



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Ciências - Bauru



Breno de Oliveira Fogaça

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO COMUNITÁRIO DE ALTA INTENSIDADE
VERSUS DE MODERADA INTENSIDADE SOBRE A VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA EM REPOUSO E RESPOSTA
CARDIOVASCULAR AO EXERCÍCIO EM MULHERES IDOSAS**

Bauru
2025

Breno de Oliveira Fogaça

Efeito do exercício físico comunitário de alta intensidade versus de moderada intensidade sobre a variabilidade da frequência cardíaca em repouso e resposta cardiovascular ao exercício em mulheres idosas

Orientador: Prof. Dr. Emmanuel Gomes Ciolac

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Bauru, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Bauru
2025

Fogaça, Breno de Oliveira

Efeito do exercício físico comunitário de alta intensidade versus de moderada intensidade sobre a variabilidade da frequência cardíaca em repouso e resposta cardiovascular ao exercício em mulheres idosas / Breno de Oliveira Fogaça. -- Bauru, 2025
30 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientador: Emmanuel Gomes Ciolac

1. Variabilidade da Frequência Cardíaca. 2. Exercício de Alta Intensidade. 3. Saúde da Mulher. 4. Envelhecimento. 5. Treinamento Comunitário. I. Título.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível sem o apoio, a paciência e o incentivo de muitas pessoas especiais. *Um agradecimento aos meus pais que sempre me apoiaram nessa trajetória, ao meu orientador pela paciência e ensinamentos, assim como um agradecimento a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pelas oportunidade e aos amigos que me apoiaram em todos os momentos. A todos, dedico minha mais profunda gratidão*

RESUMO

O envelhecimento está associado a um declínio da modulação autonômica e a um aumento do risco cardiovascular, sendo este cenário evidente em mulheres idosas. O exercício físico é a principal intervenção não-farmacológica para otimizar a saúde cardiovascular, contudo, a intensidade ideal em programas comunitários para esta população permanece em debate. Uma das maneiras de se avaliar a modulação autonômica é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) que é um biomarcador fidedigno das adaptações do sistema nervoso autônomo. O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos de um programa de exercício comunitário de alta intensidade (TI) versus moderada intensidade (TC) sobre a VFC em repouso e a resposta cardiovascular ao exercício em mulheres idosas. Trata-se de um estudo com 54 mulheres idosas (idade média 73 ± 5 anos), divididas de acordo com o período de presença no centro de convivência de idosos em grupo TI (n=32) e TC (n=22). Ambos os grupos participaram de 12 meses de exercício multicomponente (2x/semana) em ambiente comunitário, diferenciando-se pela intensidade da sessão. Foram comparados os índices da VFC em repouso (índices RMSSD, SDNN e pNN50), a frequência cardíaca durante e após o teste de caminhada de 6 minutos e a distância percorrida neste mesmo teste. Os resultados demonstraram que ambos os programas não demonstraram melhora nos índices de distância e frequência cardíaca em exercício e repouso. Os índices analisados da VFC também não demonstraram significância estatística após o período de intervenção. Conclui-se que o exercício comunitário de diferentes intensidades (alta e moderada intensidade) não apresentam superioridade entre eles em si, portanto demonstram similaridade na resposta cardiovascular em mulheres idosas.

Palavras-chave: Variabilidade da Frequência Cardíaca; Exercício de Alta Intensidade; Saúde da Mulher; Envelhecimento; Treinamento Comunitário.

ABSTRACT

Aging is associated with a decline in autonomic modulation and an increased cardiovascular risk, a scenario that is particularly evident in older women. Physical exercise is the main non-pharmacological intervention for optimizing cardiovascular health; however, the ideal intensity in community programs for this population remains under debate. Heart rate variability (HRV) is a reliable biomarker of autonomic nervous system adaptations. The aim of this study was to compare the effects of a high-intensity (HIIT) versus moderate-intensity (MICT) community exercise program on resting HRV and cardiovascular response to exercise in older women. This study involved 54 older women (mean age 73 ± 5 years), randomly divided into HIIT ($n=32$) and MICT ($n=22$) groups. Both groups participated in 12 weeks of multicomponent exercise (twice a week) in a community setting, differing only in the intensity of the sessions. HRV at rest (RMSSD, SDNN, and pNN50 indices) and heart rate during and after the 6-minute walk test were measured. The results showed that neither training program led to improvements in distance performance or heart rate indices during exercise or at rest. Likewise, the heart rate variability (HRV) measures analyzed did not demonstrate statistical significance after the intervention period. Therefore, it can be concluded that community-based exercise at different intensities (high and moderate) does not demonstrate superiority of one over the other, indicating similar cardiovascular responses in older women.

Keywords: Heart Rate Variability; High-Intensity Exercise; Women's Health; Aging; Community Training

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS.....	13
3. MÉTODOS.....	14
3.1. Variabilidade da frequência cardíaca.....	15
3.2. Teste de caminhada de seis minutos.....	15
3.4. Programas de treinamento.....	15
3.5. Análise estatística.....	17
4. RESULTADOS.....	18
5. DISCUSSÃO.....	23
6. CONCLUSÃO.....	26
7. REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional é um fenômeno global, que apesar de demonstrar um avanço das políticas de saúde, também se torna um desafio para a saúde pública no século 21 (CHRISTENSEN et al., 2009). No Brasil, está acontecendo uma aceleração no processo de envelhecimento populacional, o que gera novos desafios e complicações ao sistema de saúde público, pois o perfil epidemiológico tem transicionado de uma maior prevalência de doenças infectocontagiosas para doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como as cardiovasculares (VERAS, 2009). Esse é considerado um processo biológico complexo e multifatorial, deixou de ser apenas sobre a passagem dos anos e sim sobre um importante fator de risco (KENNEDY et al., 2014), esse processo traz um maior risco a saúde e comprometimento funcional, o qual aumenta o risco de desenvolvimento de DCNT, incluindo câncer, diabetes, distúrbios cardiovasculares e doenças neurodegenerativas. Existem nove características (sendo elas instabilidade genômica, encurtamento dos telômeros, alterações epigenéticas, perda da proteostase, desregulação da detecção de nutrientes, disfunção mitocondrial, senescência celular, exaustão de células-tronco e alteração da comunicação intercelular) provisórias responsáveis pela perda progressiva da integridade fisiológica, função prejudicada e aumento da vulnerabilidade à morte (LÓPEZ-OTÍN et al., 2013).

O processo de envelhecimento resulta em alterações biológicas, fisiológicas e comportamentais que contribuem para o aumento do risco de desenvolvimento de DCNT (Caserotti, 2014). Este risco, por sua vez, é significativamente exacerbado por níveis insuficientes de atividade física. Portanto, a manutenção das capacidades funcionais e hemodinâmicas é crucial para um envelhecimento saudável, tornando o exercício físico regular uma ferramenta fundamental na prevenção e no controle de diversas patologias relacionadas ao envelhecimento, como distúrbios musculoesqueléticos, incluindo osteoporose, osteoartrite e sarcopenia (Amaral 2024). Maiores níveis de atividade física estão associados a uma melhor qualidade de vida e menor nível de mortalidade. Indivíduos com maior aptidão física ou que mantêm níveis mais elevados de atividade física diária têm um risco reduzido de desenvolver e morrer de diversas doenças crônicas. A Organização Mundial da Saúde considera que a reabilitação cardíaca baseada em exercícios pode influenciar a condição física, psicológica e social do paciente, beneficiar sua qualidade de vida e controlar

potenciais complicações (OMS, 1993) Essa proteção se estende a condições como doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, obesidade e câncer de cólon).

O baixo nível socioeconômico pode guardar relação com o baixo nível de atividade física, talvez associado com uma menor disponibilidade e acesso reduzido a espaços para prática de atividade física (Florindo et al., 2014). Seguindo essa relação, a baixa adesão à prática de exercícios físicos é um desafio persistente na promoção da saúde, sendo um problema de origem multifatorial (Rivera-Torres et al., 2019). Nesse contexto, o Treinamento Comunitário surge como uma abordagem promissora. Realizado em grupo e com custos mais baixos, esse modelo de programa se torna uma alternativa mais acessível. Um estudo demonstrou que a natureza comunitária do treinamento favorece a adesão dos participantes, que parece ser superior a outros modelos (Farrance et al., 2016). Programas de exercício em grupo promovem benefícios psicossociais significativos, como o aumento da interação social e a redução da solidão (GAVIN et al., 2015).

Este ambiente social positivo pode ser um fator determinante para a adesão, superando a potencial aversão a um exercício de maior intensidade (Silva, 2020). Essa estratégia se mostra particularmente relevante para a saúde de mulheres idosas, um grupo que se beneficia grandemente de programas que não são apenas mais viáveis e economicamente acessíveis, mas também socialmente integrados. Estudos mostram que mulheres idosas são as principais participantes de programas de exercício em ambientes comunitários, assim tendo maior aderência e permanência na atividade física (SILVA; DUPAS, 2013).

Embora o processo de envelhecimento apresenta uma diminuição progressiva de integridade fisiológica, existe uma diferença significativa entre os sexos, pois as mulheres, passam pela menopausa, que é considerado uma janela de vulnerabilidade, a Associação Americana do Hipertensão (AHA) interpreta essa transição da menopausa como acelerador de risco cardiovascular, além de alterações adversas na composição corporal, lipídios e lipoproteínas, e medidas de saúde vascular durante a transição menopáusica (EL KHOUDARY et al., 2020).

Segundo estudos, esse período, independentemente da idade cronológica, acarreta uma aceleração dos riscos de desenvolvimento de DCNT (MATTHEWS et al., 2021). O estrogênio é responsável pela vasodilatação, sua ausência resulta em um aumento da disfunção endotelial, pela diminuição da capacidade de complacência artéria (WENNER, 2020). Este enrijecimento dos vasos é um dos eventos

fisiopatológicos mais precoces da pós-menopausa, precedendo a própria hipertensão e aumentando a carga de trabalho do coração (LONDON, 2013).

Um dos principais fatores para esse aumento de risco cardiovascular está relacionado ao desequilíbrio do sistema nervoso autônomo (SNA), pois o estrógeno tem papel fundamental no equilíbrio, sua falta acarreta em um aumento na atividade simpática e uma diminuição da modulação da atividade parassimpática (MUSSELMAN et al., 2017). Este desequilíbrio contribui para o desenvolvimento de fisiopatologia como, hipertensão arterial (MANCIA; GRASSI; ESLER, 2014). Uma maneira não invasiva para avaliar o equilíbrio entre simpático e parassimpático é a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

O SNA é o responsável pelo controle involuntário das funções corporais, como a frequência cardíaca, digestão e pressão arterial, ele atua em duas ramificações que na maioria das vezes oposta, sendo a divisão simpática e parassimpática (McCORRY, 2007), essa divisão se associa a resposta de “luta ou fuga”, o que em situações de maior estresse físico ou mental, e resulta em um aumento da frequência cardíaca e pressão arterial. Em contraponto, a divisão parassimpática é responsável pelo repouso, modulado pelo nervo vago, promovendo esse estado de calma, o que resulta na desaceleração da frequência cardíaca (VANDERLEI et al., 2009). O equilíbrio entre esses dois ramos do SNA é o que determina o estado funcional e efetivo do organismo, sendo que o SNA sofre e exerce influência sobre o organismo.

Além das adaptações crônicas no SNA em repouso, o exercício físico pode modular a resposta cardiovascular aguda (Amekran 2024). Um dos principais indicadores de saúde e adaptabilidade autonômica é a recuperação da frequência cardíaca (FCR) – a velocidade com que a FC diminui no primeiro minuto após a interrupção do esforço (SHETLER; MARCUS; FROELICHER, 2001). Fisiologicamente, uma FCR rápida apresenta uma boa aptidão física e também uma reativação eficiente do sistema nervoso parassimpático (vagal), que 'freia' o coração após o estresse do exercício (IMAI et al., 1994). Inversamente, uma FCR lenta é considerada um poderoso preditor prognóstico negativo. O estudo seminal de Cole et al. (1999) demonstrou que uma FCR atenuada (definida como uma queda ≤ 12 bpm no primeiro minuto) é um preditor independente de mortalidade por todas as causas, refletindo um tônus vagal deprimido e um desequilíbrio autonômico.

O exercício físico realizado de maneira regular é a principal intervenção não farmacológica para prevenir e tratar nos níveis primário e secundário doenças

cardiovasculares (NYSTORIAK; BHATNAGAR, 2018). Sendo ele responsável por gerar uma adaptação crônica hipotensora, estudos mostraram que treinamento físico regular promove uma redução clinicamente significativa na pressão arterial sistólica e diastólica em repouso (FU, T. et al, 2024), além disso também tem como benefício a bradicardia de repouso (redução da frequência cardíaca de repouso), como consequência, atinge diretamente o balanço autonômico, especificamente, um aumento na modulação parassimpática sobre o sistema cardiovascular durante o repouso (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003).

O exercício de moderada intensidade feito de maneira contínua (TC), tradicionalmente recomendado para idosos, é bem estabelecido por seus efeitos positivos, a Organização Mundial da Saúde recomenda que idosos acumulem pelo menos 150 a 300 minutos de atividade física de intensidade moderada por semana (WHO, 2020). o colégio americano de medicina do esporte (ACSM) define o Treinamento contínuo como sendo rítmico e contínuo, realizado tipicamente por 30 a 60 minutos, a uma intensidade que corresponde a aproximadamente 60-75% da frequência cardíaca máxima, contudo, o treinamento intervalado de alta intensidade (TI) tem surgido como uma alternativa promissora, demonstrando potencial para promover adaptações fisiológicas mais robustas em menos tempo, mesmo em populações mais velhas (FU, AMARAL 2024).

Em contraponto, o TI surge como uma opção favorável em relação ao tempo, esse treino é realizado em curtos períodos de exercício de alta intensidade, alternando com uma recuperação. Um dos protocolos mais estudados em populações clínicas e idosos é o de 4x4, que consiste em quatro minutos de alta intensidade seguidos por três minutos de recuperação, repetidos quatro vezes (WISLØFF et al., 2007). Contudo, uma preocupação central no uso do TI em idosos é a segurança, tendo a adesão a longo prazo como preocupação secundária. A eficácia fisiológica de um protocolo é irrelevante se os participantes não aderirem a ele.

Um estudo argumentou que a alta percepção de esforço exigida pelo TI pode reduzir o prazer e, conseqüentemente, a adesão (RELJIC et al., 2019). Apesar de sua eficácia comprovada em ambientes controlados, a aplicação e os efeitos do TI em um contexto de exercício comunitário em mulheres idosas ainda necessitam de maior investigação. Essa lacuna é crucial, pois a maioria dos idosos não têm acesso a programas de exercícios supervisionados em clínicas ou laboratórios, tornando as intervenções em comunidades a forma mais realista de promoção de saúde pública.

A análise da VFC no domínio do tempo permite entender a interação entre os sistemas simpático e parassimpático. As variáveis pNN50 e RMSSD são indicadores diretos da atividade do sistema nervoso parassimpático, refletindo a capacidade do organismo para entrar em um estado de repouso e recuperação. Por outro lado, o Standard Deviation of Normal-to-Normal intervals (SDNN), embora reflita a variabilidade global, está também associado à influência do sistema nervoso simpático e é um importante preditor de morbidade e mortalidade cardiovascular. A relevância dessas variáveis reside no fato de que o aumento da VFC especificamente dos marcadores de atividade parassimpática como Proportion of successive differences greater than 50ms(pNN50) e (Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD), após um treinamento, sinaliza uma adaptação positiva. Essa melhora indica maior flexibilidade do sistema nervoso, uma recuperação mais eficiente e um melhor equilíbrio autonômico, elementos que se traduzem em uma saúde cardiovascular aprimorada e maior resiliência ao estresse (MASROOR, 2018).

A VFC durante o esforço mostra a transição de esforço e limiares, marca o ponto de máxima ativação do sistema parassimpático antes de sua retirada e o início da dominância simpática. O índice de alta frequência (HF) da VFC (que reflete o parassimpático) atinge seu ponto máximo e começa a cair drasticamente (ponto de inflexão) exatamente no limiar aeróbico (HOTRUM; FREEMAN, 2015).

Apesar do crescente corpo de evidências sobre o exercício em idosos, ainda há uma lacuna na literatura quanto à comparação direta dos efeitos do exercício comunitário de alta intensidade versus de moderada intensidade sobre a VFC em repouso e a resposta cardiovascular durante o exercício em mulheres idosas. Compreender essas diferenças é essencial para aprimorar a prescrição de exercícios e otimizar os programas de saúde voltados a essa população. A intensidade do exercício pode influenciar de forma distinta esses resultados.

A literatura comprova que esse processo de envelhecimento afeta diretamente esse balanço autônomo, resultando em um declínio progressivo da VFC (UMETANI et al., 1998). O principal fator é a retirada da modulação vagal (parassimpática) sobre o nó sinusal (DE MEERSMAN; STEIN, 2007).

Consequentemente, os índices da VFC que refletem primariamente a atividade parassimpática são os mais afetados. Índices de domínio do tempo, como o RMSSD (raiz quadrada da média das diferenças sucessivas dos intervalos R- R) e o pNN50, são reportados como significativamente mais baixos em populações idosas, indicando

um tônus parassimpático reduzido e uma menor capacidade de adaptação do coração (VANDERLEI et al., 2009).

2. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito de um programa de exercício comunitário de alta intensidade versus de moderada intensidade sobre a variabilidade da frequência cardíaca em repouso e a resposta cardiovascular ao exercício durante o teste de caminhada de 6 minutos em mulheres idosas.

3. MÉTODOS

Participaram do estudo 54 mulheres idosas, frequentadoras de um Serviço de Convivência e Fortalecimento de Vínculos para Pessoa Idosa (SCFV), vinculado à Secretaria Municipal do Bem-Estar Social da Prefeitura Municipal de Bauru. Para ter acesso ao serviço, as idosas devem estar inscritas no Cadastro Único (CadÚnico) para Programas Sociais e ser encaminhadas por equipes de referência dos Centros de Referência da Assistência Social (CRAS).

A média de idade das participantes foi de 73 ± 5 anos, e suas características basais encontram-se descritas na Tabela 1. As idosas incluídas apresentavam ou já haviam apresentado condições relacionadas às Doenças Cardiovasculares (DCV), como aterosclerose, acidente vascular encefálico (AVE) ou arritmias, e/ou condições musculoesqueléticas, como fibromialgia, artrose ou escoliose.

Foram incluídas no estudo participantes que atendessem aos seguintes critérios: (1) Idade igual ou superior a 60 anos; (2) não ter participado de programas estruturados de exercício físico nos últimos três meses; (3) Ausência de doenças cardiovasculares ou metabólicas descompensadas; (4) Ausência de distúrbios musculoesqueléticos, neurológicos ou pulmonares que impossibilitassem a prática segura de exercícios; (5) Ausência de úlcera venosa ativa.

Os itens 3, 4 e 5 foram confirmados por meio de avaliação médica especializada em Medicina do Esporte, seguindo as recomendações da Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte e da Sociedade Brasileira de Cardiologia.

As participantes foram alocadas de forma aleatória em dois grupos de intervenção sendo eles, Grupo TI+TF: Treinamento intervalado combinado ao treinamento funcional e Grupo TC+TF: Treinamento contínuo combinado ao treinamento funcional. O programa foi desenvolvido em caráter comunitário, com duração total de 12 meses, sendo realizadas avaliações antes e após o período de intervenção. Todas as atividades ocorreram nas dependências do SCFV, sob supervisão de profissionais capacitados.

O programa de treinamento comunitário, foi realizado em um período total de 12 meses, sendo analisado o pré e pós-período de treinamento. Para evidenciarmos os possíveis efeitos relacionados ao treinamento, foram realizados, no mesmo dia, pré e pós intervenções, os seguintes testes:

3.1. Variabilidade da frequência cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi avaliada a partir da mensuração da frequência cardíaca (FC) e dos intervalos RR instantâneos (IRi), obtidos por meio de um sistema de telemetria digital composto por uma cinta transmissora posicionada na região esternal e um monitor Polar RS800CX® (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia). As coletas foram realizadas com os participantes em decúbito dorsal, em ambiente silencioso, acordados e respirando espontaneamente por 10 minutos, conforme metodologia descrita por Viana et al. (2019). O equipamento registrou a despolarização ventricular (onda R do eletrocardiograma) com frequência amostral de 500 Hz e resolução temporal de 1 milissegundo, seguindo as especificações de Ruha, Sallinen e Nissila (1997). Apenas segmentos contendo mais de 90% de batimentos sinusais foram considerados elegíveis para análise. Os dados foram exportados em formato texto e processados no software Kubios HRV (University of Kuopio, Finlândia).

Para a etapa analítica, selecionou-se uma janela estável composta por 256 pontos para cada participante, da qual foram extraídos os índices de domínio do tempo: desvio padrão dos intervalos NN (SDNN), raiz quadrada da média das diferenças sucessivas (RMSSD) e a proporção de intervalos NN que diferem mais de 50 milissegundos (pNN50). O SDNN foi interpretado como marcador da variabilidade global mediada pela interação simpato-vagal, enquanto RMSSD e pNN50 refletiram predominantemente a modulação parassimpática. A resposta cronotrópica e os demais índices de VFC foram analisados no software Kubios HRV Scientific Lite (versão 4.2.0).

3.2. Teste de caminhada de 6 minutos

O Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6) foi realizado seguindo rigorosamente o protocolo padronizado pela *American Thoracic Society* (ATS, 2002). O teste foi realizado em um percurso de 30 metros em uma quadra esportiva, onde foram coletados os dados de frequência cardíaca no segundo, quarto e sexto minuto. Durante a fase de recuperação, após a caminhada, as participantes permaneceram sentadas e tiveram suas medidas de Frequência Cardíaca e Pressão arterial sistólica e diastólica coletadas no primeiro, terceiro e sexto minutos. O total alcançado em metros durante o teste também foi calculado.

3.3. Programas de treinamento

Os programas de treinamento intervalado e contínuo foram desenvolvidos para serem realizados em grupos, combinando atividades aeróbias e exercícios de resistência. As intervenções ocorreram em dois centros de atividades comunitárias, localizados nos bairros Jardim Godoy e Jardim Carolina. Para o treinamento de força, foram utilizados materiais de fácil acesso e que permitiam progressão de carga, como faixas elásticas e garrafas de amaciante preenchidas com areia, água ou pedras. A intensidade do esforço foi monitorada por meio da escala de percepção subjetiva de esforço de Borg de 6 a 20.

No primeiro mês, todas as participantes passaram por um período de familiarização com os exercícios. As atividades aeróbias contínuas, em intensidade moderada (entre 11 e 13 da escala de Borg), iniciaram com 10 minutos de duração, aumentando 5 minutos a cada semana até atingir 20 minutos ao final das quatro semanas. Os exercícios de resistência incluíam agachamento, flexões, remada, stiff, elevação de panturrilha, rosca bíceps e extensão de tríceps. O treino começou com 1 série de 10 repetições, progredindo semanalmente até alcançar 3 séries de 15 repetições, sempre com cargas leves a moderadas.

No segundo mês, as voluntárias foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos sendo eles, Treinamento concorrente com exercício aeróbio intervalado de alta intensidade e treinamento resistido (TI+TF); Treinamento concorrente com exercício aeróbio contínuo de intensidade moderada e treinamento resistido (TC+TF).

Os treinos ocorreram nos dois centros onde o projeto foi desenvolvido. A parte educativa incluiu palestras sobre temas de saúde e comportamento, como nutrição, prática regular de atividade física e tabagismo. As sessões eram oferecidas das 08h às 09h e das 13h às 14h.

O grupo TI+TF realizava o treino em duas partes: primeiro, o componente aeróbio intervalado de alta intensidade; depois, o treinamento de resistência. O protocolo teve duração total de um ano, com o primeiro mês reservado para familiarização. Inicialmente, o grupo realizava quatro estímulos intervalados de alta intensidade (Borg 15–17), consistindo em um minuto de corrida ou caminhada intensa seguido de dois minutos de recuperação ativa (Borg 9–11). A cada mês, o número de estímulos aumentava até chegar a sete intervalos.

No treinamento resistido, o primeiro mês contou com cinco exercícios multiarticulares, realizados em 1 série de 12 repetições, com 60 segundos de

descanso, utilizando faixas elásticas e peso corporal. A progressão ocorria semanalmente, aumentando uma série por semana até completar 3 séries. A partir do segundo mês, as voluntárias mantiveram o volume, porém com progressão da intensidade a cada duas semanas, variando carga e volume de execução.

3.4. Análise estatística

Para a análise da VFC foi selecionado um intervalo de 256 pontos para cada voluntária, utilizados parâmetros de domínio de tempo, sendo eles: Raiz Quadrada Média das Diferenças Sucessivas (RMSSD), Desvio Padrão dos Intervalos NN (SDNN) e Porcentagem de Intervalos NN Diferindo em mais de 50 milissegundos (pNN50), onde o SDNN apresenta interação do sistema nervoso simpático e parassimpático e RMSSD e pNN50 representam a ativação do sistema nervoso parassimpático. A resposta da FC bem como os índices de VFC foram analisados pelo software Kubios HRV Scientific Lite (versão 4.2.0) Os dados foram processados e analisados no software JASP (versão 0.95.4.0, JASP Team, 2024). Todas as variáveis apresentaram distribuição anormal de acordo com o teste de Shapiro-Wilk e, por isso, foram expressas em média $\pm$ desvio padrão (DP). A avaliação do efeito das intervenções (G-TI vs. G-TC) ao longo dos 12 meses foi realizada mediante análise por intenção de tratar. Para verificar o efeito da intervenção, foi utilizada a ANOVA de duas vias para medidas repetidas (grupo $\times$ tempo), considerando o fator grupo (intensidade do treinamento) e o fator tempo (pré e pós 12 meses). Quando identificadas diferenças significativas, foi aplicado o teste post-hoc de Bonferroni e Tukey para comparações múltiplas. Em todas as análises realizadas, o nível de significância estatística foi estabelecido com um valor de $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

Através desse estudo, a comparação da variabilidade da frequência cardíaca entre os grupos TI e TC não apresentou diferença significativa entre os grupos nos parâmetros de domínio de tempo analisados (SDNN, RMSSD e pNN50).

Com relação ao teste de caminhada de 6 minutos, a comparação entre os grupos no momento pré e pós treinamento também não se mostrou significativa quanto à frequência cardíaca e distância atingida, sendo estas apresentadas pela tabela 2 e as figuras de 1 a 8.

Quanto à adesão ao treinamento, os participantes apresentaram uma média de 27,2% de presença, evidenciando uma baixa frequência nas sessões.

Tabela 1. Característica basal das participantes do estudo

Variáveis	Grupo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
FC	TC	71,9	11,9	45,0	103,0
FC	TI	70,5	13,9	39,0	103,0
PAS	TC	133,0	28,6	100,0	220,0
PAS	TI	132,7	21,6	94,0	188,0
PAD	TC	71,7	8,3	55,0	94,0
PAD	TI	71,6	9,7	57,0	91,0
Peso	TC	68,6	14,0	48,4	99,4
Peso	TI	68,4	13,0	46,7	99,6
Estatura	TC	1,53	0,05	1,42	1,67
Estatura	TI	1,53	0,06	1,42	1,68
SpO2	TC	95,8	2,1	89,0	98,0
SpO2	TI	95,9	1,8	91,0	99,0

FC: Frequência Cardíaca. PAS: Pressão arterial sistólica. PAD: Pressão arterial diastólica. SpO2: Saturação. TC: Treinamento contínuo. TI: Treinamento intervalado.

Figura 1. Comportamento da frequência cardíaca durante o teste de caminhada de 6 minutos, antes e após o programa de treinamento intervalado.

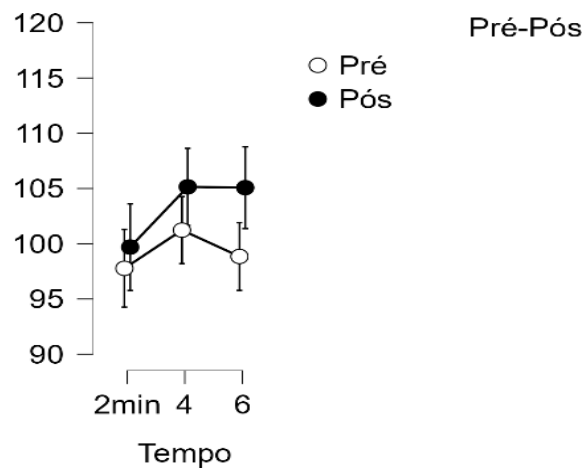


Figura 2. Comportamento da frequência cardíaca durante o teste de caminhada de 6 minutos, antes e após o programa de treinamento contínuo.

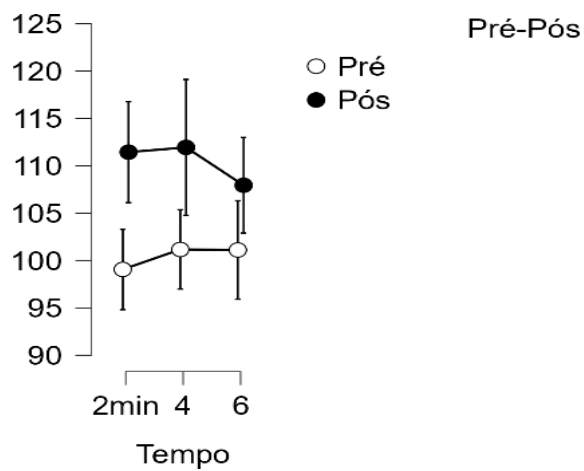


Figura 3. Comportamento da frequência cardíaca durante a recuperação do teste de caminhada de 6 minutos, antes e após o programa de treinamento intervalado.

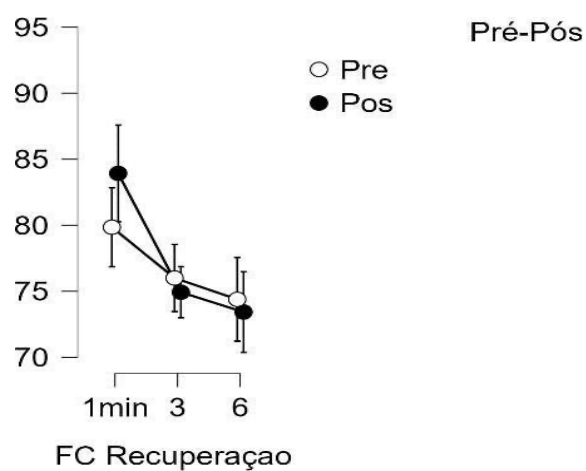


Figura 4. Comportamento da frequência cardíaca durante a recuperação do teste de caminhada de 6 minutos, antes e após o programa de treinamento contínuo.

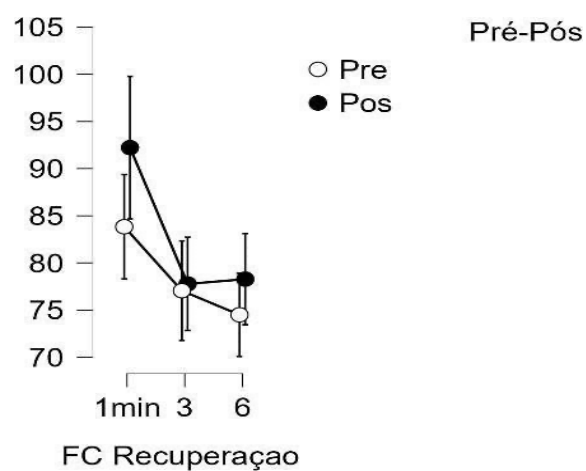


Figura 5. Distância percorrida durante o teste de caminhada de 6 minutos, antes e após os programas de treinamento intervalado (2) e contínuo (1).

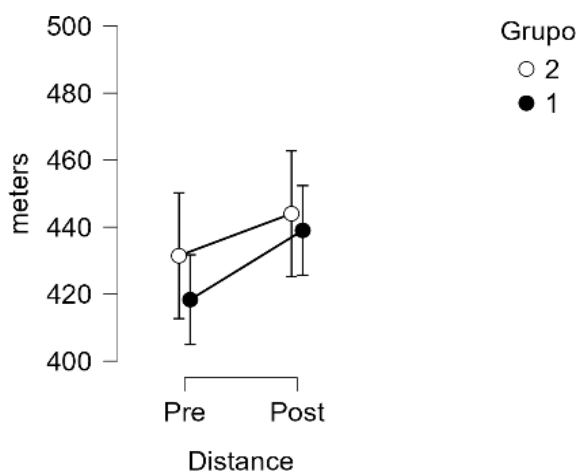


Tabela 2. Média e desvio padrão dos parâmetros do domínio do tempo da variabilidade da frequência cardíaca, antes e após os programas de treinamento.

Variável	Treinamento Intervalado		Treinamento Contínuo	
	Pré	Pós	Pré	Pós
SDNN	330,5 ± 520,1	484,2 ± 508,4	405,5 ± 906,2	363,1 ± 2.5
RMSSD	448,4 ± 740,2	560,5 ± 666,2	576,9 ± 692,7	473,6 ± 671,3
pNN50	98,6 ± 184,3	202,7 ± 264,5	174,1 ± 289,9	184,4 ± 294,2

Figura 6. Comportamento da SDNN da variabilidade da frequência cardíaca antes e após treinamento intervalado (TI) e treinamento contínuo (TC).

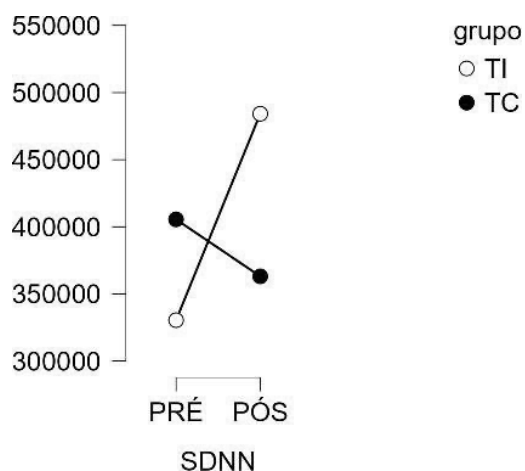


Figura 7. Comportamento da RMSSD da variabilidade da frequência cardíaca antes e após treinamento intervalado (TI) e treinamento contínuo (TC).

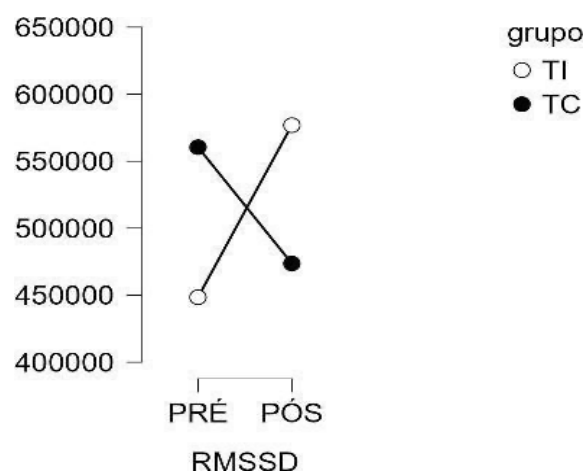
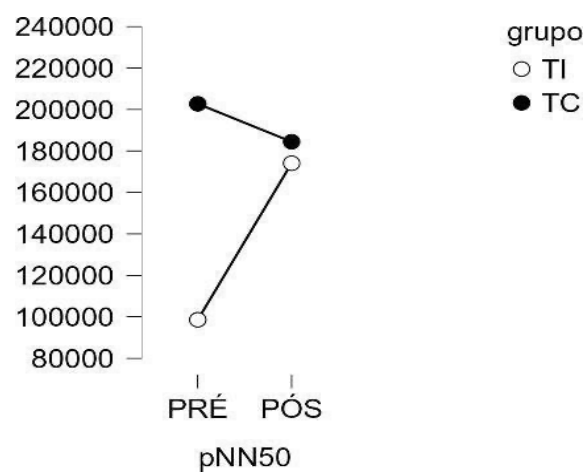


Figura 8. Comportamento da pNN50 da variabilidade da frequência cardíaca antes e após treinamento intervalado (TI) e treinamento contínuo (TC).



4. DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo não demonstraram diferenças significativas entre os grupos TI e TC nas variáveis avaliadas. Com relação a VFC e o desempenho no TC6 em mulheres idosas, os resultados obtidos não demonstraram diferenças significativas entre os grupos nem ao longo do tempo nos índices de domínio do tempo da VFC (SDNN, RMSSD e pNN50). De forma semelhante, não foram observadas alterações significativas na frequência cardíaca e na distância percorrida no TC6 após o período de intervenção. Entretanto, algumas limitações do estudo merecem destaque. A baixa adesão das participantes relatou uma média de 27,2% de presença, o que pode ter influenciado diretamente na ausência de resultados significativos.

De acordo com achados na literatura, a regularidade do treinamento aeróbio apresenta uma melhora na ativação parassimpática e diminuição na ativação simpática, melhorando os parâmetros da VFC (MARÇAL, 2023). Pesquisas indicam que o exercício vigoroso pode aumentar a modulação parassimpática e reduzir o risco cardiovascular, efeitos menos pronunciados no exercício de intensidade moderada (AMARAL, 2024; FU, 2024). Porém, é importante ressaltar que ambas as modalidades apresentam efeitos benéficos, reforçando a importância da prática regular de exercícios.

Por outro lado, também existe na literatura que, assim como no presente estudo, não são observadas alterações significativas na VFC após intervenções de exercício, especialmente quando fatores como baixa adesão, intensidade insuficiente ou curta duração do programa estão presentes. Yang et al. (2024) relataram ausência de diferenças significativas entre modalidades de exercício quando avaliados os índices de VFC, mesmo após intervenção estruturada. De maneira similar, a literatura aponta que essa frequência irregular no público idoso, tem uma tendência a não produção de mudanças autonômicas relevantes (GRÄSSLER et al., 2021). Além disso, pesquisas que compararam diferentes intensidades de exercício constataram que programas de força ou protocolos insuficientemente progressivos podem não gerar adaptações mensuráveis na modulação autonômica (OLIVIERI et al., 2024). Assim, os achados do presente estudo se alinham a esse grupo de evidências que apontam para a variabilidade dos resultados fisiológicos quando o envolvimento da amostra ou as condições operacionais do treinamento não são ideais.

Alguns fatores podem explicar a ausência de adaptações cardiovasculares e funcionais no presente estudo que pode estar associado tanto ao reduzido volume de

participação quanto à falta de progressão adequada da carga fisiológica. Embora estudos indiquem que o exercício, em diferentes modalidades, costuma melhorar o desempenho funcional e a tolerância ao esforço em idosos, tais efeitos geralmente dependem de participação regular.

É importante considerar que a idade das participantes pode ter exercido influência direta sobre os resultados observados. O processo de envelhecimento envolve modificações estruturais e funcionais no sistema cardiovascular e no controle autonômico, incluindo maior rigidez arterial, redução da sensibilidade barorreflexa e menor responsividade autonômica. Tais alterações tendem a provocar uma diminuição natural da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). A literatura aponta que o avanço da idade está associado a um declínio progressivo dos mecanismos autonômicos, o que dificulta adaptações mesmo diante de estímulos fisiológicos, como o exercício físico (GRÄSSLER et al., 2021; MANSER et al., 2021). Assim, em populações idosas, torna-se mais desafiador identificar melhorias expressivas na VFC decorrentes de intervenções com exercício, especialmente quando a adesão é insuficiente ou o estímulo de treinamento não atinge intensidade e consistência adequadas.

No entanto, verificamos um aspecto positivo no presente estudo. Embora não tenha havido melhora, também não houve piora nos índices de VFC ou no desempenho funcional no TC6 um dado relevante quando se considera a progressão natural da idade e o risco de diminuição funcional/autonômica com o envelhecimento (JANDACKOVA et al., 2016).

Para futuras pesquisas, recomenda-se a adoção de estratégias que favoreçam maior adesão às sessões, como acompanhamento mais próximo, suporte motivacional e flexibilização de horários. Estudos com maior duração, progressão sistematizada da intensidade e análise de perfis individuais de respondedores e não-respondedores também podem ajudar a compreender melhor os efeitos de diferentes modalidades de exercício sobre a VFC e o desempenho funcional em idosos.

De modo geral, embora este estudo não tenha demonstrado modificações expressivas na VFC ou no desempenho no TC6 entre os grupos avaliados, seus achados oferecem subsídios importantes para compreender quais condições são necessárias para que programas de exercício sejam capazes de promover adaptações cardiovasculares em idosos. Evidências científicas indicam que tais benefícios podem ocorrer, desde que fatores como consistência na participação,

intensidade adequada do treinamento e particularidades individuais sejam considerados na prescrição. Ademais, levando em conta o declínio natural da função autonômica decorrente do envelhecimento, a estabilidade dos parâmetros observada em nossa amostra pode ser vista como um resultado positivo, pois sugere a prevenção de uma deterioração que seria esperada com o passar dos anos.

5. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que as intervenções realizadas ao longo de 12 meses não promoveram melhora na resposta cardiovascular ao exercício, tampouco durante o período de recuperação pós-esforço. Da mesma forma, não foram observados aumentos significativos na distância total percorrida nem nos índices de Variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

Além disso, ao comparar os diferentes grupos de intervenção, verificou-se que nenhum deles apresentou superioridade em termos de benefícios cardiovasculares ou autonômicos. Esses achados sugerem que, nas condições avaliadas, os programas de treinamento aplicados não foram suficientes para gerar adaptações mensuráveis nessas variáveis.

7. REFERÊNCIAS

ABREU, R. M. D.; CAIRO, B.; PORTA, A. On the significance of estimating cardiorespiratory coupling strength in sports medicine. *Frontiers in Network Physiology*, v. 2, p. 1114733, 2023.

ABREU, R. M.; REHDER-SANTOS, P.; SIMÕES, R. P.; CATAI, A. M. Can high-intensity interval training change cardiac autonomic control? A systematic review. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 23, n. 4, p. 279-289, 2019.

ABREU, R. M. et al. Effects of inspiratory muscle-training intensity on cardiovascular control in amateur cyclists. *American Journal of Physiology*, v. 317, p. R891-R902, 2019.

ALVAREZ, C. et al. High-intensity interval training as a tool for counteracting dyslipidemia in women. *International Journal of Sports Medicine*, v. 39, n. 5, p. 397-406, 2018.

AMARAL, V. T. et al. Superior effect of long-term community-based high-intensity interval training on cardiovascular and functional parameters in low-income older women. *European Journal of Preventive Cardiology*, v. 31, n. 12, p. 1543-1546, 2024.

AMEKRAN, Y.; EL HANGOUCHE, A. J. Effects of exercise training on heart rate variability in healthy adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Cureus*, v. 16, n. 6, 2024.

ATS COMMITTEE ON PROFICIENCY STANDARDS FOR CLINICAL PULMONARY FUNCTION LABORATORIES. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 166, n. 1, p. 111-117, 2002.

AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.

BRENNER, I. K.; THOMAS, S.; SHEPHARD, R. J. Análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca durante exposição ao calor e exercícios repetidos. *European Journal of Applied Physiology*, v. 76, p. 145-156, 1997.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training: solutions to the programming puzzle — Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013.

BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, v. 54, n. 24, p. 1451-1462, 2020.

CARVALHO, R. B. C.; MADRUGA, V. A. Envelhecimento e prática de atividade física: a influência do gênero. *Motriz*, v. 17, n. 2, p. 328-337, 2011.

CATAI, A. M. et al. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation

checklist of procedures. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 24, n. 2, p. 91-102, 2020.

CHRISTENSEN, K. et al. Ageing populations: the challenges ahead. *The Lancet*, v. 374, n. 9696, p. 1196-1208, 2009.

CIOLAC, E. G. Exercise training as a preventive tool for age-related disorders: a brief review. *Clinics*, v. 68, n. 5, p. 697-702, 2013.

COLE, C. R. et al. Heart-rate recovery following exercise: association with mortality. *New England Journal of Medicine*, v. 341, n. 18, p. 1351-1357, 1999.

CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, v. 2, n. 1, p. e004473, 2013.

DE MEERSMAN, R. E.; STEIN, P. K. Heart rate variability and aging: a review. *American Journal of Geriatric Cardiology*, v. 16, n. 6, p. 360-368, 2007.

EL KHOUDARY, S. R. et al. Menopause transition and cardiovascular disease risk: implications for early prevention. *Circulation*, v. 142, n. 25, 2020.

FARRANCE, C.; TSOFLIOU, F.; CLARK, C. Adherence to community-based group exercise interventions for older people: a mixed-methods systematic review. *Preventive Medicine*, v. 87, p. 155-166, 2016.

FLORINDO, A. A. et al. Physical activity promotion in primary health care in Brazil: a counseling model. *Journal of Physical Activity and Health*, v. 11, n. 8, p. 1531-1539, 2014.

FU, T. et al. Effect of high-intensity interval training vs moderate-intensity continuous training on cardiorespiratory fitness and blood pressure in older adults. *GeroScience*, v. 46, p. 1-15, 2024.

GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GRÄSSLER, B. et al. Effects of different exercise interventions on heart rate variability and cardiovascular health factors in older adults: a systematic review. *European Review of Aging and Physical Activity*, v. 18, n. 1, p. 24, 2021.

HOTRUM, S. L.; FREEMAN, J. W. Heart rate variability and the determination of the aerobic threshold in runners: a comparison of methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2015.

JANDACKOVA, V. K. et al. Are changes in heart rate variability in middle-aged and older people normative or caused by pathological conditions? Findings from a large population-based longitudinal cohort study. *Journal of the American Heart Association*, v. 5, n. 2, p. e002365, 2016.

KIM, H. G. et al. Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review. *Psychiatry Investigation*, v. 15, n. 3, p. 235-245, 2018.

KLASSEN, S. A.; JOYNER, M. J.; BAKER, S. E. The impact of ageing and sex on sympathetic neurocirculatory regulation. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, v. 116, p. 72-81, 2021.

KU, P. H. et al. Prefrontal activity and heart rate variability during cognitive tasks may show different changes in young and older adults with and without mild cognitive impairment. *Frontiers in Aging Neuroscience*, v. 16, p. 1392304, 2024.

LEBRUN, C. E. et al. Arterial stiffness in postmenopausal women. *Journal of Hypertension*, v. 20, n. 11, p. 2165-2172, 2002.

LÓPEZ-OTÍN, C. et al. The hallmarks of aging. *Cell*, v. 153, n. 6, p. 1194-1217, 2013.

MALIK, M. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, v. 1, n. 2, p. 151-181, 1996.

MARÇAL, I. R. et al. Effects of exercise training on heart rate variability in individuals with lower extremity arterial disease. *Journal of Vascular Nursing*, v. 41, n. 4, p. 226-234, 2023.

MCCORRY, L. K. Physiology of the autonomic nervous system. *American Journal of Pharmaceutical Education*, v. 71, n. 4, p. 78, 2007.

MUSSELMAN, S. S. et al. Effect of psychiatric illness on heart rate variability and heart rate recovery. *International Journal of Cardiology*, v. 238, p. 1-6, 2017.

MASROOR, Sidra; BHATI, Pooja; VERMA, Shalini; KHAN, Monis; HUSSAIN, M. Ejaz. *Heart rate variability following combined aerobic and resistance training in sedentary hypertensive women: a randomised control trial*. *Indian Heart Journal*, v. 70, suppl. 3, 2018.

NYSTORIAK, M. A.; BHATNAGAR, A. Cardiovascular effects and benefits of exercise. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, v. 5, p. 135, 2018.

OLIVIERI, F. et al. Heart rate variability and autonomic nervous system imbalance: Potential biomarkers and detectable hallmarks of aging and inflammaging. *Ageing Research Reviews*, v. 101, 2024.

ÖZLER, N.; MALKOÇ, M.; ANGIN, E. The relationship between physical activity level and balance parameters in patients with hypertension. *Medicine (Baltimore)*, v. 102, n. 48, p. e36495, 2023.

RAMÍREZ-VÉLEZ, R. et al. Effect of moderate versus high-intensity interval training on HRV parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 12, p. 3403-3415, 2020.

RAJ, A. et al. The impact of menopause on cardiovascular aging. *Cureus*, v. 15, n. 8, 2023.

SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, v. 5, p. 258, 2017.

SILVA, A. M. et al. Fatores associados à adesão a grupos de atividades físicas na atenção básica. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 27, n. 3, p. 220-227, 2020.

SILVA, C. C. M.; DUPAS, G. Envelhecimento e prática de atividade física: a influência do gênero. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 21, n. 4, p. 949-956, 2013.

TASK FORCE OF ESC AND NASPE. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, v. 93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

UMETANI, K. et al. Twenty-four hour time-domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 31, n. 3, p. 593-601, 1998.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Noções básicas sobre a variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

WISLØFF, U. et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training. *Circulation*, v. 115, n. 24, p. 3086-3094, 2007.

XIE, B.; YAN, X.; CAI, X.; LI, J. Effects of high-intensity interval training on aerobic capacity in cardiac patients. *Biomed Research International*, 2017.