

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL EM
ATENÇÃO AO PACIENTE EM ESTADO CRÍTICO

MARIANNA BORGES DE ÁVILA

EFEITOS DO EXERCÍCIO NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA EM PACIENTES PORTADORES DE DOENÇA CARDÍACA: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA

UBERLÂNDIA-MG

2024

MARIANNA BORGES DE ÁVILA

**EFEITOS DO EXERCÍCIO NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA EM PACIENTES PORTADORES DE DOENÇA CARDÍACA: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Residência apresentado ao
Programa de Residência em Área Profissional da Saúde
(uni e multiprofissional) da área de concentração Atenção
ao Paciente em Estado Crítico – da Universidade Federal
de Uberlândia. Como exigência parcial, para obtenção de
título em Fisioterapia. Sob a orientação da Dr^a. Elaine
Cristina Gonçalves.

UBERLÂNDIA – MG

2024

Artigo 1 – Efeitos do exercício na variabilidade da frequência cardíaca em pacientes portadores de doença cardíaca: uma revisão integrativa

Effects of exercise on heart rate variability in patients with heart disease: an integrative review

Marianna Borges de Ávila¹, Elaine Cristina Gonçalves²

¹Fisioterapeuta, Residente do programa de residência multiprofissional em atenção ao paciente em estado crítico pela Universidade Federal de Uberlândia. Email: marianna.avila@hotmail.com

²Fisioterapeuta, Doutora em Reabilitação e Desempenho Funcional, Hospital de clínicas da Universidade Federal de Uberlândia. Email: elacrisg@yahoo.com.br

Resumo

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) avalia a interação entre o sistema nervoso simpático e parassimpático. A baixa VFC está associada a um aumento da incidência de morte súbita e arritmias em portadores de doenças cardiovasculares. Programas de reabilitação cardiovascular baseados em exercícios têm sido eficazes na redução do risco de eventos cardiovasculares e na mortalidade destes pacientes. **Objetivo:** Avaliar os efeitos do exercício físico sobre a VFC em pacientes cardiopatas. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa que analisou estudos nas bases de dados PubMed e Embase®, correspondentes ao período de 2013 a 2023. Utilizou-se combinações dos termos: insuficiência cardíaca OR doença cardiovascular AND exercício físico OR reabilitação cardíaca AND VFC. Foram incluídos: artigos em português e inglês; artigos na íntegra referentes a temática em artigos de estudos observacionais, ECCR e ECCNR. **Resultados:** Foram encontrados maior quantidade de estudos sobre insuficiência cardíaca congestiva (ICC) e miocardiopatia chagásica, sendo os exercícios mais utilizados a caminhada em esteira, exercício intervalado de alta intensidade e exercício contínuo de intensidade moderada. O HIIT melhorou a resposta do sistema nervoso parassimpático e VO2 máximo em pacientes com ICC. Já em pacientes transplantados, não houve diferenças entre exercícios aquáticos e em solo na VFC. Da mesma forma não houve alterações na VFC em paciente com miocardiopatia chagásica ou pós infarto agudo miocárdio. **Conclusão:** Os estudos avaliados mostraram que os efeitos do exercício sobre a VFC em pacientes cardiopatas são inconclusivos e parecem estar relacionados ao grau de comprometimento da função cardíaca decorrente da patologia cardíaca apresentada.

Descritores: doença cardiovascular, reabilitação cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca.

Abstract

Heart rate variability (HRV) assesses the interaction between the sympathetic and parasympathetic nervous systems. Low HRV is associated with an increased incidence of sudden and arrhythmic deaths in patients with cardiovascular diseases. Exercise-based cardiovascular rehabilitation programs have been effective in reducing the risk of cardiovascular events and mortality in these patients. Objective: To evaluate the effects of physical exercise on HRV in heart disease patients. Methodology: This is an integrative review that analyzed studies in the PubMed and Embase® databases, corresponding to the period from 2013 to 2023. Combinations of the terms were used: heart failure OR cardiovascular disease AND physical exercise OR cardiac rehabilitation AND HRV. The following were included: articles in Portuguese and English; full articles referring to the topic in articles on observational studies, ECCR and ECCNR. Results: A greater number of studies on congestive heart failure (CHF) and chagasic cardiomyopathy were found, with the most used exercises being treadmill walking, high-intensity interval exercise and moderate-intensity continuous exercise. HIIT improved parasympathetic nervous system response and VO₂ max in patients with CHF. In transplant patients, there were no differences between water and land exercises in HRV. Likewise, there were no changes in HRV in patients with chagasic cardiomyopathy or post-acute myocardial infarction. Conclusion: The studies evaluated showed that the effects of exercise on HRV in patients with heart disease are inconclusive and appear to be related to the degree of impairment of cardiac function resulting from the cardiac pathology presented.

Descriptors: cardiopathy, cardiac rehabilitation, heart rate variability.

SUMÁRIO

1. Introdução	5
2. Métodos	6
3. Resultados	7
4. Discussão	13
5. Conclusão	15
6. Referências	15

Introdução

O Sistema nervoso autônomo (SNA) possui funções simpática e parassimpática que, através de suas contribuições rítmicas separadas, modulam os intervalos de frequência cardíaca (FC), e do complexo QRS no eletrocardiograma (ECG) em frequências distintas. A estimulação simpática ocorre em resposta ao estresse, ao exercício e às doenças cardíacas, provocando um aumento da FC através do aumento da taxa de disparo das células do nó sinoatrial do coração. A atividade parassimpática é resultante da função de órgãos internos, traumas, reações alérgicas, inalação de irritantes, e diminui a FC através da redução da taxa de disparo das células do nó sinoatrial, fornecendo assim, uma regulação e equilíbrio na função autonômica fisiológica¹.

Atualmente, tem se demonstrado uma relação significativa entre o sistema nervoso autônomo e a mortalidade cardiovascular, incluindo morte cardíaca súbita, em decorrência de ativação simpática excessiva e altos níveis de catecolaminas circulantes^{2,3}.

Neste sentido, medidas da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), ou seja, a quantidade de flutuações da FC em torno da FC média, pode ser usada como um parâmetro para avaliação do controle do sistema cardiorrespiratório, tornando-se uma ferramenta para análise da atuação do sistema simpático e parassimpático, bem como do sistema nervoso autônomo. A baixa VFC tem sido demonstrado como sugestiva de perda do reflexo vagal sendo associada ao aumento incidência de mortes arrítmicas na ICC^{4,5}.

Na condução da reabilitação do paciente portador de doença cardiovascular, já está bem estabelecido, que um programa de reabilitação cardiovascular (RCV) com ênfase em exercícios, melhora os componentes da aptidão física, tanto aeróbicos quanto não aeróbicos, diminuindo o risco de eventos cardiovasculares, reduzindo desta forma, a mortalidade geral⁶.

Uma revisão recente demonstrou que o treinamento físico, como tratamento não farmacológico, desempenha um papel importante na melhoria do equilíbrio simpatovagal e pode normalizar os níveis de marcadores de fluxo simpático medidos por microneurografia, VFC, ou níveis plasmáticos de catecolaminas, alterando positivamente o prognóstico das doenças cardiovasculares⁷.

Diante dos benefícios de um programa de RC em pacientes portadores de doenças cardiovasculares e do papel da VFC como um indicador relevante da habilidade de autorregulação e adaptação dos sistemas biológicos a estímulos internos e externos⁶, o objetivo dessa revisão é avaliar os efeitos dos diferentes tipos de exercício físico sobre a VFC em

pacientes portadores de doenças cardiovasculares. Espera-se com isso, identificar os exercícios que proporcionam maior impacto na melhora dos índices de VFC nesta população de pacientes.

Métodos

Este estudo trata-se de uma revisão literária integrativa, onde foi realizada de acordo com as etapas: elaboração da questão da pesquisa; amostragem ou pesquisa na literatura dos estudos primários; avaliação dos estudos primários incluídos; análise e síntese dos resultados e apresentação da revisão.

Na etapa inicial da pesquisa, foi definida a seguinte questão de pesquisa: “Qual é o impacto da atividade física na Variabilidade da Frequência Cardíaca de pacientes com problemas cardíacos?”. A coleta de dados foi realizada considerando estudos recentes no período de 2013 a 2023 e foi feita uma busca manual nas bases de dados PubMed Central® (PMC) e Embase®. Os termos utilizados foram combinados de diferentes maneiras para abranger uma maior quantidade de estudos. Foi utilizada a combinação dos termos insuficiência cardíaca OR doença cardiovascular AND exercício físico OR reabilitação cardíaca AND variabilidade da frequência cardíaca OR VFC.

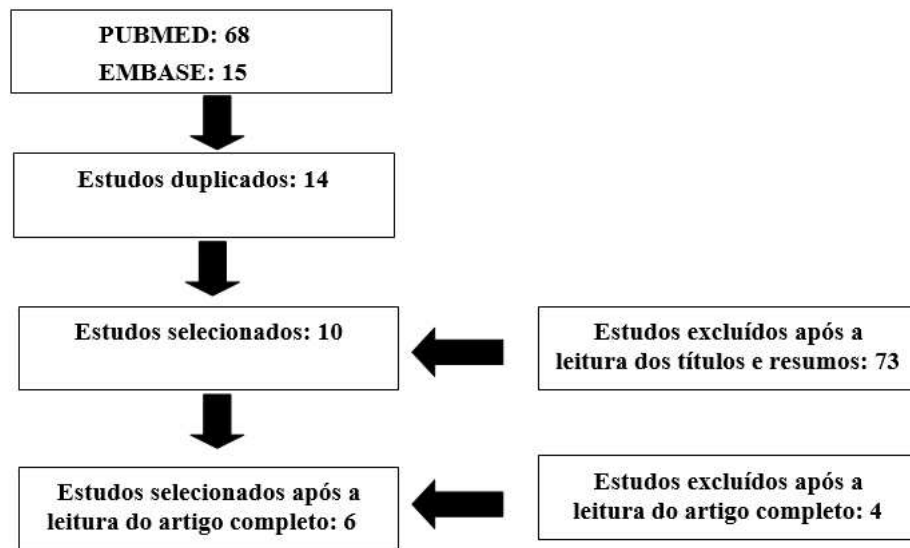
Tanto na PubMed Central® quanto na Embase®, foram realizadas as seguintes buscas: insuficiência cardíaca OR doença cardiovascular AND exercício físico OR reabilitação cardíaca AND variabilidade da frequência cardíaca OR VFC.

Os estudos incluídos foram de metodologia experimental que consideraram a participação de seres humanos, associação entre VFC e exercício físico, análise da VFC antes, durante e/ou depois do exercício utilizando medidas lineares e não lineares. Foram excluídos estudos de revisão, bem como aqueles cujo não relacionavam a análise da VFC ao efeito do exercício físico em pacientes portadores de doenças cardiovasculares.

Com base nos resultados da busca, foram lidos o título e o resumo de cada artigo científico para determinar sua adequação aos critérios de inclusão e exclusão e às questões norteadoras. Essas etapas são mostradas na Figura 1. É importante ressaltar que o processo de seleção dos artigos e análise do cumprimento dos critérios de inclusão e exclusão foram desenvolvidos de forma independente por dois pesquisadores.

A análise dos artigos selecionados foi realizada de forma descritiva, permitindo avaliar o nível e a qualidade das evidências fornecidas em estudos sobre os efeitos do exercício na VFC em pacientes com doenças cardiovasculares.

Figura 1. Fluxograma de seleção das publicações científicas nas bases de dados PubMed Central® (PMC) e Embase®, entre 2013 e 2023.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados

A aplicação da metodologia apresentada na seção anterior permitiu selecionar 6 artigos que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão e a questão de pesquisa. A Tabela 1 resume os estudos selecionados segundo título do artigo, autores, ano de publicação, métodos, principais resultados.

Quadro 1. Caracterização dos artigos selecionados entre os anos de 2013 e 2023.

No.	Autor(es)/Ano	Método	Principais resultados
1	Eser et al., 2020.	Experimental	Ao comparar os efeitos agudos e crônicos do treinamento Intervalado de alta intensidade (HIIT) x Exercício contínuo de intensidade moderada (ECIM) em pacientes após 7 dias do Infarto agudo do miocárdio (IAM) sobre a frequência cardíaca de repouso (FCr) e sobre a VFC verificou-se com relação aos efeitos agudos uma tendência de aumento da FCr

			durante o sono no grupo treinamento Intervalado de alta intensidade (HIIT). Com relação aos efeitos crônicos, no grupo de exercício contínuo de intensidade moderada (ECIM) foi verificado uma tendência de diminuição da FCr durante a posição supina e em pé, bem como durante o sono. No grupo HIIT uma tendência de aumento da FCr durante a posição supina e ortostática. As intensidades de ondas de baixa e alta frequência (LF, HF) do segmento em pé aumentou do pré para o pós-intervenção no grupo ECIM, mas diminuiu no grupo HIIT. Demonstrando que o treino HIIT não foi superior ao ECIM na melhoria da FCr e VFC de forma aguda ou crônica.
2	Compostella et al., 2014.	Experimental	Este estudo avaliou se a VFC seria capaz de prever em pacientes com ICC a capacidade de melhorar a aptidão física após um curto período de reabilitação cardíaca (RC) baseada em exercícios. A aptidão física dos pacientes foi avaliada na admissão pelo teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e reavaliada após duas semanas de RC baseada em exercícios intensivos. A capacidade de exercício foi avaliada por um teste de exercício cardiopulmonar limitado por sintomas (TECP). Pacientes com VFC muito deprimida não tiveram melhora na capacidade de caminhada após reabilitação cardíaca curta, caminharam distâncias absolutas mais curtas no TC6min final e desenvolveram VO2 pico no teste de exercício cardiopulmonar limitado por sintomas significativamente menores do que pacientes

			com parâmetros de VFC maiores.
3	Besnier et al., 2019.	Experimental	O estudo avaliou em um programa de reabilitação curto e intenso se o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) leva a melhora da VFC e função cardíaca em comparação com exercício contínuo de intensidade moderada (ECIM) em paciente com IC com fração de ejeção reduzida. Os participantes foram divididos em dois grupos, o grupo HIIT e o grupo ECIM, e em seguida passaram por registro de ECG de 24 horas, teste de esforço cardiopulmonar e ecocardiografia no início e no final do estudo. As análises pós-intervenção, mostraram que a potência de alta frequência em unidades normalizadas da VFC aumentou com o HIIT, mas permaneceu inalterado com ECIM. A frequência cardíaca em repouso diminuiu significativamente para ambos os grupos. A melhora no consumo máximo de oxigênio foi maior com o HIIT do que com o ECIM. A análise da FEVE teve melhora apenas com o HIIT.
4	Castro RE., 2015.	Experimental	Este estudo avaliou o efeito do exercício físico em piscina versus solo sobre a atividade autonômica do coração em pacientes transplantados do coração. Todos os pacientes foram submetidos a teste de esforço cardiopulmonar progressivo máximo e iniciado

			os protocolos de exercício 3 semanas depois. Durante a intervenção foi mantido uma intensidade de exercício entre “fácil e ligeiramente cansativo” utilizando a escala de Borg. A VFC foi coletada antes, durante e após cada uma das intervenções. Após o exercício em piscina, foram observadas reduções significativas em relação à sessão controle nas médias horárias da PAS nas três primeiras horas e após a sétima hora de análise, e nas médias diárias, e horário da PAD na primeira e sétima hora. Após o exercício em solo foram vistas reduções significativas em relação à sessão controle nas médias horárias da PAS durante a segunda, terceira e vigésima primeira hora e nas médias horárias da PAD durante a segunda, a vigésima primeira e vigésima quarta hora de análise. A VFC não apresentou diferença significativa em nenhuma das intervenções de exercício. Assim sendo, ambas as sessões de exercício promoveram reduções similares da pressão arterial ambulatorial dos pacientes pós transplante cardíaco, sugerindo que elas podem ser uma importante ferramenta para o combate da HAS nessa população de alto risco.
5	Nascimento et al., 2014.	Experimental	O estudo analisou a resposta da VFC sobre o exercício físico em pacientes portadores de miocardiopatia chagásica. Após randomizados os pacientes foram submetidos a exame clínico, exames laboratoriais, ECG teste de esforço limitado por sintomas para definição da intensidade da frequência cardíaca de treinamento, teste de caminhada de 6 minutos,

			ecocardiograma e monitoração por Holter 24 h para avaliação de índices de VFC. Índices basais de VFC foram similares. Os pacientes participaram de um protocolo de caminhada e a intensidade do exercício se baseava no pico da FC atingido no teste de esforço limitado por sintomas. Do basal ao seguimento, observamos no GI aumento da potência total, e da potência de frequência muito baixa, mas não no GC. A variação pré e pós dos índices de VFC foi similar em SDNN, rMSSD e potência de frequência baixa, exceto pela potência de alta frequência, que teve tendência a aumento no GI.
6	Souza et al., 2013.	Experimental	Este estudo avaliou pacientes com cardiopatia chagásica crônica através do Holter 24 h, a função autonômica após um programa de exercícios de reabilitação. Foi feita uma intervenção antes e depois com avaliação dos índices de domínios do tempo da VFC antes e ao final do programa de exercícios, que consistiam em exercícios aeróbicos em esteiras ergométricas, com intensidade do esforço entre moderado e moderado/intenso através da escala de Borg. As análises pós-intervenção, mostrou que os valores de SDNN, pNN50 e rMSSD avaliados mostram-se quase inalterados sem significância estatística.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos 6 artigos seleccionados, um em 2013 (0,166%), dois em 2014 (0,333%), um em 2015 (0,333%), um em 2018 (0,166%), um em 2019 (0,166%) e um em 2020 (0,166%).

O maior número de publicações veio do Brasil, com três (0,498%). O método utilizado nestes estudos foram estudos experimentais e 1 estudo observacional.

Para analisar e discutir a responsividade da VFC ao exercício os estudos selecionados foram organizados de acordo com os tipos de doenças cardiovasculares estudados, conforme mostrado no quadro 2.

Quadro 2. Classificação de estudos segundo os tipos de doenças cardiovasculares, 2013-2023.

Tipos de DCV	Artigos selecionados
Infarto agudo do miocárdio com supra de S-T	A1
Insuficiência cardíaca compensada	A2 e A3
Transplante cardíaco	A4
Cardiopatía Chagásica	A5 e A6

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tipos de exercícios físicos aplicados

Os exercícios físicos que foram propostos aos participantes para assim avaliar a repercussão na variabilidade da frequência cardíaca foram: treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT)⁸; exercício contínuo de intensidade moderada (ECIM)⁸; caminhada em esteira rolante^{11, 12, 13}; exercícios respiratórios, treinamento aeróbico e ginástica⁹.

Obtenção da Variabilidade da Frequência cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca foi registrada utilizando um monitor (Polar RS800cx)^{8, 9, 10, 11}. A duração da gravação nos estudos citados, variou entre o início e término das sessões, sendo elas realizadas três vezes por semana^{8, 9, 10, 11, 12, 13}.

O Holter de 24 horas (Del Mar-Reynolds Impresario Holter Analysis System, versão 2.8.0024)^{9, 10, 12, 13} foi utilizado durante o protocolo de exercícios sendo registrado nos estudos de 12 em 12 horas de traçado de boa qualidade antes e após as sessões que variaram de duas a três vezes por semana.

Medidas e parâmetros de análise da VFC associadas as doenças cardiovasculares

As variáveis do domínio do tempo^{8, 9, 10, 11} foram analisadas nos estudos, sendo as mais utilizadas: desvio padrão dos intervalos R-R (SDNN); raiz quadrada da média quadrada da diferença entre intervalos R-R normais adjacentes (rMSSD). No domínio da frequência, a potência de frequência muito baixa (VLFP), as bandas de baixa frequência (LF), alta frequência (HF) e a relação LF/HF foram as mais utilizadas^{8, 9, 10, 11}.

Discussão

Nesta revisão foram avaliados os efeitos do exercício físico sobre a VFC em pacientes portadores de doenças cardiovasculares. Pode-se observar que o treinamento intervalado de alta intensidade⁸, os exercícios contínuos de intensidade moderada⁸, e a caminhada em esteira rolante^{11, 12, 13} foram os mais prevalentes dentro dos protocolos ofertados. Outro ponto observado diz respeito ao fato de que a maioria dos estudos utilizaram programas de reabilitação de curta duração^{8, 9, 10, 11, 12, 13} e avaliaram os efeitos agudos e crônicos do exercício sobre a VFC, demonstrando que estes produziram pouco impacto sobre a VFC.

Um dos estudos avaliou de forma combinada os efeitos agudos e crônicos de duas modalidades de treinamento na FC de repouso e VFC em pacientes 7 dias após IAM demonstrando que o treinamento HIIT não foi superior ao ECIM na melhoria dos efeitos agudos e crônicos da FC de repouso e VFC. Em contraste, o HIIT tendeu a aumentar agudamente a FC de repouso durante o sono em comparação com os dias sem treinamento. Treinamento com ECIM resultaram em alterações crônicas mais benéficas de FC repouso, VFC em comparação com o HIIT com uma tendência de valores para todos estes parâmetros se deteriorarem no grupo HIIT, sugerindo que o HIIT pode ser fisicamente mais exigente e possivelmente menos benéfico neste grupo de pacientes quando comparado ao MICE.

Para os pacientes portadores de ICC, um dos estudos comparou um programa de reabilitação curto e intenso utilizando HIIT x ECIM, demonstrando que o HIIT foi significativamente superior ao ECIM para melhorar o tônus parassimpático e o consumo máximo de oxigênio. Os autores demonstraram que o risco de eventos adversos dessas modalidades foi baixo e que devem ser utilizados no contexto de uma reabilitação cardiovascular nesta população de pacientes. Já o segundo estudo avaliou nesta mesma população de pacientes, se a VFC seria capaz de prever a capacidade de melhorar a aptidão

física após um curto período de reabilitação cardíaca (RC) baseada em exercícios. Eles observaram que os pacientes com ICC em estágio avançado, apresentavam um profundo distúrbio autonômico cardíaco e demonstraram que aqueles com VFC muito deprimida não tiveram melhora na capacidade de caminhada e desenvolveram um pico de VO₂ no TCPE significativamente menor do que pacientes com parâmetros de VFC maiores, sugerindo que a VFC prevê capacidade prejudicada de melhorar o desempenho e aptidão física em pacientes com ICC com parâmetros de VFC muito baixos, sugerindo um ciclo individualizado de reabilitação cardíaca para estes pacientes.

Em pacientes de transplante cardíaco foram comparados os efeitos de exercícios na piscina ao exercício no solo sobre a atividade autonômica cardíaca, demonstrando que não houve diferenças na VFC em nenhuma das modalidades de exercícios quando comparado as medidas pré, durante e após o exercício. Os autores sugerem que a falta de alterações significativas na VFC podem estar associadas à denervação cardíaca secundária ao transplante cardíaco. Apesar das evidências de reinervação cardíaca parcial, alguns estudos que avaliaram a reinervação simpática e parassimpática são conflitantes, principalmente quanto à possibilidade de reinervação parassimpática²⁶. Portanto, a maioria dos pacientes transplantados cardíacos neste estudo podem não ter tido reinervação cardíaca suficiente para ser detectada pela análise da VFC.

Com relação a pacientes portadores de miocardiopatia chagásica, dois estudos avaliaram os efeitos de um protocolo de exercício sobre a VFC. No estudo de Souza et al (2013), foi aplicado um programa de exercício constituído de atividade aeróbica em esteira rolante e exercícios contra resistidos, o programa durou seis meses com frequência de 3 vezes na semana. A VFC foi avaliada pré e ao término do protocolo, demonstrando que os valores dos parâmetros de VFC não se alteraram após a intervenção. Resultado similar foi demonstrado no estudo de Nascimento et al. (2014), onde os autores avaliaram um programa de reabilitação de 12 semanas sobre a VFC em pacientes portadores de miocardiopatia chagásica. Os pacientes foram divididos em grupo controle e grupo intervenção (RC por 12 semanas baseada em aquecimento de 15 minutos, seguido de caminhada de até 30 minutos, e 15 minutos de desaquecimento), demonstrando que o treinamento físico não alterou significativamente os índices de VFC em pacientes chagásicos, apesar de ter resultado em melhora funcional. Os autores sugerem que o benefício clínico do condicionamento físico na cardiopatia chagásica seja independente dos índices de VFC. Estudo prévio já havia demonstrado que a VFC se encontra diminuída em pacientes com doença de Chagas com ou sem morfologia cardíaca²⁸, e

a diminuição do seu índice está correlacionada com o aumento do nível de anticorpos antimuscarínicos nos pacientes afetados²⁹. Esses níveis de anticorpos parecem estar associados a indicadores clínicos de disfunção autonômica³⁰, incluindo diminuição da resposta temporal à energia, sugerindo relevância clínica e fisiopatológica na doença de Chagas³¹.

Conclusão

Os estudos avaliados nesta revisão mostraram divergências sobre o impacto do exercício sobre a VFC em pacientes portadores de doenças cardiovasculares. Isso pode ser explicado devido aos diferentes graus de acometimento e comprometimento da função cardíaca provocado pelas doenças cardiovasculares, bem como a diversidade do tempo dos PRC, diferentes modalidades de exercícios, bem como os diferentes momentos de avaliação da VFC (efeitos agudos ou crônicos). Estudos futuros em populações mais amplas e com PRC mais estruturados são necessários para que se chegue a conclusões mais definitivas sobre os efeitos do exercícios na VFC em pacientes portadores de doenças cardiovasculares.

Referencias

1. Rajendra AU, Paul JK, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput* 2006;44(12):1031-51. <http://dx.doi.org/10.1007/s11517-006-0119-0>.
2. Ponikowski P, Anker SD, Chua TP, Szelemiej R, Piepoli M, Adamopoulos S, et al. Depressed heart rate variability as an independent predictor of death in chronic congestive heart failure secondary to ischemic or idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1997;79:1645-50.
3. Nolan J, Batin PD, Andrews R, Lindsay SJ, Brooksby P, Mullen M, et al. Prospective study of heart rate variability and mortality in chronic heart failure: Results of the United Kingdom heart failure evaluation and assessment of risk trial (UK-heart). *Circulation* 1998;98:1510-6.
4. Vaseghi M, Shivkumar K. The role of the autonomic nervous system in sudden cardiac death. *Progress in cardiovascular diseases* 2008;50:404–19.
5. Routledge FS, Campbell TS, McFetridge-Durdle JA, Bacon SL. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. *The Canadian journal of cardiology* 2010;26:303–12.
6. Carvalho T de, Milani M, Ferraz AS, Silveira AD da, Herdy AH, Hossri CAC, et al. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular – 2020. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* [Internet]. 2020 May;114(5):943–87. Available from: <http://publicacoes.cardiol.br/portal/abc/portugues/2020/v11405/pdf/11405022.pdf>
7. Besnier F, Labrunée M, Pathak A, Pavy-Le Traon A, Galès C, Sénard JM, et al. Exercise training-induced modification in autonomic nervous system: An update for cardiac patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2017 Jan;60(1):27–35.

8. Eser P, Jaeger E, Marcin T, Herzig D, Trachsel LD, Wilhelm M. Acute and chronic effects of high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise on heart rate and its variability after recent myocardial infarction: A randomized controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2020 Oct;
9. Compostella L, Nicola R, Tiziana S, Caterina C, Fabio B. Autonomic dysfunction predicts poor physical improvement after cardiac rehabilitation in patients with heart failure. *Research in Cardiovascular Medicine*. 2014;3(4):7.
10. Besnier F, Labrunée M, Richard L, Faggianelli F, Kerros H, Soukarié L, 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*. 2019 Sep;62(5):321–8.
11. Castro RE. Efeito agudo do exercício físico em piscina aquecida versus em solo sobre a pressão arterial e variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos transplantados cardíacos [Internet]. 2015 ;[citado 2024 mar. 27] Available from: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5160/tde-11012016-143602/>
12. Nascimento BR, Lima MMO, Nunes M do CP, Alencar MCN de, Costa HS, Pinto Filho MM, et al. Effects of Exercise Training on Heart Rate Variability in Chagas Heart Disease. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2014;
13. Amaral da Silva Souza MV, Santos Soares CC, Rega de Oliveira J, Rosa de Oliveira C, Hargreaves Fialho P, Cunha DM, et al. Variabilidade da frequência cardíaca: análise dos índices no domínio do tempo em portadores de cardiopatia chagásica crônica, antes e após um programa de exercícios. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 2013 Mar;32(3):219–27.
14. WANG, C. Heart rate reaction of basketball players under endurance training. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 28, n. 3, p. 210–212, 2022.
15. FACIOLI, T. P. et al. Study of heart rate recovery and cardiovascular autonomic modulation in healthy participants after submaximal exercise. *Scientific Reports*, v. 11, art. 3620, fev. 2021.
16. Atlaoui D, Pichot V, Lacoste L, Barale F, Lacour JR, Chatard JC. Heart rate variability, training variation and performance in elite swimmers. *Int J Sports Med* 2007;28:394-400.
17. Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Al Haddad H, Laursen PB, et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:1153-67.
18. Uusitalo AL, Laitinen T, Väisänen SB, Länsimies E, Rauramaa R. Physical training and heart rate and blood pressure variability: a 5-yr randomized trial. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2004;286:H1821-6.
19. HAYANO, J. et al. Survival Predictors of Heart Rate Variability After Myocardial Infarction With and With-out Low Left Ventricular Ejection Fraction. *Frontiers in Neuroscience*, v. 15, art. 625675, jan. 2021
20. Negrão CE, Barreto AC. *Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata*. 3a. ed. Barueri, SP: Manole; 2010.

21. Herdy AH, López-Jimenez F, Terzic CP, Milani M, Stein R, Carvalho T; Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* 2014;103(2 Supl.1):1-31.
22. Neder JA, Nery, LE. Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática. 1a. ed. São Paulo: Artes Médicas; 2003.
23. Pescatello LS, Guidry MA, Blanchard BE, Kerr A, Taylor AL, Johnson AN, Maresh CM, Rodriguez N, Thompson PD. Exercise intensity alters postexercise hypotension. *Journal of hypertension*. 2004; 22 (10): 1881-8.
24. Bernardi L, Radaelli A, Passino C, Falcone C, Auguadro C, Martinelli L, Rinaldi M, Viganò M, Finardi G. Effects of physical training on cardiovascular control after heart transplantation. *Int J Cardiol*. 2007; 118 (3): 356-62.
25. Lai FC, Chang WL, Jeng C. The relationship between physical activity and heart rate variability in orthotopic heart transplant recipients. *J Clin Nurs*. 2012; 21 (21-22): 3235-43.
26. Nytroen K, Gullestad L. Exercise after heart transplantation: An overview. *World J Transplant*. 2013; 3 (4): 78-90.1
27. Bengel FM, Ueberfuhr P, Schiepel N, Nekolla SG, Reichart B, Schwaiger M. Effect of sympathetic reinnervation on cardiac performance After transplantation. *N Engl J Med*. 2001; 6; 345 (10): 731-8
28. Sousa L, Rocha MO, Britto RR, Lombardi F, Ribeiro AL. Chagas disease alters the relationship between heart rate variability and daily physical activity. *Int J Cardiol*. 2009;135(2):257-9.
29. Ribeiro AL, Gimenez LE, Hernandez CC, Carvalho AC, Teixeira MM, Guedes VC, et al. Early occurrence of anti-muscarinic autoantibodies and abnormal vagal modulation in Chagas disease. *Int J Cardiol*. 2007;117(1):59-63.
30. Thiers CA, Barbosa JL, Pereira Bde B, Nascimento EM, Nascimento JH, Medei EH, et al. Autonomic dysfunction and anti-M and anti-beta 1 receptor antibodies in Chagas disease patients. *Arq Bras Cardiol*. 2012;99(2): 732-9.
31. Talvani A, Rocha MO, Ribeiro AL, Borda E, Sterin-Borda L, Teixeira MM. Levels of anti-M2 and anti-beta1 autoantibodies do not correlate with the degree of heart dysfunction in Chagas heart disease. *Microbes Infect*. 2006;8(9-10):2459-64.
32. de Resende LA, Carneiro AC, Ferreira BD, et al. Análise temporal da variabilidade da frequência cardíaca no estado basal em idosos chagásicos na forma indeterminada em área endêmica. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2003;36:703-6.
33. SHAFFER, F.; MCCRATY, R.; ZERR, C. L. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in Psychology*, v. 5, art. 1040, set. 2014.