

Roberto Carlos Barrera García

*Professor Esp. Fisiologia do Exercício, Mestrando da Universidade do Estado de Santa Catarina. Brasil.  
Programa de Pós-graduação em Ciências Do Movimento Humano. CEFID/ UDESC.*

*Contacto: E-mail: [fsioex@gmail.com](mailto:fsioex@gmail.com)*

Kélen Gonçalves de Abreu.

*Professora da UNIVAP, Mestre em Administração pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Brasil. Bacharel em Educação Física pela Universidade do Estado de Santa Catarina - CEFID/UDESC e Bacharel em Administração pela UFSC.*

*Contacto: e-mail: [kelen.rs@gmail.com](mailto:kelen.rs@gmail.com)*

## Comportamiento de la Frecuencia Cardíaca en Test progresivos; algunas variables a considerar

### Resumen

La frecuencia cardíaca (FC) ha sido utilizada como una variable fisiológica para la evaluación y prescripción del ejercicio para diferentes poblaciones. Gracias a su practicidad, muchos test de aptitud cardiorrespiratoria basan sus interpretaciones en función del comportamiento de la FC. La finalidad de esta revisión es ampliar el prisma de las informaciones provenientes de la curva de la FC en test progresivos considerando algunas variables tales como: el punto de inflexión y deflexión de la FC, y modulación del Sistema Nervioso Autónomo y su efecto sobre la variabilidad de la FC en el ejercicio progresivo. Junto con esto, orientar acerca de la viabilidad de la utilización de la FC para predecir otros eventos fisiológicos como por ejemplo la cinética de lactato sanguíneo.

**Palabras clave:** Frecuencia Cardíaca, Test progresivos, Sistema Nervioso Autónomo.

### Abstract

Heart Rate (HR) has been used as a physiological variable for the evaluation and prescription of exercises for different populations. Due to its simplicity, many tests of cardio respiratory capacity base their interpretations on the HR behavior. The purpose of this review is to extend the prism of the originating information of the progressive HR curve in tests, considering some variables

such as: the point of flexion and deflection of the HR, the Autonomic Nervous System modulation and its effect on HR variability on the progressive exercise. Thus, this study intend to discuss about the use of the HR to predict some physiological events, such as the behavior of the blood lactate during training.

**Keywords:** Heart Rate, progressives test, autonomic Nervous System

### Introducción

Toda forma de movimiento corporal produce modificaciones en el organismo. Estas modificaciones pueden presentar carácter temporario o duradero, es decir, los llamados efectos agudos o crónicos del ejercicio físico, respectivamente (Nobrega, 2005). No importa el tipo de ejercicio, si es de fortalecimiento muscular, flexibilidad, agilidad o aerobio, el organismo siempre responde fisiológicamente al estímulo en la búsqueda de su homeostasis.

El ejercicio físico es un comportamiento que intensifica de sobremanera el funcionamiento del sistema cardiovascular. Parámetros como la frecuencia cardíaca (FC), volumen sistólico y consecuentemente el débito cardíaco, aumentan significativamente durante una sesión de ejercicio físico (Negrão, Forjaz & Rondon, 1996). La FC durante el ejercicio progresivo aumenta en proporción

directa a la captación de oxígeno y a la intensidad del esfuerzo, demostrando que depende, en gran parte, de la demanda metabólica de la musculatura activa (Pollock & Wilmore, 1993; Piovezana Dos Santos & De Oliveira, 2004).

Una de las metodologías más empleadas para controlar la intensidad del ejercicio es la utilización de un determinado porcentual de la FC máxima ( $\%FC_{m\acute{a}x}$ ); si bien este método presenta una practicidad muy grande, la determinación de la intensidad del entrenamiento a través de la  $\%FC_{m\acute{a}x}$  puede resultar imprecisa cuando queremos utilizar esta variable para alcanzar determinadas concentraciones de lactato sanguíneo, por ejemplo. Esto ocurre porque, aunque tornándose relativa a la intensidad del ejercicio, con el uso de la  $FC_{m\acute{a}x}$ , existe una variabilidad individual muy grande en la relación entre ésta y el lactato sanguíneo (Dwyer & Bybee, 1983). Adicionalmente, la relación entre estos dos factores depende también del tipo de ejercicio realizado (Denadai, 1995).

Entre los factores evaluados en diferentes test, la frecuencia cardíaca se destaca cuando se quiere obtener el nivel de esfuerzo exigido por una actividad así como el consumo máximo de oxígeno, esto por haber una relación lineal entre la FC y el volumen de oxígeno absorbido (Powers & Howley, 2000). Junto con esto, la mensuración de la FC resulta bastante viable, pudiendo ser aplicado en diversos ambientes, con mínima estructura necesaria y con un gran número de sujetos. Sin embargo, varios factores físicos y biológicos pueden influenciar la FC, como la alimentación, temperatura, estrés, humedad, medicamentos, enfermedades, entre otros, lo que puede hacer que esta linealidad se torne menos exacta y de esta forma influenciar en el resultado de los test en la posterior interpretación y prescripción del ejercicio (McArdle, Katch & Katch, 2002).

La correcta interpretación del comportamiento de la FC en test progresivo es de interés para la evaluación aeróbica y estimativa del gasto calórico. En este proceso, se debe trabajar de manera de aprovechar mejor las informaciones provenientes de las curvas de FC durante test progresivos, extrayendo variables adicionales que pueden ser útiles en la evaluación física, prescripción y acompañamiento del entrenamiento. Para tal propósito, resta la necesidad de verificación de la consisten-

cia del comportamiento de la FC en test progresivo, identificando el número de ocurrencias de puntos de Inflexión y Deflexión.

### Test progresivos

La necesidad de medir la intensidad del ejercicio en las sesiones de entrenamiento objetivando el mejoramiento del desempeño de los atletas, ha llevado a utilizar innumerables tests de evaluación de los índices fisiológicos para diferentes disciplinas deportivas (Carminatti, Lima-Silva & De-Oliveira, 2004).

El principal objetivo de los test es la evaluación del estado físico de atletas o de una persona sometida en un programa regular de ejercicio físico. Este proporciona informaciones claves para la prescripción del ejercicio, así como también, parámetros de control y referencias de progresos ligados a la performance. Existen diferentes tipos de test para la evaluación cardiorrespiratoria; test de laboratorio y de campo, máximos y submáximos, progresivos, rectangulares, etc.

**Test de laboratorio:** Procuran empadronar y controlar condiciones como temperatura, humedad del aire, etc., con el fin de aumentar principalmente la confiabilidad.

**Test de Campo:** Buscan simular las condiciones reales de competición o de entrenamiento. Su finalidad es aumentar su validez y obtener datos fisiológicos y/o funcionales coherentes en el contexto real.

Los test progresivos fueron creados con la finalidad de identificar y cuantificar la carga máxima de esfuerzo. Existen diferentes tipos de test, pudiendo ser máximos o submáximos dependiendo del grupo evaluado (atletas, no atletas, sujetos con enfermedades crónico-degenerativas, etc.), la especificidad, y también la modalidad deportiva en el caso de atletas.

### Tipos de Test:

Los test se diferencian básicamente dependiendo de su finalidad, esto quiere decir, que su protocolo (tiempo de cada estadio, carga de inicio, incremento de carga, etc.) será diferente dependiendo de su objetivo.

- **Test de esfuerzo máximo:** Realizado para identificar la carga máxima de trabajo y/o algunos eventos fisiológicos de interés. Principalmente utilizados en atletas.
- **Test submáximo:** Generalmente utilizados en poblaciones no atletas, iniciados, adultos mayores, procesos de rehabilitación, y/o enfermedades crónico-degenerativas. El objetivo principal de los test submáximos es predecir la intensidad máxima funcional de los sujetos, minimizando el riesgo de lesión presente en los tests de carga máxima.

Los Test más utilizados para la evaluación cardiorrespiratoria son realizados en ciclo-ergómetro, treadmill o por test progresivos de campo.

### Mecanismo de control de la Frecuencia Cardíaca por el Sistema Nervioso Autónomo

Básicamente, la FC es modulada por una acción conjunta, pero independiente, de los ramos simpáticos y parasimpáticos del sistema nervioso autónomo (Jose, 1966).

La cascada de eventos que caracterizan el control autónomo de la FC es sumariada en la

figura 1. Aparentemente, las etapas son las mismas para el simpático y el parasimpático. Lo que difiere es el tipo de hormona neurotransmisora secretada (acetilcolina o noradrenalina), sus correspondientes tipos de receptores (muscarínicos o alfa y beta-adrenérgicos) y el tipo de proteína-G (Gi, inhibitoria o Gs, excitatoria), es decir, las etapas iniciales poseen diferencias que determinan la aceleración o disminución de la FC en la etapa final (Costanzo, 2004).

Como ambos estímulos acontecen al mismo tiempo, el valor de la FC no puede ser fijo, siendo modulada según la teoría del caos (Lombardi, 2000). Esta constante oscilación es conocida como variabilidad de la FC, otra variable fisiológica de destacada importancia clínica (Hon & Lee, 1965).

### Variabilidad de la FC

La variabilidad de la FC es más evidente en reposo de que en el ejercicio. De una forma general, se admite que la variabilidad de la FC sea un marcador de la actividad autonómica, o sea, cuanto mayor la oscilación de la FC en reposo, mayor la participación vagal.

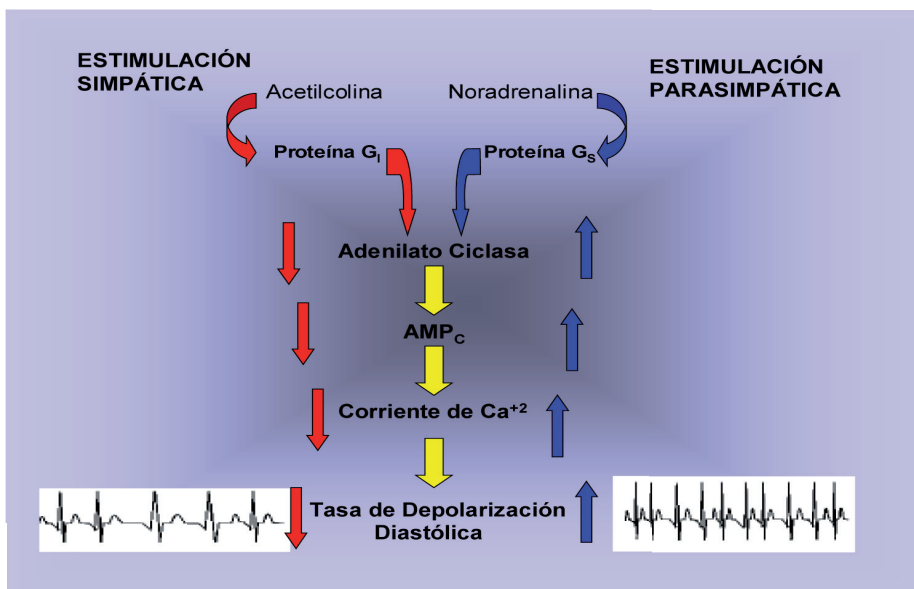


Figura 1. Cascada de eventos en el control autónomo de la Frecuencia Cardíaca.

Una reducción del tono vagal cardíaco y consecuentemente de la variabilidad de la FC, independientemente del protocolo de mensuración, está relacionada a disfunción autonómica, a enfermedades crónico-degenerativas y a riesgo de mortalidad aumentado (Tapanainen, et al., 2002) y representa, de esta forma, un importante indicador del estado de salud (Kikuya et al., 2000).

La disminución aislada de la variabilidad de la FC expresa aumento de tres a cinco veces el riesgo relativo de mortalidad por evento cardíaco (La Rovere et al., 2001). Por otro lado, individuos con insuficiencia cardíaca congénita que presentan aumentos de variabilidad de la FC, aunque pequeños en algunos índices, como por ejemplo, la desviación estándar de intervalos RR normales (dominio de tiempo), pueden estar disminuyendo el riesgo de mortalidad en hasta un 20% (Bilchick, et al. 2002)

Por esta razón y también por su predominancia en reposo, la actividad vagal cardíaca ha sido objeto de varios experimentos, especialmente cuando se relaciona a la práctica de ejercicio físico (Almeida & Gil, 2003).

Tulppo, et al. (1998), atribuyen la disminución de la variabilidad de la FC con la edad a la pérdida del acondicionamiento físico inherente al envejecimiento y que esta situación podría ser revertida con la mantención o incremento de la condición física aeróbica. Los resultados de Migliaro et al. (2004) y Byrne et al. (1996) sugieren que la edad sería el principal factor de disminución de la modulación autonómica, independientemente de la condición aeróbica.

### **Frecuencia cardíaca y actividad parasimpática**

Los cuerpos celulares del sistema nervioso parasimpático (SNP) están localizados en el tronco cerebral y en la porción sacra de la médula espinal. Cuando son estimulados liberan acetilcolina, que retarda el ritmo de la descarga sinusal y torna al corazón más lento. Este efecto es mediado esencialmente por la acción de los nervios vagos, cuyos cuerpos celulares, se originan en el centro cardioinhibidor del bulbo. Se revisará más adelante, como algunos autores destacan, que la FC en test de carga progresiva presenta un aumen-

to inicial influenciada por la retirada parcial del SNP, comenzando entonces, la predominancia del sistema nervioso simpático (SNS).

### **Frecuencia cardíaca y actividad simpática**

Durante la práctica de actividad física, así como también en situación de "lucha o fuga", la estimulación de los nervios cardioaceleradores simpáticos liberan catecolaminas: adrenalina, noradrenalina. Estas hormonas actúan acelerando la despolarización del nódulo sinusal, lo que induce el aumento de la FC. Se ha estimado que la estimulación simpática máxima casi duplica la fuerza de la contracción ventricular (Fronchetti, et al., 2006).

### **Actividad simpática vs. parasimpática en el ejercicio progresivo**

Como ya se sabe, el comportamiento de la FC durante el ejercicio progresivo es mediado por el SNA. La variabilidad de la FC representa la oscilación temporal entre consecutivas contracciones del miocardio (sístoles). En 23 estudios realizados con bloqueo farmacológico selectivo (Jose, 1966) se demostró la participación exclusiva del nervio vago en la respuesta de la FC durante el transcurso inicial del ejercicio (Araújo, Nóbrega, & Castro, 1992; Marin Neto, et al., 1986) y la predominancia de la actividad vagal durante el reposo, siendo gradualmente inhibida en el ejercicio submáximo tanto activo como pasivo (Nurhayati & Boutcher 1998; Nóbrega & Araújo, 1993), hasta el nivel máximo de esfuerzo, adonde la actividad parasimpática aparentemente es totalmente inhibida (Alonso, et al., 1998), produciendo menor o ausencia de variabilidad en la FC.

Simplificando el concepto anterior, podemos decir que, en el inicio y durante los niveles bajos a moderados de intensidad del ejercicio, el aumento de la FC es procesada por la remoción de la estimulación parasimpática; durante el ejercicio más extenuante la aceleración de la FC ocurre por la activación directa de los nervios cardioaceleradores simpáticos; la magnitud de la aceleración aumenta en proporción directa con la intensidad y duración del esfuerzo.

## Comportamiento de la FC: ¿lineal o sigmoideo?

Hace tiempo se viene observando, en muchas investigaciones destinadas al análisis de la FC en test de carga progresiva, que la FC aumenta de forma casi lineal. Esto dio origen a inúmeros modelos teóricos basados en regresiones lineares, creando un “paradigma” en relación a la FC y su comportamiento en test de carga progresivas y por tanto, en la interpretación de estos factores para la predicción de la potencia aeróbica máxima.

Según Astrand & Rodhal (1980), la curva de la frecuencia cardiaca en relación al aumento de la carga de trabajo, presentaría un comportamiento lineal. Mientras tanto, algunos autores observaron que la curva de FC presenta una característica curvilínea (Conconi, et al., 1982). Este modelo, en que la curva de la FC en función a la carga de trabajo, podría ser curvilínea y presentar puntos de transición, fue nuevamente estudiado y reformulado por Lima (1997). Lima encontró, en la mayoría de los individuos estudiados, mejores ajustes provenientes de ecuaciones sigmoideas (“S”), con la consecuente identificación de un punto de inflexión en la curva (PIFC), próximo al primer umbral de lactato. Recientemente, resultados similares utilizando el mismo ajuste sigmoide propuesto por Lima. De Oliveira (2004) encontró la misma relación del PIFC con el primer umbral de lactato en test de pista.

Desde la publicación de los primeros trabajos describiendo el comportamiento de la FC en TCP se ha observado que el aumento de la FC no es perfectamente lineal, comenzando en cargas bajas de trabajo hasta cargas máximas. Taylor et al. (1963) en una de sus investigaciones relató que aproximadamente la mitad de los individuos presentó un comportamiento lineal de la FC, 14% presentaron punto de inflexión en cargas altas de trabajo y el 36% restantes tendía a un platô (deflexión) en cargas próximas al esfuerzo máximo. Por otro lado, en cargas bajas, los factores emocionales y ambientales se suman al estrés de la carga de trabajo, explica Astrand & Rodahl (1980). También otros autores ya sugieren que en la porción inferior de la FC en TCP tenga un comportamiento curvilíneo, semejante al observado en porción superior.

## Punto de Inflexión de la FC

En estudios realizados por De Oliveira (2004), identificaron la existencia de un punto de inflexión en estadios iniciales en la relación Carga de trabajo/FC y la posibilidad de que la causa de este fenómeno en cargas bajas en TCP se debe a las modificaciones del sistema nervioso autónomo. Se explica este aumento de la FC en el inicio del ejercicio físico por causa de que estaría asociado a una disminución del tono parasimpático y que el posterior aumento de la FC, se debe a la exacerbación o predominancia del tono simpático con su efecto de liberación de hormonas estimulantes, como ya fue mencionado anteriormente. En esta etapa de transición entre el tono parasimpático y simpático se origina una respuesta de la FC evidenciando una quiebra en la curva, esa quiebra correspondería al punto de inflexión de la FC en TCP.

## Punto de Deflexión de la FC

Conconi et al. (1982) fueron los primeros investigadores en asociar el punto a partir del cual la FC inicia el comportamiento curvilíneo con el umbral anaeróbico, denominándolo punto de deflexión de la Frecuencia Cardiaca (PDFC). Vale resaltar que, inicialmente, el umbral anaerobio utilizado por Conconi, correspondería al primer umbral de lactato o ventilatorio, siendo que, posteriormente, fue observado que el PDFC debería ser encontrado en intensidades similares al segundo umbral de lactato o ventilatorio, y no con el primero (Ribeiro, et al., 1995).

## Consideraciones finales

El análisis del comportamiento de la FC todavía es utilizada para la evaluación de la aptitud física y para la prescripción del ejercicio, y continuará siendo uno de los parámetros del estrés fisiológicos más simple de controlar. Pero como ya es sabido, se debe tener cautela cuando se quiere predecir por medio de la FC, otros eventos fisiológicos, tales como cinética de lactato o derivaciones de éste; Dominios fisiológicos, Steady State, punto del OBLA, umbrales de transición metabólicas; Uno y Dos de lactato, etc.

La FC no deja de ser una buena opción para el control de la intensidad durante el ejercicio, sobre

todo, cuando las condiciones, en términos de recursos, no son favorables, o cuanto se trabaja con un número elevado de sujetos, así como también en pesquisas epidemiológicas. Cabe resaltar que, para la evaluación de la aptitud cardiovascular utilizando la FC como parámetro de medición, se debe tener cuidado con los resultados y su aplicabilidad, debido a que la FC presenta grandes variaciones en función de múltiples factores, como por ejemplo la temperatura ambiente, edad, condición física, y también por el uso de medicamentos y/o enfermedades.

Considerando las diversas posibilidades de aplicación de la medición de la FC y su interpretación, debemos tomar en cuenta que las estrategias de su utilización como herramienta diagnóstica, pronóstica así como también para la prescripción del ejercicio, deben ser basadas en evidencias científicas, de modo de disminuir los riesgos y equívocos de su interpretación y, por otro lado, potencializar su aplicación.

## Bibliografía

- Almeida, M. B. & Gil, C. S. A. (2003, mar-abr). Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. *Rev Bras Med Esporte*, 9, N° 2.
- Alonso, D.O.; Forjaz, M.; Rezende O.; Braga, A. M. F. W.; Barreto, A. C. P.; Negrão, C. E. et al. (1998). Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo. *Arq Bras Cardiol*, 71, 787-792.
- Araújo C.G.S.; Nóbrega, A. C. L.; Castro, C. L. B. (1992). Heart rate responses to deep breathing and 4-seconds of exercise before and after pharmacological blockade with atropine and propranolol. *Clin Auton Res*, 2, 35-40.
- Astrad, P. & Rodhal, K. (1980). *Tratado de Fisiología do Exercício*. 2a ed. Ed. Internacional: Rio de Janeiro.
- Bilchick, K.C.; Fetis, B.; Djoukeng, R.; Fisher, S.G.; Fletcher, R.D.; Singh, S.N. et al. (2002). Prognostic value of heart rate variability in chronic congestive heart failure (Veterans Affairs' Survival Trial of Antiarrhythmic Therapy in Congestive Heart Failure). *Am J Cardiol*, 90:24-8.
- Byrne, E.A.; Fleg J.L.; Vaitkevicius, P.V.; Wright J.; Porges, S.W. (1996). Role of aerobic capacity and body mass index in the age-associated decline in heart rate variability. *J Appl Physiol*, 81, 743-750.
- Carminatti, L.J.; Lima-Silva, A.E.; De-Oliveira, F.R. (2004, mar). Aptidão Aeróbia em Esportes Intermitentes - Evidências de validade de constructo e resultados em teste progressivo com pausas. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício - Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício*, v. 3, n. 1. pp. 120-120.
- Conconi F.; Ferrari, M.; Zioglio, P.; Droghetti, P.; Codeca (1982). Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol*, 52, 869-837.
- Costanzo L. (2004). *Fisiologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Denadai, B. S. (1995). Limiar anaeróbico: considerações fisiológicas e metodológicas. Departamento de Educação Física do instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, CNPq. *Revista Brasileira de atividade física e saúde*, v, 1, n. 2, p. 84.
- De Oliveira, F.R. *Predicción de los umbrales de lactato y ajustes de frecuencia cardíaca en el test de Leger-Boucher* (Tesis doctoral, Universidad del País Vasco San Sebastián, 2004).
- Dwyer, J.; Bybee, R. (1983). Heart rate indices of the anaerobic threshold. *Medicine and science in sports and exercise*, v.15. pp. 72-76.
- Fronchetti, L.; Nakamura, F.; Aguiar C.; Oliveira F. (2006). Indicadores de regulação autonômica cardíaca em repouso e durante exercício progressivo. *Rev Port Cien Desp*, pp. 21-28.
- Hon, E.H.; Lee S.T. (1965). Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: further observations. *Am J. Obstet Gynecol*, 87, 814-826.
- Jose, A. (1966). Effect of combined sympathetic and parasympathetic blockade on heart rate and function in man. *Am J Cardiol*, 18, 476-478.
- Kikuya, M.; Hozawa, A.; Ohokubo, T.; Tsuji, I.; Michimata, M.; Matsubara, M. et al. (2000). Prognostic significance of blood pressure and

- heart rate variabilities. *The Ohasama Study. Hypertension*, 36, 901-906.
- La Rovere, M.T.; Pinna, G.D.; Hohnloser, S.H., Marcus, F.I.; Mortara, A.; Nohara, R. et al. (2001). Baroreflex sensitivity and heart rate variability in the identification of patients at risk for life-threatening arrhythmias. Implications for clinical trials. *Circulation*, 103, 2072-2077.
- Lima, J.R.P. (1997). *Frequência cardíaca em cargas crescentes de trabalho: ajuste sigmóide, ponto de inflexão e limiar de variabilidade da frequência cardíaca*. (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).
- Lombardi F. (2000)-Chaos theory, heart rate variability, and arrhythmic mortality. *Circulation*, 101, 8-10.
- Maciel, B. C.; Gallo, L. Jr.; Marin Neto, J.A.; Lima Filho, E.C.; Martins, L.E. (1986). Autonomic nervous control of the heart rate during dynamic exercise in normal man. *Clin Sci (Colch)*, 71, 457-460.
- McArdle, W.D.; Katch, F.I. & Katch, V.L. (2002). *Fisiologia do Exercício; Energia, Nutrição e desempenho Humano*. 5. ed.: Guanabara-Koogran S.A.
- Migliaro, E. R.; Contreras P.; Bech, S.; Etxagibel, A.; Castro, M.; Ricca, R. et al. (2004). Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. *Brazilian J Med Biol Res*, 34, 493-500.
- Negrão, C. E.; Forjaz, M.; Moraes, L.; Rondon, M.U.P.B.; Brum, P.C. (1996). Adaptação cardiovascular ao treinamento físico dinâmico. *Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. SOCESP*, pp.532-540.
- Nobrega, A.C.L. (2005). The subacute effects of exercise: concept, characteristics, and clinical implications. *Exerc Sports Sci Rev*, 33(2), 84-87.
- Nóbrega, A.C.L.; Araújo, C.G.S. (1993). Heart rate transient at the onset of active and passive dynamic exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 25, 37-41.
- Nurhayati, Y.; Boutcher, S.H. (1998). Cardiovascular response to passive cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 234-238.
- Piovezana Dos Santos, P.; De Oliveira, F. R. (2004). Reprodutibilidade das variáveis derivadas da curva de frequência cardíaca em teste progressivo. (Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004).
- Pollock, M. L. & Wilmore, J.H. (1993). *Exercícios na saúde e na doença*. 2. ed. Medsi, p. 329.
- Powers, S.K. & Howley, E.T. (2000). *Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 3. ed. São Paulo: Manole.
- Ribeiro, J.P. (1995, fev). Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício: aspectos fisiológicos e metodológicos. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v.64, n. 2. pp. 171-181.
- Tapanainen, J.; Thomsen, P.; Kober, L.; Torp-Pedersen, C.; Makikallio, T.; Still, A., et al. (2002). Fractal analysis of heart rate variability and mortality after an acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*, 90, p. 347.
- Taylor, H. L. et al. (1963). The standartization and interpretation of submaximal and maximal tests of working capacity. *Pediatrics*, 32, pp. 703 -722.
- Tulppo, M.P. et al. (1998). Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. *Am J Physiol*, 274, pp. 424-429.