
**UTILIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NO
TREINAMENTO FÍSICO EM ATLETAS: UM ESTUDO DE REVISÃO
SISTEMATIZADA**

**USE OF HEART RATE VARIABILITY IN PHYSICAL TRAINING IN ATHLETES:
A SYSTEMATIZED REVIEW STUDY**

Vinícius Ramos Rezende^{1,2}, Taysa Cristina dos Santos¹, Gabriela de Oliveira Teles², Jordana Campos Martins de Oliveira², Wátila de Moura Sousa², Tálita Luane Rezende Mendanha², Fabíola Antonieta da Costa Mamede², Ana Cristina Silva Rebelo², Thaís Inácio Rolim Póvoa³

¹ Universidade Federal de Goiás, Goiânia–GO, Brasil.

² Centro Universitário Goyazes, Trindade–GO, Brasil.

³ Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia do Estado de Goiás, Goiânia–GO, Brasil.

*Correspondente: viniciusrezende_ef@hotmail.com

Resumo

Objetivo: realizar uma revisão bibliográfica sistematizada que avaliou a utilização da variabilidade da frequência cardíaca em atletas. **Métodos:** Esta revisão sistematizada se embasou metodologicamente com os itens de relatório para revisões sistemáticas e meta-análises (PRISMA). Foi realizado uma busca sistematizada computadorizada nos bancos de dados da PubMed, LILACS, HubMed e Scielo usando a estratégia PICOS entre os dias 1 de abril de 2010 até 1 de abril de 2020. **Resultados:** Após ser realizada a busca com os descritores selecionados, foram 110 artigos identificados; PubMed (n= 85); Scielo (n= 12); Lilacs (n=6) HubMed (n= 7). Outros 2 artigos adicionados por outras fontes. **Conclusão:** Utilizar ferramentas para análise da VFC é importante para avaliação da modulação autonômica cardíaca em atletas.

Palavras-chave: Sistema Nervoso Autônomo. Frequência Cardíaca. Atleta. Exercício físico.

Abstract

Objective: to carry out a systematic literature review that evaluated the use of heart rate variability in athletes. **Methods:** This systematic review was methodologically based on the report items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA). A computerized systematized search was carried out in the PubMed, LILACS, HubMed and Scielo databases using the PICOS strategy between April 1, 2010 and April 1, 2020. **Results:** After the search was carried out with the selected descriptors, 110 articles identified; PubMed (n=85); Scielo (n=12); Lilacs (n=6) HubMed (n=7). Another 2 articles added by other sources. **Conclusion:** Using tools for analyzing HRV is important to assess cardiac autonomic modulation in athletes.

Keywords: Autonomic Nervous System. Heart Rate. Athlete. Physical exercise.

Recebido: Jun 2022 | Aceito: Jun 2022 | Publicado: Jul 2022



Introdução

O sistema cardiovascular é controlado em parte pelo sistema nervoso autônomo (SNA), que fornece nervos aferentes e eferentes para o coração, na forma de terminações simpáticas ao longo do miocárdio e parassimpático ao nó sinusal, miocárdio atrial e nó atrioventricular¹.

Diversas medidas de análise podem ser empregadas para avaliação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Os métodos não lineares fundamentam-se na teoria do caos. No método lineares, há basicamente dois tipos de análises, no domínio do tempo e no domínio da frequência, com flutuações, que de maneira geral são periódicas, e originando um fenômeno ondulatório complexo possível de ser analisado por algoritmos matemáticos. A análise no domínio do tempo é baseada na medida dos intervalos RR individualmente (SDNN, SDANN e SDNN index) e índices baseados na comparação entre dois intervalos RR adjacentes (pNN50 e rMSSD)².

A análise da VFC é uma ferramenta não invasiva usada para avaliar o impacto dos sistemas simpático e parassimpático no coração³. Nos dias atuais, os índices de VFC têm sido utilizados para o entendimento de diversas condições patológicas que abrangem, dentre outros, os sistemas cardiovascular, respiratório e neurológico, assim como diversas condições fisiológicas⁴.

A relevância clínica da VFC foi apresentada inicialmente em 1965 por Hon e Lee na monitorização fetal. Em 1977, Wolf et al foram os primeiros a comprovar a associação entre o aumento do risco de mortalidade pós-infarto com redução da VFC⁵. Em 1996, a Força-Tarefa da European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology publicou considerações metodológicas acerca de análise no domínio do tempo e da frequência da VFC, como o propósito de permitir comparações adequadas e sistematizar padrões de medição, interpretação fisiológica e uso clínico⁶.

Os instrumentos mais utilizados para a análise da VFC são o eletrocardiograma (ECG), conversores analógicos e cardiofrequencímetros. Entre esses dispositivos, os cardiofrequencímetros são os de maior destaque devido a fácil aplicação, pela característica não invasiva e pela facilidade do uso em estudos de campo e durante a prática esportiva. Assim, é possível registrar com praticidade e segurança a VFC fora do ambiente laboratorial⁷.

Nos últimos anos, o emprego da análise da VFC não está restrito às avaliações dos efeitos do treinamento físico apenas como fator preventivo e na supervisão de doenças⁸. Devido os benefícios do treinamento físico sobre a VFC em pessoas saudáveis, pesquisadores ampliou o interesse em aprofundar os estudos neste grupo, bem como em atletas do alto rendimento⁹. De uma maneira geral, a análise da VFC demonstra ser um importante instrumento para avaliação da modulação autonômica cardíaca em atletas, antes, durante e após o treinamento, na recuperação e para a prescrição do treinamento¹⁰.

Portanto, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica sistematizada que avaliou a utilização da variabilidade da frequência cardíaca no treinamento físico em atletas.

Métodos

Esta revisão sistematizada se embasou metodologicamente com os itens de relatório para revisões sistemáticas e meta-análises (PRISMA)¹¹. Realizou-se uma busca sistematizada computadorizada nos bancos de dados da PubMed, LILACS, HubMed e Scielo usando a estratégia PICOS. Foram considerados todos os artigos publicados entre 1 de abril de 2010 a 1 de abril de 2020. Para a organização, classificação e sumarização dos artigos, utilizamos o programa StArt¹².

As palavras-chave incluídas foram “atleta”, “desportista”, “treinamento”, Cada uma combinada com “variabilidade da frequência cardíaca”, ou “sistema nervoso autonômico” ou “sistema nervoso autônomo”. Todas as palavras-chave foram limitadas na busca por título e resumo. Todos os artigos foram avaliados manualmente em busca de artigos potencialmente elegíveis.

Foram incluídos na pesquisa manuscritos originais publicados no idioma português, inglês e espanhol que descreviam ou avaliavam a VFC em atletas de ambos os sexos e de idade adulta. Foram excluídos documentos que não tivessem o texto completo e que não fossem ensaio clínico. Também não tiveram elegibilidade os tipos cartas ao editor, seções de livros, teses, resenhas, artigos de opinião ou resumos sem dados, trabalhos que continham apenas análises qualitativas ou não apresentaram consistentemente informações sobre os métodos adotados.

Os dados dos estudos incluídos foram: nome do autor, ano de publicação, desenho do estudo, objetivo, variáveis analisadas, principais desfechos, caracterização dos grupos

estudados, e o valor de p adotados, se aplicável. A Figura 1 apresenta o fluxo de artigos no processo de seleção.

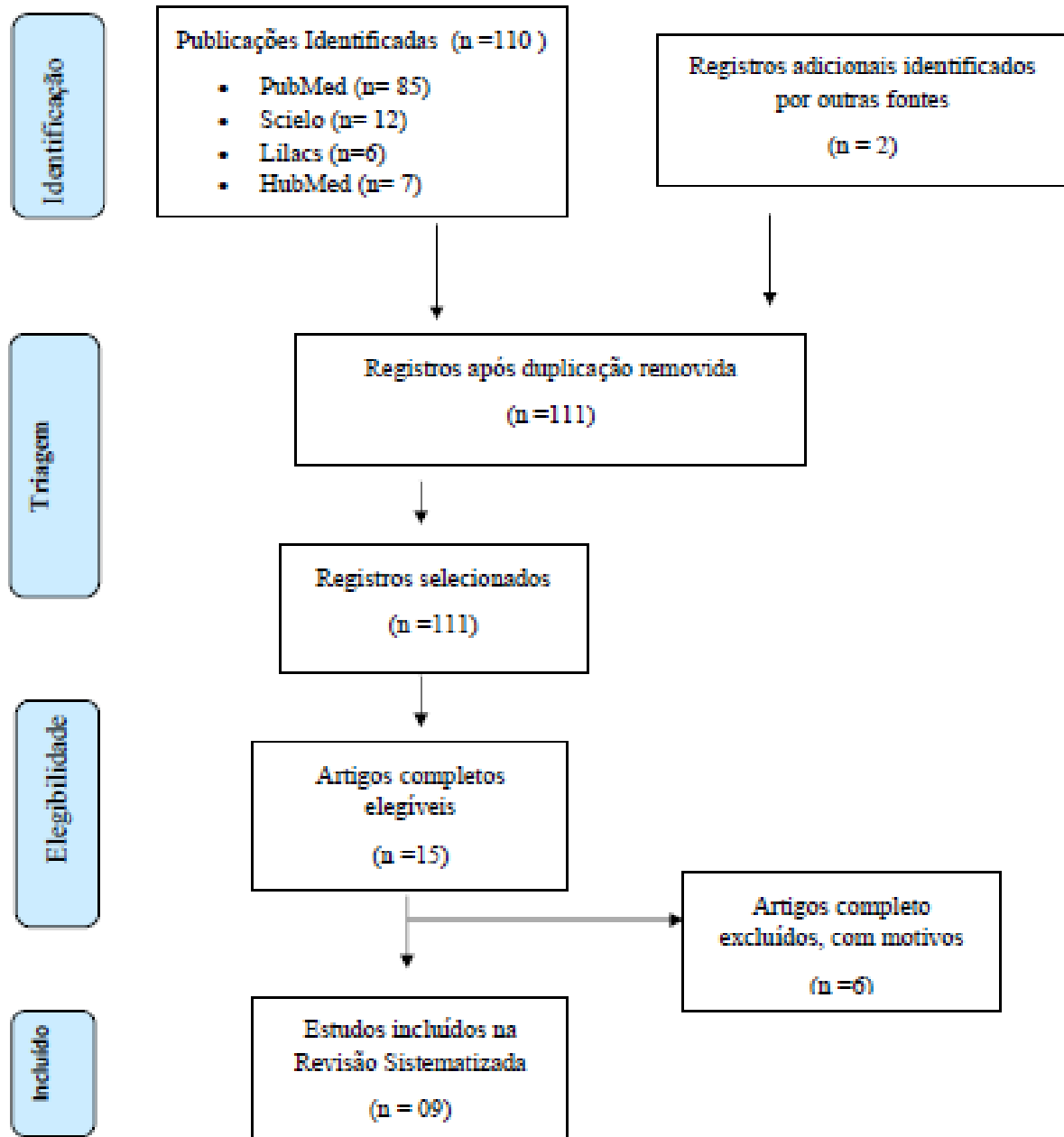


Figura 1 – Resumo do esquema PRISMA; processo de coleta de dados.

Resultados e Discussão

O objetivo desta revisão sistematizada foi investigar a utilização da VFC no treinamento físico em atletas. A hipótese primária era de que o emprego da VFC nos estudos selecionados mostraria aspectos inerentes a marcadores fisiopatológicos que podem ser usados para tomadas de decisões por parte dos técnicos e treinadores. Um total de oito manuscritos foi selecionado para esta revisão. Os resultados mostraram que essa hipótese foi confirmada, o uso da VFC associados a outros marcadores parece ser bastante eficiente para a sistematização de um programa de treinamento (Quadro 1).

Quadro 1 - Características dos oito estudos incluídos nessa revisão.

Autor, ano.	Desenho do estudo	Objetivo	Variáveis analisadas	Principais desfechos	Caracterização dos grupos estudados e (n)	Valor de p adotado
-------------	-------------------	----------	----------------------	----------------------	---	--------------------

Edmon et al., 2015 ¹³	Transversal;	Determinar a resposta da VFC no treinamento em nadadores paralímpicos de elite; identificar a relação entre VFC e marcadores salivares da função imune e carga de treinamento em atletas paraolímpicos de elite.	VFC; domínio do tempo; domínio da frequência;	Comparado com a semana 1, o SD1 foi < (96/4/0, ES = - 2,21). O programa de treinamento não alterou a VFC ou a saliva, já em competição houve alteração. Não houve diferenças entre a VFC e a saliva. Foram observadas correlações entre saliva e a VFC ($\rho = - 0,212$, $p < 0,05$), juntamente com Saliva e FC média ($\rho = 0,309$, $p < 0,05$).	Oito atletas de natação paraolímpica	$p < 0,05$
Peinado et al., 2018 ¹⁴	Transversal;	Testar o efeito do bicarbonato de sódio (NaHCO) no desempenho durante uma competição	Avaliação do status ácido-base no sangue. Desempenho cardiorrespiratório, (VFC)	Diferença significativa (NaHCO ₃ versus placebo) foi observado no pH, ($p < 0,05$); Sem alterações no tempo e velocidade pico; VFC mostrou um efeito significativo da ingestão de NaHCO ₃ , expresso pelo rMSSD30 ($p < 0,001$);	Doze ciclistas de elite de BMX do sexo masculino (idade: $19,2 \pm 3,4$ anos; altura: $174,2 \pm 5,3$ cm; massa corporal: $72,4 \pm 8,4$ kg)	$p < 0,05$

		Simulada em uma pista de Motocross de Bicicleta (BMX).		Não houve efeito da condição na captação de oxigênio, produção de dióxido de carbono ou ventilação pulmonar.		
--	--	--	--	--	--	--

Bara-Filho et al., 2013 ¹⁵	Longitudinal;	Monitorar as mudanças nos índices da VFC em dois jogadores de futebol	Carga de treinamento; Os intervalos RR. Os índices da VFC (SD1, SDNN, RMSSD e HF)	Os índices da VFC (SD1, SDNN, RMSSD e HF) apresentaram padrões semelhantes em M1, mais em M2. Em M2 e M4, o atleta 1 apresentou um rebote parassimpático em SD1, SDNN e RMSSD, enquanto atleta 2 apresentou redução deste índices.	Dois jogadores de futebol da primeira divisão, com idade respectivamente de 26 e 19 anos.	Não consta
---------------------------------------	---------------	---	---	--	---	------------

		durante um período de 3 semanas de treinamento.				
Schmitt et al., 2018 ¹⁶	Longitudinal;	Analisar o efeito do treinamento em alta altitude utilizando (VFC).	Duração da Exposição em câmaras hipóxicas; (SpO2) e (FC); utilizando questionário subjetivo sobre overtraining	da VFC ≠ entre H-HRV e H; frequência cardíaca (3,7 ± 6,3 vs. 12,3 ± 4,1%, p = 0,008). No pós-1, o VO2máx foi melhorado na H-HRV e H (3,8 ± 3,1%; p = 0,02 vs. 3,0 ± 4,4%; p = 0,08), mas não em Nor (0,9 ± 5,1%; p = 0,7). Somente H-HRV melhorou o desempenho de patins no pós-1 (- 2,7 ± 3,6%, p = 0,05).	Vinte e quatro esquiadores nórdicos de elite. 19 homens (idade 23,3 ± 3,6 anos; VO2máx 67,8 ± 3,6 ml kg ⁻¹ min ⁻¹) e 5 mulheres (idade 22,8 ± 4,1 anos; VO2máx 58,9 ± 2,5 ml kg ⁻¹ min ⁻¹)	p<0.05
Ramos-Campo et al.,	Transversal;	Analisar o efeito da ingestão de cafeína	Foi avaliado a (QS), a VFC;	Não houve diferença significativa entre Grupo cafeína e o grupo controle na VFC;	Quinze corredores do sexo masculino de nível nacional e internacional;	p<0.05

2019 ¹⁷	Transversal;	desempenho de salto em corrida de 800 m, na qualidade do sono (QS) e VFC em atletas de corrida.	desempenho de salto em contramovimento (CMJ) e teste de relógio nos 800 m. concentração de lactato sanguíneo	(CAF) prejudicou a eficiência do sono (p = 0,003), o tempo real de vigília (p = 0,001) e o número de despertares (p = 0,005). CAF prejudicou as variáveis do questionário QS (p = 0,005), sono calmo (p = 0,005), facilidade para adormecer (p = 0,003) e sentir-se revigorado após acordar (p = 0,006).	(idade: 23,7±8,2 anos; altura: 177,4± 9,0 cm; peso: 64,6 ± 9,8 kg).	
--------------------	--------------	---	--	--	---	--

Clemente-Suarez, et al., 2017 ¹⁸	Longitudinal	Analisar a resposta da VFC e desempenho aeróbico após executar três cargas de treinamento diferentes.	Análise da VFC; teste incremental em esteira VO 2 máx	O grupo PRO sem significância no MAV (17,60 ± 1,17 vs. 18,00 ± 1,33 km / h). Grupo UNI sem significância no MAV (18,10 ± 1,79 vs. 18,20 ± 1,69 km / h). Grupo FRE sem significância MAV após o período de treinamento de quatro semanas (17,60 ± 2,41 vs. 17,50 ± 2,12 km / h). Os três grupos diminuíram de maneira não significativa o VO2 máx após as 4 semanas de treinamento: PRO 4,01 ± 0,48 vs. 3,89 ± 0,41 L / min. UNI 4,3 ± 0,68 vs. 4,22 ± 0,42 L / min. FRE 3,97 ± 0,56 vs. 3,91 ± 0,70 L / min. Grupo PRO aumentou significativamente (p <0,05) os valores normalizados da VFC. a FC basal no grupo FRE apresenta um aumento significativo, porém o grupo UNI diminuiu	Trinta atletas do sexo masculino (média ± DP. 38,7 ± 9,8 anos. 174,7 ± 6,5 cm. 72,0 ± 9,8 Kg. 23,5 ± 2,2 Kg / m². 8,6±3,2% de gordura	p<0.05
---	--------------	---	---	---	---	--------

				esse valor após o programa de treinamento de quatro semanas		
Carballal et al., 2018 ¹⁹	Transtorno de ansiedade	Avaliar o efeito agudo do colete de resfriamento entre rodadas de sparring durante um campo de treinamento	Análise do (bem-estar e esforço percebido) Medidas fisiológicas (temperatura	Sem diferença entre os grupos nas análises de bem-estar. Houve interações tempo × grupo para VFC; (p <0,01; GI vs. GC, PS = 79,0%) e a razão de desidroepiandrosterona-cortisol (razão DHEA / C) (p = 0,04; GI vs. GC, PS = 99,9%). GI preservou o controle autonômico cardíaco (p >0,05; ES = - 0,06, IC 90% = -0,88 a 0,76; PS = 51,7%) comparado ao grande decréscimo do GC (p <0,05; ES = -1,18, IC 90% = -	Dezesseis judocas	faixa p <0.05
					Oito homens (idade: 21,3 ± 2,8 anos; altura: 172±8 cm; massa corporal: 73 ±10 kg) e oito mulheres (idade: 22,6 ± 1,7 anos;	

		internacional de Judô.	timpânica, VFC, alterações hormonais, força de preensão manual.	2,07 a -0,29; PS = 74,9%); GI > DHEA / C (p <0,01) do prépara o pós-sessão com diminuição do cortisol	altura: 160 ± 7 cm; corpo 57± 6 kg)	
--	--	------------------------	---	---	-------------------------------------	--

Araújo et al.; 2018 ²⁰	Transversal;	Comparar (ICV) entre jogadores de futebol e não atletas. Avaliar o ICV com a posição de campo;	eletrocardiogram de repouso (ECG) e espirometria, avaliação antropométrica e teste de exercício cardiopulmonar	FC máx e em repouso de 59 e 190 bpm, respectivamente, e VO2 máx de 62,2 mL / (kg.min). Jogadores e não atletas apresentaram resultados semelhantes de ICVV (mediana-[P25-P75]) - 1,63-[1,46-1,84] vs 1,61- [1,41-1,81] (p = 0,22). Os alas tendiam a ter um ICV mais alto (1,84-[1,60-1,99]), especialmente quando em relação aos defensores (1,53- [1,41- 1,72] (p = 0,01). Houve uma associação modesta, não fisiologicamente relevante entre VO2 max e ICV (r = 0,15).	278 homens jogadores de futebol (Idade: 23.8 ± 4.2, Altura; 178.6 ± 6.5. Peso Kg 75.7 ± 8.0. Frequência cardíaca em repouso: 59.1 ± 9.3. Fc máxima: 190.2 ± 9.7. VO2 max (mL.kg-1.min-1) 62.2 ± 6.5, Grupo controle: 303 indivíduos saudáveis do sexo masculino, não-atletas, pareados pela idade.	p<0.05
-----------------------------------	--------------	--	--	---	--	--------

Douglas et al., 2016 ²¹	Transversal;	Analisar a recuperação facilitada por imersão em água fria em jogadores de rugby influenciaria a reativação parassimpática e o desempenho de sprints.	se a reativação parassimpática entre a raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre os intervalos R-R adjacentes (lnRMSSD).	Análise da Aumento na pós-intervenção no rMSSD entre imersão em água fria e a recuperação passiva após todas as partidas. O HRPeak RS foi provavelmente muito maior com o CWI do que a SAP (ES 90% CL: +0,80; ± 0,56).	Dez atletas de rugby masculino (idade 25 ± 3 anos, massa corporal 88 ± 9 kg, altura 181 ± 4 cm, consumo máximo de oxigênio 56,3 ± 5,8 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	Intervalo de confiança 90%
------------------------------------	--------------	---	--	--	---	----------------------------

FC: Frequência Cardíaca; VFC: Variabilidade da frequência cardíaca; rMSSD30: média da raiz quadrada das sucessivas diferenças; SDNN: o desvio-padrão entre batimentos normais; RMSDD: a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR adjacentes; SD1: relação entre os desvios-padrão 1 e 2 obtidos pelo gráfico de Poincaré-Bendixson; HF: alta frequência; M1 (1º sábado), M2 (1º segunda-feira), M3 (2º sábado), M4 (3º segunda-feira) e M5 (3º sábado); SpO2: Saturação de oxigênio; H-HRV: treinamento em hipóxia; H: grupos de treinamento que dormem em hipóxia; Nor: grupos de treinamento que dormem em normoxia; QS: qualidade do sono; Caf: suplementação de cafeína; GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; PS: probabilidade de superioridade; ES: tamanho do efeito; PRO: grupo com treinamento de carga progressiva; UNI: cargas de treinamento uniforme; FRE: realizou um programa não periodizado; MAV: velocidade associada ao VO2 máx; ICV: índice cardíaco vagal.

Recentemente, foi sugerido afirmar que a regulação autonômica cardiovascular é um determinante importante das adaptações e efeitos do treinamento físico^{22, 23}. Atletas em relação a indivíduos sedentários exibem diferentes delineamentos de VFC, com um aumento geral na VFC e modulação parassimpática²⁴. Por outro lado, existem evidências sugerindo que o treinamento de alta intensidade pode levar cronicamente a uma mudança da modulação cardíaca vagal para a simpática²⁵.

A modulação do balanço simpático-vagal, com a utilização da variabilidade da frequência cardíaca a qual tem sido constantemente investigada em atletas em processo de treinamento ou com *overtraining*, sob diferentes cargas de trabalho, devido à grande influência do treinamento sobre o controle autonômico cardíaco²⁶. O *overtraining* é visto como um desequilíbrio entre a relação das cargas de treinamento e a recuperação, sendo também o resultado de um desequilíbrio entre estresse e recuperação, no qual o estresse é resultado de fatores inter e extra-treinamento²⁷.

No estudo de Schmitt et al., 2018¹⁶, buscou analisar o efeito do treinamento em alta e baixa altitude sendo guiado pela VFC. Vinte e quatro esquiadores nórdicos de elite participaram deste estudo por quinze dias e foram randomizados em um grupo de treinamento em hipóxia dormindo em hipóxia normobárica e dois grupos de treinamento predefinidos que dormem em hipóxia ou normoxia. Não foram encontradas diferenças significativas nos escores do questionário referente ao *overtraining* em nenhum momento do estudo. Contudo, parâmetros da VFC medidos em posição supina foram diferentes entre H-HRV e Hipóxia. O VO₂ max foi melhorado na H-HRV e hipóxia, mas não em normoxia.

Para determinar a resposta da VFC no treinamento em nadadores paralímpicos de elite, Edmonds et al., 2015¹³ buscou identificar a relação entre VFC e marcadores salivares da função imune e a carga de treinamento em atletas paraolímpicos de elite. Sendo o primeiro estudo a documentar as respostas da VFC e da saliva ao treinamento crônico em atletas de elite com deficiência. Este estudo identificou que a competição nacional de alto nível influencia os biomarcadores de estresse da VFC e da saliva. Sendo observado também que o treinamento periodizado regular não pareceu provocar uma mudança significativa nos marcadores de imunidade e estresse na VFC ou saliva. O estresse é uma situação pela qual o atleta não consegue se desvencilhar, contudo o estudo de Oliveira-Silva et al., 2016 apontou que o índice de massa corporal (IMC) é uma variável que influencia a atividade autonômica em nadadores jovens sendo possível

perceber uma correlação positiva entre IMC e alterações autonômicas induzidas pelo estresse²⁸.

O uso de suplementos nutricionais é bastante pesquisado para a redução do estresse metabólico e melhoria do rendimento. Felipe et al. 2013,²⁹ em sua revisão sistemática concluiu que a suplementação de bicarbonato de sódio (NaHCO₃), pode melhorar o desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade, contudo, o uso de altas doses parece promover maior distúrbio gastrointestinal, além de não resultar benefícios complementares à performance e ainda, os resultados dos estudos não são nítidos se essa estratégia pode resultar em melhorias.

Peinado et al., 2018¹⁴ testou o efeito do (NaHCO) no desempenho durante uma competição simulada em uma pista de Motocross de Bicicleta (BMX), avaliou o desempenho cardiorrespiratório, variabilidade cardíaca (VFC) e variáveis subjetivas, não foram encontradas alterações no tempo e velocidade de pico. A análise da VFC mostrou um efeito significativo da ingestão de NaHCO₃. Não houve efeito da condição na captação de oxigênio, produção de dióxido de carbono ou ventilação pulmonar e por fim, não houve efeito da condição para nenhuma escala subjetiva. Estudos futuros devem considerar os efeitos do NaHCO₃ na função autonômica como um componente de recuperação.

Outra substância bastante pesquisada como suplemento nutricional para a melhoria do desempenho físico é a cafeína³⁰⁻³⁶. Em contrapartida, Ramos-Campo et al., 2019¹⁷, analisou o efeito da ingestão de cafeína no desempenho de corrida de 800 metros, na qualidade do sono e a VFC em atletas de corrida. Em comparação com o placebo, a ingestão de 6 mg/kg de cafeína não melhorou o desempenho de corrida. Contudo, a cafeína prejudicou a quantidade e a qualidade do sono, mas não afetou o sistema nervoso autônomo durante a noite após a realização do teste de corrida de 800 m.

No estudo de Araújo et al., 2018²⁰, buscou-se comparar o índice cardíaco vagal (ICV) entre jogadores de futebol e não atletas. Formam selecionados 278 jogadores adultos de duas equipes da Primeira Divisão Nacional de Futebol do Brasil (Botafogo) e Angola (Santos). Jogadores e não atletas apresentaram resultados semelhantes de ICV. Os atletas que jogam na posição de alas, tendem a ter um ICV mais alto, principalmente quando comparados aos defensores. Contudo, diferenças étnicas foram descobertas recentemente por Hill et al., 2015³⁷, que analisaram em sua meta-análise que os

afrodescendentes têm VFC significativamente maior do que aqueles que são descendentes de europeus. Da mesma maneira, os indivíduos fisicamente ativos tendem a ter maior VFC³⁸.

Corroborando com esses resultados, Oliveira et al., 2012³⁹ a partir dos resultados de sua investigação, é possível afirmar que atletas com maior modulação autonômica são mais responsivos aos treinamentos cardiorrespiratórios. Assim sendo, informações sobre a VFC podem servir de parâmetro para os treinadores criarem estratégias de individualização de cargas de treinamento e tentar minimizar as diferenças interindividuais de modulação autonômica e desempenho.

No estudo de Antelmi et al, 2008⁴⁰, a recuperação da frequência cardíaca após o exercício foi associada com a idade e o sexo. Contudo, a hipótese de associação entre recuperação da frequência cardíaca e os índices de variabilidade da frequência cardíaca, analisados em monitorização de 24 horas nos primeiros dois minutos após o exercício, não foi comprovada neste estudo. Enquanto Al Haddad et al., 2010⁴¹ investigou o efeito da imersão em água fria na recuperação de atletas e observou que a imersão em água após o exercício, independente da temperatura da água, parece ser um meio simples e eficaz de acelerar a reativação parassimpática após o exercício.

Diante do mesmo contexto, Douglas et al., 2016²¹, analisou se a recuperação facilitada por imersão em água fria em jogadores de *rugby* influenciaria a reativação parassimpática e o desempenho de *sprints*. Nos resultados, foi observado uma melhoria na reativação parassimpática após a imersão em água fria. No estudo de Carballeira et al., 2018¹⁹, buscaram avaliar o efeito agudo do colete de resfriamento entre rodadas de sparring durante um campo de treinamento internacional de Judô. Como desfecho, foi observado que coletes de refrigeração diminuiu a tensão cardiovascular e o impacto hormonal da sessão de treinamento de Judô em atletas de alto nível, podendo ser considerados para fins de recuperação durante o exercício em ambientes quentes e úmidos.

Clemente-Suarez et al., 2017¹⁸, analisou a resposta da VFC e desempenho aeróbico após executar três cargas de treinamento físico distintos. Foi observado que após 4 semanas, o grupo que treinava com distribuição de carga progressiva alcançou maior adaptação autonômica em relação ao grupo que treinava com cargas uniformes e o grupo

sem periodização. Em relação ao treinamento resistido periodizado foi observado um aumento significativo da força muscular em correlação ao treinamento não⁴².

Conclusão

Os resultados encontrados nesta revisão sistematizada sustentam a hipótese de que a utilização de medidas de análises da VFC usada em atletas por parte dos treinadores, preparadores físicos e profissionais de educação física pode ser uma ferramenta útil, segura e fácil de observar as respostas fisiológicas na regulação cardíaca autonômica que podem ser determinantes no desempenho esportivo. Sendo um importante instrumento para avaliação da modulação autonômica cardíaca em atletas, antes, durante e posteriormente ao treinamento, na recuperação e na periodização do treinamento.

Referências

1. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD de, Godoy MF de. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(2):205–17.
2. Jr. AR. [Internet] Compreendendo melhor as medidas de análise da variabilidade da frequência cardíaca. 2014;(December).
3. Bouillod A, Cassirame J, Bousson JM, Sagawa Jr Y, Tordi N. Acurácia do sistema Suunto para a análise da variabilidade da frequência cardíaca durante um teste de inclinação. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum [Internet]*. 2015 Jul 7;17(4):409.
4. Ferreira LL, Souza NM De, Bernardo AFB, Vitor ALR, Valenti VE, Vanderlei LCM. Variabilidade da frequência cardíaca como recurso em fisioterapia: análise de periódicos nacionais. *Fisioter em Mov [Internet]*. 2013 Mar;26(1):25–36.
5. Kawaguchi LYA, Nascimento ACP, Lima MS, Frigo L, Paula Júnior AR de, Tierra-Criollo CJ, et al. Caracterização da variabilidade de frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. *Rev Bras Med do Esporte [Internet]*. 2007 Aug;13(4):231–6.
6. Association AH. ECG Time Series Variability Analysis [Internet]. Jelinek HF, Cornforth DJ, Khandoker AH, editors. *ECG Time Series Variability Analysis: Engineering and Medicine*. CRC Press; 1996. 354–381 p.
7. Lopes P, Oliveira M, André S, Nascimento D, Silva C, Rebouças G, et al. Aplicabilidade Clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca. *Rev Neurociências [Internet]*. 2014 Feb 5;21(04):600–3.

8. Lopes F, Pereira F, Reboredo M, Castro T, Vianna J, Novo Jr J, et al. Redução da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos de meia-idade e o efeito do treinamento de força. *Rev Bras Fisioter* [Internet]. 2007 Apr;11(2):113–9.
9. Almeida MB, Araújo GS. Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. 2003;9:104–12.
10. Barbosa Ribeiro V, Reis R, Kogure G, Tourinho Filho H. Variabilidade da frequência cardíaca em atletas e não atletas saudáveis - diferenças e alterações provocadas pelo treinamento físico de endurance. *Rev Bras Prescrição e Fisiol do Exerc* [Internet]. 2015;9(54):446–56.
11. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ* [Internet]. 2009 Jul 21;339(jul21 1):b2535–b2535.
12. Hernandez E, Zamboni A, Fabbri S, Di Thommazo A. Using GQM and TAM to evaluate StArt – a tool that supports Systematic Review. *CLEI Electron J* [Internet]. 2012 Apr 1;15(1).
13. Edmonds R, Burkett B, Leicht A, McKean M. Effect of chronic training on heart rate variability, salivary IgA and salivary alpha-amylase in elite swimmers with a disability. Sacchetti M, editor. *PLoS One* [Internet]. 2015 Jun 4;10(6):e0127749.
14. Peinado AB, Holgado D, Luque-Casado A, Rojo-Tirado MA, Sanabria D, González C, et al. Effect of induced alkalosis on performance during a field- simulated BMX cycling competition. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2019 Mar;22(3):335–41.
15. Bara-Filho MG, Freitas DS, Moreira D, De Oliveira Matta M, De Lima JRP, Nakamura FY. Heart rate variability and soccer training: A case study. *Motriz Rev Educ Fis*. 2013;19(1):171–7.
16. Schmitt L, Willis SJ, Fardel A, Coulmy N, Millet GP. Live high–train low guided by daily heart rate variability in elite Nordic-skiers. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2018;118(2):419–28.
17. Ramos-Campo DJ, Pérez A, Ávila-Gandía V, Pérez-Piñero S, Rubio-Arias JÁ. Impact of Caffeine Intake on 800-m Running Performance and Sleep Quality in Trained Runners. *Nutrients* [Internet]. 2019 Sep 1;11(9):2040.
18. Clemente-Suárez VJ. Periodized training achieves better autonomic modulation and aerobic performance than non-periodized training. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 2017 Nov;58(11).
19. Carballeira E, Morales J, Fukuda DH, Granada ML, Carratalá-Deval V, López Díaz de Durana A, et al. Intermittent Cooling During Judo Training in a Warm/Humid Environment Reduces Autonomic and Hormonal Impact. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2018 Aug;33(8):2241–50.

20. Araújo CGS de, Bottino A, Pinto FGF. Cardiac vagal index varies according to field position in male elite football players. *Med Express* [Internet]. 2018;5:17–9.
21. Douglas J, Plews DJ, Handcock PJ, Rehrer NJ. The Beneficial Effect of Parasympathetic Reactivation on Sympathetic Drive During Simulated Rugby Sevens. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2016 May;11(4):480–8.
22. Hautala AJ, Kiviniemi AM, Tulppo MP. Individual responses to aerobic exercise: The role of the autonomic nervous system. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 2009 Feb;33(2):107–15.
23. Amano M, Kanda T, UE H, Moritani T. Exercise training and autonomic nervous system activity in obese individuals. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2001 Aug;33(8):1287–91.
24. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart Rate Variability in Athletes. *Sport Med* [Internet]. 2003;33(12):889–919.
25. Manzi V, Castagna C, Padua E, Lombardo M, D'Ottavio S, Massaro M, et al. Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *Am J Physiol Circ Physiol* [Internet]. 2009 Jun;296(6):H1733–40.
26. Baumert M, Brechtel L, Lock J, Hermsdorf M, Wolff R, Baier V, et al. Heart Rate Variability, Blood Pressure Variability, and Baroreflex Sensitivity in Overtrained Athletes. *Clin J Sport Med* [Internet]. 2006 Sep;16(5):412–7.
27. Matos F de O, Samulski DM, Lima JRP de, Prado LS. Cargas elevadas de treinamento alteram funções cognitivas em jogadores de futebol. *Rev Bras Med do Esporte* [Internet]. 2014 Oct;20(5):388–92.
28. Oliveira-Silva I, Santos MG, Tonello L, Venâncio PEM. Variabilidade da Frequência Cardíaca, IMC e Estresse Pré-Competitivo em Atletas de Natação. *Rev Cereus* [Internet]. 2016 Aug 30;8(2):100–11.
29. Felipe LC, Araujo GG de, Bertuzzi R, Lima-Silva AE. Efeito da ingestão de bicarbonato de sódio no desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade: uma revisão sistemática. *Rev Acta Bras do Mov Hum* [Internet]. 2013;3(2):19–42.
30. Bras UDE, Educa LIAFDE, De SP, Educa EM, Melo EDE, Koenig KVON, et al. Força muscular e suplementação aguda de cafeína – um estudo balanceado controlado por placebo. 2016;
31. Mello D, Kunzler D, Farah M. A cafeína e seu efeito ergogênico. *Rev Bras Nutr Esportiva*. 2007;1(2):4.
32. Braga LC, Alves MP. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. *Rev bras ciênc mov*. 2000;8(3):33–7.

33. Lsangedy HAMOE, Unha RICOC, Siecki R a ULO, Regorio SEG, Ilva D a S. Efeitos da Ingestão Aguda de Cafeína sobre o Desempenho Anaeróbico Intermitente. 2007;8(November 2016):1–5.
34. Altimari LR, Moraes AC de, Tirapegui J, Moreau RLDM. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. Rev Bras Ciências Farm [Internet]. 2006 Mar;42(1):17–27.
35. López-González LM, Sánchez-Oliver AJ, Mata F, Jodra P, Antonio J, Domínguez R. Acute caffeine supplementation in combat sports: a systematic review. J Int Soc Sports Nutr [Internet]. 2018 Dec 29;15(1):60.
36. Mielgo-Ayuso J, Calleja-Gonzalez J, Del Coso J, Urdampilleta A, León-Guereño P, Fernández-Lázaro D. Caffeine Supplementation and Physical Performance, Muscle Damage and Perception of Fatigue in Soccer Players: A Systematic Review. Nutrients [Internet]. 2019 Feb 20;11(2):440.
37. Hill LK, Hu DD, Koenig J, Sollers JJ, Kapuku G, Wang X, et al. Ethnic Differences in Resting Heart Rate Variability. Psychosom Med [Internet]. 2015 Jan;77(1):16–25.
38. Sandercock GRH, Bromley PD, Brodie DA. Effects of Exercise on Heart Rate Variability: Inferences from Meta-Analysis. Med Sci Sport Exerc [Internet]. 2005 Mar;37(3):433–9.
39. Oliveira RS, Pedro RE, Milanez VF, Bortolotti H, Vitor-Costa M, Nakamura FY. Relação entre variabilidade da frequência cardíaca e aumento no desempenho físico em jogadores de futebol. Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum [Internet]. 2012 Nov 16;14(6):713–22.
40. Antelmi I, Chuang EY, Grupi CJ, Latorre M do RD de O, Mansur AJ. Recuperação da frequência cardíaca após teste de esforço em esteira ergométrica e variabilidade da frequência cardíaca em 24 horas em indivíduos saudáveis. Arq Bras Cardiol. 2008;90(6):413–8.
41. Al Haddad H, Laursen PB, Chollet D, Lemaitre F, Ahmaidi S, Buchheit M. Effect of cold or thermoneutral water immersion on post-exercise heart rate recovery and heart rate variability indices. Auton Neurosci [Internet]. 2010 Aug;156(1–2):111–6.
42. Williams TD, Toluoso D V., Fedewa M V., Esco MR. Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis. Sport Med. 2017 Oct 12;47(10):2083–100.