
EDUCAÇÃO FÍSICA

NATALIA DE SOUSA SILVEIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE
ALTA INTENSIDADE VS. TREINAMENTO
AERÓBIO CONTÍNUO, EM CONDIÇÕES DE
VOLUMES EQUIPARÁVEIS, SOBRE A FUNÇÃO
AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOVENS
SEDENTÁRIOS.**



Rio Claro - SP
2022

NATALIA DE SOUSA SILVEIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE
VS. TREINAMENTO AERÓBIO CONTÍNUO, EM CONDIÇÕES DE
VOLUMES EQUIPARÁVEIS, SOBRE A FUNÇÃO AUTONÔMICA
CARDÍACA DE JOVENS SEDENTÁRIOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em
Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Alex Castro

Supervisor: Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo

Rio Claro - SP
2022

S587e Silveira, Natalia de Sousa

Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade vs. treinamento aeróbio contínuo, em condições de volumes equiparáveis, sobre a função autonômica cardíaca de jovens sedentários. / Natalia de Sousa Silveira. -- Rio Claro, 2022

21 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Alex Castro

Coorientador: Adalgiso Coscrato Cardozo

1. Treinamento aeróbio. 2. Modulação autonômica cardíaca. 3. Sedentarismo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

NATALIA DE SOUSA SILVEIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE VS. TREINAMENTO AERÓBIO CONTÍNUO, EM
CONDIÇÕES DE VOLUMES EQUIPARÁVEIS, SOBRE A
FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE JOVENS
SEDENTÁRIOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio
Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de
Bacharela em Educação Física.

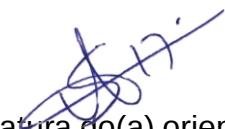
BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Prof. Dr. Alex Castro

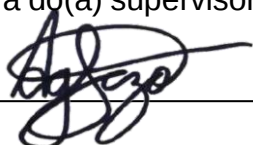
Supervisor: Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo

Aprovado em: 24 de janeiro de 2022


Assinatura do discente


Assinatura do(a) orientador(a)

Assinatura do(a) supervisor(a)



AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família, em especial meus pais e irmãos que sempre me apoiaram e sonharam junto comigo estar na universidade pública, mas gostaria de fazer um agradecimento mais especial ainda a minha mãe, que foi e é meu alicerce de todos os dias, agradeço imensamente todos os conselhos, as broncas, as risadas, todo carinho e amor que só ela tem, hoje estou aqui por mim, mas tudo começou graças a ela. Agradeço ao meu pai também, que sonhou comigo, foi ele que veio ao primeiro dia e segurou na minha mão quando o nervosismo bateu, obrigada pai por ser presente e por ter vivido tudo isso comigo.

Gostaria de agradecer também com imenso carinho a UNESP, pela formação gratuita e pública que tive o privilégio de viver nesses quatro anos. Graças a ela, tive a oportunidade de conhecer pessoas maravilhosas que me agregaram muita experiência e crescimento pessoal e profissional.

Agradeço também a UNICAMP pela oportunidade de conhecer ao laboratório de fisiologia do exercício onde a pesquisa foi desenvolvida e a Prof^a Mara Patrícia Chacon-Mikahil pela parceria e oportunidade que me deu ao concordar em disponibilizar os dados para a realização de todo esse trabalho, meu muito obrigada.

Agradeço também todos os meus amigos que estiveram comigo nesse tempo e compreenderam a distância e ficaram felizes com as minhas vitórias nesses anos. Um agradecimento especial para minhas amigas e irmãs: Ana Luisa, que desde a infância esteve comigo, sonhando juntas em viver a universidade no mesmo campus. A minha amiga Isabella Gomes, que esteve comigo desde o primeiro dia de aula até os dias de hoje, minha dupla, amiga e irmã que sempre me aconselhou e esteve ao meu lado nesses anos. A Bruna Feitosa que foi a melhor veterana e companheira de quarto que eu poderia ter, a Maira Teodoro que apesar de pouco tempo na minha vida, me acolheu imensamente e está sempre comigo, Bruna Alexia, que entrou na minha vida a pouco tempo também, mas que vem me ajudando diariamente ainda mais agora nessa reta final do TCC e ao meu amigo João Vitor Dutra que também me acompanhou nessa reta final e me deu todo suporte emocional.

Não poderia deixar de agradecer a ele, meu orientador Prof. Dr. Alex Castro, pela oportunidade e por todo aprendizado acadêmico e pessoal. Agradeço toda paciência, conversa, conselho, momentos de descontração e principalmente por ter acreditado em mim. Agradeço imensamente a confiança e de me fazer crescer a cada

dia. Desta forma, agradeço por me fazer acreditar que a ciência é realmente linda e que apesar das dificuldades que encontramos ao decidir seguir esse caminho, saber que o nosso trabalho posteriormente irá agregar a vida academia ou até profissional de outras pessoas faz tudo valer a pena. Meu imenso obrigada.

Agradeço também ao Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo por contribuir e supervisionar o meu trabalho.

Não menos importante, gostaria de agradecer ao Silas que também me auxiliou e contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento profissional.

Por fim quero agradecer aos meus companheiros de trabalho que contribuem diariamente para o meu crescimento profissional.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1. Variabilidade da frequência cardíaca	8
2.2. Métodos Lineares da VFC.....	8
2.3. Aplicabilidade clínica da VFC.....	9
2.4. Treinamento aeróbio	10
3. JUSTIFICATIVA.....	10
4. HIPÓTESE.....	11
5. OBJETIVO	11
6. MÉTODOS.....	11
6.1. Participantes	11
6.2. Desenho experimental	12
6.3. Teste de esforço máximo	12
6.4. Avaliação autonômica	13
6.5. Protocolo de treinamento.....	14
6.6. Análise Estatística.....	14
7. RESULTADOS	15
7.1. Características da amostra	15
TABELA 1: Característica da amostra	15
7.2. Composição corporal	15
7.3. Controle autonômico cardíaco - domínio do tempo.....	16
FIGURA 1: Gráficos variáveis domínio do tempo	16
7.4. Controle autonômico cardíaco - domínio da frequência	17
FIGURA 2: Gráficos das variáveis domínio da frequência.	17
8. DISCUSSÃO.....	17
9. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

RESUMO

Atualmente, a inatividade física consiste em um dos principais fatores de risco associados a ocorrência de mortes por doenças cardiovasculares. Adicionalmente, disfunções autonômicas cardíacas têm sido observadas em indivíduos com baixos níveis de atividade física habitual, desempenhando um papel importante na ocorrência de doenças cardiovasculares. Neste sentido, o monitoramento da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem sido utilizado como um método avaliativo simples e não invasivo para acessar alterações promovidas no sistema nervoso autonômico cardíaco, sendo o aumento da VFC indicativo de aumento do tônus vagal e melhora da função autonômica. Estudos recentes apontam para o treinamento aeróbio, principalmente de alta intensidade, como uma estratégia para promover aumento na modulação parassimpática. O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) tem sido sugerido como um método alternativo para promover melhora na função autonômica cardíaca em magnitude similar, ou ainda superior, ao tradicional treinamento aeróbio contínuo (TAC). Entretanto, a falta de controle apropriado dos volumes de treinamento entre protocolos em estudos prévios dificulta a real compreensão da manipulação da intensidade de exercício sobre a função autonômica cardíaca. O objetivo deste estudo foi testar a eficácia do treinamento HIIT, comparado a um mesmo volume de TAC, sobre a função autonômica cardíaca de indivíduos jovens, saudáveis e fisicamente inativos. Participaram deste estudo 69 homens sedentários e saudáveis, com idades entre 18 e 31 anos, que foram alocados de forma randômica nos grupos TAC, HIIT e Controle (CO). Os participantes foram previamente submetidos a realização de teste de esforço máximo e avaliação autonômica. Após, o grupo CO passou 8 semanas sem se exercitar e os grupos TAC e HIIT passaram por 8 semanas de intervenção. Avaliações autonômica, cardiorrespiratória e de composição corporal foram realizadas Pré e Pós 8 semanas de intervenção. A VFC foi analisada através do domínio tempo e frequência. Comparações entre e intra- grupos foram realizadas por Equações de Estimativa Generalizada (GEE), adotando-se nível de significância (α) de 5% ($P < 0,05$). Para a análise no domínio da frequência, apenas a variável LF Power (n.u) apresentou interação grupo*momento obtendo redução do momento Pré para o momento Pós (14,63%) e aumentou no momento Pós do grupo HIIT quando comprado ao grupo CO (33,7%). Já no domínio do tempo observamos valores significativos apenas em momento, houve aumento no momento Pós em relação ao Pré na variável RMSSD (13,31%, $P = 0,059$), já na frequência cardíaca de repouso (MeanHR), houve redução no momento Pós quando comparado ao Pré (4,05%, $P = 0,001$) por fim, a média dos intervalos iRR (MeanRR) apresentou aumento no momento Pós em relação ao momento Pré (4,56%, $P < 0,001$). Para a composição corporal foi notado que o grupo HIIT apresentou redução significativa no percentual de gordura corporal no momento Pós treinamento (-1,89%, $P = 0,001$) sem alterações para os grupos TAC e CO. Em conclusão, para homens jovens e sedentários o HIIT se mostrou uma alternativa mais eficaz que o TAC para promover melhora na modulação autonômica cardíaca, que foi acompanhada durante o estudo.

Palavras-chave: Treinamento aeróbio. Modulação autonômica cardíaca. Sedentarismo.

ABSTRACT

Currently, physical inactivity is one of the main risk factors associated with the occurrence of deaths from cardiovascular diseases. Additionally, cardiac autonomic dysfunctions have been observed in individuals with low levels of habitual physical activity, playing an important role in the occurrence of cardiovascular diseases. In this sense, the monitoring of heart rate variability (HRV) has been used as a simple and non-invasive evaluation method to assess changes promoted in the cardiac autonomic nervous system, with the increase in HRV indicative of increased vagal tone and improvement of autonomic function. . Recent studies point to aerobic training, mainly of high intensity, as a strategy to promote an increase in parasympathetic modulation. High-intensity interval training (HIIT) has been suggested as an alternative method to promote improvement in cardiac autonomic function in a magnitude similar to, or even greater than, traditional continuous aerobic training (CAT). However, the lack of proper control of training volumes between protocols in previous studies makes it difficult to truly understand the manipulation of exercise intensity on cardiac autonomic function. The aim of this study was to test the effectiveness of HIIT training, compared to the same volume of CAT, on cardiac autonomic function in young, healthy and physically inactive individuals. The study included 69 healthy, sedentary men, aged between 18 and 31 years, who were randomly allocated to the TAC, HIIT and Control (CO) groups. The participants were previously submitted to a maximal effort test and autonomic assessment. Afterwards, the CO group spent 8 weeks without exercising and the TAC and HIIT groups underwent 8 weeks of intervention. Autonomic, cardiorespiratory and body composition assessments were performed before and after 8 weeks of intervention. HRV was analyzed through the time and frequency domain. Comparisons between and within groups were performed using Generalized Estimating Equations (GEE), adopting a significance level (α) of 5% ($P < 0.05$). For the analysis in the frequency domain, only the LF Power variable (ν) showed group*moment interaction, obtaining a reduction from the Pre to the Post moment (14.63%) and increased in the Post moment of the HIIT group when compared to the CO group (33.7%). In the time domain, however, we observed significant values only at moment, there was an increase in the Post moment in relation to Pre in the RMSSD variable (13.31%, $P = 0.059$), in the resting heart rate (MeanHR), there was a reduction in the Post moment. when compared to Pre (4.05%, $P = 0.001$) finally, the average of the iRR intervals (MeanRR) showed an increase in the Post moment in relation to the Pre moment (4.56% , $P < 0.001$). For body composition, it was noted that the HIIT group showed a significant reduction in body fat percentage at the post-training moment (-1.89%, $P = 0.001$) with no changes for the TAC and CO groups. In conclusion, for young and sedentary men, HIIT proved to be a more effective alternative than TAC to promote improvement in cardiac autonomic modulation, which was monitored during the study.

Keywords: Aerobic training. Cardiac autonomic modulation. Sedentary lifestyle.

1. INTRODUÇÃO

A inatividade física é uma das principais causas de mortes recorrentes relacionadas a doenças cardiovasculares e morte prematura, além de ser o quarto principal fator de risco para a mortalidade global (OMS). Para amenizar o número de mortes ou surgimento e agravamento de doenças crônicas pelo sedentarismo, diretrizes internacionais recomendam a prática regular de pelo menos 150 minutos de exercício aeróbio em intensidade moderada ou 75 minutos em intensidade vigorosa por semana, o que contribui para a manutenção e promoção da saúde (GARBER *et al.*, 2011; RIEBE *et al.*, 2018). Entre diversos fatores, estes benefícios podem ser atribuídos a adaptações cardiovasculares, que podem ser acessadas através do monitoramento da função autonômica cardíaca (RIEBE *et al.*, 2018).

Neste sentido, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem sido considerada um método simples e não invasivo para acessar o sistema nervoso autonômico cardíaco. A VFC retrata as oscilações entre batimentos cardíacos consecutivos, conhecidos como intervalos R-R, possibilitando aferir variações na frequência cardíaca instantaneamente (CARLOS *et al.*, 2009). Dentro de um padrão de normalidade, a VFC indica a habilidade do coração para se adaptar a diversos estímulos, tais como: respiração, exercícios físicos, estresse mental, alterações hemodinâmicas e metabólicas, sono e também compensar as desordens causadas por doenças. Com isso, uma alta variabilidade está relacionada ao aumento do tônus vagal e a função autonômica eficaz, já uma baixa variabilidade retrata um distúrbio no reflexo vagal (LOPES *et al.*, 2014; ALANSARE *et al.*, 2018).

Estudos sugerem a prática regular de atividade física, principalmente por meio do treinamento aeróbio, como uma estratégia eficaz para aumentar a modulação parassimpática. Isto promove maior estabilidade elétrica do coração, diminuindo a vulnerabilidade cardíaca e os riscos relacionados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares causadas por aumento descontrolado da atividade simpática (MARÃES, 2010).

Os efeitos do treinamento aeróbio sobre o controle autonômico cardíaco têm sido extensivamente estudados (ALANSARE *et al.*, 2018; VAN BILJON *et al.*, 2018; BESNIER *et al.*, 2019) sendo o aumento da intensidade de exercício apontado como uma eficiente estratégia para potencializar as melhoras autonômicas cardíacas. A

partir disso, o treinamento de alta intensidade é conhecido por promover adaptações importantes na VFC, induzidas por aumentos nos intervalos R-R, modulação vagal e controle de neuroreguladores sobre o coração (FERREIRA; RODRIGUES; SOARES, 2017).

Neste sentido, estudos propõem o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) como um método alternativo para promover melhora no controle autonômico cardiovascular e na aptidão cardiorrespiratória em magnitude similar, ou superior, comparado ao tradicional treinamento aeróbio contínuo (TAC) (GHARDASHI-AFOUSI *et al.*; BESNIER *et al.*, 2019). Enquanto o HIIT é caracterizado por uma sucessão de séries curtas de exercício em alta intensidade, intercaladas por períodos curtos de recuperação, o TAC consiste em uma sessão de exercício de longa duração em intensidade constante e, geralmente, moderada (MACINNIS; GIBALA, 2017).

Estudos recentes mostram que mesmo em menores volumes de exercício, o HIIT pode ser superior para a melhora no controle autonômico cardiovascular comparado ao TAC, conforme evidenciado por maior aumento de atividade parassimpática e redução de atividade simpática em idosos em processos de reabilitação cardíaca (GHARDASHI-AFOUSI *et al.*, 2018; BESNIER *et al.*, 2019; ALANSARE *et al.*, 2018; VAN BILJON *et al.*, 2018). Por outro lado, em jovens saudáveis, estudos prévios não apresentam um controle preciso dos volumes de exercício entre os programas de treinamento ou são baseados em curtos períodos de intervenção, geralmente de 2-5 semanas (6-15 sessões), o que torna difícil a compreensão dos reais efeitos do HIIT sobre o controle autonômico cardíaco comparado ao TAC (ALANSARE *et al.*, 2018; VAN BILJON *et al.*, 2018).

Portanto, mais estudos são requeridos para avaliar a eficácia do HIIT sobre o controle autonômico cardíaco em indivíduos jovens, comparado ao tradicional TAC. Compreender os efeitos da manipulação da intensidade do treinamento aeróbio, sob volumes comparáveis de exercício, pode contribuir para a elaboração de estratégias de prescrição do exercício mais eficazes, otimizar as adaptações relacionadas ao controle autonômico cardíaco e promover maiores benefícios à saúde.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Variabilidade da frequência cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) vem sendo amplamente estudada e sendo tema para várias vertentes da fisiologia do exercício. Os batimentos cardíacos ou frequência cardíaca (FC) não são um metrônomo, por consequência, existem irregularidades em suas batidas, sendo denominadas como variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (MARÃES, 2010). A VFC é um marcador promissor e não invasivo que representa as oscilações entre os intervalos RR dos batimentos cardíacos e resultam nas alterações na atuação do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre a frequência cardíaca (LOPES *et al.*, 2014).

Sua mensuração pode ocorrer de diversas formas, como através do eletrocardiograma (EGC), conversores analógicos e cardiofrequencímetro (LOPES *et al.*, 2014). Dentre todas as formas de mensuração, o cardiofrequencímetro é o mais preciso, além de ser prático, seguro e não invasivo (LOPES *et al.*, 2014). Já o ECG, apesar de muito conhecido e utilizado tem algumas limitações em sua utilização, pois só é possível ser utilizado em ambiente laboratorial, diferente do cardiofrequencímetro que pode ser utilizado em campo (LOPES *et al.*, 2014).

2.2. Métodos Lineares da VFC

Existem também métodos lineares para se realizar a avaliação da VFC, sendo eles analisados no domínio do tempo e da frequência (LOPES *et al.*, 2014).

O domínio do tempo é responsável pelas análises de registro que resultam tempos superiores a 10 minutos e sua unidade de medida é expressa em milissegundos. Com isso, é determinada a variação da duração dos intervalos entre os complexos QRS normais, decorrentes da despolarização sinusal e seus índices matemáticos, como: SDNN (*standard deviation of all normal NN in-terval*) desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo; SDANN (*standard deviation of the average NN Interval*) representa o desvio padrão das médias dos intervalos RR normais, a cada 5 minutos, em um intervalo de tempo; SDNNi (*the mean of the 5 minutes standard deviation of NN Intervals*) é

a média do desvio padrão dos intervalos RR normais a cada 5 minutos; rMSSD (*root-mean of square sucessive NN interval difference*), é a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo e pNN50 (*percent of normal-normal NN intervals whose difference exceeds 50 ms*), representa a porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferenças de duração maior que 50 ms (LOPES *et al.*, 2014; MARÃES, 2010; ALANSARE *et al.*, 2018).

Já o domínio da frequência é responsável pelos registros da intensidade das ondas verificadas em intervalos de tempo menores, de até 4 segundos. Sua unidade de medida é o Hertz e seus componentes são: HF (high frequency): variação de 0,15 a 0,4 Hz que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração; LF (low frequency): variação de 0,04 a 0,15 Hz, decorrente da ação conjunta dos componentes parassimpático e simpático sobre o coração, tendo como predominância o sistema simpático; VLF (very low frequency) e ULF (ultra low frequency): são índices menos utilizados por não terem explicação fisiológica bem estabelecida (LOPES *et al.*, 2014; MARÃES, 2010; ALANSARE *et al.*, 2018).

2.3. Aplicabilidade clínica da VFC

Os índices da VFC têm sido utilizados para maior compreensão sobre diversas patologias como: doença arterial coronariana, miocardiopatia, hipertensão arterial, infarto do miocárdio, morte súbita, doença pulmonar obstrutiva crônica, insuficiência renal, insuficiência cardíaca, diabetes, acidente vascular cerebral, doença de Alzheimer, leucemia, apneia obstrutiva do sono, epilepsia, enxaqueca (MARÃES, 2010).

Ao analisar os índices SDNN, RMSSD, pNN50, HF, LF, razão LF/HF e observar uma redução na VFC pode-se observar um indício de risco relacionado a eventos adversos em indivíduos normais ou em pacientes com um grande número de doenças, refletindo o papel vital que o SNA desempenha na manutenção da saúde (LOPES *et al.*; MARÃES, 2010; ALANSARE *et al.*, 2018).

2.4. Treinamento aeróbio

Os efeitos do exercício físico regular vêm sendo estudado e comprovada a sua importância para as adaptações fisiológicas na manutenção da saúde populacional (CALEGARI *et al.*, 2017). O treinamento aeróbio contribui para o fortalecimento do músculo cardíaco, melhora da aptidão cardiorrespiratória, além de constituir uma estratégia eficaz para aumentar a modulação parassimpática. Isto promove maior estabilidade elétrica do coração, o que contribui para um menor risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares decorrentes do descontrole da atividade simpática (MARÃES, 2010).

O treinamento aeróbio contínuo (TAC) é descrito como uma sessão de exercício de longa duração em intensidade constante e geralmente, moderada (MACINNIS; GIBALA, 2017).

A intensidade imposta na realização dos exercícios tem sido amplamente estudada como uma das melhores estratégias para a melhora da modulação cardíaca (FERREIRA; RODRIGUES; SOARES, 2017). Com isso o treinamento aeróbio intervalado de alta intensidade (HIIT) tem se mostrado como uma nova estratégia para essas análises. O HIIT é descrito através de séries de curta duração e alta intensidade, sendo intercalado por intervalos de curta duração e baixa intensidade, conhecido como recuperação (MACINNIS; GIBALA, 2017).

3. JUSTIFICATIVA

A partir da revisão realizada no capítulo anterior é visto a importância que a aptidão cardiorrespiratória tem sobre a elevação na qualidade de vida dos indivíduos e que a prática de exercícios aeróbios auxiliam no controle autonômico, o que está relacionado a uma maior variabilidade da frequência cardíaca. Estudos prévios mostraram que maiores intensidades impostas no treinamento pode otimizar a melhora autonômica (FERREIRA; RODRIGUES; SOARES, 2017) o que nos leva a utilização do HIIT como protocolo de treinamento. Ao analisar estudos sobre a temática, foi observado a falta de controle apropriado dos volumes de treinamento nos protocolos. Nesse sentido, com o controle ideal dos volumes de treinamento nos protocolos, esse estudo ajudará na obtenção de resultados mais esclarecedores sobre a temática, assim como para otimizar a prescrição do treinamento aeróbio quando um dos objetivos for promover a melhora da modulação autonômica cardíaca.

4. HIPÓTESE

O presente estudo tem como hipótese que o treinamento HIIT aumentará a contribuição parassimpática do sistema simpático vagal, levando a uma melhora do balanço autonômico cardíaco, evidenciados por maior aumento da VFC, comparado ao TAC.

5. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo será verificar a eficácia do HIIT, comparado a um mesmo volume de treinamento aeróbio contínuo (TAC), sobre o controle autonômico cardíaco de indivíduos jovens, saudáveis e fisicamente inativos.

6. MÉTODOS

6.1. Participantes

Participaram deste estudo 69 homens sedentários (baseado no Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ) e saudáveis, com idade entre 18-31 anos. Todos os participantes foram informados dos procedimentos experimentais e riscos associados ao estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (Número: 2.717.688; CAAE: 52997216.8.0000.5404; Abril de 2016) e conduzido em conformidade com as recomendações da Declaração de Helsinki (Association, 2013).

Todos os participantes preencheram um formulário detalhado sobre o histórico de saúde e receberam avaliação médica que incluiu eletrocardiograma de repouso. Foram excluídos do estudo os participantes fumantes, hipertensos (pressão arterial > 140/90 mmHg), diabéticos (glicose em jejum > 7,0 mmol.L⁻¹), obesos excessivos (definidos como índice de massa corporal (IMC) superior a 33 kg.m⁻²), dislipidêmicos (baseado no uso de medicação), ou que apresentaram evidências de doenças do coração, desordens metabólicas, significantes problemas respiratórios crônicos ou problemas músculo esqueléticos interferindo na prática de exercício, ou que não apresentaram frequência superior a 90% nas sessões de treinamento.

6.2. Desenho experimental

Previamente ao treinamento foi realizado teste de esforço máximo com re-teste em 48 h, seguido por avaliação autonômica de repouso após pelo menos 72 h. Então, os participantes foram alocados de forma randomizada aos grupos TAC, HIIT e Controle, conforme descrito em detalhes previamente (Castro *et al.*, 2019). Após, os participantes foram submetidos a 8 semanas de intervenção, sendo realizada uma avaliação cardiorrespiratória após a 4ª semana para o ajuste da intensidade de treinamento. Ambas as avaliações cardiorrespiratória e autonômica foram repetidas após o treinamento. Para garantir as mesmas condições pós-prandiais entre os participantes, estes consumiram uma refeição padronizada 2 h antes da avaliação autonômica (Lu *et al.*, 1999), baseada em 30% do gasto calórico total individual estimado.

6.3. Teste de esforço máximo

O teste de esforço máximo foi realizado em ciclo ergômetro com frenagem eletromagnética, durante exercício incremental até a exaustão. A frequência cardíaca (FC) foi monitorada durante 5 min de repouso, previamente ao teste, e continuamente ao longo do teste por monitor cardio-frequencímetro (S810, Polar, Kepler, Finland). A percepção subjetiva de esforço foi registrada pela escala de Borg (6-20 pontos) aos 15 s finais de cada estágio do teste (Borg, 1970). O teste foi composto por um aquecimento de 3 min (50 W) com incrementos de 25 W.min⁻¹. A cadência de pedalada foi mantida entre 70-80 rpm. O teste foi interrompido quando o participante não foi capaz de continuar e/ou não sustentar a cadência mínima de 70 rpm. As frequências cardíacas de repouso e máxima foram definidas como a média dos valores obtidos durante os 5 min prévios e 10 s finais do teste, respectivamente. Todos os testes foram realizados sob condições controladas de temperatura (21–23°C) e umidade relativa do ar (50–70%). A validade de cada teste de esforço máximo foi determinada com base no limiar de 8 batimentos.min⁻¹ esperado para o desvio padrão intra-sujeitos da frequência cardíaca máxima entre todos os testes realizados Pré e Pós treinamento (Castro *et al.*, 2019).

6.4. Avaliação autonômica

A avaliação autonômica foi realizada a partir dos registros dos intervalos R-R, coletados a partir de 15 min em repouso na posição supina, por meio de monitor Polar RS800CX HR (Polar Electro, Kempele, Finlândia). A frequência respiratória foi avaliada pelo movimento do tórax e inspeção visual. Os dados da FC foram mensurados usando o software Polar ProTrainer 5 (versão 4.0. Kempele, Finlândia). Valores dos intervalos R-R foram definidos como equitópicos e excluídos quando apresentarem oscilação superior a ± 20 batimentos em relação a FC de repouso obtida a partir de uma média 300 pontos no tacograma. Para análise de dados foi utilizado um trecho de 5 min consecutivos mais estável, definido como o trecho de menor desvio padrão para os intervalos R-R.

A VFC foi analisada no domínio do tempo e da frequência. Os índices no domínio do tempo incluem o intervalo R-R médio (RRi), o desvio padrão de todos os intervalos R-R normais (SDNN) que forneceram as informações sobre a modulação cardíaca simpática e parassimpática e da raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais consecutivos (RMSSD) que forneceram as informações sobre a modulação cardíaca parassimpática (TASK FORCE, 1996). Os índices do domínio da frequência originados a partir da Transformada Rápida de Fourier, que incluiu bandas de baixa frequência (LF: 0,04–0,15 Hz) e alta frequência (HF: 0,15–0,50 Hz). O constituinte LF manifesta as modulações simpática e vagal simultaneamente, este é o índice que representa melhor a modulação simpática cardíaca. O constituinte HF é um indicador da modulação vagal cardíaca (TASK FORCE, 1996). Os valores foram apresentados em potência absoluta (ms^2) e unidades normalizadas (n.u). A normalização consistiu em dividir a potência de um determinado componente espectral (HF ou LF) pela potência total menos a potência abaixo de 0,04 Hz e multiplicar a razão por 100 (MALLIANI; PAGANI; LOMBARDI; CERUTTI, 1991; TASK FORCE, 1996). A relação LF / HF foi adotada como um marcador do equilíbrio simpático-vagal (TASK FORCE, 1996).

6.5. Protocolo de treinamento.

Os programas de treinamento foram delineados para obter o mesmo volume de exercício total e por sessão, o qual foi definido por: volume = intensidade (% FCr) x duração (min/sessão) x frequência (sessões/semana) quantificado em unidades de treinamento aeróbio (UTA) (GORMLEY *et al.*, 2008). Ambos os programas de treinamento apresentaram 816 UTA e similar quantidade de trabalho realizado entre as sessões (TAC: $250,9 \pm 48,5$ kJ; HIIT: $250,2 \pm 31,3$ kJ; $n = 6$). A intensidade de exercício foi customizada para cada participante baseada na frequência cardíaca de repouso (FCr). O treinamento foi realizado em ciclo ergômetro (U1x, Matrix, Brasil), 40 min por sessão, por oito semanas, sendo dividido em Etapa 1 (primeiras quatro semanas) e Etapa 2 (últimas quatro semanas). Para o TAC, os participantes se exercitaram por 40 min a 70% da FCr, três vezes por semana na Etapa 1; e por 40 min a 75% FCr, quatro vezes por semana na Etapa 2. Para o HIIT, os participantes se exercitaram por 40 min, sendo 5 min a 50% da FCr, seguido por cinco intervalos de 4 min a 90% da FCr (fase de esforço) intercalados com 3 min a 50% da FCr (fase de recuperação), três vezes por semana na Etapa 1; e 5 min a 60% FCr, seguido por cinco intervalos de 4 min 90 % da FCr intercalados com 3 min a 60% da FCr, quatro vezes por semana na Etapa 2. Para o CO, os participantes foram orientados a não realizar exercícios físicos por oito semanas. Os participantes foram orientados a atingir FC alvo em até 90 s, a potência no ciclo ergômetro foi ajustada manualmente em resposta às variações na FC de cada participante. Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por profissional experiente para assegurar que a FC alvo e cadência de pedalada (70-80 rpm) fossem mantidas.

6.6. Análise Estatística

Para a análise das interações entre os grupos (CO, ET e HIIT) e momentos (PRÉ e PÓS) foram usados modelos por Estimação de Equações Generalizadas (*Generalized Estimating Equations* – GEE). Momento foi tratado como efeito de medidas repetidas. Nestes modelos foram testadas as distribuições gama e linear, sendo adotada para a análise final aquela que resultou em melhor ajuste do modelo, baseado no menor valor observado para o critério de Quasi-verossimilhança sob o modelo de independência (QIC). Adicionalmente, os modelos foram criados a partir

de um estimador robusto para a matriz covariância e uma estrutura autorregressiva (AR) para a matriz de correlação de trabalho. Quando efeitos principais ou interações significativas foram observados, testes *post hoc* de Sidak foram aplicados para correções devidas a múltiplos testes e apontar onde as diferenças pareadas ocorreram. Todas as análises foram conduzidas no software PASW statistics 26.0 (SPSS Inc., Chicago, USA), adotando-se nível de significância (α) de 5% ($P < 0,05$).

7. RESULTADOS

7.1. Características da amostra

Não houve diferenças significativas entre grupos, no Momento Pré para idade, estatura, massa corporal, IMC, e percentual de gordura corporal (Tabela 1).

TABELA 1: Característica da amostra.

Variáveis	CO (n=10)	TAC (n=28)	HIIT (n=28)	P-Valor
Idade	23,60 $\pm$ 3,48	23,07 $\pm$ 3,42	23,46 $\pm$ 2,81	0,860
Estatura	1,75 $\pm$ 0,05	1,74 $\pm$ 0,05	1,74 $\pm$ 0,06	0,868
Massa corporal	76,49 $\pm$ 8,42	72,36 $\pm$ 12,32	73,12 $\pm$ 10,81	0,603
IMC	25,02 $\pm$ 2,63	23,91 $\pm$ 3,50	24,12 $\pm$ 2,91	0,625
% de gordura	21,63 $\pm$ 5,75	20,69 $\pm$ 7,31	21,66 $\pm$ 7,45	0,865
SBP (mmHg)	118,7 $\pm$ 11,02	114,04 $\pm$ 13,47	117,93 $\pm$ 11,49	0,409
DBP (mmHg)	71,2 $\pm$ 10,50	71,57 $\pm$ 10,29	73,89 $\pm$ 9,90	0,632
MPP (W)	249,5 $\pm$ 28,78	232,49 $\pm$ 34,58	236,10 $\pm$ 32,03	0,373

Fonte: Dados da pesquisa. MPP: Máxima potência produzida durante teste de avaliação cardiorrespiratória.

7.2. Composição corporal

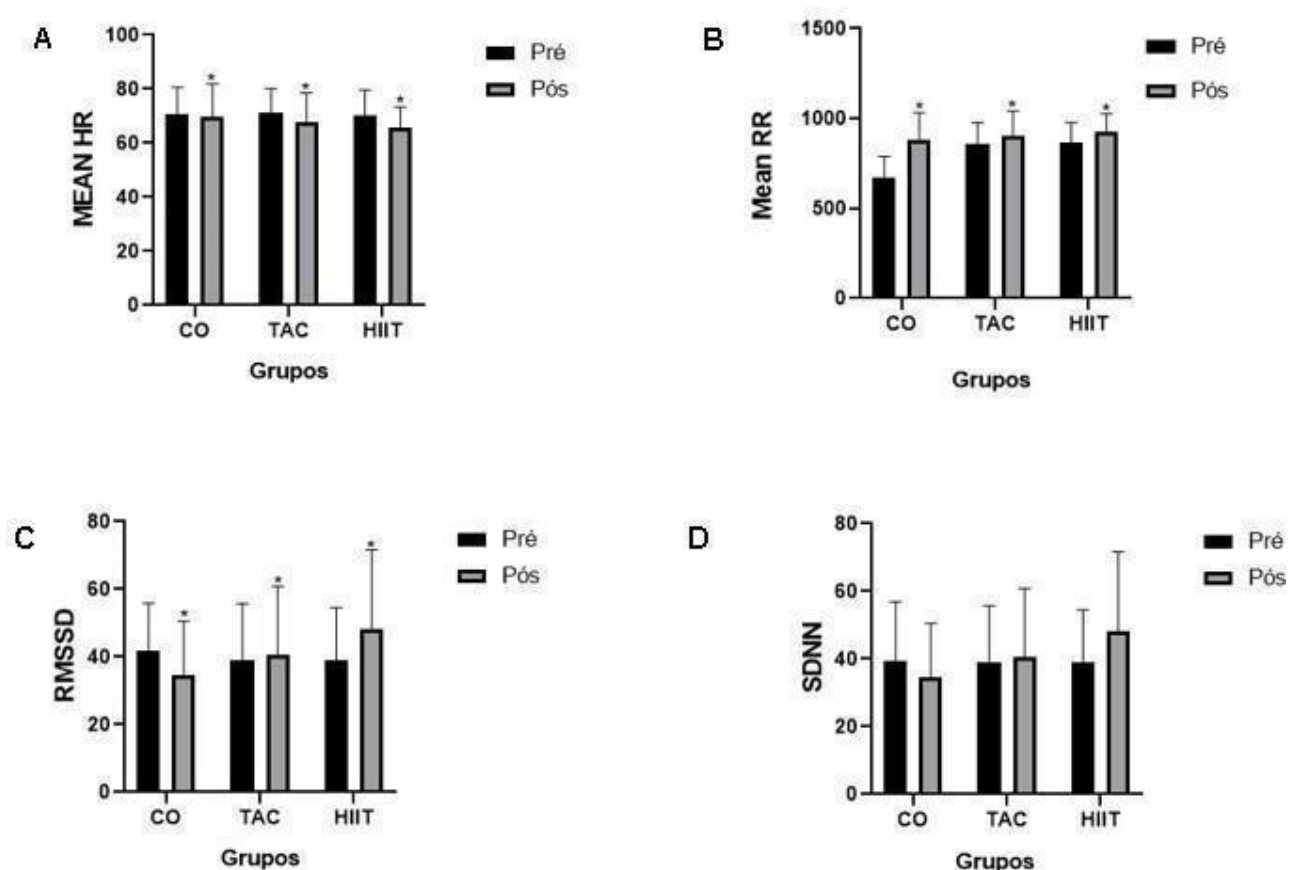
Não foram observados efeitos principais de grupo, momento e interações grupo*tempo significativos para massa corporal ($P = 0,384$, $P = 0,554$, $P = 0,204$, respectivamente) e IMC ($P = 0,478$; $P = 0,658$; $P = 0,232$). Entretanto, foi observado interação grupo*tempo significativa para o percentual de gordura corporal ($P = 0,003$). Enquanto o grupo HIIT demonstrou uma redução significativa no percentual de gordura corporal no momento Pós treinamento ($-1,89\%$, $P = 0,001$), não foram observadas mudanças para os grupos CO e TAC ($-0,52\%$ a $0,55\%$, $P > 0,05$ para ambos).

7.3. Controle autonômico cardíaco - domínio do tempo

Ao realizarmos as análises, foi observado na variável RMSSD efeito principal de momento, apresentando aumento no momento Pós em relação ao Pré (13,31%, $P = 0,059$). Assim como para as variáveis MeanHR e MeanRR foram observados efeitos principais para momento. A variável MeanHR apresentou redução no momento Pós quando comparado ao Pré (4,05%, $P = 0,001$) e a variável MeanRR apresentou aumento no momento Pós em relação ao momento Pré (4,56%, $P < 0,001$).

Não foram observados efeitos principais de grupo, momento e interações grupo*tempo significativos para SDNN ($P < 0,05$), assim como para as variáveis RMSSD, MeanHR e MeanRR também não foram encontrados efeitos principais de grupo e interações significativas grupo*tempo ($P < 0,05$ para todos).

FIGURA 1: Gráficos variáveis domínio do tempo.



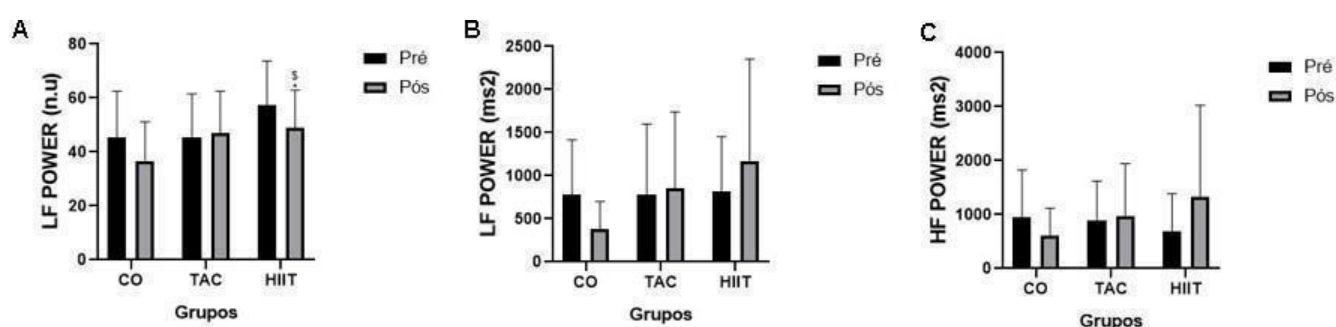
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 1: Gráficos A/B/C com * no momento Pós, demonstra a diferença em relação ao momento Pré.

7.4. Controle autonômico cardíaco - domínio da frequência

Ao analisarmos as variáveis de domínio da frequência foi observado interação grupo*momento significativa para LF Power (n.u) ($P = 0,042$). Essa variável obteve uma redução do momento Pré para o Pós (14,63%) e foi maior no momento Pós do grupo HIIT quando comprado ao grupo CO (33,7%). Não foram observados quaisquer efeitos principais de grupo e momento ou interação significativa grupo*tempo para as variáveis HF Power (ms2) LF Power (ms2) ($P < 0,05$ para todos).

FIGURA 2: Gráficos das variáveis domínio da frequência.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2: Gráfico A com * representa a diferença que entre o momento Pós em relação ao Pré. O \$ representa a diferença a diferença do Pós do HIIT em relação ao Pós do CO.

8. DISCUSSÃO

Neste estudo fizemos a comparação entre os programas HIIT e TAC para investigar qual protocolo de treinamento, sob condições equiparáveis de volume de exercício, seria mais eficaz para melhorar a modulação autonômica cardíaca, analisando as variáveis de VFC. As principais descobertas podem ser resumidas em: O HIIT demonstrou melhores resultados nos domínios da frequência, mais precisamente na variável LF Power (n.u) que apresentou uma redução nos momentos Pré para o momento Pós, o que significa que os indivíduos estavam com o sistema simpático mais ativo, porém quando olhamos a interação grupo*momento, observamos que foi maior no Pós treinamento do HIIT quando comparado ao pós do CO. No domínio do tempo apresentou resultados apenas em momento nas variáveis RMSSD que aumentou nos momentos Pré para o Pós, assim como MeanRR também aumentou, o que é positivo pois com o aumento nos intervalos iRR indica uma melhora parassimpática assim como a redução da MeanHR indica que o indivíduo

teve um menor estresse cardíaco.

Ao analisarmos a composição corporal, observamos que houve uma redução no percentual de gordura do grupo HIIT quando comparado aos demais grupos. Com isso podemos dizer que a modulação autonômica apresentou-se melhor no HIIT também por conta de uma maior promoção na composição corporal.

Estudos já mostravam essa diferença e esse resultado em indivíduos em reabilitação cardíaca (GHARDASHI-AFOUSI *et al.*, 2018; BESNIER *et al.*, 2019; ALANSARE *et al.*, 2018; VAN BILJON *et al.*, 2018), mas em jovens sedentários ainda faltava precisão nos resultados por falta do controle adequado dos volumes de treinamento, como já citado anteriormente. Para um rigor maior, analisamos artigos que haviam trabalhado com jovens sedentários e obtiveram resultados similares ao nosso, porém com volumes distintos para cada treinamento (ALANSARE *et al.*, 2018; VAN BILJON *et al.*, 2018). Com isso, realizamos uma análise aos dados expostos nesses artigos para maior compreensão dos resultados apresentados e nos deparamos, com: os grupos HIIT realizaram os treinamentos com volumes superiores aos grupos TAC, o que explicava os resultados favoráveis aos treinamentos HIIT. Sendo assim, no estudo os volumes foram equiparáveis para ambos os treinamentos, sendo extremamente controlados para que obtivéssemos resultados mais precisos.

Ainda que o presente estudo apresente pontos fortes, algumas limitações precisam ser consideradas para uma interpretação mais clara dos resultados. Embora o estudo tenha sido bem desenvolvido para detectar o efeito dos programas HIIT e TAC sobre a modulação autonômica analisados através dos índices de VFC, é importante destacar que o período total de apenas 8 semanas pode ter sido insuficiente para a observação de alteração mais profundas no controle autonômico cardíaco em ambos os programas de treinamento (Castro *et al.*, 2019; ALANSARE *et al.*, 2018; VAN BILJON *et al.*, 2018).

Adicionalmente, extrapolações dos achados do presente estudo para populações como mulheres, atletas, idosos ou com comorbidades deve ser feita com cautela haja vista que apenas jovens sedentários foram estudados. Outro fator importante: é quase impossível obter o controle total da dieta dos indivíduos que participaram do estudo devido suas vidas livres. Entretanto, é um dos pontos fortes do estudo o fato de que a dieta foi devidamente controlada nas horas que antecederam os procedimentos, podendo assim garantir as mesmas condições pós-prandiais entre os participantes, uma vez que estes consumiram uma refeição padronizada (balanceada e individualizada) 2 h antes da avaliação autonômica (Lu *et al.*, 1999), baseada em 30% do gasto calórico total individual estimado.

Assim, como principal ponto forte desse estudo, pode ser destacada a equidade

dos volumes de exercício tanto por sessão quanto por programa de treinamento (Castro et al. 2019), que possibilitou atribuir a maior eficácia do HIIT sobre modulação autonômica cardíaca. Finalmente, vale destacar que esse estudo é um ensaio clínico randomizado e controlado o que proporciona um alto nível de suas evidências apresentadas.

Ao compreendemos os efeitos da manipulação da intensidade nos treinamentos aeróbios, através dos volumes comparáveis de exercícios, conseguimos obter melhor entendimento do assunto, o que contribui para a elaboração de melhores estratégias sobre os protocolos de treinamentos, com exercícios mais eficazes, afim de otimizar as adaptações relacionadas ao controle autonômico cardíaco e promover maiores benefícios à saúde dos indivíduos envolvidos.

9. CONCLUSÃO

Para homens jovens e sedentários, programas de HIIT podem ser mais eficazes que programas de TAC, quando equiparados por volume total de exercícios realizados, para melhorar a modulação autonômica cardíaca e reduzir a massa corporal de gordura. Esses achados têm implicações práticas importantes, uma vez que podem contribuir para estratégias de prescrições do treinamento aeróbio mais eficazes quando o objetivo é melhorar a modulação autonômica cardíaca.

REFERÊNCIAS

- ALANSARE, A. et al. The effects of high-intensity interval training vs. Moderate-intensity continuous training on heart rate variability in physically inactive adults. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 7, p. 1–10, 2018.
- BESNIER, F. et al. Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 62, n. 5, p. 321–328, 2019.
- CARLOS, L. et al. **Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability** Rev Bras Cir Cardiovasc. [s.l: s.n.].
- FERREIRA, L. F.; RODRIGUES, G. D.; SOARES, P. P. DA S. Quantity of Aerobic Exercise Training for the Improvement of Heart Rate Variability in Older Adults. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 2, p. 157–162, 2017.
- GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.
- GHARDASHI-AFOUSI, A. et al. The effects of low-volume high-intensity interval versus moderate intensity continuous training on heart rate variability, and hemodynamic and echocardiography indices in men after coronary artery bypass grafting: A randomized clinical trial study. **ARYA Atherosclerosis**, v. 14, n. 6, p. 260–271, 2018.
- LOPES, P. et al. Aplicabilidade Clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca. **Revista Neurociências**, v. 21, n. 04, p. 600–603, 5 fev. 2014.
- MARÃES, V. Medicina del Deporte C entro A ndAluz de M ediCinA del d eporte Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. **Rev Andal Med Deporte**, v. 3, n. 1, p. 33–42, 2010.
- RIEBE, D. et al. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. Tenth Edition. Wolters Kluwer, 2018.
- VAN BILJON, A. et al. Short-term high-intensity interval training is superior to moderate-intensity continuous training in improving cardiac autonomic function in children. **Cardiology (Switzerland)**, v. 141, n. 1, p. 1–8, 2018.
- WORLD MEDICAL ASSOCIATION et al. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *Jama*, v. 310, n. 20, p. 2191-2194, 2013.
- BORG, Gunnar. Esforço percebido como indicador de estresse somático. *Jornal escandinavo de medicina de reabilitação* , 1970.

CASTRO, Alex et al. Association of skeletal muscle and serum metabolites with maximum power output gains in response to continuous endurance or high-intensity interval training programs: The TIMES study—A randomized controlled trial. *PloS one*, v. 14, n. 2, p. e0212115, 2019.

GORMLEY, Shannan E. et al. Effect of intensity of aerobic training on $\dot{V}O_{2\max}$. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 40, n. 7, p. 1336-1343, 2008.

LU, Ching-Liang et al. Postprandial changes of sympathovagal balance measured by heart rate variability. *Digestive diseases and sciences*, v. 44, n. 4, p. 857-861, 1999.

MACINNIS, Martin J.; GIBALA, Martin J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of physiology*, v. 595, n. 9, p. 2915- 2930, 2017.

Task Force. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. ***Circulation***, 93(5), 1043–1065. doi:10.1161/01. CIR.93.5.1043

Malliani, A., Pagani, M., Lombardi, F., & Cerutti, S. (1991). Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. ***Circulation***, 84(2), 482–492. doi:10.1161/01.CIR.84.2.482 [\[Crossref\]](#), [\[PubMed\]](#), [\[Web of Science ®\]](#), [\[Google Scholar\]](#)

CALEGARI, Leonardo et al. Efeitos do treinamento aeróbio e do fortalecimento em pacientes com insuficiência cardíaca. ***Revista Brasileira de Medicina do Esporte***, v. 23, p. 123-127, 2017.