

### CINÉTICA DE FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RECUPERAÇÃO: COMPARAÇÕES ENTRE DIFERENTES TEMPOS DE ANÁLISE

Rafael Evangelista Pedro<sup>1</sup>,  
Marcelo Vitor da Costa<sup>1</sup>,  
Ricardo Santos Oliveira<sup>1</sup>,  
Lúcio Flávio Soares-Caldeira<sup>1,2</sup>

#### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar a cinética de frequência cardíaca (FC) de recuperação (FC<sub>rec</sub>) em tempos de análise de 120 s (T120), 300 s (T300) e 600 s (T600) após um teste intermitente progressivo máximo. Métodos: Treze atletas de handebol (23,5±4,1 anos; VO<sub>2</sub>max 47,6±2,2 ml.kg.min<sup>-1</sup>) realizaram o 30-15 *Intermittent Fitness Test* (30-15IFT). A FC<sub>rec</sub> foi analisada durante um período de 10 minutos na posição sentada após o 30-15IFT, para a determinação da cinética de FC<sub>rec</sub> nos diferentes tempos de análises. A FC foi analisada com a utilização de um cardiofrequencímetro (POLAR®, s810i). Resultados: O T120 projetou para uma FC mínima em 600 s menor em comparação com T300, T600, e com o valor real de FC em 600 s (~ 10%). Houve uma moderada correlação entre o T30 e a constante de tempo (FC<sub>τ</sub>) no T120 e T300 (r = 0,77 e 0,54; P < 0,05), respectivamente. Houve baixa concordância entre os parâmetros da cinética de FC<sub>rec</sub> obtidos em T120 em comparação com T300 e T600. Concluiu-se que a utilização de tempos de análises mais longos (T300 e T600) sejam melhores para verificação da cinética FC<sub>rec</sub>; porém, por motivos operacionais, sugerimos a utilização do T300.

**Palavras-chave:** Cinética de frequência cardíaca de recuperação, teste intermitente máximo, indicadores autonômicos.

1- Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento (GEAFIT) - Departamento de Educação Física, Centro de Educação Física e Esporte, Universidade Estadual de Londrina - UEL.

2- Departamento de Educação Física, Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

#### ABSTRACT

Kinetics of heart rate recovery: comparisons among different times of analysis

Propose: The aim of this study was to compare the kinetics of heart rate (HR) recovery (HR<sub>rec</sub>) in times of analysis on 120 s (T120), 300 s (T300) and 600 s (T600) after a maximal incremental test. Methods: thirteen handball players (23.5±4.1 years; VO<sub>2</sub>max 47.6±2.2 ml.kg.min<sup>-1</sup>) performed the 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15IFT). The HR<sub>rec</sub> was analyzed during 10 minutes on seated position after 30-15IFT for the determination of kinetics of HR<sub>rec</sub> on the times analyzed. The HR was recorded by heart rate monitor (POLAR®, s810i). Results: The T120 resulted a minimum HR in 600 s lower in comparison with T300, T600 and with the true value of HR on 600 s (~10%). A moderate correlation between the T30 and the time constant (HR<sub>τ</sub>) on T120 and T300 ((= 0.77 and 0.54; P < 0.05), respectively. There was a lower agreement among the HR<sub>rec</sub> kinetics parameters obtained with T120 compared with T300 and T600. This way, the times analyzed in T300 and T600 are better for kinetics of HR<sub>rec</sub>, however for operational reasons, we suggest the use of the T300.

Endereço de correspondência:

Lúcio Flávio Soares-Caldeira  
Departamento de Educação Física,  
Universidade Norte do Paraná  
Campus Universitário de Londrina - CCBS  
Av. Paris, 675 - Jd. Piza - Fone (43) 3371-7700  
CEP 86041-140 - Cx. P. 401 - Londrina - PR  
Email: luciocaldeira@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Durante o exercício, a frequência cardíaca (FC) se eleva devido principalmente a uma combinação da retirada imediata da atividade do sistema nervoso parassimpático e de um aumento na atividade nervosa simpática (Arai e colaboradores, 1989). De forma inversa, a recuperação da FC após o exercício tem sido atribuída a uma rápida reativação parassimpática, seguida de uma gradual retirada simpática (Imai e colaboradores 1994). A importância de se estudar a reativação parassimpática no coração está relacionada ao seu valor prognóstico, pois Cole e colaboradores, (1999) e Jouven e colaboradores, (2005) propuseram que um atraso na FC de recuperação (FCrec) seria causado por uma baixa capacidade de atuação parassimpática sobre o nodo sino-atrial, sendo este um poderoso preditor de mortalidade por complicações cardíacas. Além disso, a FCrec pode ser utilizada como uma importante ferramenta sensível ao treinamento esportivo (Hooper, MacKinnon e Howard, 1999) e ao destreino (Sugawara e colaboradores, 2001).

Neste sentido, muitos métodos são utilizados para avaliar a modulação autonômica sobre FCrec pós exercício (Imai e colaboradores, 1994; Perini e colaboradores, 1993; Javorka e colaboradores, 2003; Buchheit e colaboradores, 2007). Dentre estes, o ajuste de uma curva exponencial de primeira ordem durante a queda da FC pós-exercício tem sido utilizada para avaliar a cinética da FCrec, fornecendo parâmetros por meio de uma constante de tempo ( $\tau$  da FCrec =  $FC_{\tau}$ ), amplitude ( $FC_{\text{final}} - FC_{\text{mínima}} = \text{Amp}$ ) e FC mínima ( $FC_{\text{min}}$ ). Entre os parâmetros mencionados, a  $FC_{\tau}$  está associada a uma maior atividade parassimpática (Imai e colaboradores, 1994) e relacionada com a carga semanal de treinamento, mas não com o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{máx}$ ) (Buchheit e Gindre, 2006). O tempo de queda de 30 segundos da FCrec (T30) vem sendo utilizado como um indicador não-invasivo da reativação parassimpática também, o qual sofre mudanças positivas com treinamentos (aeróbios e anaeróbios), sendo que atletas mostram melhores valores de T30, ou seja, um menor tempo para redução imediata da FC quando comparados com indivíduos

sedentários (Sugawara e colaboradores, 2001; Otsuki e colaboradores, 2007).

Vale lembrar que a FCrec sofre grande influência de ambas as atuações neuro-autônomas (simpática e parassimpática) (Imai e colaboradores, 1994), mesmo quando a FCrec atinge seu valor assintótico, ou seja, quando a FCrec atinge um valor mínimo estável (Buchheit, Laursen e Ahmaidi, 2007). Assim, o tempo de análise da cinética da FCrec pode influenciar na determinação de seus parâmetros (Pierpont, Stolpman e Gornick, 2000). Apesar disso, diferentes tempos de análise têm sido utilizados nos estudos, sendo os mais comuns os de 120 s (Imai e colaboradores, 1994), 300 s (Javorka e colaboradores, 2003) e 600 s (Buchheit e Gindre, 2006). Dessa forma, nós hipotetizamos que a utilização de tempos menores (120 s) para análise da cinética da FCrec possa ser influenciada prioritariamente pela atuação da reativação parassimpática em comparação com tempo de análises maiores, (300 s e 600 s) que seriam influenciadas adicionalmente pela retirada simpática.

Sendo assim, o objetivo do estudo foi comparar os parâmetros da cinética da FCrec por meio dos índices  $FC_{\tau}$ , Amp e  $FC_{\text{min}}$ , analisados em tempos de análise de 120 s, 300 s e 600 s (T120, T300 e T600 respectivamente), após um teste intermitente progressivo máximo, além de verificar uma possível associação entre o T30 e os valores de  $FC_{\tau}$ , Amp e  $FC_{\text{min}}$  obtidos pelos respectivos tempos de análise pós-exercício, em indivíduos altamente treinados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

A amostra foi composta por 13 atletas profissionais de handebol nível nacional do gênero masculino ( $23,5 \pm 4,1$  anos;  $87,5 \pm 3,1$  kg;  $186,7 \pm 7,1$  cm;  $\sim 20$  h de treinamento por semana;  $12,2 \pm 3,9$  anos de experiência em jogos). Os sujeitos não tinham histórico de doenças cardiovasculares ou pulmonares. Os testes foram previamente explicados aos sujeitos e foram aplicados no período de preparação para a principal competição do ano (liga nacional de handebol). Os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre esclarecido para participarem do estudo. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em

pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Londrina.

### Protocolo experimental

Após familiarização, os indivíduos realizaram o 30-15 *Intermittent Fitness Test* (30-15IFT) (Buchheit, 2008). A escolha do teste se deu devido à grande perturbação causada nos sistemas autonômicos simpáticos e parassimpáticos (Nakamura e colaboradores, 2009). O teste foi realizado no ginásio de esportes onde os atletas treinavam. Foi solicitado que os indivíduos não ingerissem bebidas alcoólicas e cafeinadas, além de não realizar exercícios intensos nas 24 horas antes do teste.

Previamente ao teste, os indivíduos realizaram um aquecimento padronizado que consistiu de 10 minutos de corrida de baixa intensidade seguido por três corridas progressivas de 15 metros. Após o aquecimento, os sujeitos descansavam passivamente por 5 minutos antes do início do teste.

### 30-15 *Intermittent Fitness Test*

O 30-15IFT foi conduzido de acordo com os procedimentos propostos por Buchheit (2008). O teste consiste de um protocolo incremental máximo intermitente, no qual os atletas realizam 30 s de corrida bidirecional em uma distância de 40 m controlados por um sinal sonoro, intercalado por 15 s de recuperação passiva. A velocidade adotada para início do teste foi de 10 km.h<sup>-1</sup> com incrementos de 0,5 km.h<sup>-1</sup> a cada estágio de 45 s. Em cada sinal sonoro emitido os sujeitos deveriam estar dentro de zonas de 3 metros, as quais foram colocadas nas extremidades e no meio do trajeto. Durante o período de recuperação (15 s), os sujeitos se direcionavam até a próxima linha de marcação, onde iniciavam o próximo estágio.

Foi assumido o término do teste quando os sujeitos entravam em exaustão ou quando não se encontravam dentro das zonas de 3 metros no momento do sinal sonoro por três vezes no mesmo estágio. O último estágio completo foi considerado como a velocidade máxima atingida pelo sujeito (V<sub>IFT</sub>).

### Medidas de frequência cardíaca

A FC foi analisada mediante registro a cada batimento, pelos intervalos RR fornecidos em milissegundos, e foram continuamente monitorados usando um cardiofrequencímetro (POLAR®, modelo s810i, Kempele, Finlândia). A validade do equipamento para esse tipo de análise foi previamente verificada (Gamelin e colaboradores, 2006).

Em um primeiro momento, os sujeitos permaneciam em repouso em uma sala separada do local do teste, por um período de 10 minutos para realizar as medidas de frequência cardíaca de repouso (FC<sub>rep</sub>). Logo após, os sujeitos se direcionavam para a quadra, onde foi realizado o 30-15IFT, e iniciavam o teste. O pico de FC (FC<sub>pico</sub>) foi assumido pela média de 5 s dentre os maiores valores de FC alcançados no teste 30-15IFT, sendo visualmente observados no software *Polar Precision Performance* (PPP) 4.03. Ao término do teste os sujeitos sentavam-se imediatamente e permaneciam com o mínimo de movimentos corporais por um período de 10 minutos, período este destinado para registro da FC<sub>rec</sub>. Após a realização do protocolo de teste, a FC<sub>rec</sub> foi analisada em um primeiro momento pelo software PPP 4.03 para eliminação de ruídos entre as medidas, utilizando-se um filtro fraco na ordem de 20 batimentos. Para este procedimento, o percentual de correção não poderia ultrapassar 3%. Os valores da FC<sub>rec</sub> foram inspecionados visualmente, e os batimentos ectópicos foram manualmente retirados e substituídos pela interpolação dos intervalos adjacentes.

### Cinética da frequência cardíaca de recuperação (FC<sub>r</sub>)

A análise da cinética da FC<sub>rec</sub> foi realizada pelo ajuste de uma função monoexponencial após interpolação dos valores a uma frequência de 1 batimento.min<sup>-1</sup> (Javorka e colaboradores, 2003). Os ajustes foram feitos utilizando-se da seguinte equação:

$$FC = FC_{\min} + Amp * \exp(-tempo/\tau)$$

Onde, FC<sub>min</sub> (bpm) é a frequência mínima no tempo analisado; Amp é a diferença entre a FC final do teste e a FC<sub>min</sub> atingida; e FC<sub>r</sub> é a constante de tempo da FC

que corresponde a 63% da resposta de redução da FC.

Tanto a interpolação quanto a aplicação da cinética da FCrec foram realizados no software Origin® versão 6.0. As análises foram feitas por meio de janelas de 120 s, 300 s e 600 s, sendo chamados de T120, T300 e T600, respectivamente.

Para o ajuste do T120 foram excluídas as análises de 4 sujeitos, tendo em vista o aparecimento de valores negativos para FCmin, o que não é compatível com a resposta real da FCrec. Dessa forma, todas as comparações entre os parâmetros de cinética da FCrec para T120 foram realizadas com 9 sujeitos.

### Indicador não-invasivo da reativação parassimpática da FCrec (T30)

O T30 foi obtido por meio da recíproca negativa da inclinação da FCr obtida em 30 s, linearizada em função do tempo por meio de aplicação de função semi-log (Imai e colaboradores, 1994). Essa descrição matemática é obtida através da equação:

$$T30 = (-1/k);$$

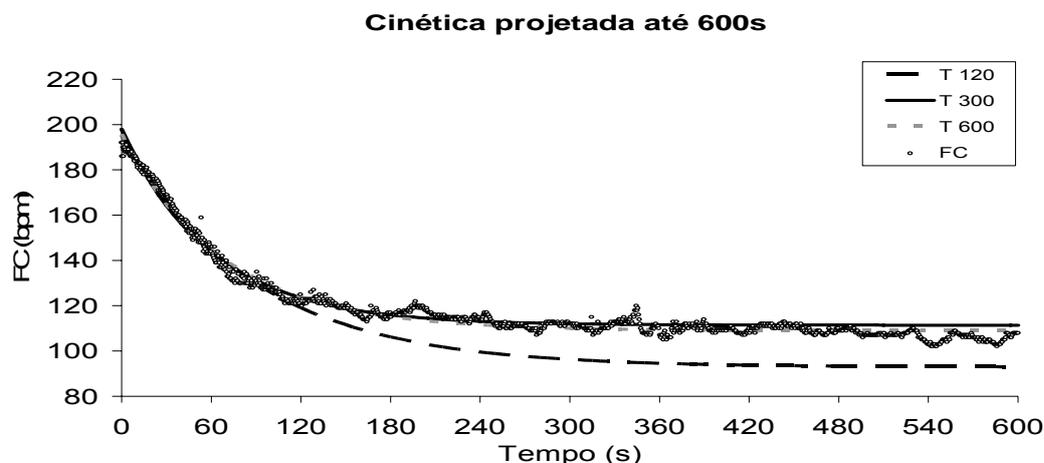
Onde k = inclinação da relação linear entre o logaritmo natural (ln) da FCrec (bpm) como variável dependente; em função do tempo durante 30 s da FCrec, tida como variável independente.

### Análise Estatística

Os dados são apresentados em média e desvio padrão. Utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar a distribuição normal dos dados. ANOVA para medidas repetidas foi utilizada para comparar os parâmetros FC<sub>T</sub>, Amp e FCmin entre os tempos de análise T120, T300 e T600. A esfericidade dos dados foi acessada pelo teste de *Mauchly* e, quando os pressupostos foram violados, utilizou-se a correção de *Greenhouse-Geisser*. Como o pressuposto de distribuição normal não foi alcançado, utilizou-se correlação de Spearman para observar possíveis associações entre as variáveis: FC<sub>T</sub>, Amp, FCmin e T30. Foi utilizada a plotagem de Bland-Altman para a análise de concordância entre as variáveis de FCmin, FC<sub>T</sub>, Amp nos tempos de análise de 120, 300 e 600s. A significância adotada foi de  $P < 0,05$ .

### RESULTADOS

A duração do teste 30-15IFT foi em média de  $13,37 \pm 0,96$  minutos, a VIFT foi  $18,3 \pm 0,6$  km.h<sup>-1</sup>, a FCpico no final do 30-15IFT foi  $191 \pm 9$  bpm, o valor de T30 foi  $291,4 \pm 88,1$  s. A estimativa do VO<sub>2</sub>máx mediante o desempenho no teste 30-15IFT resultou em  $47,6 \pm 2,2$  ml.kg.min<sup>-1</sup>.



**Figura 1** - Representação gráfica de um sujeito para a cinética da FCrec com os tempos de análises T120, T300 e T600.

A linha pontilhada maior indica a projeção para a janela de tempo de 120 s; A linha contínua indica a projeção para a janela de tempo de 300s; A linha pontilhada menor indica a projeção para a janela de tempo de 600s.

### Análise da cinética da FC<sub>rec</sub>

A figura 1 demonstra a análise de um sujeito representativo da amostra. Pode-se notar que o ajuste T120 projeta para uma FC mínima em 600 s menor em comparação com os outros períodos de tempo analisados (T300 e T600), e com o valor real de FC em 600 s..

A tabela I apresenta os valores descritivos (média e desvio padrão) da cinética da FC<sub>rec</sub>, onde não foram observadas diferenças estatísticas entre as variáveis Amp (bpm), FC<sub>T</sub> (s) e FC<sub>min</sub> (bpm) nos diferentes tempos de análises (T120, T300 e T600).

**TABELA 1** - Análise das variáveis da cinética da FC<sub>rec</sub> em diferentes janelas de tempo.

	T120	T300	T600
Amp (bpm)	88,9 ± 9,8	78,6 ± 2,7	77,8 ± 2,9
FC <sub>T</sub> (s)	92,1 ± 46,2	73,4 ± 14,7	75,8 ± 13,7
FC <sub>min</sub> (bpm)	100,7 ± 19,6	110,3 ± 9,9	110,7 ± 11,6

Os valores são apresentados em média (±) desvio padrão. Sendo, Amp igual a amplitude expressa em batimentos por minuto; FC<sub>T</sub>: constante de tempo; FC<sub>min</sub> igual a frequência cardíaca mínima projetada pelas equações.

O T30 se correlacionou positivamente com a FC<sub>T</sub> correspondente a T120 e T300 ( $r = 0,77$  e  $0,54$ ;  $P < 0,05$ , respectivamente), mas não a T600 ( $r = 0,26$ ).

Os resultados da análise de concordância pela plotagem de Bland-Altman encontram-se na tabela II. São apresentadas a média das diferenças (viés), o intervalo de

confiança a 95% (IC95%), com os seus respectivos limites superiores (+1,96SD) e inferiores (-1,96SD). De acordo com esses resultados, pode-se observar que houve uma menor concordância e uma maior variação dessas variáveis quando inseridos os valores de T120 comparado com as análises do T300 e T600.

**Tabela 2** - Análise de concordância pela plotagem de Bland-Altman entre os parâmetros Amp, FC<sub>T</sub> e FC<sub>min</sub> estimados pelas janelas de tempo T120, T300 e T600.

	Bias	IC (95%)	-1,96*SD	+1,96*SD
<b>Amp</b>				
T120-T300	-10,2	103,8	-62,1	41,7
T600-T120	-11,0	104,6	-63,3	41,3
T300-T600	-0,8	5,7	-3,7	2,0
<b>FC<sub>T</sub></b>				
T120-T300	-18,4	189,7	-113,5	76,1
T600-T120	-16,3	204,5	-118,6	85,9
T300-T600	2,4	29,3	-12,3	17
<b>FC<sub>min</sub></b>				
T120-T300	9,6	100,9	-40,9	60,0
T600-T120	10,0	104,3	-42,2	62,1
T300-T600	0,4	13,5	-6,3	7,1

### DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram que não houve diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os parâmetros da cinética de FC<sub>rec</sub> analisados pelos diferentes tempos de análises (Tabela 1). No entanto, os parâmetros derivados de T120 demonstraram baixa

concordância em relação a T300 e T600, sendo que a concordância entre os dois últimos foi boa. Além disso, houve uma correlação forte ( $r = 0,77$ ) e significativa entre o índice T30 e a FC<sub>T</sub> 120 s, mas não entre T30 e a FC<sub>T</sub> 600 s.

A utilização de T120 na FC<sub>rec</sub> mostra-se fortemente influenciada pela reativação

parassimpática, em detrimento da retirada simpática (Imai e colaboradores, 1994). Este fato pode ser devido ao componente de reativação parassimpática ser mais pronunciado nos primeiros segundos da recuperação, pois Imai e colaboradores, (1994), ao administrarem um bloqueador dos receptores de acetilcolina (sulfato de atropina 0,02 mg.Kg<sup>-1</sup>) em humanos, verificaram que o T30 foi atrasado. Já quando utilizaram betabloqueador (propranolol 0,2 mg. Kg<sup>-1</sup>), o T30 não foi modificado. Entretanto, há uma possibilidade de que inicialmente a FCrec seja modulada por uma maior influência da retirada simpática (Pierpont e Voth, 2004). E ainda, há que se considerar que o componente de queda exponencial da FCrec pós-esforço é observado tanto com bloqueio autonômico do sistema parassimpático, bloqueio simpático quanto duplo bloqueio autonômico (Savin, Davidson e Haskell, 1982). Este achado pode ser ao menos parcialmente explicado pela atuação de mecanismos intrínsecos no controle dos batimentos cardíacos na fase de recuperação pós-esforço, o que exerceria certa influência sobre a FCrec (Savin, Davidson e Haskell, 1982).

Outra limitação do T120 é que em alguns casos a FCrec projetada não atinge seu valor assintótico, como observado no presente estudo. No entanto, a partir de 300 s, parece ser possível avaliar a sincronia autonômica entre a atuação da reativação parassimpática e retirada simpática na FCrec (Buchheit e Gindra, 2006). Essa observação é importante, pois a avaliação autonômica na fase de recuperação pós-esforço é determinada por ambos os ramos neurais, simpático e parassimpático (Javorka e colaboradores, 2003; Buchheit e Gindra, 2006), sendo possíveis de serem estimados pelos parâmetros da cinética da FCrec.

A maior concordância dos dados de T300 e T600 (tabela 2) indica que os fatores fisiológicos que determinam a FCrec podem ser estimados por ambas as janelas de tempo, com ambos os sistemas autonômicos contribuindo para os parâmetros (Pierpont e Voth, 2004). Porém, a utilização de T300 pode ser mais interessante por fatores operacionais, devido à necessidade de um menor tempo de exposição à recuperação passiva.

A falta de uma medida direta da atividade autonômica pode ter sido a principal limitação do estudo; no entanto, isso não foi de

crucial importância para os resultados, tendo em vista que as comparações se pautam somente nos dados de FCrec pós-esforço em 600s, e em seu ajuste matemático. Outra limitação pode ter sido a natureza cinética da curva de T120, visto que para está análise quatro indivíduos foram retirados da amostra por apresentarem valores não fisiológicos quanto aos parâmetros estimados pelo ajuste mono-exponencial da FCrec. Isso pode indicar a não utilização do T120 para análise da cinética de recuperação para os parâmetros Amp e FCmin, mesmo sendo útil na determinação da FC<sub>T</sub> (Imai e colaboradores, 1994), com maior influência vagal.

Em suma, nossos resultados demonstram que os parâmetros analisados pelo T120 mostraram maior discrepância em relação ao T300 e T600, podendo o T120 ser influenciado por uma maior reativação parassimpática no início da recuperação, visto que o T120 foi o que apresentou maior correlação com o T30, que é um indicador da atuação vagal pós-esforço (Imai e colaboradores, 1994). Portanto, os parâmetros determinados pela cinética da FCrec não apresentam diferenças entre o T300 e o T600. Mas, devido a facilidades operacionais, sugerimos que o T300 seria o suficiente para a análise da cinética de recuperação da FC pós-esforço.

## REFERÊNCIAS

- 1- Arai, Y.; Saul, J.P.; Albrecht, P.; Hartley, L.H.; Lilly, L.S.; Cohen, R.J.; e colaboradores. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol*. Vol. 256. Num. (1 Pt 2) 1989. p. H132-141.
- 2- Buchheit, M. The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *J Strength Cond Res*. Vol. 22. Num. 2. 2008. p. 365-374.
- 3- Buchheit, M.; Gindre, C. Cardiac parasympathetic regulation respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. Vol. 291. Num. 1. 2006. p. H451-458.
- 4- Buchheit, M.; Laursen, P.B.; Ahmadi, S. Parasympathetic reactivation after repeated

sprint exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. Vol. 293. Num. 1. 2007. p. H133-141.

5- Buchheit, M.; Papelier, Y.; Laursen, P.B.; Ahmadi, S. Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. Vol. 293. Num. 1. 2007. p. H8-10.

6- Cole, C.R.; Blackstone, E.H.; Pashkow, F.J.; Snader, C.E.; Lauer, M.S. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*. Vol. 341. Num. 18. 1999. p. 1351-1357.

7- Gamelin, F.X.; Berthoin, S.; Bosquet, L.; Froelicher, V.F. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exercise*. Vol. 38. Num. 5. 2006. p. 887-893.

8- Hooper, S.L.; Mackinnon, L.T.; Howard, A. Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major competition. *Med Sci Sports Exercise*. Vol. 31. Num. 8. 1999. p. 1205-1210.

9- Imai, K.; Sato, H.; Hori, M.; Kusuoka, H.; Ozaki, H.; Yokoyama, H.; e colaboradores. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. Vol. 24. Num. 6. 1994. p. 1529-1535.

10- Javorka, M.; Zila, I.; Balharek, T.; Javorka, K. On- and off-responses of heart rate to exercise - relations to heart rate variability. *Clin Physiol Funct Imaging*. Vol. 23. Num. 1. 2003. p.1-8.

11- Jouven, X.; Empana, J.P.; Schwartz, P.J.; Desnos, M.; Courbon, D.; Ducimetiere, P. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *N Engl J Med*. Vol. 352. Num. 19. 2005. p. 1951-1958.

12- Nakamura, F.Y.; Caldeira, L.F.S.; Laursen, P.B.; Polito, M.D.; Leme, L.C.; Buchheit, M. Cardiac autonomic responses to repeated shuttle sprints. *Int J Sports Med*. 2009 in press.

13- Otsuki, T.; Maeda, S.; Iemitsu, M.; Saito, Y.; Tanimura, Y.; Sugawara, J.; e colaboradores. Postexercise heart rate

recovery accelerates in strength-trained athletes. *Med Sci Sports Exercise*. Vol. 39. Num. 2. 2007. p. 365-370.

14- Perini, R.; Orizio, C.; Gamba, A.; Veicsteinas, A. Kinetics of heart rate and catecholamines during exercise in humans. The effect of heart denervation. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. Vol. 66. Num. 6. 1993. p. 500-506.

15- Pierpont, G.L.; Stolpman, D.R.; Gornick, C.C. Heart rate recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity. *J Auton Nerv Syst*. Vol. 80. Num. 3. 2000. p. 169-174.

16- Pierpont, G.L.; Voth, E.J. Assessing autonomic function by analysis of heart rate recovery from exercise in healthy subjects. *Am J Cardiol*. Vol. 94. Num. 1. 2004. p. 64-68.

17- Savin, W.M.; Davidson, D.M.; Haskell, W.L. Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol*. 1982 Dec; Vol. 53. Num. 6. 1982. p. 1572-1575.

18- Sugawara, J.; Murakami, H.; Maeda, S.; Kuno, S.; Matsuda, M. Change in post-exercise vagal reactivation with exercise training and detraining in young men. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 85. Num. (3-4). 2001. p. 259-263.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem em especial ao professor Dr. Fábio Yuzo Nakamura pela assistência na preparação deste artigo.

Recebido para publicação em 02/08/2009  
Aceito em 28/08/2009