

**EFEITO DA FREQUÊNCIA DE PASSADA NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CORREDORES FUNDISTAS**

Caroline Luciane Carneiro<sup>1</sup>, Leticia Martins<sup>1</sup>  
 Marcos Roberto Queiroga<sup>2</sup>, Marcos Vinícius Soares Martins<sup>3</sup>  
 Paulo Henrique Pauli<sup>3</sup>, Marcus Peikriszwili<sup>1</sup>

**RESUMO**

**Introdução:** A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) pode ser considerada como preditora do desempenho esportivo aeróbico, apesar de poucos estudos relacionarem suas respostas a parâmetros mecânicos. **Objetivo:** Analisar a influência da frequência de passada (FP) na VFC, representada pelos intervalos RR (iRR), de corredores recreacionistas fundistas. **Materiais e Métodos:** Quatorze corredores (7 homens e 7 mulheres - idade:  $37 \pm 4$  e  $30 \pm 5$  anos; massa corporal:  $74,9 \pm 7,7$  e  $56,1 \pm 3,6$  kg; estatura:  $1,76 \pm 0,05$  e  $1,63 \pm 0,05$  m; consumo máximo de oxigênio:  $51,8 \pm 2,5$  e  $46,3 \pm 6,6$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) correram a uma FP confortável (FPc), em esteira rolante, a uma velocidade auto-selecionada, seguida de duas corridas na mesma velocidade com FPs correspondentes a  $\pm 10\%$  da FPc (FP+10% e FP-10%) durante 5-min cada. **Resultados:** Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os iRR (homens e mulheres:  $397,3 \pm 40,8$  e  $416,5 \pm 63,4$  ms;  $381,2 \pm 37,4$  e  $378,6 \pm 34,9$  ms;  $382,2 \pm 39,8$  e  $393,0 \pm 52,0$  ms) nas condições de FPc, FP+10% e FP-10%, respectivamente, apesar da tendência de existirem maiores valores de iRR durante a corrida realizada na FPc. **Discussão:** Estudos têm demonstrado que a relação em questão é dependente da intensidade de esforço e do condicionamento físico. **Conclusão:** A VFC parece não ser dependente da técnica de corrida em baixas e moderadas intensidades, porém representa uma alternativa simplificada para obter informações a respeito do metabolismo aeróbico durante o exercício.

**Palavras-chave:** Corrida. Exercício Aeróbico. Exercício Físico. Treinamento Físico. Sistema Nervoso

1-Laboratório de Biomecânica, DEDUF-G/UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

2-Laboratório de Fisiologia do Exercício, DEDUF-G/UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

**ABSTRACT**

Stride frequency effect on heart rate variability of long distance runners

**Introduction:** The heart rate variability (HRV) may be considered as a predictor of aerobic exercise performance, although few studies relate their responses to mechanical parameters. **Objective:** Analyze the influence of stride frequency (SF) on HRV, represented by RR interval (RRI), in recreational endurance runners. **Materials and Methods:** Fourteen runners (7 men and 7 women - age:  $37 \pm 4$  and  $30 \pm 5$  years; body mass:  $74.9 \pm 7.7$  and  $56.1 \pm 3.6$  kg; height:  $1.76 \pm 0.05$  and  $1.63 \pm 0.05$  m, maximal oxygen uptake:  $51.8 \pm 2.5$  and  $46.3 \pm 6.6$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) running at a comfortable SF (SFc) on treadmill at a self-selected running speed, followed by two stages of 5-min each at the same speed with corresponding to  $\pm 10\%$  of SFc (SF+10% and SF-10%). **Results:** No significant differences were found between RRI (men and women:  $397.3 \pm 40.8$  and  $416.5 \pm 63.4$  ms;  $381.2 \pm 37.4$  and  $378.6 \pm 34.9$  ms;  $382.2 \pm 39.8$  and  $393.0 \pm 52.0$  ms) for SFc, SF+10% and SF-10%, respectively, despite the tendency there higher RRI values in SFc. **Discussion:** Studies have shown that this relation is dependent of physical activity intensity level and physical fitness. **Conclusion:** HRV does not seem to be dependent on running technique at low and moderate intensities, but represents a simplified alternative for information about the aerobic metabolism during exercise.

**Key words:** Running. Aerobic Exercise. Physical Exercise. Physical Training. Nervous System.

3-Laboratório de Cineantropometria, Faculdade Guairacá, Guarapuava, Paraná, Brasil.

**INTRODUÇÃO**

Atualmente programas de atividade física, sejam com finalidade clínica, preventiva ou esportiva, têm tido grande repercussão tanto na comunidade científica como na sociedade de modo geral.

Além de serem amplamente aceitos como fatores que reduzem a morbidade e a mortalidade cardíaca, há também uma procura pela melhoria da reserva funcional dos diferentes sistemas orgânicos através do treinamento físico (Lakier Smith, 2003), sendo este último a causa de benéficas adaptações cardiovasculares (Foster, 1998).

O sistema cardiovascular disponibiliza nutrientes e oxigênio aos músculos em atividade para que estes sejam capazes de suportar a carga de trabalho físico. Este é regulado pelo sistema nervoso autônomo (SNA), reflexo do balanço entre as inervações simpática e parassimpática, que controlam a frequência (FC) e o ritmo cardíaco. As mudanças da FC asseguram a adequação do débito cardíaco às necessidades impostas pelas atividades do cotidiano (Hedelin e colaboradores, 2000).

Durante o exercício, o aumento inicial da FC deve-se à retirada do tônus parassimpático. Em cargas elevadas de trabalho, o sistema simpático é o responsável pela elevação da FC através da estimulação dos nodos sinoatrial e atrioventricular (Carter e colaboradores, 2003).

Em repouso, os dois sistemas atuam conjuntamente influenciados pelo centro de controle cardiovascular localizado no bulbo (Issurin, 2009).

O treinamento físico crônico pode alterar o balanço autônomo cardíaco refletido pela mudança da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), entendida como as oscilações entre intervalos de batimentos cardíacos consecutivos. A VFC é empregada para o estudo de eferência autônoma cardíaca com possibilidades de quantificação das atividades simpática e parassimpática (Routledge e colaboradores, 2010).

O treinamento desportivo é um processo sistematizado de aperfeiçoamento capaz de induzir modificações funcionais e morfológicas no organismo, influenciando sistematicamente no desempenho esportivo que, quando específico, estabelece uma relação ótima entre as variáveis determinantes

do desempenho físico de uma modalidade esportiva (Fell e Williams, 2008).

Especificamente na corrida de distância, a técnica de corrida é considerada como uma das principais determinantes do desempenho físico (Saunders e colaboradores, 2004), sendo ela analisada através de parâmetros específicos dentro de um ciclo de passada, tais como variáveis lineares (p. e., comprimento - CP e frequência de passada - FP, etc.) e angulares (p. e., ângulos do joelho e quadril no foot strike, etc.) (Tartaruga e colaboradores, 2012).

Em um estudo desenvolvido por Williams e Cavanagh, (1987), foi verificado que a economia de corrida (ECO), entendida como sendo o consumo de oxigênio em uma determinada velocidade submáxima de corrida predominantemente aeróbica, é influenciada por diversas variáveis biomecânicas, em especial, pelo CP.

Segundo os autores, aproximadamente 23% da melhora da ECO de corredores fundistas pode ser resultante do aumento do CP advindo da melhora da técnica de corrida. Tartaruga e colaboradores (2004), analisando a relação da ECO com 21 variáveis cinemáticas da corrida de 13 homens e 9 mulheres, corredores de meio-fundo e fundo, em duas intensidades submáximas de esforço (85% e 93% do consumo máximo de oxigênio - VO<sub>2</sub>máx), verificaram fortes relações significativas da ECO com as variáveis CP ( $r^2 = 0,69$ ), tempo de passada - TP ( $r^2 = 0,69$ ) e FP ( $r^2 = 0,62$ ), todas no grupo feminino a 85% do VO<sub>2</sub>máx. Os autores concluíram que quanto maior o CP e o TP, conseqüentemente, menor a FP, maior a ECO, algo já discutido por Nummela e colaboradores (2007).

Apesar dos diversos estudos investigando as relações entre variáveis fisiológicas e biomecânicas na corrida, poucos têm investigado as relações destas com a VFC, especificamente entre FP e VFC, de corredores recreacionistas praticantes de provas de longa distância.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar a influência da FP na VFC de corredores recreacionistas fundistas.

**MATERIAIS E MÉTODOS****Amostra**

A amostra, selecionada por voluntariedade, foi constituída de 14 corredores recreacionistas praticantes de provas de longa distância, sendo 7 homens e 7 mulheres entre 20 e 40 anos, isentos de problemas físicos e de tratamento farmacológicos.

Os sujeitos foram convidados por meio de comunicação oral a participarem da pesquisa e todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

O número amostral mínimo necessário para a realização do estudo ( $n = 12$ , sendo 6 homens e 6 mulheres) foi determinado com base nos estudos de Coote (2010) e Bailon e colaboradores (2013) utilizando-se o programa Computer Programs for Epidemiologic Analyses - PEPI com um nível de significância de 0,05 e um poder de 80%.

**Procedimentos da Coleta de Dados**

As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Biomecânica (LABO) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), sendo todos os sujeitos orientados a não consumirem cafeína ou qualquer tipo de estimulante 3-h antes das avaliações e evitar a prática de atividades físicas intensas durante as últimas 24-h que antecederam os testes.

**Caracterização Amostral**

Todos compareceram em datas e horários pré-estabelecidos para o preenchimento do TCLE, da ficha de dados pessoais, da anamnese e do Questionário de Prontidão de Atividade Física. Medidas antropométricas e posturais foram realizadas para a mensuração dos dados pessoais e para a determinação do percentual de gordura com base no protocolo proposto por Siri (1993).

Para isso, utilizou-se um balança e um estadiômetro (Filizola, São Paulo, Brasil) com resoluções de 100 g e 1 mm, respectivamente, e capacidade de 150 kg, uma fita métrica (Starrett, Itu, São Paulo, Brasil) de 1 m e resolução de 0,1 mm e um compasso de

dobras cutâneas (Caliper, Ann Arbor, Michigan USA) com resolução de 0,1 mm.

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ), adotado para a caracterização amostral, foi determinado segundo o protocolo proposto por Ebbeling e colaboradores (1991) e, o melhor desempenho em provas de 5.000 m nos três meses, reconhecido pela Federação Paranaense de Atletismo, registrado.

**Teste Ergométrico Submáximo**

Posteriormente à fase de caracterização da amostra, todos os sujeitos da amostra foram submetidos a um teste ergométrico submáximo, com duração de 30-min, em esteira rolante (RT350, Movement, Pompéia, São Paulo, Brasil), em velocidade confortável. Após um breve aquecimento de 5-min, os mesmos foram instruídos a correrem a uma FP confortável (FPc), registrada através de um metrônomo digital (FMT-202, Flanger, Shenzhen Guangdong, China), cujo a FC foi armazenada por um frequencímetro (S810i, Polar, Kempele, Finlândia) durante o 10o e o 15o min de corrida.

Em seguida, eram instruídos a realizarem duas frequências de passadas correspondentes a  $\pm 10\%$  da FPc (FP+10% e FP-10%) durante 5-min cada, de maneira randomizada, sendo os valores instantâneos e as variações de FC igualmente registrados, posteriormente transferidos para um microcomputador. Todos foram instruídos a utilizarem seus próprios calçados esportivos.

**Determinação da VFC**

A VFC foi determinada a partir da variação dos intervalos entre batimentos normais consecutivos (intervalos RR – iRR) que representa a interação da atividade autonômica simpática vagal do coração, que ocorrem em ciclos variáveis.

Peculiaridades referentes às cinéticas dos neurotransmissores simpáticos e vagais, no que se referem à liberação na terminação nervosa, interação com respectivo receptor e degradação ou recaptação foram consideradas por poderem influenciar os ciclos de modulação, sendo os estímulos vagais os mais curtos (alta frequência) e os simpáticos, os mais longos (baixa frequência) (Akserold e

colaboradores, 1985; Saul e colaboradores, 1990).

### Procedimentos Estatísticos

Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos dados. Os dados descritivos são apresentados através de médias, desvios-padrões e coeficientes de variação. Foram aplicados os testes T de Student para amostras independentes, com variâncias homogêneas,

e Análise de Variância (ANOVA) para Medidas Repetidas com post hoc de Bonferroni. O índice de significância adotado foi de 0,05 no programa estatístico SPSS.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é apresentada a caracterização amostral. Na tabela 2, os resultados da FC e dos iRR nas situações de FPc, FP+10% e FP-10%, sendo as últimas referentes a situação confortável.

**Tabela 1** - Valores médios e desvios-padrão das variáveis idade, massa corporal, estatura, percentual de gordura corporal, VO<sub>2</sub>máx e desempenho de 14 corredores recreacionistas praticantes de provas de longa distância.

| Variáveis   | Homens (n = 7)    | Mulheres (n = 7)              |
|---|-------------------|-------------------------------|
| Idade (anos)  | 37 ± 4            | 30 ± 5* (p = 0,035)           |
| Massa Corporal (kg)   | 74,9 ± 7,7        | 56,1 ± 3,6* (p < 0,001)       |
| Estatura (m)  | 1,76 ± 0,05       | 1,63 ± 0,05* (p = 0,001)      |
| Gordura Corporal (%)  | 14,2 ± 3,3        | 15,0 ± 2,0 (p = 0,598)        |
| VO <sub>2</sub> máx (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 51,8 ± 2,5        | 46,3 ± 6,6 (p = 0,125)        |
| Desempenho em 5 km  | 0:24:04 ± 0:03:01 | 0:26:29 ± 0:05:15 (p = 0,449) |

**Legenda:** Consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx). Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (p ≤ 0,05).

**Tabela 2** - Valores médios e desvios-padrão de frequência cardíaca (FC) e intervalos RR (iRR) nas situações de frequência de passada confortável e ± 10% desta, de 14 corredores recreacionistas praticantes de provas de longa distância.

| Variáveis                | Homens (n = 7) | Mulheres (n = 7)         |
|--------------------------|----------------|--------------------------|
| v (km.h <sup>-1</sup> )  | 11,7 ± 1,4     | 10,3 ± 1,3 (p = 0,066)   |
| FC <sub>c</sub> (bpm)    | 156 ± 16       | 155 ± 12 (p = 0,865)     |
| FC <sub>+10%</sub> (bpm) | 163 ± 16       | 166 ± 15 (p = 0,670)     |
| FC <sub>-10%</sub> (bpm) | 159 ± 16       | 162 ± 14 (p = 0,780)     |
| iRR <sub>c</sub> (ms)    | 397,3 ± 40,8   | 416,5 ± 63,4 (p = 0,523) |
| iRR <sub>+10%</sub> (ms) | 381,2 ± 37,4   | 378,6 ± 34,9 (p = 0,900) |
| iRR <sub>-10%</sub> (ms) | 382,2 ± 39,8   | 393,0 ± 52,0 (p = 0,689) |

**Legenda:** Velocidade (v) e valores de iRR nas situações de frequência de passada confortável (c) e ± 10% desta. Sem diferenças estatisticamente significativas (p > 0,05) entre os grupos.

Os valores médios das FPs foram de 75, 83 e 89 bpm para os homens e 75, 83 e 91 bpm para as mulheres nas situações de FC-10%, FC<sub>c</sub> e FC+10%, respectivamente.

O objetivo do presente estudo foi investigar a influência da FP na VFC de corredores recreacionistas praticantes de provas de fundo.

Como resultado, verificou-se não existirem diferenças estatisticamente significativas dentre as FCs e os iRRs em ambos os grupos, nas condições de FPc, FP+10% e FP-10% (homens: p = 0,740 e p =

0,696; mulheres: p = 0,296 e p = 0,398, respectivamente), apesar da tendência de existirem maiores valores de VFC e menores valores de FC durante a corrida realizada na FPc.

Referente à caracterização amostral, apesar das diferenças na idade, na massa corporal e na estatura entre os grupos, não houveram diferenças no percentual de gordura corporal (GC), no VO<sub>2</sub>máx e no desempenho em provas de 5 km.

Os valores médios de GC (14,2 ± 3,3 % e 15,0 ± 2,0 %), VO<sub>2</sub>máx (51,8 ± 2,5 ml.kg-

1.min<sup>-1</sup> e 46,3 ± 6,6 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) e desempenho (0:24:04 ± 0:03:01 e 0:26:29 ± 0:05:15) de ambos os grupos (homens e mulheres, respectivamente) caracterizam a amostra adotada como sendo de corredores recreacionistas.

Diversas variáveis fisiológicas têm sido apontadas como responsáveis pelo controle da estratégia de corrida: o estresse cardiovascular, a VFC e a frequência respiratória podem interferir diretamente sobre a estratégia de corrida (Billat e colaboradores, 2003).

As alterações dessas variáveis fisiológicas geram no atleta maior sensação de desconforto, o que aumenta a percepção subjetiva de esforço momentânea, fazendo com que a técnica de corrida se altere e, conseqüentemente, a velocidade do exercício seja reduzida (De Koning e colaboradores, 2011).

Em um estudo realizado por Bailon e colaboradores (2013), com o objetivo de investigar a influência da FP nos componentes alto e baixo da VFC durante a corrida em esteira rolante de 23 sujeitos, os autores verificaram que 22 ± 7% da VFC é influenciada pela FP, sendo esse percentual insuficiente para resultar em alterações significativas na VFC durante o exercício intenso. Alguns estudos com ciclistas têm demonstrado que a relação entre frequência de pedalada e VFC é dependente da intensidade do exercício, sendo maior em intensidades superiores a 60% da capacidade máxima de esforço (Blain e colaboradores, 2009).

Paralelamente, em um estudo de Lopes e colaboradores (2007), os autores confirmam que o aumento da idade provoca alterações na modulação autonômica exercida sobre o nodo sinusal retratada por uma diminuição da VFC em indivíduos de meia idade, sendo esta atenuada com o ganho de condicionamento físico e a realização de exercícios em intensidades elevadas de esforço físico (Yamamoto e colaboradores, 1991).

No nosso estudo, os corredores além de serem jovens, os mesmos foram instruídos a adotarem durante os testes submáximos uma velocidade de corrida confortável, próxima ao limiar anaeróbico, conseqüentemente, predominantemente aeróbica e abaixo da intensidade máxima de esforço. Isso pode justificar a não existência

de diferenças nos valores de FCs e iRRs entre as condições de FPc, FP+10% e FP-10% para ambos os grupos.

Apesar dos poucos estudos relacionando o comportamento de parâmetros biomecânicos com a VFC, muitos têm investigado a relação entre intensidade de esforço e VFC. No exercício contínuo, considerando-se que a intensidade de esforço se mantém constante, a demanda energética é constante e a oferta de O<sub>2</sub> aos músculos ativos equivalentes.

Esta condição é classicamente conhecida como steady state. Durante a fase de equilíbrio energético ao se conservarem as condições metabólicas, não se observam alterações drásticas da FC. No entanto, após um tempo prolongado de exercício, a VFC passa a sofrer influência significativa dos ramos autonômicos do Sistema Nervoso Autonômico (SNA) (Almeida, 2007).

No nosso estudo, o tempo de corrida para cada FC foi de 5-min cada, de maneira randomizada, o que pode ter sido um período insuficiente para que o SNA influenciasse de maneira expressiva na VFC.

Ainda não está completamente elucidado o mecanismo (ou mecanismos) pelo qual o treinamento aeróbico modula o SNA, mas parece envolver tanto o componente central quanto o periférico de regulação do SNA (Coote, 2010).

Acredita-se que o exercício possa agir de diferentes formas: diretamente no centro regulador neural da FC (Coote, 2010); no controle baroreflexo da FC via aumento do tônus vagal (Liu e colaboradores, 2002); modulando metaborreceptores e mecanorreceptores dos músculos motores; facilitando a transmissão colinérgica vagal; e aumentando o antagonismo da atividade simpática via aumento da produção de óxido nítrico arterial (Coote, 2010).

De qualquer maneira, as vantagens na mensuração da VFC durante o exercício são evidentes, e devem-se ao fato de que a mesma é determinada pelo equilíbrio entre a atividade vagal e simpática do SNA. A análise da VFC possibilita quantificar a modulação do SNA na frequência de disparo do nodo sinoatrial.

Deste modo, sua mensuração acrescenta expressivamente a quantidade de informação capaz de ser obtida com a medição da FC (em intervalos RR) durante o

exercício, ressaltando que a avaliação da FC, além de ser um procedimento acessível e não invasivo, pode ser utilizada nas rotinas de avaliação e treinamento aeróbico, servindo como parâmetro fisiológico para a prescrição de exercícios de pessoas saudáveis, como p. e., corredores recreacionistas praticantes de provas de longa distância (Tulppo e colaboradores, 1996).

### CONCLUSÃO

A estratégia de corrida tem sido apontada como uma das variáveis determinantes do desempenho de corredores de média e longa distância e, por esse motivo, tem sido tema de grande interesse entre cientistas do esporte.

O modelo do governador central e a participação do SNC como um modulador da intensidade do exercício parecem ser bem aplicados quando o foco principal é a análise da estratégia de corrida.

No entanto, quando os mecanismos propostos para esse controle, principalmente os mecanismos fisiológicos são discutidos, os dados ainda são controversos e conclusões a respeito devem ser tomadas com cautela.

Não podemos atribuir às alterações na estratégia de corrida a apenas um sistema, mas sim a um conjunto de sistemas que atuam concomitantemente nesse controle.

De qualquer maneira, a VFC parece representar uma alternativa simplificada para obter informações a respeito do metabolismo aeróbico durante o exercício de corredores recreacionistas praticantes de provas de longa distância, algo que não foi comprovado estatisticamente no nosso estudo, mas sim demonstrado através da análise descritiva analisando-se os valores de iRR nas situações de FC-10%, FCc e FC+10%. Mais estudos são necessários para que esses mecanismos possam ser bem compreendidos.

### AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC/CNPq - UNICENTRO pelo apoio financeiro.

### REFERÊNCIAS

1-Akserold, S.; Gordon, D.; Madwed, J. B.; Snidman, N. C.; Shannon, D. C.; Cohen, R. J. Hemodynamic regulation: investigation by

spectral analysis. *American Journal of Physiology*. Vol. 249. 1985. p.H867-H875.

2-Almeida, M. B. D. Heart rate and exercise: An evidence based interpretation. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 1. 2007. p.196-202.

3-Bailon, R.; Garatachea, N.; De La Iglesia, I.; Casajus, J. A.; Laguna, P. Influence of running stride frequency in heart rate variability analysis during treadmill exercise testing. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. Vol. 60. Num. 7. 2013. p.1796-1805.

4-Billat, V.; Lepretre, P. M.; Heugas, A. M.; Laurence, M. H.; Salim, D.; Koralsztein, J. P. Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 35. Num. 2. 2003. p.297-304.

5-Blain, G.; Meste, O.; Blain, A.; Bermon, S. Time-frequency analysis of heart rate variability reveals cardiocomotor coupling during dynamic cycling exercise in humans. *American Journal of Physiology*. Vol. 296. 2009. p.1651-1659.

6-Carter, J. B.; Banister, E. W.; Blaber, A. P. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Medicine*. Vol. 33. Num. 1. 2003. p.33-46.

7-Coote, J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Experimental Physiology*. Vol. 95. 2010. p.431-440.

8-De Koning, J. J.; Foster, C.; Bakkum, A.; Kloppenburg, S.; Thiel, C.; Joseph, T.; Cohen, J.; Porcari, J. P. Regulation of pacing strategy during athletic competition. *PLoS One*. Vol. 6. Num. 1. 2011. p.e15863.

9-Ebbeling, C. B.; Ward, A.; Puleo, E. M.; Widrick, J.; Rippe, J. M. Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 23. Num. 8. 1991. p.966-973.

10-Fell, J.; Williams, D. The effect of aging on skeletal-muscle recovery from exercise: possible implications for aging athletes.

# 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)

Journal of Aging and Physical Activity. Vol. 16. Num. 1. 2008. p.97-115.

11-Foster, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 30. Num. 7. 1998. p.1164-1168.

12-Hedelin, R.; Kentta, G.; Wiklund, U.; Bjerle, P.; Henriksson-Larsen, K. Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 32. Num. 8. 2000. p.1480-1484.

13-Issurin, V. B. Generalized training effects induced by athletic preparation. A review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 49. Num. 4. 2009. p. 333-345.

14-Lakier Smith, L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity: is this a T helper-1 versus T helper-2 lymphocyte response? *Sports Medicine*. Vol. 33. Num. 5. 2003. p. 347-364.

15-Liu, J. L.; Kulakofsky, J.; Zucker, I. H. Exercise training enhances baroreflex control of heart rate by a vagal mechanism in rabbits with heart failure. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 92. 2002. p. 2403-2408.

16-Lopes, F. L.; Pereira, F. M.; Reboredo, M. M.; Castro, T. M.; Vianna, J. M.; Novo, J. R. J. M.; Silva, L. P. Redução da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos de meia-idade e o efeito do treinamento de força. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. Vol. 11. 2007. p. 82-90.

17-Nummela, A.; Keranen, T.; Mikkelsen, L.O. Factors related to top running speed and economy. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 28. Num. 8. 2007. p. 655-661.

18-Routledge, F. S.; Campbell, T. S.; Mcfetridge-Durdle, J. A.; Bacon, S. L. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. *Canadian Journal of Cardiology*. Vol. 26. Num. 6. 2010. p.303-312.

19-Saul, J.P.; Rea, R.F.; Eckberg, D.L.; Berger, R.D.; Cohen, R.J. Heart rate and muscle sympathetic nerve variability during reflex changes of autonomic activity. *American*

*Journal of Physiology*. Vol. 258. 1990. p.H713-H721.

20-Saunders, P. U.; Pyne, D. B.; Telford, R. D.; Hawley, J. A. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine*. Vol. 34. Num. 7. 2004. p.465-485.

21-Siri, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Nutrition*. Vol. 9. Num. 5. 1993. p. 480-491.

22-Tartaruga, L. A. P.; Tartaruga, M. P.; Ribeiro, J. L.; Coertjens, M.; Ribas, L. R.; Krueel, L. F. M. Correlation between running economy and kinematic variables in high level runners. *Revista Brasileira de Biomecânica*. Vol. 5. Num. 9. 2004. p.51-58.

23-Tartaruga, M. P.; Brisswalter, J.; Peyre-Tartaruga, L. A.; Avila, A. O.; Alberton, C. L.; Coertjens, M.; Cadore, E. L.; Tiggemann, C. L.; Silva, E. M.; Krueel, L. F. The relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Vol. 83. Num. 3. 2012. p.367-375.

24-Tulppo, M. P.; Mäkikallio, T. H.; Takala, T.; Seppänen, T.; Huikuri, H. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *American Journal of Physiology*. Vol. 271. Num. 1996. p.H244-H252.

25-Williams, K. R.; Cavanagh, P. R. Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 63. Num. 3. 1987. p.1236-1245.

26-Yamamoto, Y.; Hugdson, R. L.; Peterson, J. Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability spectral analysis. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 71. 1991. p.1136-1142.

# 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.rbpex.com.br](http://www.rbpex.com.br)

---

E-mails dos autores:

[carolinecarneiro@hotmail.com.br](mailto:carolinecarneiro@hotmail.com.br)

[leticia\\_martins@hotmail.com](mailto:leticia_martins@hotmail.com)

[queirogamr@hotmail.com](mailto:queirogamr@hotmail.com)

[marc\\_edfisica@yahoo.com.br](mailto:marc_edfisica@yahoo.com.br)

[paulohenriquepauli@hotmail.com](mailto:paulohenriquepauli@hotmail.com)

[mtartaruga@hotmail.com](mailto:mtartaruga@hotmail.com)

Endereço para correspondência

Caroline Luciane Carneiro

Universidade Estadual do Centro-Oeste –

Campus CEDETEG, Departamento de

Educação Física, Laboratório de Biomecânica

Rua Simeão Camargo Varella de Sá, 3,

Guarapuava-PR.

CEP: 85040-080.

Telefone: 00 (55) 42-36.29.81.32

Recebido para publicação 29/12/2015

Aceito em 12/06/2016