

**FREQUENCIA CARDÍACA MÁXIMA: IMPORTÂNCIA E PROBLEMAS RELACIONADOS A SUA MEDIDA E ESTIMATIVA: UMA REVISÃO**

Luciano Antonacci Condessa<sup>1,2</sup>, Mauro Lúcio Mazini Filho<sup>1</sup>, Felipe José Aidar<sup>1</sup>  
 Alexandre Veloso de Sousa<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Moura<sup>2</sup>, Ingi Klain<sup>1</sup>  
 Aldo Coelho Silva<sup>3</sup>, Dihogo Gama de Matos<sup>1</sup>

**RESUMO**

A  $FC_{máx}$  é definida como a maior FC alcançada em um teste de avaliação do  $VO_{2máx}$ . Este teste pode exigir apenas um único esforço super-máximo contínuo com duração de 3 a 5 minutos ou a realização de esforços de intensidade progressiva até a fadiga. A frequência cardíaca é uma variável aplicável e prática para a estimativa da intensidade de esforço podendo ser usada para controle de cargas de treinamento. Isto se deve ao fato da existência de uma relação linear entre a FC e o consumo de oxigênio. Por outro lado, a FC é modulada por uma ação conjunta, embora independente, dos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo. Ao inibir parcial ou completamente a atividade vagal cardíaca, ocorre uma aceleração da FC. Somente após alguns segundos a participação adrenérgica aumentará. A modulação das repostas autônomas dos SNS e SNP ocorrem através dos mecanorreceptores, que fornecem informações aferentes que são automaticamente interpretadas e produzem uma resposta do sistema autônomo, para elevar ou reduzir a FC. Concluindo, as diversas possibilidades sobre os conceitos e mensuração da FC e sua interpretação, devemos levar em conta que as estratégias de controle e regulação é como ferramenta diagnóstica, prognóstica ou mesmo para a prescrição do exercício, devem ser baseadas em evidências científicas.

**Palavras-chave:** Frequência Cardíaca. Exercício. Regulação.

1-Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Portugal.  
 2-Instituto Federal Fluminense - Brasil  
 3-Universidade Federal do Paraná - Brasil.

**ABSTRACT**

Maximum high frequency: the importance and problems related to the measure: a review.

HRmax is defined as the highest HR reached in an evaluation test of  $VO_{2max}$ . This test may require only a single super-maximum continuous stress lasting for 3 to 5 minutes or making efforts to fatigue progressive intensity. Heart rate is a variable applicable and practical to estimate the level of effort can be used to control training loads. This is due to the existence of a linear relationship between HR and oxygen consumption. On the other hand, HR is modulated by a joint action, although independent of the sympathetic and parasympathetic branches of the autonomic nervous system. To partially or completely inhibit cardiac vagal activity, is an acceleration of HR. Only after a few seconds, the participation of adrenergic is increased. The modulation of autonomic responses of SNS and PNS occur through mechanoreceptors that provide afferent information that is automatically interpreted and produce a response of the autonomic system, to raise or reduce FC. In conclusion, the various possibilities on the concepts and measurement of HR and its interpretation, we must take into account the strategies of control and regulation is as diagnosis, prognosis or even for exercise prescription should be based on scientific evidence.

**Key words:** Heart Rate. Exercise. Adjustment.

E-mail:  
[dihogogmc@hotmail.com](mailto:dihogogmc@hotmail.com)

Endereço para correspondência:  
 Dihogo Gama de Matos  
 Rua Jornalista Carlos Tito, 40.  
 Três Rios – RJ – Brasil.

## INTRODUÇÃO

A frequência cardíaca (FC) é uma variável aplicável e prática para a estimação da intensidade de esforço podendo ser usada para controle de cargas de treinamento (Treiber e colaboradores, 1989).

Isto se deve ao fato da existência de uma relação linear entre a FC e o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) (Eston, Rowlands e Ingledew, 1998) mesmo em exercícios intermitentes como o futebol (Bangsbo, 1994).

A Frequência Cardíaca Máxima ( $FC_{máx}$ ) pode ser utilizada como um parâmetro de referência no cálculo da intensidade máxima de esforço a ser realizada, devido a relação linear observada entre a FC e o  $VO_2$  em atividades com intensidade progressiva (Moon e Butte, 1996).

Em função desta relação, em uma determinada intensidade de esforço, o percentual da frequência cardíaca máxima ( $\%FC_{máx}$ ) corresponda a um determinado percentual do consumo máximo de oxigênio ( $\%VO_{2máx}$ ) (Londeree e colaboradores, 1995).

Além disto, pela diminuição da  $FC_{máx}$  e aumento da FC de repouso com o aumento da idade, sugere-se que a intensidade de esforço expressa como  $\%FC_{máx}$  seja um bom indicativo desta intensidade minimizando erros no monitoramento e prescrição da atividade física (Karvonen e Vuorimaa, 1988).

Deste modo, a intensidade de esforço indicada como  $\%FC_{máx}$  representa um parâmetro de fácil aplicabilidade para o controle e prescrição do treinamento em praticantes de atividades físicas (Johnson e Prins, 1991).

A partir da relação linear entre a FC e  $VO_2$ , pode ser utilizada uma variação de FC calculada enquanto um valor  $\%FC_{máx}$  para o controle da intensidade e para a prescrição individualizada do treinamento físico (Whaley e colaboradores, 1992; Londeree e colaboradores, 1995; Engels, Zhu e Moffatt, 1998; Tanaka, Monahan e Seals, 2001).

Além do monitoramento da intensidade, o valor da FC enquanto  $\%FC_{máx}$  pode oferecer também uma informação indireta do dispêndio de energia durante a realização do exercício (Moon e Butte, 1996) podendo também considerado um referencial da intensidade do esforço realizado (Ainsworth e colaboradores, 1993; Jeukendrup e

VanDiemen, 1998; Ainsworth e colaboradores, 2000).

Entretanto, a utilização da medida da FC considerada enquanto  $\%FC_{máx}$  não possui a mesma confiabilidade quando a  $FC_{máx}$  é estimada a partir da idade do indivíduo e não medida durante testes de esforço máximo ou em competições (Ricard, Leger e Massicotte, 1990; Howley, Bassett e Welch, 1995).

Isto devido a alta variabilidade da  $FC_{máx}$  mesmo para pessoas de mesma idade (Ricard, Leger e Massicotte, 1990; Whaley e colaboradores, 1992; Howley, Bassett e Welch, 1995; Robergs e Landwehr, 2002; Antonacci e colaboradores, 2007).

Sendo assim esta revisão tem por objetivo discutir o conceito, determinação, mecanismos de controle, regulação e fatores que interferem na frequência cardíaca.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A busca de artigos foi realizada de forma sistemática nas bases de dados Medline, Scielo, Sportdiscus e Lilacs entre 1965 e 2013.

Em todos os casos, foram utilizados os termos em inglês: heart rate, mechanism of heart, regulation of heart rate e em português frequência cardíaca, mecanismo da frequência cardíaca e regulação da frequência cardíaca; e de forma combinada em citações no título ou no resumo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Mecanismos de Controle da FC

Basicamente, a FC é modulada por uma ação conjunta, embora independente, dos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo (Jose, 1996).

Didaticamente, podemos fazer uma alusão deste controle da seguinte forma: imagine um automóvel descendo uma ladeira. O pedal do freio representa o ramo parassimpático (vagal), enquanto o acelerador representa o ramo simpático e a velocidade do automóvel é a FC. A principal ação do ramo parassimpático ao descer a ladeira é frear o carro, ou seja, em repouso, temos predominância vagal. Entretanto, para aumentar a velocidade do carro, não precisamos acelerar de imediato. Basta tirar o

pé do freio ou ao menos, diminuir sua intensidade que o carro ganhará velocidade.

Voltando à fisiologia, ao inibir parcial ou completamente a atividade vagal cardíaca, ocorre uma aceleração da FC. Somente após alguns segundos irá ocorrer um aumento da participação adrenérgica, se necessário for (Nóbrega, Castro e Araújo, 1990).

A cascata de eventos que caracterizam o controle autônomo da FC é sumariada na figura 1. Aparentemente, as etapas são as mesmas para o simpático e o parassimpático. O que difere é o tipo de hormônio neurotransmissor secretado (acetilcolina ou noradrenalina), seus correspondentes de receptores (muscarínicos ou alfa e beta-adrenérgicos) e o tipo de proteína-G ( $G_i$ , inibitória ou  $G_s$ , excitatória), ou seja, as etapas iniciais possuem diferenças

que determinam a aceleração ou lentidão da FC na etapa final. Como ambas as estimulações acontecem ao mesmo tempo, o valor da FC não pode ser fixo, sendo modulada segundo a teoria do caos (Lombardi, 2000).

Esta constante oscilação é conhecida como variabilidade da FC, outra variável fisiológica de destacada importância clínica (Hon e Lee, 1963).

A variabilidade da FC é mais evidente no repouso do que no exercício, e sua mensuração já foi discutida em outra oportunidade (Almeida e Araújo, 2003).

De uma forma geral, admite-se que a variabilidade da FC seja um marcador da atividade autônoma, ou seja, quanto maior a oscilação da FC em repouso, maior a participação vagal.

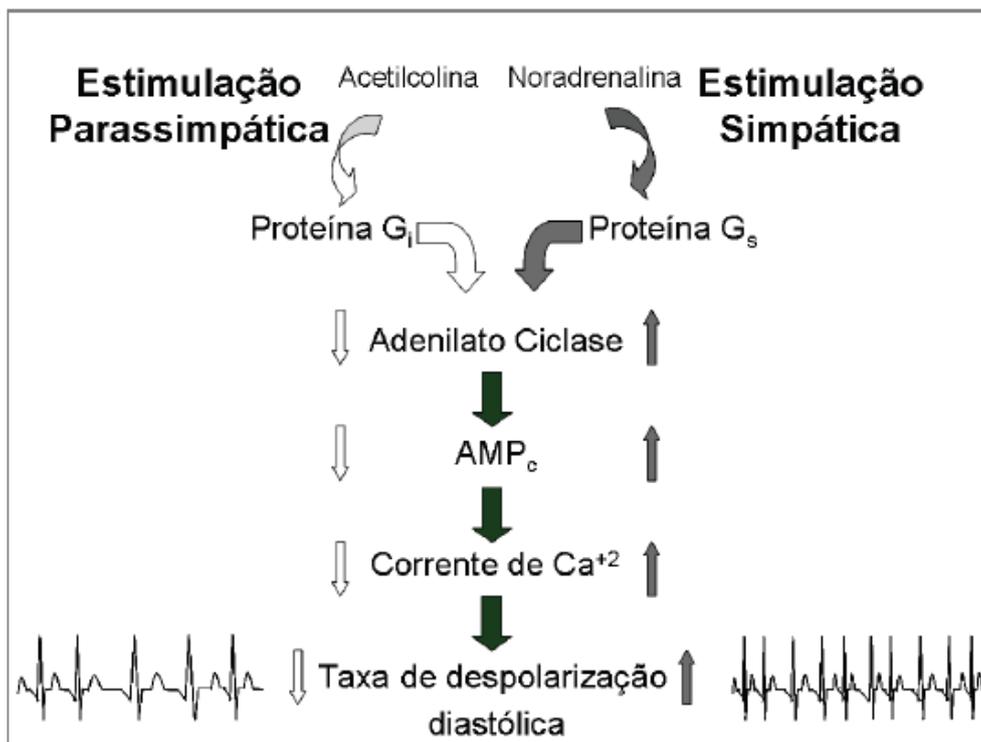


Figura 1 - Cascata de eventos do controle autônomo da frequência cardíaca

### Regulação da Frequência Cardíaca

O coração possui na parede ântero-superior, uma estrutura denominada nódulo sinoatrial, considerada o marca passo natural do coração, a qual regula os disparos elétricos que iniciam as contrações dos músculos

cardíacos e age de forma independente de outra estrutura (Junqueira, 1998).

O nodo sinusal é inervado por estruturas do sistema nervoso autônomo (SNA), com terminações nervosas aferentes e eferentes do sistema nervoso simpático (SNS) e parassimpático (SNP). Mesmo com sua regulação intrínseca e independente de outras

estruturas, o nodo sinusal é modulado pelas terminações nervosas autônomas. Essa regulação do sistema nervoso autônomo ocorre através de ações que elevam aumentam a FC, com a liberação de noradrenalina (participação do SNS) e ações que promovem uma bradicardia, com a liberação de acetilcolina (participação do SNP) (Paschoal e Fernandes, 2006).

A modulação das repostas autônomas dos SNS e SNP ocorrem através dos mecanorreceptores, que fornecem informações aferentes sendo automaticamente interpretadas e produzem uma resposta do sistema autônomo, para elevar ou reduzir a FC (Cooke e colaboradores, 1998; Paschoal e Petrelluzzi, 2012).

A FC pode ser medida através do intervalo de tempo das ondas R-R denominado intervalo RR. As ondas RRs não são uniformes, gerando oscilações no tempo entre duas ondas R. A acetilcolina tem retirada rápida que gera maior oscilação entre as ondas enquanto a norepinefrina tem retirada lenta tornando o intervalo RR mais uniforme. Portanto, através da variabilidade dos intervalos RR é possível realizar inferências sobre a regulação autonômica cardíaca. Neste sentido, a variabilidade da FC (VFC) é uma ferramenta de fácil utilização para discriminar a regulação autonômica cardíaca.

### **Conceito e determinação da Frequência Cardíaca Máxima**

A  $FC_{máx}$  é definida como a maior FC alcançada em um teste de avaliação do  $VO_{2máx}$  (Astrand e colaboradores, 1973; Engels, Zhu e Moffatt, 1998; Hawkins e colaboradores, 2001; Tanaka, Monahan e Seals, 2001).

Este teste pode exigir apenas um único esforço super-máximo contínuo com duração de 3 a 5 minutos ou a realização de esforços de intensidade progressiva até a fadiga (Mcardle, Katch e Katch, 2003).

Levando em consideração a variação inter-individual, tem sido sugerida a utilização de testes de esforço máximo para a determinação da  $FC_{máx}$  ao invés de sua estimativa (Tanaka, Monahan e Seals, 2001; Boudet e colaboradores, 2002; ACSM, 2003). Isto diminui a possibilidade de erro na determinação das zonas de treinamentos

físico baseadas em percentuais da  $FC_{máx}$  (ACSM, 2003).

Entretanto, Boudet e colaboradores (2002) argumentam sobre a não existência de consenso sobre a definição da  $FC_{máx}$ , além de apontarem a falta de um protocolo fidedigno para mensuração da mesma (Boudet e colaboradores, 2002; Robergs e Landwehr, 2002).

Para a determinação da  $FC_{máx}$ , Palmer e colaboradores (1994) recomenda sua mensuração durante eventos esportivos, em situações de competição. Ao utilizar o ambiente de competição para aferir a  $FC_{máx}$ , alguns autores encontraram maiores valores de  $FC_{máx}$  em atletas durante competições em comparação com os testes de esforço realizados em laboratório (Palmer e colaboradores, 1994; Deutsch e colaboradores, 1998).

Outro fator que dificulta a definição da medida da  $FC_{máx}$  e sua determinação é a baixa aplicabilidade de testes máximos de avaliação do condicionamento físico em larga escala, uma vez que os mesmos podem acarretar riscos aos indivíduos testados (Tanaka, Monahan e Seals, 2001).

Com o objetivo de minimizar estes riscos e possibilitar a prescrição adequada de atividades físicas para pessoas com os mais variados níveis de aptidão física, a  $FC_{máx}$  tem sido usualmente determinada através de testes submáximos de avaliação do condicionamento físico ou através de equações que estimam a mesma (Engels, Zhu e Moffatt, 1998).

A equação 220-idade tem sido frequentemente utilizada para a estimativa da  $FC_{máx}$  devido a sua simplicidade e praticidade para a prescrição de atividades físicas (Ricard, Leger e Massicotte, 1990; Whaley e colaboradores, 1992; Engels, Zhu e Moffatt, 1998; Tanaka, Monahan e Seals, 2001; Boudet e colaboradores, 2002; Robergs e Landwehr, 2002).

Porém, a validade desta equação é bastante questionada por vários autores, os quais sugerem que existe um erro de cerca de  $\pm 10$  a 12 bpm quando a mesma é utilizada para estimativa da  $FC_{máx}$  (Johnson e Prins, 1991; Whaley e colaboradores, 1992; Howley, Basset e Welch, 1995; Boudet e colaboradores, 2002; Robergs e Landwehr, 2002, ACSM, 2003).

**Fatores que interferem na frequência cardíaca máxima e na sua medida**

A  $FC_{máx}$  sofre interferência de fatores tanto psicológico quanto fisiológico. Um fator determinante é a idade, por correlacionar-se inversamente com a  $FC_{máx}$ . Com o aumento da idade, há uma diminuição da  $FC_{máx}$  (Astrand e colaboradores, 1973; Hossack e Bruce, 1982; Londeree e Moeschberger, 1982; Whaley e colaboradores; Engels, Zhu e Moffatt, 1998) e um aumento da FC de repouso (Karvonen, Kentala e Mustala, 1957).

Segundo Engels, Zhu e Moffatt, (1998) a  $FC_{máx}$  diminui cerca de 0,65 bpm a cada ano. Whaley e colaboradores (1992) demonstraram um declínio de 0,789 bpm por ano. Engels, Zhu e Moffatt, (1998) e Whaley e colaboradores (1992) apontam valores de declínio anual da  $FC_{máx}$  inferiores ao proposto pela equação 220-idade, que é de 1 bpm a cada ano (Robergs e Landwehr, 2002).

Outro fator que pode influenciar a  $FC_{máx}$  é o gênero dos indivíduos. Hossack e Bruce (1982) verificaram uma maior  $FC_{máx}$  em homens jovens em comparação com mulheres da mesma idade, mas também retificaram que o percentual de queda da  $FC_{máx}$  dos homens no decorrer dos anos também é maior. Isto levaria os homens idosos a terem menor  $FC_{máx}$  quando comparado as mulheres de mesma idade.

Segundo alguns autores (Londeree e Moeschberger, 1982; Ricard, Leger e Massicotte, 1990; Whaley e colaboradores, 1992; Tanaka, Monohan e Seals, 2001) o sexo não é uma variável que interfere significativamente na  $FC_{máx}$ . Parece então, não haver uma concordância se realmente ocorre ou não influencia do gênero sobre a  $FC_{máx}$ .

A  $FC_{máx}$  também é modificada em função da modalidade e especificidade da atividade física. Valores de  $FC_{máx}$  foram maiores em testes máximos de esforço em esteira em comparação aos obtidos em testes realizados em cicloergômetro ou em piscina (Londeree e Moeschberger, 1982).

Ao comparar a  $FC_{máx}$  medida em testes de esforço realizados em seis diferentes tipos de ergômetros (Bicicleta, Esteira, Simulador de Esqui, Esqui, Degrau e Remo estacionário), Londeree e colaboradores (1995) identificaram que a  $FC_{máx}$  obtida nos testes feitos em esteira foi maior do que a

$FC_{máx}$  alcançada nos estes realizados em todos os outros ergômetros, com exceção do simulador de esqui. Esta diferença nos resultados da  $FC_{máx}$  deve-se provavelmente à maior massa muscular utilizada nos exercícios em esteira e no aparelho simulador de esqui (Taylor, Buskirk e Henschel, 1995; Kravitz e colaboradores, 1997).

Fatores psicológicos, como a motivação, também podem influenciar nos resultados da  $FC_{máx}$ . Possivelmente, maiores valores de  $FC_{máx}$  atingidos em competição quando comparados àqueles obtidos em testes de laboratório são decorrentes da motivação, do estresse envolvido durante a prática da atividade esportiva e da competitividade inerente ao esporte (Boudet e colaboradores, 2002).

A falta de incentivo em um teste máximo pode induzir a menores valores de  $FC_{máx}$ , confirmando a interferência da motivação na determinação desta variável (Londeree e Moeschberger, 1982).

**CONCLUSÃO**

Considerando a facilidade para a aplicação da frequência cardíaca para a uma determinada zona de treinamento, deve-se ter conhecimento sobre os fatores que a modulam e regulam, bem como considerar as variáveis que podem alterar os valores da frequência cardíaca.

Apesar da praticidade para prescrição de zonas de treinamento através da estimativa da frequência cardíaca máxima, os valores obtidos podem diferir de situações reais de estresse, podendo colocar em risco o objetivo do treinamento.

**REFERENCIAS**

- 1-ACSM. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 6a edição; Guanabara Koogan, 2003.
- 2-Ainsworth, B. E.; Haskell, W. L.; Leon, A. S.; Jacobs, J. R. D. R.; Montoye, H. J.; Sallis, J. F.; Paffenbarger, J. R. R. S. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. Med. Scie. Spor. Exer., Vol. 25. Num. 1. 1993. p. 71-80.

# 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 / www.rbpfex.com.br

- 3-Ainsworth, B. E.; Haskell, W. L.; Whitt, M. C.; Irwin, M. L.; Swartz, A. M.; Strath, S. J.; O'Brien, W. L.; Basset, J. R. D. R.; Schmitz, K. H.; Emplaincourt, P. O.; Jacobs, J. R. D. R.; Leon, A. S. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Med. Scie. Spor. Exer.* Vol. 32. Num. 9. Supplement. 2000. p. S498-S516.
- 4-Almeida, M. B.; Araújo, C. G. S.; Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 9. Num. 2. 2003. p.104-112.
- 5-Antonacci, L.; Mortimer, L. F.; Rodrigues, V. M.; Coelho, D. B.; Soares, D. D.; Silami-Garcia, E. Competition, estimated, and test maximum heart rate. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* Vol. 47. Num.4. 2007. 418-421.
- 6-Astrand, I.; Astrand, P. O.; Hallback, I.; Kildbom, A. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *Journal Applied Physiology,* v. 33. n. 5. 1973. p. 649-654.
- 7-Bangsbo, J. The physiology of soccer, with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica: an International Journal of Physiological Sciences.* Supplementum. 619. 1994. p.1.
- 8-Boudet, G.; Garet, M.; Bedu, M.; Albuissou, E.; Chamoux, A. Median maximal heart rate for calibration in different conditions: Laboratory, Field and Competition. *International Journal Sports Medicine.* Vol. 23. Num. 4. 2002. p. 290-7.
- 9-Cooke, W.H. Cox, J.F. Diedrich, A.M. Taylor, J.A. Beightol, L.A. Ames, J.E. Hoag, J.B. Seidel, H. Eckberg, D.L. Controlled breathing protocols probe human autonomic cardiovascular rhythms. *Am J Physiol.* Vol. 274. Num. 2. p. 1998. H709-H718.
- 10-Deutsch, M. U.; Maw, G. J.; Jenkins, D.; Reaburn, P. Heart rate, lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union during competition. *Journal of Sports Sciences.* Vol. 16. Num. 6. 1998. p. 561-570.
- 11-Engels, H. J.; Zhu, W.; Moffatt, R. J. An empirical evaluation of the prediction of maximal heart-rate. *Research Quarterly for 12-Exercise and Sport.* Vol. 69. Num.1. 1998. p. 94-98.
- 13-Eston, R. G.; Rowlands, A. V.; Ingledeu, D. K.; Validity of heart rate, pedometer, and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *Journal of Applied Physiology.* Vol. 84. Num. 1. 1998. p. 362-371.
- 14-Hawkins, S. A.; Marcell, T. J.; Jaque, V.; Wiswel, R. A. A longitudinal assessment of change in VO<sub>2</sub>max and maximal heart rate in master athletes. *Medicine and Science in Sports Exercise.* Vol. 33. Num. 10. 2001. p. 1744-1750.
- 15-Hon, E. H.; Lee, S.T. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: further observations. *Am J Obstet Gynecol.* Vol. 87. 1963. p.814-26.
- 16-Hossack, K. F.; Bruce, R. A. Maximal cardiac function in sedentary normal men and women: comparison of age-related changes. *Jour. Appl. Phy.* Vol. 53. Num. 4. 1982. p. 799-804.
- 17-Howley, E. T.; Basset. D. R.; Welch, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports Exercise.* Vol. 27. Num. 9. 1995. p. 1292-1301.
- 18-Jeukendrup, A.; Van Diemen, A. Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. *Jour. Spor. Scie.* Vol. 16. 1998. p. 91-99.
- 19-Johnson, J. H.; Prins, A. Prediction of maximal heart rate during a submaximal work test. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* Vol. 31. Num. 1, p. 44-47, 1991.
- 20-Jose A. Effect of combined sympathetic and parasympathetic blockade on heart rate and function in man. *Am J Cardiol.* Vol.18. Num.3. 1966. p. 476-478.
- 21-Junqueira, L.F.J. Disfunção autonômica cardíaca. In: Porto, C.C. Doenças do coração: tratamento e reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1998. p. 306-11.
- 22-Karvonen, J.; Vuorimaa, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities;

# 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)

practical application. *Sports Medicine*. Vol. 5. Num.5. 1988. p. 303-312.

23-Karvonen, M. J.; Kentala, E.; Mustala. The effects of training on heart rate a longitudinal study. *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn*, Vol. 35. Num. 3. 1957. p. 307-315.

24-Kravitz, L.; Robergs, R. A.; Heyward, V. H.; Wagner, D. R.; Powers, K. Exercise mode and gender comparisons of energy expenditure at self-selected intensities. *Med. Scie. Spor. Exer*. Vol. 29. Num. 8. 1997. p. 1028-1035.

25-Lombardi F. Chaos theory, heart rate variability, and arrhythmic mortality. *Circulation*. Vol. 101. Num. 1. 2000. p. 8-10.

26-Londeree, B. R.; Moeschberger, M. L. Effect of age and other factors on maximal heart rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Vol. 53. Num. 4. 1982. p. 297-304.

27-Londeree, B. R.; Thomas, R. T.; Ziogas, G.; Smith, T. D.; Zioas, G. %VO<sub>2</sub>max versus %HRmax regression for six modes of exercise. *Medicine and Science in Sports Exercise*. Vol. 27. Num. 3. 1995. p. 458-461.

28-Mcardle, W. ; Katch, R. I.; Katch, V. L. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 5ª. ed: Editora Guanabara Koogan, 2003.

29-Moon, J. K.; Butte, N. F. Combined heart rate and activity improve estimates of oxygen consumption and carbon dioxide production rates. *Jour. Appl. Phy*. Vol. 81. Num. 4. 1996. p. 1754-1761.

30-Nóbrega, A. C. L; Castro, C. L. B.; Araújo, C. G. S.; Relative roles of the sympathetic and parasympathetic systems in the 4-s exercise test. *Brazilian J Med Biol Res*. Vol. 23. Num. 12. 1990. p.1259-1262.

31-Palmer, G.; Hawley, J. A.; Dennis, S.; Noakes, T. D. Heart rate response during a 4 day cycle race. *Medicine and Science in Sports Exercise*. Vol. 26. 1994. p. 1278-1283.

32-Paschoal, M.A. Petrelluzzi, K.F.S. Gonçalves, N.V.O. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em pacientes com doença

pulmonar obstrutiva crônica. *Rev Ciênc Med*. Vol. 11. Num. 1. 2012. p. 27-37.

33-Paschoal, M.A.; Fernandes, F.C. Variabilidade da frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. Vol. 10. Num. 4. 2006. p. 413-419.

34-Ricard, R. M.; Leger, L.; Massicotte, D. Validity of the "220-age formula" to predict maximal heart rate. *Med. Scie. Spor. Exer*. Vol. 22. Num. 2. 1990. Supplementum S96.

35-Robergs, R. A.; Landwehr. The surprising history of the "Hrmax = 220-age" equation. *Journal of Exercise Physiologyonline*. Vol. 5. Num. 2. 2002. p. 1-10.

36-Tanaka, H.; Monahan, K. D.; Seals, D. R. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *Journal of the American College of Cardiology*. Vol. 37. Num. 1. 2001. p. 153-156.

37-Taylor, H. L.; Buskirk, E.; Henschel, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *Jour. Appl. Phy*. Vol. 8. Num. 1. 1955. p. 73-80.

38-Treiber, F. A.; Musante, L.; Hartdagan, S.; Davis, H.; Levy, M.; Strong, W. B. Validation of a heart rate monitor with children in laboratory and field settings. *Medicine and Science in Sports Exercise*. Vol. 21. Num. 3, 1989. p. 338-342.

39-Whaley, M. H.; Kaminsky, L. A.; Dwyer, G. B.; Getchell, L. H.; Norton, J. A. Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports Exercise*. Vol. 24. Num. 10, 1992. p. 1173-1179.

Recebido para publicação 27/10/2013  
Aceito em 03/01/2014