



ORIGINAL

Frequência cardíaca e modulação autonômica do coração de pré-adolescentes obesos antes, durante e após curto Programa de Treinamento Aeróbio

Heart rate and cardiac autonomic modulation of obese pre-adolescent before, during and after short Aerobic Training Program

Mário Augusto PASCHOAL¹  0000-0002-5816-0256

Flávia Baroni NEVES²  0000-0002-3726-7054

Bruno de Souza DONATO²  0000-0002-8679-3595

RESUMO

Objetivo

Investigar se um curto programa de treinamento aeróbio poderia causar modificação na frequência cardíaca de repouso e alterações na modulação autonômica cardíaca de pré-adolescentes obesos.

¹ Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências da Vida, Faculdade de Fisioterapia. Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio Administrativo, Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: MA PASCHOAL. E-mail: <fisioni@puc-campinas.edu.br>.

² Fisioterapeutas. Campinas, SP, Brasil.

Como citar este artigo/How to cite this article

Paschoal MA, Neves FB, Donato BS. Frequência cardíaca e modulação autonômica do coração de pré-adolescentes obesos antes, durante e após curto Programa de Treinamento Aeróbio. Rev Ciênc Med. 2018;27(3):125-133. <http://dx.doi.org/10.24220/2318-0897v27n3a4196>



Métodos

Estudo longitudinal que envolveu quinze crianças obesas sedentárias com idades entre 9 e 12 anos que foram submetidas a 12 sessões de treinamento aeróbio de 40 minutos, com intensidade equivalente a 65% da frequência cardíaca submáxima. Para a coleta dos dados de frequência cardíaca e da modulação autonômica cardíaca foram utilizados o monitor Polar S810i e o software *Polar Precision Performance* que analisa a variabilidade da frequência cardíaca. A análise estatística empregou-se o teste Anova, com nível de significância de $p < 0,05$, para analisar os dados nos momentos pré, durante após o treinamento aeróbio.

Resultados

Os valores medianos de frequência cardíaca de repouso foram: pré treinamento aeróbio = 89bpm, após 6 sessões = 95bpm e após 12 sessões = 87,5bpm; e do índice pNN50 da variabilidade da frequência cardíaca estudado para avaliar a modulação autonômica cardíaca, mostrou: pré treinamento aeróbio = 4,95%; após 6 sessões = 3,45%, e após 12 sessões = 11,5%. O índice razão Baixa Frequência/Alta Frequência da Variabilidade da Frequência Cardíaca no domínio da frequência mostrou os seguintes valores: pré Treinamento Aeróbio = 1,28, após seis sessões = 1,22, e após 12 sessões = 0,87. Todos os valores dos índices analisados no estudo não se modificaram significativamente com o treinamento aeróbio.

Conclusão

O treinamento aeróbio de curta duração (12 sessões), na intensidade em que foi aplicado, não foi suficiente para promover significativa redução da frequência cardíaca de repouso e alterações no padrão da modulação autonômica cardíaca.

Palavras-chave: Exercício. Frequência cardíaca. Obesidade. Sistema nervoso autônomo.

ABSTRACT

Objective

To investigate whether a short aerobic training program could promote resting Heart Rate and Cardiac Autonomic Modulation changes in obese preadolescents.

Methods

A longitudinal study involving fifteen sedentary obese children and pre-adolescents aged 9 to 12 years who underwent 12 sessions of aerobic training of 40 minutes, with intensity equivalent to 65% of the submaximal heart rate. The Polar S810i monitor and the Polar Precision Performance software were used to collect, respectively Heart Rate and Cardiac Autonomic Modulation data, which analyzes heart rate variability. For the statistical analysis, the Anova test (Kruskall-Wallis) was used, with a significance level of $p < 0.05$, to compare the data at the moments before, during and after the aerobic training.

Results

The median values of resting heart rate were: before aerobic training = 89bpm, after 6 sessions = 95bpm and after 12 sessions = 87.5 bpm, and the pNN50 index of time domain of Heart Rate Variability studied to analyze the cardiac autonomic modulation, showed: before aerobic training = 4.95%; after 6 sessions = 3.45%, and after 12 sessions = 11.5%. The low frequency/high frequency ratio index of Heart Rate Variability at frequency domain showed the following values: before aerobic training = 1.28, after 6 sessions = 1.22, and after 12 sessions = 0.87. None of the values of the indexes used in the present study changed significantly with the aerobic training.

Conclusion

The short duration aerobic training (12 sessions) at the intensity that was applied was not enough to promote a significant reduction in resting heart rate (resting bradycardia) and in the Cardiac Autonomic Modulation pattern.

Keywords: Exercise. Heart rate. Obesity. Autonomic nervous system.

INTRODUÇÃO

A redução do número de batimentos cardíacos ao repouso e durante a realização de atividade física dinâmica submáxima é a expressão de um dos mais importantes marcadores biológicos que retratam a influência do treinamento físico aeróbio sobre o organismo humano [1,2].

Nesse sentido, é consenso que quanto mais longos e intensos forem os programas de Treinamento Aeróbio (TA), maiores serão as repercussões adaptativas presentes em todos os sistemas biológicos saudáveis, e dentre eles se inclui o sistema cardiovascular [3,4].

A bradicardia de repouso, documentada nesses estudos, está relacionada a alterações morfológicas ou estruturais do ventrículo esquerdo, assim como determinadas respostas fisiológicas como o aumento do volume ejetado por sístole, melhoria da contratilidade miocárdica e aumento do volume sanguíneo [5].

Outras alterações cardiovasculares, documentadas em resposta ao treinamento físico aeróbio, estão relacionadas à modulação autonômica do coração. Nesse caso, os estudos mostram uma tendência ao aumento da modulação vagal associada à redução da modulação simpática cardíaca [6,7].

Ciente desses pressupostos e tomando por base os níveis de evidência altamente positivos que apresenta o TA com relação à melhoria de aspectos como o peso corporal, disposição física, adequação do volume de massa magra, motivação, etc, é habitualmente indicado a pessoas que apresentem maiores valores de Frequência Cardíaca (FC) de repouso em decorrência de problemas como o sedentarismo, disfunções autonômicas decorrentes de várias doenças, pós-operatórios de cirurgias cardíacas, pós-infarto do miocárdio, pós-transplante cardíaco etc. [8-13].

Em todos esses problemas citados acima, há tendência de alterações no balanço vago-simpático cardíaco, resultando na elevação da atividade simpática, redução da atividade parassimpática ou ambas acontecendo simultaneamente, sendo

que esses aspectos concorrem para o aumento da possibilidade do surgimento de arritmias e morte súbita [14].

Recentemente a presença de disautonomia cardíaca também foi detectada em um grande problema de impacto global que é a obesidade infantil [15]. A obesidade presente na infância, pela sua relevância mundial e por contribuir na diminuição da expectativa e na qualidade de vida, quando se mantém na vida adulta, tem sido amplamente estudada em várias frentes de investigação. Uma das propostas usadas para reverter as alterações da Modulação Autonômica Cardíaca (MAC) dessa população é a aplicação de TA bem prescrito e bem conduzido.

Entretanto, por ser uma proposta que envolve grande necessidade de aderência dos envolvidos e pelo aspecto de os resultados positivos serem conseguidos somente após longos períodos de treinamento físico, há dificuldade em ser conduzida com êxito.

Levando-se em consideração os aspectos acima relatados, o objetivo do presente estudo foi o de analisar se curtos programas de TA já poderiam mostrar algumas modificações positivas no sistema cardiovascular de pré-adolescentes obesos, em especial, sobre suas FC de repouso, e se as mesmas estariam associadas à alteração da MAC analisada no transcorrer do programa de treinamento.

MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, protocolo nº 0298/11 e foi desenvolvido longitudinalmente, por meio de análises seriadas das variáveis, obtidas em três momentos do período do TA. Participaram 15 crianças e pré-adolescentes sedentários (que não realizavam nenhum tipo de atividade física regular por, pelo menos, seis meses antes das coletas iniciais) e saudáveis, com idades entre nove e 12 anos selecionados, de acordo com os critérios de

inclusão, em escolas públicas da região noroeste de Campinas (SP).

A escolha pelos voluntários obedeceu aos critérios de inclusão onde todos deveriam ser saudáveis mediante a confirmação de um exame clínico. Também não podiam fazer uso de nenhuma medicação que pudesse interferir nos resultados.

A obesidade foi calculada por meio da inserção do valor do Índice de Massa Corporal (IMC) de cada voluntário nas curvas do gráfico desenvolvido pelo *National Center for Health Statistics* (NCHS). Os valores de IMC deveriam, de acordo com a idade do voluntário, estar entre os números 95 e 97 do gráfico para que eles fossem considerados obesos.

Os responsáveis pelos voluntários foram orientados sobre todas as etapas do estudo e assinaram o termo de consentimento para o início das avaliações.

a) Avaliação antropométrica e clínica

A avaliação antropométrica baseou-se na medição de peso, estatura e dos perímetros dos segmentos corporais (braço, antebraço, coxa, perna e abdômen). Eles foram, respectivamente, obtidos com o emprego de uma balança Filizola® (São Paulo, Brasil) e fita métrica flexível. Também foi empregado um compasso para aferição das pregas cutâneas (subescapular, tricipital, abdominal e suprailíaca) a fim de melhor caracterizar a amostra estudada.

A avaliação clínica teve como objetivo realizar uma anamnese, registro da FC, Pressão Arterial (PA) e ausculta cardíaca e pulmonar, com o auxílio de um estetoscópio *Littman Classic II*® (3M, Brasil) e um esfigmomanômetro aneróide *Tycos* (Estados Unidos).

b) Registro dos batimentos cardíacos e método usado para o cálculo dos valores usados durante o treinamento aeróbio

Para realizar o registro dos batimentos cardíacos os voluntários foram conduzidos a uma sala climatizada a 23°C. Antes de se deitarem no colchonete receberam todas as explicações para que não se movimentassem e que não conversassem

durante o registro. Foi orientado, também, para que tentassem relaxar o máximo possível enquanto estivessem na posição supina sobre o colchonete.

Em seguida, foi fixado um cardiofrequencímetro Polar S810® aos seus tórax. Quando tudo estava pronto, o monitor cardíaco foi acionado para registrar os batimentos cardíacos que seriam utilizados para a análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC).

Após os 10min de registro o monitor cardíaco foi retirado do voluntário e os dados foram enviados a um computador por meio de uma interface (*interface IR- Polar*®). Com o emprego do *software Polar Precision Performance*® (Polar® Kempele, Finlândia) o segmento do registro de 5min com maior período de estacionaridade foi selecionado para a análise da VFC.

Para isso, foi analisado o tacograma de FC observado na tela do computador que mostra as oscilações naturais existentes entre os intervalos RR (iRR) e procedeu-se a análise da VFC. Para a análise da VFC no domínio do tempo foi selecionado um índice que retrata a modulação parassimpática cardíaca, o pNN50, que significa a porcentagem de iRR adjacentes cujas diferenças entre eles tenham sido maiores do que 50ms [16]. Para a análise da VFC no domínio da frequência, foi escolhido o índice razão Baixa Frequência/Alta Frequência (BF/AF) que expressa a divisão dos componentes oscilatórios de BF (predominantemente simpáticos) pelos componentes oscilatórios de AF (referente a ação parassimpática cardíaca) [16].

De posse desses valores foi criado no programa *Excel*® (*Microsoft Corporation*, Redmond, Washington, Estados Unidos) uma tabela com os dados emitidos pelo software. Os dados pré TA foram comparados aos obtidos durante as avaliações feitas após a sexta e, novamente, após a décima segunda sessões de TA, que seguiram exatamente o mesmo protocolo inicial.

c) Treinamento Aeróbio

O programa de TA foi realizado numa esteira *Inbrasport Super ATL*® (Porto Alegre, Brasil)

utilizando como parâmetro de intensidade o valor de FC equivalente a 65% da equação: $FC=195 - \text{idade}$ do voluntário, o qual pode oscilar entre cinco batimentos cardíacos para mais ou para menos, sendo o tempo diário de treinamento de 40 minutos.

Após a sexta sessão de TA o voluntário teve dois dias de descanso para, então, refazer o registro dos batimentos cardíacos para nova análise da VFC e dos valores de FC. Em seguida, foram realizadas mais seis sessões e mais uma vez houve um intervalo de dois dias para refazer os registros.

d) Análise dos dados e abordagem estatística

A análise estatística dos dados relativos às respostas de FC e dos parâmetros da VFC foi realizada com o emprego do programa *Graph Pad Prism 4.0*[®] (San Diego, Califórnia, Estados Unidos). Após a análise da distribuição dos dados, optou-se pelo teste estatístico ANOVA, com nível de significância $p < 0,05$. Os dados foram comparados em três momentos: (1) antes do TA; (2) após seis sessões de TA e (3) após 12 sessões de TA.

RESULTADOS

Na Tabela 1 encontram-se os valores antropométricos e clínicos da amostra envolvida no estudo. Os valores de FC média obtidos durante os 5min do registro estão comparados na Figura 1. Pode-se constatar que não houve diferença entre os dados e que, portanto, o comportamento de redução da FC média com o decorrer do programa de TA não ocorreu.

Na Figura 2 são apresentados os valores de pNN50, que refletem a resposta parassimpática cardíaca da VFC no Domínio do Tempo (DT). Nesse caso, o TA de curta duração proposto também não promoveu elevação do valor da variável, conforme habitualmente ocorre em programas de maior duração realizados com pessoas saudáveis.

Na Figura 3 estão os resultados dos cálculos da divisão dos valores BF pelos valores AF (razão BF/AF). Valores acima de 1 expressam maior atividade simpática cardíaca no momento do registro, enquanto

Tabela 1. Médias dos valores antropométricos e clínicos dos indivíduos. Campinas (SP), 2013.

Variáveis	Voluntários (n=18)	
	M	DP
Peso (Kg)	45,90	± 5,3
Altura (m)	1,35	± 0,0
IMC	23,20	± 1,3
Cintura (cm)	77,00	± 5,3
Quadril (cm)	86,60	± 2,5
Índice cintura/quadril	0,80	± 0,0
Braço (cm)	25,10	± 2,2
Antebraço (cm)	21,90	± 0,8
Coxa (cm)	48,40	± 1,4
Perna (cm)	32,00	± 1,3
Abdômen (cm)	82,00	± 4,8
Subescapular (mm)	33,70	± 10,2
Tricipital (mm)	28,60	± 7,8
Abdômen (mm)	44,10	± 9,7
Suprailíaca (mm)	57,80	± 14,8
FC (bpm)	86,00	± 16,7
PAS (mmHg)	101,80	± 9,2
PAD (mmHg)	71,20	± 6,9

Nota: M: Média; DP: Desvio Padrão; IMC: Índice de Massa Corporal; FC: Frequência Cardíaca; PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica.

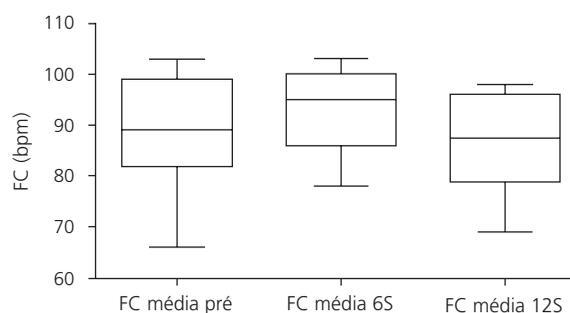


Figura 1. Boxplots mostrando valores de medianas (linha horizontal no centro da caixa de dados), valores dos 1º e 3º quartis e valores extremos de Frequência Cardíaca (FC) média de 15 pré-adolescentes obesos sedentários obtidos nas fases pré, após seis (6S) e após doze sessões (12S) de treinamento aeróbio. Não houve diferença significativa entre os momentos comparados.

que os valores menores do que 1 representam maior atividade parassimpática. Também não houve diferença entre os valores comparados.

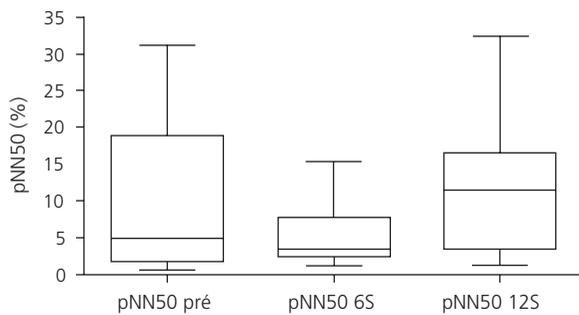


Figura 2. Boxplots mostrando valores de medianas (linha horizontal no centro da caixa de dados), valores dos 1º e 3º quartis e valores extremos dos dados referentes à porcentagem de intervalos RR adjacentes cujos valores foram superiores a 50ms (pNN50) obtidos nas fases pré, após seis (6S) e após doze sessões (12S) de treinamento aeróbio. Não houve diferença significativa entre os momentos comparados.

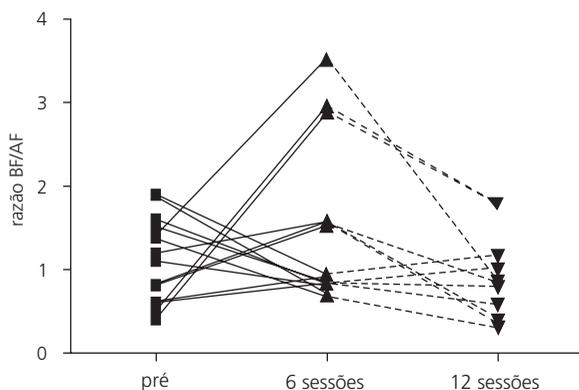


Figura 3. Valores das razões Baixa Frequência/Alta Frequência (BF/AF) obtidos nas fases pré, após seis e após doze sessões de treinamento aeróbio. As linhas contínuas mostram o comportamento da variável desde o momento pré até o momento seis sessões, enquanto que as linhas descontínuas revelam o comportamento da variável desde o momento seis sessões até o momento 12 sessões. Não houve diferença significativa entre os momentos comparados.

DISCUSSÃO

Em geral, os estudos realizados para investigação da influência do exercício aeróbio sobre a FC e a VFC, são realizados por tempos maiores e com maior número de sessões do que o que foi realizado no presente trabalho [17]. Porém, a intenção dessa investigação foi a de avaliar se, mesmo em pequenos

programas de TA, modificações na FC e no controle autonômico do coração poderiam ser documentadas.

O principal achado do presente estudo foi que o TA de intensidade moderada, aplicado em pré-adolescentes obesos e feito por 12 sessões não promove alterações significativas na FC de repouso e na MAC.

São várias as especulações que podem ser exploradas para explicar a não existência de uma bradicardia após curto período de TA. Dentre elas, se destacam: o tempo de treinamento; a intensidade do treinamento e a própria obesidade, reconhecida como um fator que poderia limitar a magnitude da resposta cardíaca esperada.

Com relação ao tempo de treinamento, considerado curto, ressalta-se que foi intencional, para justamente se obter parâmetros a serem discutidos em outros futuros estudos com populações de obesos e saudáveis. Se modificações na FC, de ordem intrínseca ou extrínseca cardíacas fossem documentadas nessa curta exposição ao exercício físico, novas propostas de metodologia de treinamento poderiam surgir e seriam indicadas em várias situações.

Com respeito à intensidade do exercício realizado, a escolha por um esforço considerado moderado também foi intencional para permitir que os voluntários obesos e sedentários pudessem ser expostos a um treinamento realizado por 40min, expressando, desta forma, um exercício com característica predominante de resistência aeróbia. No entanto, não foram documentadas alterações significativas de ordem cardiovascular.

Um dos estudos encontrados, cujo treinamento foi de curta duração, foi o de Lee *et al.* [18], porém com características diferentes das do presente trabalho, pois foi realizado em cicloergômetro e em intensidade diferente, o que não permitiu uma análise comparativa entre os resultados.

Gamelin *et al.* [19] também investigaram, em um programa de curta duração, os efeitos do treinamento intermitente de alta intensidade sobre

o controle autonômico cardíaco. Foram analisadas 52 crianças, divididas em um grupo de treinamento (n=26; 15 meninos e 11 meninas; $9,8 \pm 0,7$ anos) e um grupo controle (n=26; 14 meninos e 12 meninas; $9,3 \pm 1,2$ anos). Nesse estudo os autores concluíram que o treinamento proposto, apesar de ter melhorado a capacidade física, não promoveu efeito significativo sobre a MAC.

Trabalhos feitos por tempo mais longo, com diferentes intensidades e em outras populações, como os realizados por Al Ani [20] reportaram que seis semanas de exercício em cicloergômetro, na intensidade de 85% da FC máxima (FC_{max}), significativamente elevou a potência nas bandas da VFC relativas à atividade simpática e parassimpática cardíacas. De Meersman [21] reportou alterações significativamente positivas na VFC após oito semanas de treinamento realizado na intensidade compreendida entre 75% a 90% da FC_{max} , enquanto que Levy *et al.* [22] as documentaram após seis meses de treinamento, porém numa intensidade menor de esforço.

Estudo realizado por Goulopoulou *et al.* [23] em obesos e não obesos mostrou ausência de alterações na modulação autonômica parassimpática cardíaca nos obesos após treinamento físico, apesar de também ter sido empregada intensidade similar à do nosso estudo, porém foi realizado por um tempo mais longo de treinamento, com 16 semanas e foi aplicado em indivíduos adultos.

Apesar de não se saber o exato mecanismo que modifica o balanço vago-simpático cardíaco, há evidências em estudos feitos em pessoas saudáveis, de que essas alterações podem ser mediadas por adaptações centrais, cardiorreflexas e pelos órgãos mais estimulados durante o treinamento físico [23].

Em contrapartida, a não modificação na MAC observada na presente investigação, principalmente a não elevação do componente alta frequência que expressa a responsividade vagal no domínio da frequência da VFC ao TA, pode significar que os

adolescentes obesos apresentem reduzida modulação cardiovagal ou inabilidade do sistema nervoso parassimpático em responder, em prazos menores, a determinados mecanismos conhecidos como estimulantes ou reguladores [24].

Ao se observar a Figura 1 se constata que a FC média ao invés de sofrer uma queda após 6 sessões de TA, mostrou ligeira elevação, para somente voltar aos patamares pré TA após a 12ª sessão.

Esse comportamento da variável, após a 6ª sessão, ainda é uma incógnita, porém algumas especulações podem ser feitas principalmente ao se levar em consideração a análise da VFC. Está nos permitiu observar que o componente pNN50, (Figura 2) que reflete a atividade parassimpática cardíaca, sofreu redução, ao mesmo tempo em que se documentou aumento do tônus simpático representado pela análise da razão BF/AF (divisão do componente espectral de baixa frequência pelo componente espectral de alta frequência – que quando positivo reflete maior predomínio simpático cardíaco – Figura 3), que mostrou elevação no seu valor, respostas essas consideradas pouco esperadas em programas de treinamento aeróbio.

Especula-se que possam ser decorrentes de um estresse presente em inícios de programas de treinamento físico, porém os valores foram colhidos após 48h da última sessão, o que nos parece ser um tempo suficiente para o efeito estressante ser eliminado. Portanto, surgem indagações do tipo: seriam essas respostas, documentadas após a 6ª sessão, uma forma de adaptação inicial ao programa de TA, característico de pessoas sedentárias obesas? O TA, mesmo sendo considerado moderado, estaria provocando certo desgaste ou sobrecarga cardíaca inicial e com desenrolar do programa o coração estaria sofrendo uma sensível adaptação constatada somente após a 12ª semana?

Infelizmente essas respostas não puderam ser respondidas, pois só foram notadas após o término da pesquisa. No entanto, o estudo serviu para abrir novas fronteiras para outras investigações nesse sentido.

CONCLUSÃO

O presente trabalho mostrou que na intensidade e frequência de TA propostos, crianças e pré-adolescentes obesos não apresentaram redução do número de batimentos cardíacos ao repouso, nem sofreram alterações nas suas modulações autonômicas cardíacas como, habitualmente, é observado em programas mais longos e, em geral, realizados em maior intensidade.

COLABORADORES

FB NEVES e BS DONATO participaram da concepção e análise dos dados. MA PASCHOAL foi responsável pela concepção do trabalho, análise e interpretação dos dados, revisão e aprovação da versão final do artigo.

REFERÊNCIAS

- Seals DR, Chase PB. Influence of physical training on heart rate variability and baroreflex circulatory control. *J Appl Physiol.* 1989;66:1886-95.
- Shi X, Stevens GHJ, Foresman BH, Stern SA, Raven PB. Autonomic nervous system control of the heart: Endurance exercise training. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:1406-13.
- Tulppo MP, Hautala AJ, Mäkikallio TH. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary. *J Appl Physiol.* 2003;95:364-72.
- Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A. Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:829-38.
- Hellsten Y, Nyberg M. Cardiovascular adaptations to exercise training. *Compr Physiol.* 2015;15;6(1):1-32.
- Dong J-G. The role of heart rate variability in sports physiology. *Exp Ther Med.* 2016;11(5):1531-6.
- Paschoal MA, Pinheiro TT, Brigliador GM. Effect of aerobic physical training on cardiac vagal reactivation in young sedentary. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2012;17(5):403-13. <http://dx.doi.org/10.12820/rbafs.v.17n5p403-413>
- Coats AJS, Adamopoulos S, Radaelli A, McCance A, Meyer TE, Bernardi L, *et al.* Controlled trial of physical training in chronic heart failure: Exercise performance, hemodynamics, ventilation and autonomic function. *Circulation.* 1992;85:2119-31.
- Boutcher SH, Stein P. Association between heart rate variability and training response in sedentary middle-aged men. *Eur J Appl Physiol.* 1995;70:75-80.
- Gregoire J, Tuck S, Yamamoto Y, Hughson RL. Heart rate variability at rest and exercise: Influence of age, gender, and physical training. *Can J Appl Physiol.* 1996;21:455-70.
- Bonaduce D, Petretta M, Cavallaro V, Apicella C, Iannicello A, Romano M, *et al.* Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:691-6.
- Melanson EL, Freedson PS. The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:442-9.
- Paschoal MA. *Fisioterapia cardiovascular: avaliação e conduta na reabilitação cardíaca.* Barueri: Manole; 2010.
- Tereshchenko LG, Cygankiewicz I, McNitt S, Vazquez R, Bayes-Genis A, Han L, *et al.* Predictive value of beat-to-beat QT variability index across the continuum of left ventricular dysfunction: Competing risks of noncardiac or cardiovascular death and sudden or nonsudden cardiac death. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2012;5:719-27.
- Paschoal MA, Pereira MC. Modulação autonômica cardíaca nas posições supina e bípede em crianças não obesas, obesas e obesas mórbidas. *Rev Ciênc Méd.* 2010;19(1-6):33-41.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation.* 1996;93:1043-65.
- Hautala A, Tulppo MP, Mäkikallio TH, Laukkanen R, Nissilä S, Huikuri HV. Changes in cardiac autonomic regulation after prolonged maximal exercise. *Clin Physiol.* 2001;21:238-45.
- Lee M, Wood RH, Welsch MA. Influence of short-term endurance exercise training on heart rate variability. *Med Sports.* 2003;36(6):961-9.
- Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, *et al.* Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105(5):731-8.
- Al-Ani M, Munir SM, White M, Townend J, Coote JH. Changes in R-R variability before and after endurance training measured by power spectral analysis and by effect of isometric muscle contraction. *Eur J Appl Physiol.* 1996;74(5):397-403.
- De Meersman RE. Heart rate variability and aerobic fitness. *Am Heart J.* 1993;125(3):726-31.

22. Levy WC, Cerquera MD, Harp GD, Johannessen KA, Abrass IB, Schwartz RS, *et al.* Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. *Am J Cardiol.* 1998;82:1236-41.
23. Goulopoulou S, Baynard T, Franklin RM. Exercise training improves cardiovascular autonomic modulation in response to glucose ingestion in obese adults with and without type 2 diabetes mellitus. *Metabolism.* 2010;59(6):901-10.
24. Malik M, Camm AJ. Components of heart rate variability: What they really mean and what we really measure. *Am J Cardiol.* 1993;72(11):821-2.

Recebido: março 2, 2018
Visão final: janeiro 16, 2019
Aprovado: janeiro 22, 2019