

**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUSÍADA
CURSO DE FISIOTERAPIA**

NIKOLAS LETHIERI RIBEIRO

**USO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NA
REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR**

**SANTOS
2023**

NIKOLAS LETHIERI RIBEIRO

**USO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NA
REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido no curso de Fisioterapia, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Fisioterapia no Centro Universitário Lusíada. Sob orientação do Professor Mestre Ricardo Nemoto e da Professora Doutora Larissa Perossi.

**SANTOS
2023**

RESUMO

Introdução: Um dos responsáveis pelo controle cardiovascular é o sistema nervoso autônomo (SNA), através de sua atividade, podemos modular uma maior ou menor ação da via simpática e parassimpática. A variação da distância entre os intervalos RR, vista no eletrocardiograma, é conhecida como variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Portanto, alterações nos padrões da VFC no indivíduo podem indicar um comprometimento em sua saúde. Logo, o monitoramento da VFC durante o tratamento fisioterapêutico é relevante pois, além de ser um método não invasivo, possibilita avaliar a eficácia da intervenção, observando ao longo do tratamento como está a adaptação fisiológica e a manutenção desse SNA. **Objetivo:** Reunir evidências relacionadas a eficácia do uso da variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de avaliação na reabilitação cardiovascular. **Metodologia:** O trabalho consiste em uma revisão sistemática, a pesquisa foi executada com levantamento de dados bibliográficos nas plataformas SciELO e PubMed, com seleção de artigos publicados no período entre janeiro de 2013 e janeiro de 2023. **Resultados:** Os resultados indicam que a VFC pode ser utilizada na fisioterapia de forma a avaliar a função cardiovascular, pois a VFC é uma medida não invasiva reprodutível que corresponde ao equilíbrio entre os componentes simpáticos e parassimpáticos do sistema nervoso autônomo e do nó sinoatrial e quando não equilibrados, a fisioterapia pode intervir através de exercícios físicos no intuito de regular o sistema nervoso autônomo e por consequência melhorando a VFC. **Conclusão:** O uso da VFC é bem vasto, podendo ser usado para diagnósticos, evitar lesões e principalmente no auxílio da fisioterapia, proporcionando dados que facilitam no direcionamento do objetivo e conduta fisioterapêutica.

Palavras-chave: *Variabilidade da frequência cardíaca; Sistema nervoso autônomo; Reabilitação cardíaca; Fisioterapia.*

ABSTRACT

Introduction: One of those responsible for cardiovascular control is the autonomic nervous system (ANS). Through its activity, we can modulate greater or lesser action of the sympathetic and parasympathetic pathways. The variation in the distance between RR intervals seen on the electrocardiogram is known as heart rate variability (HRV). Therefore, alterations in an individual's HRV patterns may indicate impaired health. Therefore, monitoring HRV during physiotherapy treatment is relevant because, as well as being a non-invasive method, it makes it possible to assess the effectiveness of the intervention, observing throughout the treatment how the physiological adaptation and maintenance of this ANS is going. **Objective:** To gather evidence on the effectiveness of using heart rate variability as an assessment tool in cardiovascular rehabilitation. **Methodology:** The work consists of a systematic review; the research was carried out with a survey of bibliographic data on the SciELO and PubMed platforms, with the selection of articles published between January 2013 and January 2023. **Results:** The results indicate that HRV can be used in physiotherapy in order to assess cardiovascular function, as HRV is a reproducible non-invasive measure that corresponds to the balance between the sympathetic and parasympathetic components of the autonomic nervous system and the sinoatrial node and when they are not balanced, physiotherapy can intervene through physical exercises in order to regulate the autonomic nervous system and consequently improve HRV. **Conclusion:** The use of HRV is very wide-ranging and can be used for diagnosis, to prevent injuries and, above all, to assist physiotherapy, providing data that makes it easier to direct the physiotherapeutic objective and conduct.

Keywords: *Heart rate variability; Autonomic nervous system; Cardiac rehabilitation; Physiotherapy.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 METODOLOGIA.....	9
2.1 BUSCA METODOLÓGICA	9
2.2 SELEÇÃO DOS ARTIGOS	9
2.3 EXTRAÇÃO DOS DADOS	9
2.4 TABULAÇÃO DOS DADOS	9
3 RESULTADOS	10
3.1 BUSCA DAS PUBLICAÇÕES	10
3.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS INCLUÍDOS	10
4 DISCUSSÃO	17
5 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1 INTRODUÇÃO

Um dos responsáveis pelo controle cardiovascular é o sistema nervoso autônomo (SNA), formado por nervos aferentes e eferentes, nervos que possuem terminações simpáticas no miocárdio e parassimpáticas no nóculo sinusal, miocárdio atrial e nóculo atrioventricular (VANDERLEI et al.; 2009). Através da atividade do SNA, modulamos uma maior ação da via simpática, que atua no miocárdio, inibindo atividade vagal e aumentando a frequência cardíaca (FC) ou a ação parassimpática, que leva a um predomínio da atividade vagal diminuindo a FC. (LOPES et al.; 2013)

Os intervalos entre as ondas R do eletrocardiograma não são regulares. Essa falta de regularidade na duração dos intervalos RR é saudável e esperada, pois demonstra que o coração possui capacidade adaptativa. Segundo Shaffer et al., quanto maior as diferenças entre esses intervalos, maiores são os indicativos de homeostase, saúde e regulação fisiológica do coração frente a necessidade de se adaptar as demandas exigidas pelo indivíduo. A variação da distância entre os intervalos RR, vista no eletrocardiograma, é conhecida como variabilidade da frequência cardíaca (VFC). (SOUZA et al.; 2022)

Logo, para uma adequada VFC, é necessário um equilíbrio simpato-vagal, pois esse mecanismo possui importante influência nas respostas do sistema cardiovascular frente a uma demanda fisiológica, metabólica ou em condições patológicas. (TEIXEIRA et al.; 2017)

A VFC possui dois tipos de índices: domínio de tempo - SDNN, SDANN, SDNNi, rMSSD, pNN50; e domínio de frequência - HF, LF, VLF e a razão LF/HF. Encontra-se na literatura intervalos de tempo de até 4 segundos, e sua unidade de medida é o Hertz. Logo, os índices representam os diferentes componentes que podem afetar a VFC (LOPES et al.; 2014).

Lopes et al. (2014) traz que o domínio de tempo determina a variação de duração dos intervalos entre os complexos QRS normais resultantes da despolarização sinusal e seus índices matemáticos são: **SDNN** – desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo. **SDANN** – representa o desvio padrão das médias dos intervalos RR normais, a cada 5 minutos, em um intervalo de tempo. **SDNNi** – é a média do desvio

padrão dos intervalos RR normais a cada 5 minutos. **rMSSD** – raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo. **pNN50** – representa a porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferenças de duração maior que 50ms. **RMSM** – raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças dos valores individuais em relação ao valor médio, dividida pelo número de RRI num período para o domínio do tempo. SD1 – variabilidade instantânea do intervalo R-R. SD2 – desvio padrão da variabilidade contínua do intervalo R-R a longo prazo. O **SDNN**, **SDANN** e **SDNNi** são índices obtidos através de intervalos RR individuais e representam as atividades simpática e parassimpática. Enquanto que **rMSSD** e **pNN50** são obtidos através de intervalos RR adjacentes e refletem a atividade parassimpática. As medições amplamente utilizadas entre as variáveis do domínio do tempo são **SDNN** que representa a VFC global enquanto **rMSSD** e **pNN50** computados sobre toda a gravação representa a influência vagal sobre VFC.

Lopes et al. (2014) também demonstra o uso do domínio de frequência, nos 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 0,4Hz que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração. **LF (Low Frequency)**: variação entre 0,04 e 0,15Hz, decorrente da ação conjunta dos componentes parassimpático e simpático sobre o coração, com predominância do simpático. **VLF (Very Low Frequency)** e **ULF (Ultra Low frequency)**: são índices menos utilizados por não ter explicação fisiológica bem estabelecida. **HFnu** (0,15 Hz-0,4 Hz) é o marcador da atividade cardíaca e atividade autonômica do sistema nervoso parassimpático, **LFnu** (0,04- 0,15 Hz) reflete a combinação de saída simpática e parassimpática e a razão de dois, ou seja, a razão **LF/HF** é considerada como um marcador do equilíbrio simpaticovagal.

A quantificação dos parâmetros de medição da VFC pode ser de utilidade para investigações sobre a função autonômica cardíaca em áreas como, a doença de Chagas, o diabetes mellitus, a insuficiência cardíaca, o pós-infarto do miocárdio, a doença pulmonar obstrutiva crônica; entre outras; além

de ser aplicada na avaliação de atletas e não-atletas durante programas de treinamento físico, durante atividades físicas corriqueiras do dia-a-dia e durante períodos do sono. (PASCHOAL et al.; 2006)

Patologias como o infarto agudo do miocárdio, disfunção ventricular e neuropatia diabética podem interferir na modulação simpática e parassimpática e, conseqüentemente prejudicar a capacidade adaptativa do coração em relação a FC, por isso são necessários estudos sobre o de marcadores quantitativos da atividade autonômica cardíaca, como a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC). (LOPES et al.; 2013).

Portanto, alterações nos padrões da VFC no indivíduo podem indicar um comprometimento em sua saúde. Uma alta VFC indica uma boa adaptação cardíaca durante suas atividades diárias (AVDs), enquanto uma baixa VFC aponta uma má adaptação cardíaca em suas AVDs. A baixa VFC pode indicar, conseqüentemente, uma função inadequada do SNA, um déficit fisiológico necessitando de investigações médicas e um diagnóstico mais específico. (Vanderlei et al.;2009). Logo, o monitoramento da VFC durante o tratamento fisioterapêutico é relevante, pois, além de ser um método não invasivo, possibilita avaliar a eficácia da intervenção, observando ao longo do tratamento como está a adaptação fisiológica e a manutenção do SNA. (LOPES et al.; 2013)

A análise da VFC tem sido cada vez mais usada como recurso para diagnóstico. Sabendo disso, o presente estudo se justifica pela possível utilidade da VFC no acompanhamento do desempenho e adaptabilidade do miocárdio durante os exercícios propostos ao longo da intervenção fisioterapêutica, dessa forma o terapeuta possui um eficiente marcador quantitativo como recurso de análise de resultado pré e pós tratamento. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo reunir evidências relacionadas à eficácia do uso da variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de avaliação na reabilitação cardiovascular.

2 METODOLOGIA

2.1 BUSCA METODOLÓGICA

Foi produzida uma revisão sistemática, sobre o uso da variabilidade da frequência cardíaca na reabilitação. Esta pesquisa foi executada com levantamento de dados bibliográficos nas plataformas SciELO e PubMed. Foram utilizados os seguintes descritores em português/inglês: “*variabilidade da frequência cardíaca*”, “*VFC*”, “*reabilitação cardíaca*”, “*heart rate variability*”, “*HRV*”, “*cardiac rehabilitation*”.

2.2 SELEÇÃO DOS ARTIGOS

A busca e seleção dos artigos foram realizadas de forma independente. Foram selecionados artigos publicados no período entre janeiro de 2013 e janeiro de 2023. Os critérios de inclusão estabelecidos foram artigos que incluíssem a avaliação da VFC na reabilitação cardiovascular e publicados na língua portuguesa ou inglesa. Foram estabelecidos como critérios de exclusão, títulos que não contemplassem o tema, textos incompletos, dados que não se encaixam no objetivo do trabalho, trabalhos pagos, trabalhos com experimentos em animais e revisões sistemáticas.

2.3 EXTRAÇÃO DOS DADOS

Após a seleção, os artigos passaram pela leitura dos resumos/*abstracts* para avaliar a adequação dos métodos e população do estudo, de acordo com a proposta desta revisão. Os que se adequaram aos critérios de elegibilidade foram adquiridos em texto completo para análise mais detalhada e extração dos dados.

2.4 TABULAÇÃO DOS DADOS

Os textos selecionados foram lidos detalhadamente para o levantamento dos dados correspondentes à adaptações fisiológicas cardíacas em atletas. Os dados relativos à caracterização da amostra estudada, variáveis estudadas e resultados obtidos nos estudos foram organizados em uma planilha do *Microsoft Office Excel (2010)*, para analisar as alterações dos resultados encontrados em relação a este tema.

3 RESULTADOS

3.1 BUSCA DAS PUBLICAÇÕES

De acordo com as estratégias de busca utilizadas, 6 artigos foram encontrados na base de dados SCIELO e 26 artigos foram encontrados na base de dados PubMed. Esses estudos passaram por análise de Título, Resumo completo e Leitura completa do artigo e, após isso, 5 artigos foram selecionados para compor o resultado final (**Figura 1**).

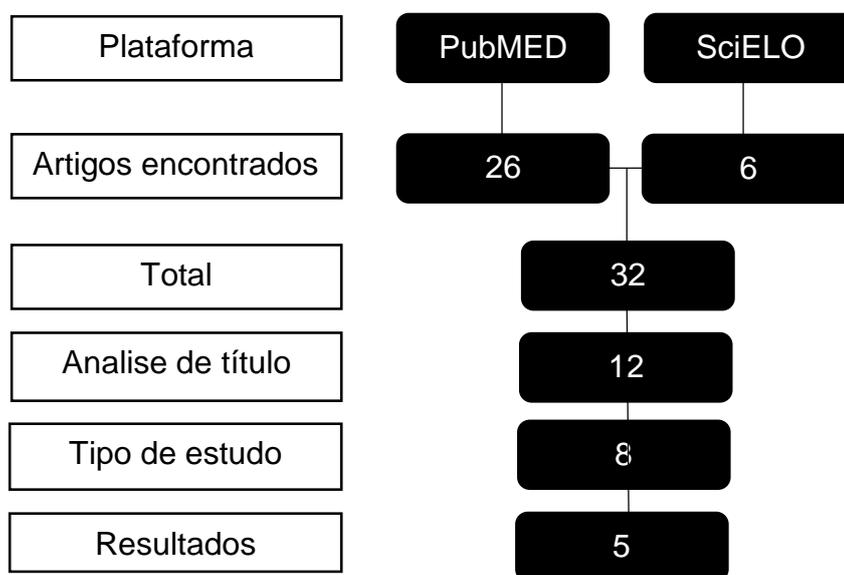


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos.

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS INCLUÍDOS

Estudos abordando as adaptações cardíacas captadas atletas em diferentes esportes e que foram incluídos na presente revisão, estão descritos na **Tabela 1**. Os seguintes aspectos foram analisados em cada estudo:

- Identificação (autor, ano de publicação e título do artigo)
- Desenho do estudo
- Objetivos
- Amostra
- Avaliação
- Resultados
- Conclusão

Autor/ano Título	Desenho do estudo	Objetivos	Amostra Grupos	Metodologia	Resultados	Conclusão
<p>FR Caruso; Arena R, S A Phillips, J C Bonjorno Jr, R G Mendes, V M Arakelian, D Bassi, C Nogi, A Borghi-Silva 2015</p> <p>O treinamento com exercício resistido melhora a variabilidade da frequência cardíaca e o desempenho muscular: um ensaio clínico randomizado e controlado em pacientes com doença arterial coronariana</p>	<p>Ensaio clínico randomizado e controlado em pacientes com doença arterial coronariana</p>	<p>Investigar os efeitos do programa de treinamento de resistência de alta repetição/baixa carga (HR/LL-RT) sobre a VFC e a força e resistência muscular em pacientes com DAC.</p>	<p>- A amostra contou com 20 participantes homens com DAC clinicamente estáveis</p> <p>- Divididos em dois grupos, um grupo composto por:</p> <p>- 10 indivíduos que realizaram apenas cuidados habituais (UCG)</p> <p>- Grupo com 10 indivíduos que realizou treino de resistência + cuidados habituais (RTG)</p> <p>- Média de idades dos grupos: UCG: 61+/-4.4 RTG: 61.3+/-5.2</p>	<p>Avaliação antes e após 8 semanas do protocolo:</p> <p>- 1 manobra de repetição máxima</p> <p>- Teste ergométrico descontinuo no leg-press (DET-L)</p> <p>- VFC de repouso</p> <p>- RMSSD (Raiz-média da diferença dos intervalos NN sucessivos ao quadrado)</p> <p>- SD1 (variabilidade instantânea do intervalo R-R)</p> <p>- FC média</p> <p>- Índices de ApEn</p> <p>Protocolo:</p> <p>- HR/LL-RT em leg-press de 45° (exercício de membros inferiores com leg-press de 45°)</p> <p>- 3 séries de 20 repetições,</p> <p>- Duas vezes por semana</p> <p>- Carga inicial fixada</p>	<p>- Aumentos significativos dos índices RMSSD e SD1 apenas no grupo de treinamento</p> <p>- Diminuição significativa da FC média após FC/LL-RT no grupo de treinamento</p> <p>- ApEn significativamente maior após no grupo de treinamento</p> <p>- Valores significativamente maiores de RMSSD, SD1 e ApEn no grupo de treinamento em contraste com o grupo controle</p>	<p>Esses resultados mostram melhorias positivas na VFC, bem como na força e resistência muscular em pacientes com DAC.</p>

				em 30% da carga de 1-RM - Duração do programa: 8 semanas		
<p>Milena P. R. Sperling Rodrigo P. Simões, Flávia C. R. Caruso, Renata G. Mendes, Ross Arena, Audrey Borghi-Silva, 2016</p> <p>A variabilidade da frequência cardíaca um método viável para determinar limiar anaeróbico no exercício progressivo de resistência em doença arterial coronária?</p>	Estudo transversal observacional	Investigar o metabolismo e respostas autonômicas cardíacas durante o exercício dinâmico de resistência em pacientes com Doença das Artérias Coronárias (DAC).	20 homens com doença arterial coronariana (CAD) clinicamente estável. Idade = 63±7 anos	<p>Vinte homens com Fração de Ejeção Ventricular Esquerda (FEVE) = 60±10% Protocolo PRE sobre um leg-press até ao máximo esforço.</p> <p>- O protocolo começou em 10% de um teste de repetição máxima (1-RM), com aumentos subsequentes de 10% até à exaustão máxima.</p> <p>- Índices de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) a partir do exercício progressivo dos membros superiores</p> <p>- As parcelas de Poincaré (SD1, SD2,</p>	<p>Foram observadas alterações significativas na VFC e no lactato sanguíneo a partir de 30% de 1-RM.</p> <p>- As parcelas de Bland-Altman revelaram um acordo consistente entre o limiar de lactato sanguíneo (LT) e o limiar de rMSSD (rMSSDT) e entre os limiares LT e SD1 (SD1T).</p> <p>- Valores relativos de 1-RM em todos os limiares LT, rMSSDT e SD1T não diferiram (29%±5 vs 28%±5 vs 29%±5 Kg,</p>	<p>- A modulação parassimpática foi reduzida durante o exercício de resistência das extremidades inferiores, começando no limiar anaeróbico que ocorreu em ≈30% de 1-RM.</p> <p>- VFC pode revelar-se uma ferramenta viável em prática clínica para determinar o limiar anaeróbico ajudando na fixação parâmetros de intensidade de exercício seguros e adequados em pacientes com DAC.</p>

				SD1/SD2) e domínio do tempo (rMSSD e RMSM), e o lactato foram determinados em repouso e durante o PRE.	respectivamente).	
Roberto Ricca-Mallada, Edurado R Migliaro, Gabriela Silvera, Lilian Chiappella, Rossa na Frattini, Federico Ferrando-Castagnetto 2017 Desfecho funcional na insuficiência cardíaca crônica após treinamento físico: Possível valor preditivo da variabilidade da frequência cardíaca	Não identificado pelo autor	O objetivo do estudo foi avaliar e selecionar os índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) com melhor possibilidade de uso no momento da seleção e acompanhamento de pacientes com ICC ao receberem intervenção de treinamento físico	40 pacientes com insuficiência cardíaca crônica Grupo de treinamento (GT) que realizou um programa supervisionado de Reabilitação Clínica (RC) (n = 16) Grupo controle (GC) que recebeu cuidados habituais sem alterações em sua atividade física anterior (n = 18) Idade média dos grupos: GT: 57 +/- 9.77 GC: 56 +/- 9.11	40 pacientes com ICC FEVE≤40% sob tratamento farmacológico completo - 20 foram designados para um programa de TE controlado em uma base de 3 vezes / semana durante 24 semanas, grupo de treinamento (GT) - 20 receberam um programa de acompanhamento padrão, grupo controle (GC). - Foram realizadas avaliações clínicas completas, ecocardiografia, análise da VFC e	- Após 24 semanas, os pacientes do GT apresentaram melhora significativa na FEVE, teste de caminhada de 6 minutos, classe funcional dos sintomas e índices relacionados à PAsPs da VFC (IC e DMr). - Os pacientes do GC não apresentaram melhora nos índices supracitados e apresentaram mais eventos adversos. - Valor inicial de	Em pacientes com ICC, os índices de VFC relacionados à função parassimpática são ferramentas válidas e clinicamente úteis para selecionar e acompanhar os candidatos que poderiam experimentar melhora funcional superior após o TE.

				teste de caminhada de 6 minutos no início e no final do estudo.	HF<150 ms ² /Hz ou rMSSD<20ms previram melhores resultados do programa de TE, incluindo melhorias na função sistólica, na distância percorrida em 6 minutos e na classe funcional dos sintomas, juntamente com uma redução nos eventos clínicos.	
Sidra Masroor, Pooja B hati, Shalini Verma, Monis Kha, M. Ejaz Hussain 2018 Variabilidade da frequência cardíaca após treinamento aeróbico e de resistência combinados em mulheres hipertensas	Estudo comparativo pré e pós teste, de dois braços e com atribuição aleatória de um grupo de indivíduos experimental randomizado	Investigar o efeito do treinamento aeróbio e resistido combinado (CART) na variabilidade da frequência cardíaca em mulheres sedentárias e hipertensas.	Amostra total: 28 Mulheres sedentárias em pré menopausa com idades entre 30 e 50 anos, diagnosticadas na fase 1 ou 2 da hipertensão - 14 participantes ficaram no grupo controle - 14 no grupo CART	Grupo CART: exercícios aeróbicos e de resistência combinados de intensidade moderada [exercício aeróbico 50-80% da FCmáx e exercícios resistidos a 50-80% de 1-RM, 5 vezes por semana durante 4 semanas Grupo controle: tratamento convencional sem qualquer intervenção	O grupo CART demonstrou um aumento na ICnu, TP, SDNN e RMSSD, diminuição significativa no LFnu, relação BF/HF, pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica redução significativa no LFnu, relação BF/HF, pressão arterial sistólica e pressão	A CART mostrou melhora significativa nos parâmetros da VFC, indicando dominância vagal em mulheres hipertensas de meia-idade. Portanto, o treinamento físico em forma combinada (aeróbia e resistência) pode ser incorporado nos programas de

sedentárias: um ensaio clínico randomizado de controle				de exercício supervisionado	arterial diastólica	manejo dos pacientes que sofrem de hipertensão, a fim de melhorar o controle autonômico cardíaco.
<p>Florent Besnier, Marc Labrunée, Lisa Ricardo, Florença Faggianelli, Hélèn e Kerros, Laurent Soukarié, Marc Bousquet, Jean-Louis Garcia, Atul Pathak, Céline Gales, Thibaut Guiraud, Jean Michel Sénard 2019</p> <p>Efeitos a curto prazo de um programa de treinamento intervalado de 3 semanas sobre a variabilidade da frequência cardíaca na insuficiência cardíaca crônica.</p>	Ensaio clínico randomizado, controlado, monocêntrico, prospectivo	Verificar a superioridade do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) para melhorar a VFC, a aptidão cardiorrespiratória e a função cardíaca em comparação com o treinamento contínuo de intensidade moderada (TCMI) em um programa de reabilitação cardíaca curto e intenso.	<p>O estudo foi realizado a partir de dois grupos, o grupo de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT), ambos com FEVE < 45%</p> <p>No grupo MICT foram 15 pacientes, 11 homens e 4 mulheres</p> <p>No grupo HIIT foram 16 pacientes, 11 homens e 5 mulheres</p> <p>Idade dos grupos: MICT: 59.5(12) HIIT: 59(13)</p>	Os participantes foram submetidos a eletrocardiografia de 24 horas, ecocardiografia e teste cardiopulmonar de esforço na entrada e ao final do estudo.	A potência de alta frequência em unidades normalizadas (HFnu%) medida como VFC aumentou com HIIT (de 21,2% para 26,4%), mas permaneceu inalterada com MICT (de 23,1% para 21,9%). A frequência cardíaca de repouso (eletrocardiogram a Holter de 24 horas) diminuiu significativamente para ambos os grupos (de 68,2 para 64,6 bpm e 66,0 para 63,5 bpm para MICT e HIIT,	Neste curto programa de reabilitação, o HIIT foi significativamente superior ao programa MICT clássico na melhora do tônus parassimpático e no pico de consumo de oxigênio, dados esses adquiridos através do monitoramento da VFC que demonstrou maior eficiência do programa HIIT

Um ensaio clínico randomizado e controlado					<p>respectivamente. Os 2 grupos não diferiram nas contrações ventriculares prematuras. A melhora no pico de consumo de oxigênio foi maior com o HIIT do que com o MICT (+21% vs. +5%). A FEVE melhorou apenas com o HIIT (de 36,2% para 39,5%).</p>	
--	--	--	--	--	---	--

Legenda: SDNN (Standard Deviation of all normal NN interval); SDANN (Standart Deviation of the Average NN Interval); SDNNi (The Mean of the 5 minutes Standard Deviation of NN Intervals), rMSSD (Root-Mean of square sucessive NN interval difference); pNN50 (Percent of normal-normal NN intervals whose difference exceeds 50 ms); HF (High Frequency); LF (Low Frequency); VLF (Very Low Frequency); ULF (Ultra Low frequency); CART (combined aerobic and resistance training).

Legenda: SDNN (Desvio-padrão de todos os intervalos NN normais); SDANN (Desvio-padrão do intervalo NN médio); SDNNi (Média do desvio-padrão dos intervalos NN de 5 minutos), rMSSD (Raiz-média da diferença dos intervalos NN sucessivos ao quadrado); pNN50 (Porcentagem de intervalos NN normais-normais cuja diferença é superior a 50 ms); HF (High Frequency); LF (Low Frequency); VLF (Very Low Frequency); ULF (Ultra Low frequency); CART (treino combinado aeróbico e de resistência)

4 DISCUSSÃO

A VFC pode ser utilizada na fisioterapia para avaliar a função cardiovascular. Trata-se de uma medida não invasiva reprodutível que corresponde ao equilíbrio entre os componentes simpáticos e parassimpáticos do sistema nervoso autônomo e do nó sinoatrial. Quando estes componentes não estão equilibrados, a fisioterapia pode intervir através de exercícios físicos no intuito de regular o sistema nervoso autônomo e, conseqüentemente, melhorar a VFC.

Nos estudos selecionados, a VFC foi monitorada através do ECG, que possibilita a visualização dos intervalos R-R para definir como está a atividade do sistema nervoso autônomo em relação à função cardíaca. É muito importante que esse monitoramento seja feito durante uma atividade, para que se avalie a capacidade do coração em se adaptar conforme a exigência do exercício. Os autores escolheram diferentes atividades para a avaliação inicial da VFC. Sidra et al. (2018) monitorou a atividade eletrocardiográfica dos envolvidos durante vinte minutos, enquanto Ricca et al. (2016) avaliou a VFC durante o teste de caminhada de seis minutos (TC6) e testes de esforço máximo em cicloergômetro. Caruso et al. (2015) avaliou a VFC durante o teste de exercício descontinuo no *leg press* e Labrunee et al. (2019) utilizou o teste cardiopulmonar com gravação de ECG Holter 24 horas.

Os estudos de Milena et al. (2016) e Caruso et al. (2015) optaram pela avaliação com índice de domínio de tempo linear rMSSD e RMSM e não linear com SD1 e SD2. Considerando os índices rMSSD e SD1, representativos da modulação parassimpática e a VFC global representada por RMSM e SD2. Labrunee et al. (2019) também utilizou domínio de tempo, porém observou os índices SDNN, que representa a VFC global, e o RMSSD e PNN50, que refletem a atividade parassimpática. Sidra et al. (2018) e Ricca et al. (2016) optaram por utilizar tanto o domínio de tempo (SDNN e pNN50) que **refletem a atividade parassimpática**, quanto o domínio de frequência, eles utilizaram a razão dos dois domínios, LFnu, que reflete a combinação da atividade simpática e parassimpática e HFnu que é marcador da atividade cardíaca e atividade autonômica do sistema nervoso parassimpático e a relação entre eles LF/HF - marcador do equilíbrio simpático-vagal.

Sendo assim, com a interpretação desses índices, o uso da VFC pelo fisioterapeuta poderá ser uma boa aliada durante a reabilitação. No estudo de Milena et al. (2016), que incluiu 20 homens com doença arterial coronariana (DAC) clinicamente estável, observou-se o declínio dos índices durante o exercício, podendo levar a uma retirada vagal. Partindo do ponto de deflexão da VFC, foi definido um limiar e o ponto em que houve um declínio inicial dos índices, caracterizando a retirada vagal. Os índices rMSSD e SD1, que são representativos da modulação parassimpática, demonstraram uma diminuição a partir de 30% de 1-RM ao mesmo tempo que foi detectado um aumento do lactato no sangue, indicando que a queda dos índices parassimpáticos está associada a um aumento do lactato sanguíneo, começando em aproximadamente 30% de 1-RM. Todas estas alterações indicam uma mudança no equilíbrio simpático/vagal com predominância simpática e uma redução do tônus vagal. Dessa forma, podemos identificar que, a partir dos testes de 30% e 50% de 1-RM, é possível identificar a retirada vagal na população de pacientes com DAC.

Ciente dessa informação, o fisioterapeuta pode utilizar a média desses índices no seu plano de intervenção, de modo a evitar a retirada do estímulo vagal durante o exercício, proporcionando uma melhor regulação da VFC. Essa intervenção induz uma bradicardia, uma modulação mais rápida e de curta duração e controle das respostas velozes originando oscilações de frequência cardíaca com ciclos mais curtos resultando no aumento da VFC.

Podemos compreender com o estudo de Milena et al. (2016) que o uso da VFC para identificar o momento em que ocorre a retirada vagal durante um exercício. Já o estudo de Sidra et al. (2018) questionou qual o momento ideal para identificar a retirada vagal e qual a melhor conduta para regular esse controle autônomo cardíaco, e identificou que os resultados demonstraram que o treinamento aeróbico e resistido combinado (CART) pode melhorar a VFC em mulheres hipertensivas, indicando um aumento da atividade vagal cardíaca.

O estudo de Ricca et al. (2016) objetivou uma comparação entre grupo controle e treinamento, com intuito de observar qual grupo obteve melhora na VFC. O treinamento consistia em exercícios aeróbicos, respiratórios e de movimentos livres sem resistência nos membros. Após as 24 semanas de intervenção pode-se observar melhoras nos índices rMSSD (melhora na

modulação parassimpática), HF (indicador da atuação do nervo vago sobre o coração) e no tônus vagal. Os autores, também trazem a farmacoterapia como um ótimo complemento ao treinamento, pois desempenhou papel principal na diminuição da atividade do nó sinoatrial.

Caruso et al. (2015) também optou por avaliar a influência de uma intervenção com exercício físico usando como comparativo um grupo controle (cuidados habituais), porém o seu estudo diferenciou-se de Ricca et al. (2015). Foi realizado com pacientes portadores de DAC e com treino resistido de baixa intensidade, com objetivo de uma melhor modulação na FC e na VFC. Observou-se após 8 semanas uma melhora significativa em rMSSD e SD1 indicando melhora na modulação parassimpática, apenas no grupo que realizou treino resistido de baixa intensidade. Isso se deve pelo aumento da modulação vagal e parassimpática e uma diminuição significativa da FC no grupo de treinamento induzida pelo programa.

Portanto, se levarmos em consideração os estudos já descritos até o momento, podemos concluir que há benefícios na prática de atividade física, independentemente se o treino for resistido ou aeróbico. É interessante levar em consideração a duração do exercício, pois os autores apontam como um fator crucial quando o objetivo principal é a modificação do controle autonômico da função cardiovascular (Caruso et al., 2015; Ricca et al., 2015).

Ciente dos benefícios do exercício físico para a modulação da VFC, Labrunee et al. (2019) optou por investigar qual protocolo de exercícios teria melhor eficácia nessa modulação, um protocolo de treinamento físico intervalado de alta intensidade (HIIT) ou treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT). Enquanto Caruso et al. (2015) constatou que um programa de intensidade baixa já seria o suficiente para alcançar bons resultados em pacientes com DAC, Labrunee et al. (2019), demonstrou através de seu estudo que em indivíduos ICC, um programa de treinamento físico intervalado de alta intensidade (HIIT) é superior ao treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) na melhora da VFC. O estudo demonstrou também a evolução significativa e simultânea da IC e da razão LF/HF com o treinamento HIIT sugerindo melhora do equilíbrio simpaticovagal na FC. Entretanto, os demais marcadores do tônus vagal não apresentaram diferença significativa entre os

demais componentes espectrais ou temporais, possivelmente devido ao baixo tamanho da amostra, o que sugere cautela com interpretação do estudo.

Paschoal et al. (2006) avaliou a VFC como ferramenta de investigação em voluntários saudáveis, com objetivo de identificar a influência da idade e suas repercussões sobre as características autonômicas cardíacas peculiares a cada década da vida, entre 20 e 60 anos de idade. Os autores utilizaram os índices de domínio do tempo e da frequência em repouso controlado e durante a manobra postural ativa. Identificou-se que quanto maior a faixa etária, menores são as respostas simpática e parassimpática, conseqüentemente, menor a VFC.

O estudo de Meneghetti et al. (2021) trouxe uma outra forma de uso da VFC, em seu estudo, ele abordou seu uso como um recurso de coleta de informações no intuito de minimizar lesões esportivas nos atletas de provas de alta intensidade, durante e após a prática esportiva. Pois esses, são expostos a uma grande ativação simpática, a fadiga nesses atletas, causada pelos treinos e competições está relacionada diretamente com um maior tônus simpático, além do que, uma recuperação mais satisfatória está relacionada com uma predominância do tônus parassimpático durante o repouso. Portanto, é nítido que a VFC pode ser uma ferramenta valiosa no acompanhamento do equilíbrio autonômico dos atletas sugerindo prontidão e evitando retorno precoce, com presença de desregulação metabólica e sem completa recuperação, necessitando de um acompanhamento mais individualizado.

5 CONCLUSÃO

O uso da VFC é bem amplo e se demonstra eficaz no complemento para diagnósticos, apontar os danos gerados por determinadas doenças que afetam o SNA e evitar lesões através do monitoramento da regulação metabólica em atletas. Já na fisioterapia, proporciona dados pré e pós intervenção, dessa forma, possibilitando avaliação da função cardíaca e das respostas autônomas do coração durante a após conduta terapêutica. Munido dessas informações, o fisioterapeuta possuirá maior capacidade de direcionar o objetivo e conduta fisioterapêutica, durante a reabilitação cardiopulmonar, através de treinos resistidos, aeróbicos ou com a combinação de ambos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BESNIER, Florent; LABRUNÉE, Marc; RICHARD, Lisa; FAGGIANELLI, Florence; KERROS, Hélène; SOUKARIÉ, Laurent; BOUSQUET, Marc; GARCIA, Jean-Louis; PATHAK, Atul; GALES, Céline. 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**, [S.L.], v. 62, n. 5, p. 321-328, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2019.06.013>

CARUSO; ARENA; PHILLIPS; BONJORNO JUNIOR,; MENDES; ARAKELIAN; BASSI; NOGI, C.; BORGHI-SILVA, A.. Resistance exercise training improves heart rate variability and muscle performance: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients. **European Journal Of Physical And Rehabilitation Medicine**, São Carlos, v. 51, p. 281-289, 2015. Anual. Cardiopulmonary Physical Therapy Laboratory.

LOPES, Polyana Figueiredo Fernandes; OLIVEIRA, Maria Izabel Bezerra de; ANDRÉ, Samanta Max de Sousa; NASCIMENTO, Daiany Laise Araújo do; SILVA, Cynthia Sara de Souza; REBOUÇAS, Gleidson Mendes; FELIPE, Thiago Renee; ALBUQUERQUE FILHO, Nailton José Brandão de; MEDEIROS, Humberto Jefferson de. Aplicabilidade Clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca. **Revista Neurociências**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 600-603, 31 dez. 2013. Mensal. Universidade Federal de São Paulo. <http://dx.doi.org/10.34024/rnc.2013.v21.8171>.

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**, [S.L.], v. 70, p. 28-35, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ihj.2018.03.005>.

MENEGHETTI, Henrique Geromel; SOUZA, Gabriela Cotrim de; SANTOS, João Gabriel Fayyad; MORALES, Mariane de Sá Britto; MARTINS, Rodrigo Alberto Dispatto Mendes; FERREIRA, Gustavo Dias. O uso da análise da variabilidade da frequência cardíaca no monitoramento de lesões esportivas e sua influência sobre o balanço autonômico: uma revisão sistemática. **Fisioterapia e Pesquisa**, [S.L.], v. 28, n. 3, p. 291-298, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-2950/20022228032021>.

PASCHOAL, Ma; VOLANTI, Vm; PIRES, Cs; FERNANDES, Fc. Variabilidade da frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 413-419, dez. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-3552006000400009>.

RICCA-MALLADA, Roberto; MIGLIARO, Edurado R; SILVERA, Gabriela; CHIAPPELLA, Lilian; FRATTINI, Rossana; FERRANDO-CASTAGNETTO, Federico. Functional outcome in chronic heart failure after exercise training: possible predictive value of heart rate variability. **Ann Phys Rehabil Med.**, Montevideo, p. 88-94, 17 dez. 2016. Anual. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2016.12.003>

SOUZA, Perciliany Martins de; ARAËJO, Cássia Regina Vieira; MOCAIBER, Izabela; NÓRTE, Carlos Eduardo; BECKER, Lenice Kappes; SOUZA, Gabriela Guerra Leal. Variabilidade da frequência cardíaca:: os cuidados no registro à aplicabilidade ao exercício físico. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, Minas Eras, p. 365-380, 16 nov. 2022. Anual. Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Becker LK, Souza GGL..

SPERLING, Milena P. R.; SIMÕES, Rodrigo P.; CARUSO, Flávia C. R.; MENDES, Renata G.; ARENA, Ross; BORGHI-SILVA, Audrey. Is heart rate variability a feasible method to determine anaerobic threshold in progressive resistance exercise in coronary artery disease? **Brazilian Journal Of Physical Therapy**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 289-297, ago. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0165>.

TEIXEIRA, Daniel Sobral; AREIAS, Guilherme de Souza; REIS, Hugo Valverde; VILELA, Gustavo Chinelato; REIS, Michel Silva. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA COM A MUDANÇA POSTURAL NA INSUFICIÊNCIA CARDÍACA CRÔNICA. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 29-33, 1 mar. 2017. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de Sao Paulo. <http://dx.doi.org/10.29381/0103-8559/20172701s29-33>.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques; PASTRE, Carlos Marcelo; HOSHI, Rosângela Akemi; CARVALHO, Tatiana Dias de; GODOY, Moacir Fernandes de. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 205-217, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-76382009000200018>.