

**OVERTRAINING, VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E ESPORTE:  
UMA BREVE REVISÃO**

Gerson dos Santos Leite<sup>1</sup>, Daniel Pereira do Amaral<sup>2</sup>, Felipe Fedrizzi Donatto<sup>3</sup>,  
Christiano Bertoldo Urtado<sup>4</sup>, Rogério Brandão Wichi<sup>5</sup>, Luciana Maria Malosá Sampaio<sup>6</sup>

**RESUMO**

Este artigo apresenta como objetivo principal uma revisão sobre overtraining relacionado a alterações na variabilidade da frequência cardíaca em atletas de alto rendimento. A pesquisa contemplou a análise documental, via internet, das publicações contidas na base de dados Pubmed e Google Acadêmico, que apresentassem artigos relacionados à palavra chave "overtraining", especificamente aqueles ligados à temática variabilidade da frequência cardíaca em atletas de alto rendimento. Poucos trabalhos foram encontrados na busca. Os trabalhos relacionados às palavras chave, predominam os modelos experimentais em sua totalidade e a forma longitudinal como principal característica epidemiológica. Há também, o predomínio de utilização de esportes cíclicos e aeróbios na determinação do estado de overtraining em atletas associados a alterações na variabilidade da frequência cardíaca. Desta forma, parece existir uma relação da alteração na variabilidade da frequência cardíaca com o overtraining, mas mais estudos são necessários para confirmar esta relação, principalmente em modalidades não cíclicas como os esportes coletivos.

**Palavras-chave:** Overtraining, Variabilidade da frequência cardíaca, Esporte de alto rendimento, Sistema nervoso autônomo.

1-Professor colaborador no Mestrado e Doutorado em Ciências da Reabilitação da Uninove

2-Bolsista de Iniciação Científica na Universidade Nove de Julho - Uninove

3-Doutorando pelo Laboratório de Metabolismo de Lipídios, Grupo de Biologia Molecular do Câncer, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo

4-Doutorando pela Faculdade de Ciências Médicas, CIPED, Universidade Estadual de Campinas

**ABSTRACT**

Overtraining, heart rate variability and sports: A brief review

This article presents as main objective a review about overtraining related to changes in heart rate variability in high performance athletes. The search included the documentary analysis, via the internet, of the publications contained in Pubmed and Google Scholar, submit articles related to the keyword "overtraining", specifically those related to heart rate variability thematic in high performance athletes. Few works have been found in the search. Work related to keywords, dominate the experimental models in its entirety and the longitudinal epidemiological characteristic shape as a principal. There is also, the predominance of aerobic and cyclic sports use in determining the State of overtraining to athletes associated with changes in heart rate variability. In this way, there seems to be a relationship of the change in heart rate variability with overtraining, but further studies are needed to confirm this relationship, especially in non-cyclical as the team sports.

**Key words:** Overtraining, Heart rate variability, Elite sport, Autonomic nervous system.

5-Professor Doutor na Universidade Federal de Sergipe

6-Professora Doutora no Mestrado e Doutorado em Ciências da Reabilitação da Uninove

E-mail:  
gersonslt@gmail.com

Endereço para correspondência:  
Gerson dos Santos Leite  
Rua Adolfo Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo, Brasil  
CEP: 01156-050

### INTRODUÇÃO

O desempenho esportivo vem sendo alvo de muitas investigações nos últimos anos, tendo destaque para o processo de treinamento e sua avaliação (Leite, Borin e Padovani, 2009; Smith, 2003).

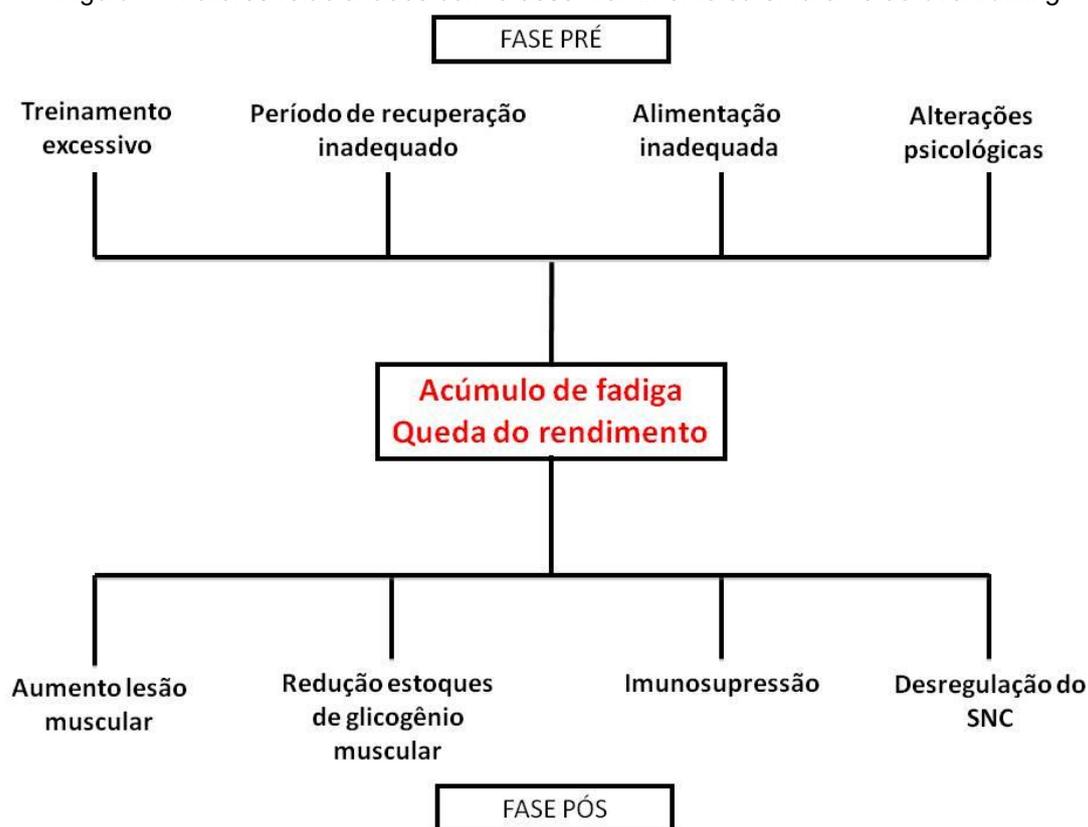
Este processo quando estruturado adequadamente auxilia na resposta adaptativa positiva do treinamento (Kenttä e Hassmén, 1998), mas, um planejamento mal estruturado pode levar os atletas a um fenômeno denominado *overtraining* (Kenttä e Hassmén, 1998; Foster, 1998).

Morgan e colaboradores (1987) destacam como importante definir e separar a

causa (definido como processo) e a consequência (definido como resultado ou produto), para entender o fenômeno *overtraining*.

Pela sua causa multifatorial o *overtraining* é considerado uma síndrome, sendo descrita como um desbalanço crônico entre o treinamento e sua recuperação, com acúmulo de fadiga e diferentes sintomas fisiológicos e psicológicos, além da piora da *performance* por semanas ou meses (Lehmann e colaboradores, 1992), apontado como uma grande ameaça à saúde dos atletas (Morgan e colaboradores, 1987), conforme a figura 1.

Figura 1 - Fatores relacionados com o desenvolvimento da síndrome do *overtraining*



Nesta direção, diversos são os marcadores apresentados na literatura para avaliar e diagnosticar estados de *overtraining*. Coutts, Wallace e Slattery (2007) descrevem grupos de marcadores, sendo os bioquímicos (Lehmann e colaboradores, 1992; Petibois e colaboradores, 2002), os imunológicos (Mackinnon, 2000; Smith, 2003), fisiológicos (Bosquet e colaboradores, 2008; Mourot e

colaboradores, 2004), de desempenho (Booth e colaboradores, 2006; Bosquet, Léger e Legros, 2001) e psicológicos (Morgan e colaboradores, 1987; Foster, 1998; Kenttä e Hassmén, 1998), pois nestes grupos podem existir uma estimulação ou supressão de sua síntese ou atividade durante o *overtraining*.

Uma disfunção do sistema nervoso autônomo tem sido sugerida para explicar

alguns dos sintomas do *overtraining* em atletas (Hedelin e colaboradores, 2000; Wilmore, Costill e Kenney, 2010).

O sistema nervoso autônomo divide-se em dois componentes distintos, o simpático e o parassimpático (vagal), que atuam diretamente no coração, estimulando ou inibindo sua atividade (Goldberger, 1999).

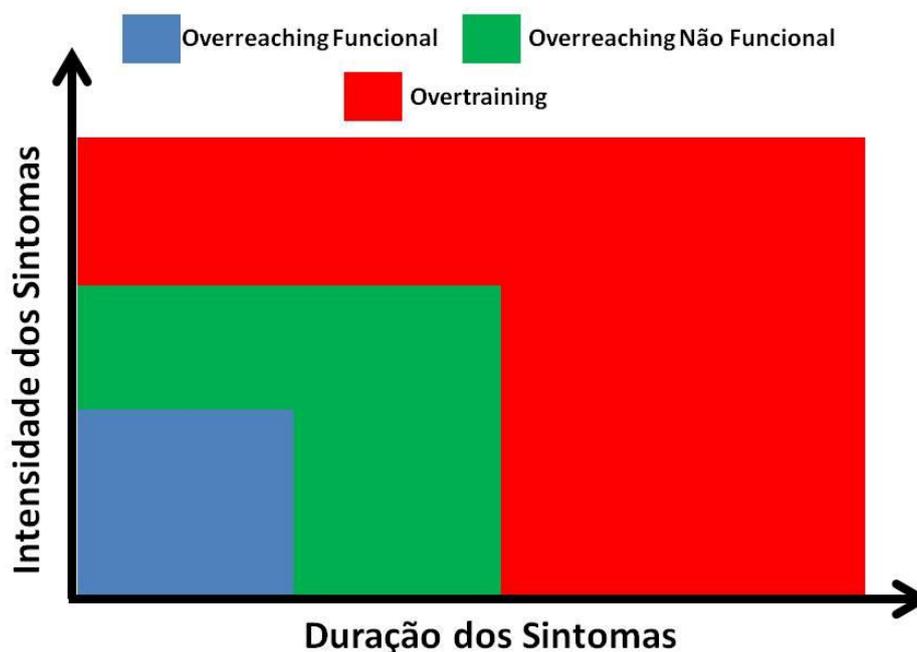
Kenttä e Hassmén (1998) sugerem que o estado de *overtraining* é posterior a uma fase inicial que apresenta sintomas amenos e que pode ser revertido em pouco tempo, chamando-a de *Overreaching*. Wilmore, Costill e Kenney (2010) destacam que o *Overreaching* é esperado em treinamento de atletas de alto rendimento, pois o mesmo permite ganhos de aproximadamente 3% (0,5 – 6%) após recuperação deste estado através da redução do treinamento (Mujika, Padilla, 2003).

Nederhof e colaboradores (2006) apresentam uma proposta para classificar tal síndrome, dividindo-a em i) *Overreaching* funcional (OF); ii) *Overreaching* não funcional (ONF) e, iii) *Overtraining* (OT), tendo o primeiro sintomas suaves e recuperação curta (dias a semanas), o segundo, sintomas moderados e com recuperação de semanas a meses e o terceiro, mais severo em seus sintomas e demorando de meses a anos para o atleta se recuperar.

A figura 2 apresenta demonstra a classificação proposta por Nederhof e colaboradores (2006).

A recuperação e os sintomas são entendidos aqui como mudança na estimulação ou supressão de sua síntese ou atividade dos marcadores e melhora ou piora da *performance*, como destacados por Coutts, Wallace e Slattery (2007).

Figura 2 - Relação entre intensidade e duração dos sintomas para o *overreaching* funcional, não funcional e *overtraining*



Além disso, Lehmann e colaboradores (1998) destacam que quando instalado o OT no atleta, ele tem sido classificado em duas categorias distintas: a simpática e a parassimpática, onde a forma simpática é caracterizada pelo aumento de sua atividade e

ocorre com maior frequência em desporto que utilizam predominantemente o metabolismo anaeróbio para suprir as demandas energéticas e, a forma parassimpática é caracterizada pela predominância do tônus parassimpático no repouso e durante o

exercício, e é observada com maior frequência em atletas de *endurance* (Wilmore, Costill, Kenney, 2010).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar se a avaliação do sistema nervoso autônomo pode diagnosticar a síndrome de *overtraining* em atletas.

Para tanto, este trabalho buscou informações relevantes sobre *overtraining* em atletas e sua relação com o sistema nervoso autônomo, realizando uma revisão de literatura das seguintes palavras-chave: *overtraining*, atleta, esporte e sistema nervoso autônomo, e suas traduções para o inglês quando necessário, tendo como fonte de busca as bases de dados Pubmed e Google Acadêmico, sendo selecionados os artigos que estavam relacionados com o objetivo do estudo.

### **O Sistema Nervoso Autônomo (SNA), sua avaliação e o exercício físico.**

O sistema nervoso autônomo controla a maior parte das funções corporais inconscientes, sendo as relacionadas com o exercício, à regulação da frequência cardíaca e da pressão arterial (Wichi e colaboradores, 2009).

Os componentes simpáticos e parassimpáticos do SNA se diferenciam pela distribuição anatômica de suas fibras nervosas, pelos efeitos estimulantes desses dois componentes (muitas vezes antagônicos) e pelo tipo de substância transmissora hormonal, secretadas pelas terminações neurais dos dois componentes (Guyton, 2008).

A quantificação das catecolaminas (urina ou sangue) e a determinação da Variabilidade da Frequência Cardíaca têm sido descritos como os principais métodos de avaliação do SNA (Halson e Jeukendrup, 2004).

A diminuição noturna da [catecolaminas] na urina foi encontrada em atletas com *Overtraining* e um aumento da [noradrenalina] no plasma foi encontrada em atletas em *Overreaching*, indicando que o sistema nervoso autônomo sofre influência destes fenômenos, mas, ainda é um método de difícil utilização, pois as catecolaminas podem ser um marcador “demorado” (urina), de grande variação ou necessitam de muito sangue para sua dosagem, dificultando seu uso no dia a dia de atletas (Halson e Jeukendrup, 2004; Urhausen e Kindermann, 2002).

Alguns autores tem apontado a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

como uma medida simples e não invasiva dos impulsos autonômicos, representando um dos mais promissores marcadores quantitativos do balanço autonômico em resposta ao treinamento (Task Force, 1996).

A VFC representa a análise da modulação autonômica do sistema cardiovascular e é realizada através do registro do intervalo R-R (IP, ms). A principal metodologia para o registro dos intervalos R-R é o eletrocardiograma, mas diversos autores tem sugerido o cálculo dos valores da VFC por meio de séries temporais obtidos a partir do frequencímetro Polar® S810i, que parece ser tão confiável quanto os dados obtidos pelo processamento do sinal de eletrocardiograma captado com um condicionador de sinal (Vanderlei e colaboradores, 2008).

Pela maior facilidade de aquisição dos dados e confiabilidade em realizar a VFC pelo frequencímetro durante o exercício ou em repouso, daremos ênfase a este método no presente artigo.

O frequencímetro da marca Polar® modelo S-810i detecta o sinal elétrico batimento a batimento, sendo esta informação transmitida, digitalizada, exibida e arquivada pelo aparelho. Esse sistema detecta a despolarização ventricular, correspondente a onda R do eletrocardiograma, com uma frequência de amostragem de 500 Hz e uma resolução temporal de 1 ms<sup>2</sup>.

Os arquivos de registro serão transferidos para o *Polar Precision Performance Software®* para posterior análise da variabilidade do intervalo de pulso cardíaco nas diferentes situações registradas (Vanderlei e colaboradores, 2008).

As oscilações das séries de IP são avaliadas no domínio do tempo e da frequência, onde gera-se algumas variáveis associadas ao teste.

Os índices RMSSD, que é o cálculo da raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, expressa em milissegundos, e pNN10, que equivale a percentagem de intervalos RR adjacentes com diferença de duração superior a dez milissegundos, ambos componentes da análise no domínio do tempo, refletem quase que exclusivamente as oscilações da banda de alta frequência, ou seja, comporta-se como um índice sensível a modulação vagal (parassimpática) (Task Force, 1996; Vanderlei e colaboradores 2009).

Para análise no domínio da frequência, o mesmo trecho dos dados é

submetido ao método de Transformada Rápida de *Fourier* (FFT). Com este método é possível detectar a frequência central, número e potência de cada componente.

A potência espectral pode ser integrada em três faixas de frequência de interesse: altas frequências (HF) entre 0,15 e 0,4 Hz, que reflete a modulação vagal; baixas frequências (LF) entre 0,04 e 0,15 Hz, que refletem a modulação simpática e vagal; e muito baixas frequências (VLF) menores que 0,04 Hz (Aubert, Seps e Beckers, 2003).

As mudanças nos padrões da VFC fornecem um indicador sensível e antecipado de comprometimentos na saúde, já que alta VFC (no domínio do tempo ou frequência) é um sinal de boa adaptação, caracterizando um indivíduo saudável com mecanismos autonômicos eficientes sendo associada com menor taxa de mortalidade (Achten e Jeukendrup, 2003).

Inversamente, baixa VFC é frequentemente um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, o que pode indicar a presença de mau funcionamento fisiológico no indivíduo, necessitando de investigações adicionais de modo a encontrar um diagnóstico específico (Vanderlei e colaboradores, 2009).

Achten e Jeukendrup (2003) destacam diversos trabalhos mostrando os benefícios do exercício aeróbico na VFC, demonstrando uma maior quantidade de trabalhos apresentando VFC aumentada em indivíduos treinados comparados a sedentários.

Figueroa et al. (2008) demonstraram melhora na VFC (domínio do tempo e frequência) quando mulheres com fibromialgia foram treinadas com exercício de força (50-80% de uma repetição máxima), apresentando com isso uma melhora na VFC também com treinamento de força (anaeróbico).

### Esporte, *overtraining/overreaching* e VFC

Na maioria das atividades esportivas o sistema cardiovascular auxilia no desempenho, sendo um marcador de intensidade de exercício muito utilizado (Achten e Jeukendrup, 2003).

Iellamo e colaboradores (2002) destacaram alterações na resposta cardíaca durante diferentes períodos de treinamento (9 meses) em resposta aos diferentes estímulos aplicados aos atletas remadores avaliados.

Durante o final do período pré-competitivo de atletas de alto rendimento, tem sido descrito na literatura um estado de

*Overreaching* (que pode ser funcional ou não), provocado por um grande período (ciclo) de treinamentos intensos para uma competição importante, onde o atleta já começa a apresentar sintomas de má adaptação/recuperação aos treinos (Mujika e Padilla, 2003; Mujika e colaboradores, 2004).

Durante este período inicia-se diversas alterações no organismo do atleta, que geram um diminuição da performance (Schmikli e colaboradores, 2010) e alterações corporais, onde se inclui as do sistema cardiovascular (Iellamo e colaboradores, 2002).

Nederhof e colaboradores (2006) destacam que para treinadores e fisiologistas do esporte diagnosticarem o *overtraining* ou o *overreaching*, seria adequado utilizar marcadores que adotariam seis critérios, como: i) objetividade do teste; ii) que ele não fosse manipulável; iii) que fosse aplicável a prática diária; iv) que não exija muito dos atletas; v) ser acessível para a maioria dos atletas; e vi) que sua escolha seja baseada em um sólido quadro teórico.

Assim, a busca por metodologias simples e válidas que possam auxiliar no monitoramento do treinamento tem sido o objetivo de recentes pesquisas, tendo seu foco em avaliações não invasivas, representada pela resposta autonômica ao treinamento (Mourrot e colaboradores, 2004; Borresen e Lambert, 2008; Blásquez, Font e Ortís, 2009), já que a VFC é uma medida simples e não invasiva dos impulsos autonômicos, representando um marcador quantitativo do balanço autonômico em resposta ao treinamento (Goldberger, 1999).

Na mesma direção, Iellamo e colaboradores (2002) estudaram sete remadores antes do Campeonato Mundial da modalidade para entender a resposta do SNA ao aumento na carga de treinamento antes da competição. Tais autores demonstraram uma diminuição do intervalo R-R e da banda de alta frequência (HF) destacando a migração do predomínio parassimpático (antes do aumento da carga) para o predomínio simpático (no final do período de aumento da carga), observado pelo aumento da banda de baixa frequência (LF) e pela razão LF/HF, apontando uma modulação autonômica cardiovascular pelo treinamento.

Tais autores sugerem que a maior ativação simpática e inibição vagal pode representar a adaptação neurovegetativa para aumentar o desempenho atlético, preparando o sistema cardiovascular para a rápida e

ampla variação da FC, Débito Cardíaco, redistribuição do fluxo sanguíneo e da perfusão muscular altamente exigidas nas competições.

Blásquez e colaboradores (2009) avaliaram dez nadadores masters velocistas durante 13 semanas (microciclos), envolvendo períodos de treinamento e competição. No período competitivo os autores também encontraram um aumento nos componentes simpáticos (LF/HF) da VFC e diminuição dos parassimpáticos (RMSSD, HF e na Plotagem de *Poincaré* - SD1), sugerindo que a VFC é um instrumento sensível para avaliar as mudanças na modulação autonômica durante diferentes períodos de treinamento.

Já Mourot e colaboradores, (2004) avaliaram 7 atletas de diferentes modalidades e compararam com atletas sem *overtraining* e um grupo controle e demonstraram uma diminuição da VFC dos atletas em *overtraining* comparados aos dois grupos, destacando que a VFC é sensível para determinar estados de *overtraining* em atletas.

Um ponto negativo de tal estudo é a constituição de sua amostra que foi composta de cinco mulheres e dois homens, sendo dois corredores fundistas, quatro esquiadores cross-country e um motociclista, pois Aubert, Seps e Beckers (2003) destacam as diferenças na VFC entre gênero e atividades esportivas diferentes.

Vinet e colaboradores (2005) testaram a hipótese de que o treinamento intenso diminuiria a VFC em jovens atletas e estudaram 10 nadadores velocistas durante um período de treinamentos intensos, comparando-os com um grupo controle. Os autores não encontraram diferenças na VFC dos nadadores comparado ao controle e destacaram não existir influência negativa no SNA ao treinamento intenso para pré-pubescentes.

Corroborando com tais autores, Earnest e colaboradores (2004) não encontraram diferenças na VFC em oito ciclistas fundistas durante um período de 15 dias de competição (Volta da Espanha) destacando que a VFC não conseguiu ser sensível as alterações fisiológicas do grupo de atletas e que deveria ser analisada individualmente.

Aubert, Seps e Beckers (2003) destacam não existir conclusões definitivas para a detecção do *Overtraining* com a avaliação da VFC, já que os resultados existentes ainda são controversos.

Além disso, Halson e Jeukendrup (2004) - apontam que a maioria dos estudos até o momento foi com atletas em *Overreaching* e não *Overtraining*, dado a característica dos dois fenômenos, o que pode dificultar ainda mais a avaliação da resposta do SNA.

Leite e colaboradores (2012), destacam que além da VFC outros fatores podem auxiliar o diagnóstico do *overtraining*, como os aspectos nutricionais que tem direta relação com o estado atual do atleta dentro do treinamento e nas competições.

### Influência nutricional no *overtraining*

O balanço calórico é um fator importante para os atletas manterem a intensidade dos treinamentos e consequentemente o rendimento esportivo. É conhecido o fato de que a diminuição dos estoques de glicogênio consiste em um significativo fator desencadeante da fadiga periférica, o que reforça a relevância da quantidade de carboidrato no desempenho de um atleta (Davis, 1995).

Estratégias nutricionais têm sido estudadas com o objetivo de se otimizar os estoques muscular e hepático de glicogênio (Walberg-Ranking, 1995).

Porém, apesar de existirem estratégias cientificamente comprovadas, estudos demonstram que diversos atletas apresentam diminuição significativa do conteúdo de glicogênio muscular durante a temporada.

Para Kreider (1998) a depleção dos estoques de energia intramuscular, pode estimular a oxidação local de aminoácidos de cadeia ramificada (AACR), leucina, isoleucina e valina.

Desta forma, ocorreria uma diminuição da concentração plasmática desses aminoácidos, facilitando a captação de triptofano livre pelo hipotálamo, que promoveria uma maior produção de serotonina de 5-hidroxitriptamina, desencadeando uma possível fadiga central, influenciando na formação da síndrome de *overtraining*. Entretanto, esta hipótese não pode ser colocada como a principal causadora do *overtraining*.

Desta forma, a prescrição da necessidade calórica, bem como a quantidade de cada macronutriente, deve ser feita por um nutricionista esportivo, no intuito de prevenir a participação da nutrição inadequada na síndrome de *overtraining*.

**CONCLUSÃO**

Em atletas, parece que a diminuição da VFC pode ser um indicador para o *overtraining*, mas estudos longitudinais ainda mostram controvérsias em seus resultados, com alguns mostrando aumento da VFC após certo período de treinamento e outros não mostrando diferenças. A duração dos estudos pode ser um dos fatores responsáveis pela versatilidade dos resultados.

Tais achados mostram a necessidade de maiores investigações da relação entre *overtraining*, *overreaching* e a VFC, principalmente em esportes coletivos, pois não foram encontrados estudos na literatura sobre a VFC e atividades intermitentes.

**Agradecimentos**

Os autores agradecem o Fundo de Apoio a Pesquisa da Universidade Nove de Julho pela bolsa e apoio financeiro neste estudo.

**REFERÊNCIAS**

- 1- Achten, J.; Jeukendrup, A.E. Heart rate monitoring: applications and limitations, *Sports Medicine*, Vol.33, Núm.7, p.517-538, 2003.
- 2- Aubert, A.E.; Seps, B.; Beckers, F. Heart Rate Variability in Athletes, *Sports Med*, Vol.33, Núm.12, p.889-919, 2003.
- 3- Blásquez, J.C.C.; Font, G.R.; Ortís, L.C. Heart-rate variability and precompetitive anxiety in swimmers, *Psicothema*, Vol.21, Núm.4, p. 531-536, 2009.
- 4- Booth, C.K.; Probert, B.; Forbes-Ewan, C.; Coad, R.A. Australian army recruits in training display symptoms of overtraining, *Military Medicine*, Vol.171, Núm.11, p.1059, 2006.
- 5- Borresen, J.; Lambert, M.I. Autonomic control of heart rate during and after exercise - measurements and implications for monitoring training status, *Sports Medicine*, Vol.36, Núm.8, p.633-646, 2008.
- 6- Bosquet, L.; e colaboradores. Is heart rate a convenient tool to monitor overreaching? A systematic review of the literature. *Br J Sports Med*, Vol.42, p.709-714, 2008.
- 7- Bosquet, L.; Leger, L.; Legros, P. Blood lactate response to overtraining in male athletes. *Eur J Appl Physiol*, Vol. 84, p.107-114, 2001.
- 8- Coutts, A.J.; Wallace, L.K.; Slattery, K.M. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, Vol. 28, p.125-134, 2007.
- 9- Davis, J.M. Central and peripheral factors in fatigue. *J Sports Sci*; Vol.13. p.S49-S53, 1995.
- 10- Earnest, C.P.; e colaboradores. Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. *Br J Sports Med*, Vol.38, p.568-575, 2004.
- 11- Figueroa, A.; e colaboradores. Resistance exercise training improves heart rate variability in women with fibromyalgia, *Clin Physiol Funct Imaging*, Vol.28, p49-54, 2008.
- 12- Foster, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.30, Núm.7, p.1164-1168, 1998.
- 13- Halson, S.L.; Jeukendrup, A.E. Does Overtraining Exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Med*. Vol. 34. Núm. 14. p. 967-981, 2004.
- 14- Hedelin, R.; e colaboradores. Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Med. Sci. Sports Exerc*. Vol.32, Núm.8, p. 1480-1484, 2000.
- 15- Iellamo, F.; e colaboradores. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Circulation*, Vol.105, p.2719-2724, 2002.
- 16- Kenttä, G.; Hassmén, P. Overtraining and recovery - a conceptual model. *Sports Medicine*, Vol. 26, Núm.1, p.1-16, 1998.
- 17- Kreider, R.B. Central fatigue hypothesis and overtraining. In: Kreider, R.B, Fry, A.C. O'Toole ML, eds. *Overtraining in sport*. London:Human Kinetics, 1998. p.309-34.

- 18- Lehmann, M.; e colaboradores. Training-overtraining: performance and hormonal levels after a defined increase in training volume vs. intensity in experienced middle and long-distance runners. *Br J Sports Med*, Vol. 26, p.233-242, 1992.
- 19- Lehmann, M.; e colaboradores. Physiological responses to short-and long-term overtraining in endurance athletes. In: Kreider, R.B.; Fry, A.C.; O'tolle, M.L. *Overtraining in Sport*, Champaign: Human Kinetics, 1998.
- 20- Leite, G.S.; e colaboradores. Analysis of Knowledge Production about Overtraining Associated with Heart Rate Variability. *JEPonline*; Vol.15, Núm.2, p.20-29, 2012.
- 21- Leite, G.S.; Borin, J.P.; Padovani, C.R. Effectiveness of the monitoring the training for the subjective perception of tiredness and performance in basketball players. In: *Book of Abstract the 14th Annual Congress of the European College of Sport Science*, Oslo, 2009.
- 22- Mackinnon, L.T. Overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunology and Cell Biology*, Vol.78, p.502-509, 2000.
- 23- Morgan, W.P.; Brown, D.R.; Raglin, J.S.; O'Connor, P.J.; Ellickson, K.A. Psychological monitoring of overtraining and staleness. *Brit J Sports Med*, Vol. 21, Núm.3, p. 107-114, 1987.
- 24- Mouroto, L.; e colaboradores. Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*, Vol. 24, Núm.1, p.10-8, 2004.
- 25- Mujika, I.; Padilla, S. Scientific Bases for Precompetition Tapering Strategies. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 35, Núm. 7, pp.1182-1187, 2003.
- 26- Mujika, I.; Padilla, S.; Pyne, D.; Busso T. Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Medicine*, Vol. 34, Núm.13, p.891-927, 2004.
- 27- Nederhof, E.; e colaboradores. Psychomotor speed: possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Medicine*; Vol. 36, Núm.10, p. 817-28, 2006.
- 28- Palmeira, M.V. Influência do sistema nervoso autônomo nas alterações cardiovasculares e metabólicas de surfistas profissionais. *Dissertação de Mestrado em Educação Física*. Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.
- 29- Petibois, C.; Cazorla, G.; Poortmans, J.R.; Déléris, G. Biochemical aspects of overtraining in endurance sports. *Sports Medicine*, Vol.32, Núm.13, p.867-878, 2002.
- 30- Schmikli, S.L.; e colaboradores. Can we detect non-functional overreaching in young elite soccer players and middle-long distance runners using field performance tests? *Br J Sports Med*, p.1-6, 2010.
- 31- Smith, D.J. A framework for understanding the training process leading to elite performance, *Sports Medicine*, Vol. 33, Núm.15, p.1103-1126, 2003.
- 32- Smith, L.L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity, *Sports Medicine*, Vol.33, Núm.5, p.347-364, 2003.
- 33- Task Force - Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, Vol. 93, Núm. 5, p.1043-1065, 1996.
- 34- Urhausen, A.; Kindermann, W. Diagnosis of Overtraining: What Tools Do We Have? *Sports Med*. Vol. 32. Núm. 2. p. 95-102, 2002.
- 35- Vanderlei, L.C.M. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Vol. 41, p.854-859, 2008.
- 36- Vanderlei, L.C.M.; e colaboradores. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, Vol. 24, Núm.2, p.205-217, 2009.
- 37- Vinet, A.; e colaboradores. Effect of intensive training on heart rate variability in prepubertal swimmers. *European Journal of Clinical Investigation*, Vol. 35, p.610-614, 2005.
- 38- Walberg-Ranking, J. Dietary carbohydrate as an ergogenic aid for prolonged and brief competition in sport. *Int J Sport Nutr*. Vol.5. p.S13-S28, 1995.

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpfex.com.br](http://www.rbpfex.com.br)

---

39- Wilmore, J.H.; Costill, D.L.; Kenney, W.L.  
Fisiologia do Esporte e do Exercício. Barueri.  
Manole, 2010.

Recebido para publicação 20/02/2012

Aceito em 27/02/2012