aditivamente, Dantas *et al.* (2017), ao submeterem 21 homens normotensos a uma sessão de EIAI com protocolo de 10 esforços em esteira a 90% da FC máxima seguida de intervalos de descanso passivo de 1 minuto, encontraram reduções na pressão arterial sistólica (4 ± 4 mmHg) e diastólica (2 ± 4 mmHg).

Em estudo realizado por Morales *et al.* (2017), 14 indivíduos com obesidade de meia idade com síndrome metabólica, divididos em dois grupos, hipertensos e normotensos, e submetidos a uma sessão de EIAI, foram analisados sob o protocolo de 5 esforços de 4 minutos a 90% da FC máxima por intervalo ativo de 3 minutos a 70% da FC máxima, reduções de pressão arterial sistólica foram encontradas em ambos, hipertensos (134 ± 7 a 114 ± 1) e normotensos (114 ± 4 a 107 ± 3), já a PAD apresentou redução significativa apenas no grupo de hipertensos. Uma provável explicação para não termos observado redução significativa da pressão arterial no grupo de obesos é em função de o protocolo utilizado nesse estudo ter sido diferente do nosso, com o dobro de tempo sob alta intensidade quando comparado ao que aplicamos (20min x 10min) e sem intervalo passivo, enquanto nós utilizamos 10 intervalos de 1 minuto sem esforço, além de terem aferido a PA 45 minutos após o EIAI, enquanto nós aferimos após 10 minutos. Outros fatores também podem estar

envolvidos, como valores de pressão arterial estar dentro da faixa de normalidade, o que não justificaria a resposta do grupo eutróficos. Entretanto, a obesidade é uma doença complexa que traz consigo outros fatores clínicos e pré-clínicos não observados ou não avaliados nesse estudo, como o estresse oxidativo aumentado, a função endotelial diminuída que pode ser avaliada por drogas vasoativas, ou mesmo por manobras simpatoexcitatória, como o exercício de preensão manual ou o estresse mental via pletismografia de oclusão venosa. Nós acreditamos que esses, entre outros fatores, podem ter restringidos a redução da pressão arterial.

Ademais, sugerimos que pesquisas futuras serão necessárias para abordar os efeitos do EIAI a longo prazo no controle autonômico cardíaco. Nesses novos estudos, é interessante adicionar consumo máximo de oxigênio, se a gordura é visceral ou abdominal, pois poderemos fazer associação dos achados com estas variáveis e trazer respostas importantes sobre a influência do EIAI no sistema nervoso autonômico.

Conclusão

CONCLUSÃO

Indivíduos com obesidade, ao realizarem uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade, apresentaram respostas da variabilidade da frequência cardíaca semelhantes em comparação àquelas observadas nos indivíduos eutróficos.

Referências

REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 10. Edição. Rio de Janeiro: Guanabara, 2018.
- ANDRADE, David C. et al. Acute effects of high-intensity interval training session and endurance exercise on pulmonary function and cardiorespiratory coupling. **Physiological Reports**, v. 8, n. 15, p. e14455, 2020.
- ANDREATO, L. V. et al. The influence of high-intensity interval training on anthropometric variables of adults with overweight or obesity: a systematic review and network meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 20, n. 1, p. 142-155, 2019.
- BABRAJ JA, VOLLAARD NB, KEAST C, GUPPY FM, COTTRELL G, TIMMONS JÁ. Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. **BMC Endocr Disord**, v. 9, n. 3, 2009.
- BARRETO, Sandhi Maria et al. Análise da estratégia global para alimentação, atividade física e saúde, da Organização Mundial da Saúde. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 14, n. 1, p. 41-68, 2005.
- BATACAN, Romeo B. et al. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. **British journal of sports medicine**, v. 51, n. 6, p. 494-503, 2017.
- BESNIER, Florent et al. Exercise training-induced modification in autonomic nervous system: An update for cardiac patients. **Annals of physical and rehabilitation medicine**, v. 60, n. 1, p. 27-35, 2016.
- BOUTCHER, Stephen H. High-intensity intermittent exercise and fat loss. **Journal of obesity**, v. 2011, 2011.
- CABRAL-SANTOS, Carolina et al. Similar anti-inflammatory acute responses from moderate-intensity continuous and high-intensity intermittent exercise. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 14, n. 4, p. 849, 2015.
- CABRAL-SANTOS, C. et al. Impact of high-intensity intermittent and moderate-intensity continuous exercise on autonomic modulation in young men. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 06, p. 431-435, 2016.
- CATERSON, Ian D. et al. Prevention Conference VII: Obesity, a worldwide epidemic related to heart disease and stroke: Group III: worldwide comorbidities of obesity. **Circulation**, v. 110, n. 18, p. e476-e483, 2004.
- CIOLAC, Emmanuel G. et al. Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients. **International journal of cardiology**, v. 133, n. 3, p. 381-387, 2009.
- CIOLAC, Emmanuel G. et al. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of

young normotensive women at high familial risk for hypertension. **Hypertension Research**, v. 33, n. 8, p. 836-843, 2010.

COSTA, João et al. Effects of weight changes in the autonomic nervous system: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition**, v. 38, n. 1, p. 110-126, 2019.

DANTAS, Teresa CB et al. A single session of low-volume high-intensity interval exercise reduces ambulatory blood pressure in normotensive men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 8, p. 2263-2269, 2017.

DA SILVA ROSSATO, Juliane et al. Role of alpha-and beta-adrenoreceptors in rat monocyte/macrophage function at rest and acute exercise. **Journal of physiology and biochemistry**, v. 70, n. 2, p. 363-374, 2014.

DE SOUSA, Arilson FM et al. Improvements in attention and cardiac autonomic modulation after a 2-weeks sprint interval training program: a fidelity approach. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 241, 2018.

DONNELLY, Joseph E. et al. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 2, p. 459-471, 2009.

DORNELES, Gilson P. et al. High intensity interval exercise decreases IL-8 and enhances the immunomodulatory cytokine interleukin-10 in lean and overweight–obese individuals. **Cytokine**, v. 77, p. 1-9, 2016.

FEBER, Janusz et al. Autonomic nervous system dysregulation in pediatric hypertension. **Current hypertension reports**, v. 16, n. 5, p. 426, 2014.

FERNANDES, Tiago et al. Aerobic exercise training–induced left ventricular hypertrophy involves regulatory MicroRNAs, decreased angiotensin-converting enzyme-angiotensin II, and synergistic regulation of angiotensin-converting enzyme 2-angiotensin (1-7). **Hypertension**, v. 58, n. 2, p. 182-189, 2011.

FIDAN-YAYLALI, Güzin et al. The association between central adiposity and autonomic dysfunction in obesity. **Medical Principles and Practice**, v. 25, n. 5, p. 442-448, 2016.

FLEGAL, Katherine M. et al. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. **Jama**, v. 309, n. 1, p. 71-82, 2013.

FRAYLING, Timothy M. et al. A common variant in the FTO gene is associated with body mass index and predisposes to childhood and adult obesity. **Science**, v. 316, n. 5826, p. 889-894, 2007.

GRASSI, Guido et al. Sympathetic activation in obese normotensive subjects. **Hypertension**, v. 25, n. 4, p. 560-563, 1995.

GREGG, Edward W. et al. Secular trends in cardiovascular disease risk factors according to body mass index in US adults. **Jama**, v. 293, n. 15, p. 1868-1874, 2005.

HALL, John E. The kidney, hypertension, and obesity. **Hypertension**, v. 41, n. 3, p. 625-633, 2003.

HALL, John E. et al. Impact of the obesity epidemic on hypertension and renal disease. **Current hypertension reports**, v. 5, n. 5, p. 386-392, 2003.

HALL, John E. et al. Obesity-induced hypertension: role of sympathetic nervous system, leptin, and melanocortins. **Journal of Biological Chemistry**, v. 285, n. 23, p. 17271-17276, 2010.

HAN J, LAWLOR D, KIMM S. Childhood obesity. **Lancet**, v.375, n.9727, p.1737–48, 2010.

HASKELL, William L. et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1081, 2007.

HEYDARI, Mehrdad; BOUTCHER, Yati N.; BOUTCHER, Stephen H. High-intensity intermittent exercise and cardiovascular and autonomic function. **Clinical autonomic research**, v. 23, n. 1, p. 57-65, 2013.

HIRSCH, JULES et al. Heart rate variability as a measure of autonomic function during weight change in humans. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 261, n. 6, p. R1418-R1423, 1991..

IZADI, Mohammad Reza et al. High-intensity interval training lowers blood pressure and improves apelin and NOx plasma levels in older treated hypertensive individuals. **Journal of physiology and biochemistry**, v. 74, n. 1, p. 47-55, 2018.

JUNG, Un Ju; CHOI, Myung-Sook. Obesity and its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. **International journal of molecular sciences**, v. 15, n. 4, p. 6184-6223, 2014.

LAUGHLIN, M. Harold; NEWCOMER, Sean C.; BENDER, Shawn B. Importance of hemodynamic forces as signals for exercise-induced changes in endothelial cell phenotype. **Journal of Applied Physiology**, v. 104, n. 3, p. 588-600, 2008.

KARASON, Kristjan et al. Heart rate variability in obesity and the effect of weight loss. **The American journal of cardiology**, v. 83, n. 8, p. 1242-1247, 1999.

KELLEY, George A.; KELLEY, Kristi S. Effects of exercise in the treatment of overweight and obese children and adolescents: a systematic review of meta-analyses. **Journal of obesity**, v. 2013, 2013.

KIVINIEMI, Antti M. et al. Cardiac autonomic function and high-intensity interval training in middle-age men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 46, n. 10, p. 1960-1967, 2014.

KRAUSE, Mauricio et al. The effects of aerobic exercise training at two different intensities in obesity and type 2 diabetes: implications for oxidative stress, low-grade inflammation and nitric oxide production. **European journal of applied physiology**, v. 114, n. 2, p. 251-260, 2014.

LAMONTE, Michael J.; BLAIR, Steven N. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and adiposity: contributions to disease risk. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 9, n. 5, p. 540-546, 2006.

LAURSEN, Paul B.; JENKINS, David G. The scientific basis for high-intensity interval training. **Sports medicine**, v. 32, n. 1, p. 53-73, 2002.

LICHT, Carmilla MM et al. Increased sympathetic and decreased parasympathetic activity rather than changes in hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity is associated with metabolic abnormalities. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 95, n. 5, p. 2458-2466, 2010.

MANCIA, Giuseppe et al. The sympathetic nervous system and the metabolic syndrome. **Journal of hypertension**, v. 25, n. 5, p. 909-920, 2007.

MITCHELL, Jonathan A. et al. Sedentary behavior and obesity in a large cohort of children. **Obesity**, v. 17, n. 8, p. 1596-1602, 2009.

MOLMEN-HANSEN, Harald Edvard et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. **European journal of preventive cardiology**, v. 19, n. 2, p. 151-160, 2012.

MORALES PALOMO, Felix Alberto et al. Acute hypotension after high-intensity interval exercise in metabolic syndrome patients. 2017.

MOUROT, Laurent et al. Short-and long-term effects of a single bout of exercise on heart rate variability: comparison between constant and interval training exercises. **European journal of applied physiology**, v. 92, n. 4, p. 508-517, 2004.

MUNK, Peter S.; BUTT, Noreen; LARSEN, Alf I. High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris. **International journal of cardiology**, v. 145, n. 2, p. 312-314, 2010.

NOGUEIRAS, Ruben et al. Direct control of peripheral lipid deposition by CNS GLP-1 receptor signaling is mediated by the sympathetic nervous system and blunted in diet-induced obesity. **Journal of Neuroscience**, v. 29, n. 18, p. 5916-5925, 2009.

NORTON, Kevin; NORTON, Lynda; SADGROVE, Daryl. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. **Journal of science and medicine in sport**, v. 13, n. 5, p. 496-502, 2010.

PANISSA, Valéria LG et al. High-intensity intermittent exercise and its effects on heart rate variability and subsequent strength performance. **Frontiers in physiology**, v. 7, p. 81, 2016.

PIMENTA, Flávia C. et al. High-intensity interval exercise promotes post-exercise hypotension of greater magnitude compared to moderate-intensity continuous exercise. **European journal of applied physiology**, v. 119, n. 5, p. 1235-1243, 2019.

PRABHAKAR, Nanduri R. et al. Intermittent hypoxia: cell to system. **American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology**, v. 281, n. 3, p. L524-L528, 2001

RAMOS, Joyce S. et al. High-intensity interval training and cardiac autonomic control in individuals with metabolic syndrome: a randomised trial. **International journal of cardiology**, v. 245, p. 245-252, 2017.

RAMOS, Joyce S. et al. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. **Sports medicine**, v. 45, n. 5, p. 679-692, 2015.

RODRÍGUEZ-COLÓN, Sol M. et al. Obesity is associated with impaired cardiac autonomic modulation in children. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 6, n. 2, p. 128-134, 2011.

SCHLAICH, Markus P. et al. European Society of Hypertension Working Group on Obesity Obesity-induced hypertension and target organ damage: current knowledge and future directions. **Journal of hypertension**, v. 27, n. 2, p. 207-211, 2009.

SCHIPPER, Henk S. et al. Adipose tissue-resident immune cells: key players in immunometabolism. **Trends in Endocrinology & Metabolism**, v. 23, n. 8, p. 407-415, 2012.

SCHJERVE, Inga E. et al. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clinical science*, v. 115, n. 9, p. 283-293, 2008.

SERAVALLE G, GRASSI G. Sympathetic Nervous System, Hypertension, Obesity and Metabolic Syndrome. **High Blood Press Cardiovasc Prev**. v.23, n. 3, p.175-9, 2016.

SKRAPARI, Ioanna et al. Baroreflex sensitivity in obesity: relationship with cardiac autonomic nervous system activity. *Obesity*, v. 15, n. 7, p. 1685-1693, 2007.

SLOTH, Martin et al. Effects of sprint interval training on VO 2max and aerobic exercise performance: a systematic review and meta-analysis. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 23, n. 6, p. e341-e352, 2013.

STARKOFF, Brooke E. et al. Estimated aerobic capacity changes in adolescents with obesity following high intensity interval exercise. **International Journal of Kinesiology and Sports Science**, v. 2, n. 3, p. 1-8, 2014.

STRAZNICKY, Nora E.; LAMBERT, Gavin W.; LAMBERT, Elisabeth A. Neuroadrenergic dysfunction in obesity: an overview of the effects of weight loss. **Current opinion in lipidology**, v. 21, n. 1, p. 21-30, 2010.

SZTAJZEL, J. et al. Impact of body fat mass extent on cardiac autonomic alterations in women. **European journal of clinical investigation**, v. 39, n. 8, p. 649-656, 2009.

SWIFT, Damon L. et al. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. **Progress in cardiovascular diseases**, v. 56, n. 4, p. 441-447, 2014.

TENTOLOURIS, Nicholas; ARGYRAKOPOULOU, Georgia; KATSILAMBROS, Nicholas. Perturbed autonomic nervous system function in metabolic syndrome. **Neuromolecular medicine**, v. 10, n. 3, p. 169-178, 2008

TERADA, Tasuku et al. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. **Diabetes research and clinical practice**, v. 99, n. 2, p. 120-129, 2013.

TJØNNA, Arnt E. et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. **Clinical science**, v. 116, n. 4, p. 317-326, 2009.

TJONNA AE, LEE SJ, ROGNMO O, ET AL. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. **Circulation**. v118, p. 4, 346–54, 2008

TJØNNA, Arnt E. et al. Time course of endothelial adaptation after acute and chronic exercise in patients with metabolic syndrome. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 9, p. 2552-2558, 2011.

TRILK, Jennifer L. et al. Effect of sprint interval training on circulatory function during exercise in sedentary, overweight/obese women. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 8, p. 1591-1597, 2011.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

VAZ, Mario et al. Regional sympathetic nervous activity and oxygen consumption in obese normotensive human subjects. **Circulation**, v. 96, n. 10, p. 3423-3429, 1997.

VOULGARI, Christina et al. Exercise improves cardiac autonomic function in obesity and diabetes. **Metabolism**, v. 62, n. 5, p. 609-621, 2013.

VRIJKOTTE, Tanja GM et al. Cardiac autonomic nervous system activation and metabolic profile in young children: the ABCD study. **PLoS One**, v. 10, n. 9, p. e0138302, 2015.

WAGNER, Nana-Maria et al. Circulating regulatory T cells are reduced in obesity and may identify subjects at increased metabolic and cardiovascular risk. **Obesity**, v. 21, n. 3, p. 461-468, 2013.

WALLMAN, Karen et al. The effects of two modes of exercise on aerobic fitness and fat mass in an overweight population. **Research in Sports Medicine**, v. 17, n. 3, p. 156-170, 2009.

WESTON, Kassia S.; WISLØFF, Ulrik; COOMBES, Jeff S. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 16, p. 1227-1234, 2014.

WHYTE, Laura J.; GILL, Jason MR; CATHCART, Andrew J. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. **Metabolism**, v. 59, n. 10, p. 1421-1428, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global endemic. WHO Technical Report. n. 894, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks. World Health Organization: Geneva, 2009

YOUNG, James B.; MACDONALD, I. A. Sympathoadrenal activity in human obesity: heterogeneity of findings since 1980. **International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 16, n. 12, p. 959, 1992.

YUMUK, Volkan et al. European guidelines for obesity management in adults. **Obesity facts**, v. 8, n. 6, p. 402-424, 2015.

ZHU, Ling et al. Study on autonomic dysfunction and metabolic syndrome in Chinese patients. **Journal of diabetes investigation**, v. 7, n. 6, p. 901-907, 2016.