



ORIGINAL

FREQÜÊNCIA CARDÍACA DE REPOUSO E MODULAÇÃO PARASSIMPÁTICA CARDÍACA EM ATLETAS IDOSOS E IDOSOS FISICAMENTE ATIVOS

RESTING HEART RATE AND CARDIAC PARASYMPATHETIC MODULATION IN OLD ATHLETES AND PHYSICALLY ACTIVE ELDERLY

Rafael DAVINI^{1,2}

Luiz Fernando Paulino RIBEIRO¹

Juliana Martucceli da Silva PRADO¹

Luiz Eduardo Barreto MARTINS¹

Roseli GOLFETTI¹

Lourenço GALLO JÚNIOR^{1,3}

RESUMO

Objetivo

Foi comparar atletas idosos a idosos fisicamente ativos, no que diz respeito à frequência cardíaca e variabilidade da frequência cardíaca nas condições de repouso em vigília e durante o sono.

¹ Laboratório de Fisiologia do Exercício, Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas. Av. Érico Veríssimo, 701, 13083-851. Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R. DAVINI. E-mail: rafael.davini@saofrancisco.edu.br

² Departamento de Fisioterapia, Universidade São Francisco. Bragança Paulista, SP, Brasil.

³ Divisão de Cardiologia, Departamento de Clínica Médica, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Métodos

Dezessete voluntários saudáveis do sexo masculino ($65,2\pm 4$ anos) divididos nos grupos atletas ($n=9$) e ativos ($n=8$) foram submetidos à eletrocardiografia dinâmica de 24 horas, para posterior análise dos sinais por meio do sistema *Holter for Windows (Rozzin)*. O índice considerado na análise da variabilidade da frequência cardíaca foi a rMSSD, ou seja, a raiz quadrada da somatória do quadrado das diferenças entre os iRR em um tempo determinado menos um iRR, tida como indicadora da atividade parassimpática sobre o coração.

Resultados

A frequência cardíaca de repouso nas condições, tanto de vigília (mediana= 49 vs 57 bpm), como de sono (mediana= 49 vs 56 bpm), foram menores ($p<0,05$) para os atletas, mas não foram encontradas diferenças ($p>0,05$) entre as referidas condições para um mesmo grupo. Também não foram observadas diferenças ($p>0,05$) inter ou intra-grupos no que se refere ao rMSSD. Os valores da mediana de rMSSD durante a vigília em repouso foram de $42,5$ e $27,9$ ms, enquanto que durante o sono foram de $47,2$ e $34,5$ ms para atletas e ativos, respectivamente.

Conclusão

Estes dados sugerem que a maior bradicardia de repouso entre os atletas idosos, em relação aos idosos ativos, não se explica por uma maior atividade parassimpática sobre o nodo sinoatrial. Além disso, para essa população idosa, a magnitude das adaptações autonômicas sobre o coração, advindas do treinamento recreativo de baixa intensidade, parece ser semelhante àquela advinda do treinamento competitivo.

Termos de indexação: envelhecimento, frequência cardíaca, atletas, idoso.

ABSTRACT

Objective

This study compares heart rate and heart rate variability of elderly athletes and physically active elderly, in repose conditions during vigil and during sleep.

Methods

*Seventeen healthy, male, elderly, volunteers (65.2 ± 4 years) were separated into two groups: the athletes ($n=9$) and the actives ($n=8$), and submitted to a 24-h dynamic ECG for posterior signal analysis, using the program *Holter for Windows (Rozzin)*. For the HRV analysis, the rMSSD was considered the marker of parasympathetic activity on the heart.*

Results

Heart rates during vigil in repose (median = 49 vs 57 bpm) and during sleep (median = 49 vs 56 bpm) were significantly lower ($p<0,05$) for the athletes' group. However, no significant differences ($p>0.05$) were found, between the two

conditions within one group. Neither inter- nor intra-group significant differences ($p>0.05$) were found for rMSSD. Median values for rMSSD during vigil in repose, were 42.5 and 27.9ms, while during sleep they were 47.2 and 34.5ms for the athletes and active subjects, respectively.

Conclusion

These results suggest that the greater bradycardia of athletes, in relation to active subjects, may not be explained by a greater parasympathetic heart tone. In addition, for this population, it seems that the magnitude of cardiac autonomic adaptations, due to recreational low-intensity training, is similar to that evoked by the competitive training.

Index terms: *aging, heart rate, heart rate, physical training, athletes, aged.*

INTRODUÇÃO

A frequência cardíaca (FC) sofre modulações do sistema nervoso autônomo por meio de seus eferentes simpático e parassimpático. Além disso, sabe-se que o treinamento físico pode influenciar diretamente o comportamento da FC reduzindo o seu valor^{1,2}.

A avaliação não-invasiva da atividade autonômica sobre o coração, por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), ou seja, das variações da FC instantânea ou dos intervalos entre ondas R sucessivas do eletrocardiograma (iRR)³, tem sido tópico de grande interesse nas áreas da fisiologia voltadas à saúde^{4,5} e ao desempenho físico^{6,7}.

Em diabéticos, assim como nos portadores de hipertensão arterial sistêmica e nas vítimas de angina pectoris, infarto agudo do miocárdio, doença arterial coronariana e insuficiência cardíaca congestiva, os valores de VFC apresentam-se diminuídos^{3,4}. Segundo Molgaard⁸, o risco de morte súbita para indivíduos assintomáticos é maior, quanto menor se apresentar a VFC. Já na área do treinamento desportivo de alto rendimento, a VFC tem sido empregada com o intuito de se adequar a carga de treinamento, no sentido de otimizar o desempenho físico, e diagnosticar precocemente o *overtraining*^{6,7,9}.

A VFC pode ser estudada por meio de diferentes métodos, desde os mais simples, como a comparação entre o menor e o maior iRR e o estudo

das variações da duração de cada iRR em relação à média ou a outro intervalo padronizado, até os mais complexos como a análise espectral, também denominada análise no domínio da frequência¹⁰. Com relação ao índice rMSSD, este parece ser um indicativo da atividade do eferente parassimpático sobre o coração, já que trabalhos sugerem haver grande relação entre este índice e o componente de alta frequência do espectro, o qual mantém relação direta com a atividade parassimpática sobre o coração³. Além disso Silva *et al.*¹¹ sugerem em seu estudo que, quanto maior a VFC observada por meio deste índice, maior será a modulação vagal sobre o músculo cardíaco¹¹.

Estudos longitudinais e transversais sugerem que o exercício físico, quando praticado com intensidade, duração e frequência adequadas, causam adaptações favoráveis ao sistema cardiovascular e à função neurocardíaca, como aumento da VFC nos domínios do tempo (DT) e da frequência (DF) em indivíduos jovens⁵, de meia idade¹² e também em idosos^{13,14}.

Porém, a maioria dos estudos realizados teve como modelo experimental comparações entre grupos de indivíduos treinados e sedentários⁵⁻¹⁷. Há resultados controversos quanto aos efeitos da prática regular de exercícios sobre a VFC, quando atletas são comparados a indivíduos fisicamente ativos^{18,19}, sugerindo que, apesar do treinamento exercer efeitos apreciáveis sobre o controle autonômico cardíaco,

talvez essas alterações não ocorram de maneira dose-dependente.

Entretanto, apesar do grande número de estudos envolvendo jovens ou adultos, pouca atenção tem sido dada aos idosos com diferentes históricos de prática de exercícios físicos. Em função da crescente participação de indivíduos de idade avançada em programas de atividade física com fins competitivos, preventivos ou reabilitativos, e considerando-se as dúvidas relativas à influência da carga de exercícios sobre a atividade autonômica cardíaca, o presente estudo teve como objetivo comparar atletas idosos e idosos fisicamente ativos, no que diz respeito à FC e à VFC (rMSSD) nas duas condições de repouso: vigília e sono.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Voluntários

Anteriormente aos experimentos, todos os voluntários foram esclarecidos a respeito dos procedimentos a serem adotados e familiarizados com os equipamentos utilizados e com o pesquisador responsável. Em seguida, leram e assinaram termo de consentimento formal previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) (parecer 160/2002), no qual concordavam em participar de todas as etapas da investigação.

Foram estudados 17 voluntários do sexo masculino, não fumantes, não usuários de qualquer medicação com efeitos sobre o sistema cardiovascular e considerados saudáveis após avaliação clínica constituída por: anamnese clínica, eletrocardiograma de repouso de 12 derivações, teste de esforço físico dinâmico máximo ou de sintoma limitado monitorado, ecocardiograma bidimensional com doppler e, quando necessária, cintilografia de perfusão do miocárdio, em repouso e em estresse.

Os voluntários e suas características foram divididos em dois grupos: atletas (n=9) e ativos (n=8),

(Tabela 1). O grupo de atletas foi formado por corredores fundistas que vinham treinando há no mínimo dois anos, com o objetivo de participar de competições¹⁷. Já o grupo de ativos foi formado por voluntários que, no mínimo há dois anos, e no mínimo três vezes por semana, de maneira individual e/ou coletiva, e sem o objetivo de conseguir alto rendimento ou participar de competições, vinham praticando esportes com características predominantemente aeróbias - como caminhadas, natação, futebol, ginástica²⁰. O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) esperado, calculado de acordo com Leite²¹, e predito²² por meio do teste de esforço físico dinâmico máximo ou sintoma limitado, são apresentados na Tabela 1, para atletas e ativos, respectivamente.

Tabela 1. Idade, características antropométricas, pressão arterial sistólica e diastólica na posição supina, valores do VO_{2max} esperado calculado em função da idade, e valores do VO_{2max} obtido durante TE para o grupo de atletas (n=9) e ativos (n=8).

Variáveis	Atletas	Ativos
Idade (anos)	65,4 ± 3,7	65,9 ± 4,9
Peso (kg)	65,2 ± 5,8	71,2 ± 6,8
Altura (m)	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1
IMC (kg/m ²)	22,8 ± 2,5	25,2 ± 3,4
PAS (mmHg)	120,3 ± 11,5	130,4 ± 18,1
PAD (mmHg)	77,4 ± 6,6	87,3 ± 6,3
VO_{2max} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) esperado	30,0 ± 2,6	29,0 ± 2,9
VO_{2max} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) obtido	56,0 ± 11,3	39,0 ± 8,7

Os voluntários foram instruídos a não consumirem bebidas alcoólicas ou alimentos contendo cafeína, além de terem sido alertados para que a prática de qualquer tipo de exercício físico fosse suspensa nas 48 horas antecedentes às avaliações que se seguem.

No departamento de Cardiologia e Reabilitação do Hospital das Clínicas da Unicamp, os voluntários foram submetidos ao teste de esforço físico dinâmico máximo ou sintoma limitado (TE) em esteira ergométrica Marquette, durante o qual tiveram continuamente monitorada a atividade elétrica cardíaca em três derivações (AVF, V₂ e MC₅) por meio de eletrocardiógrafo da marca DIXTAL.

Antes do início do teste, os voluntários realizaram uma seqüência de exercícios com o intuito de promover o aquecimento e a preparação dos sistemas orgânicos para um esforço maior. Os trajes utilizados foram obrigatoriamente shorts, meias e tênis. Durante o TE foram utilizados ainda um esfigmomanômetro Narcosul e um estetoscópio BIC para mensuração da pressão arterial ao final de cada estágio. O protocolo de esforço foi o proposto por Bruce²² e a fórmula utilizada para a predição do VO_{2max} foi a seguinte:

$$VO_{2max} = 3.778 \times (\text{tempo}) + 0.19, \text{ onde}^{22}:$$

VO_{2max} = Consumo máximo de oxigênio em $ml \cdot Kg^{-1} \cdot min^{-1}$, tempo = tempo total de esforço em ergômetro tipo esteira em minutos²².

A eletrocardiografia dinâmica de 24 horas (Holter) foi realizada uma semana após o TE. Para tanto, os voluntários foram instrumentados no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Unicamp. Para o registro da atividade elétrica do músculo cardíaco, foi utilizado um aparelho Holter (*Rozzin Medical Engineering*) e eletrodos para monitoração (Red DotTM Ag/AgCl - 3M).

Previamente à fixação dos eletrodos, a pele dos voluntários foi preparada realizando-se a tricotomia dos pêlos e limpeza com álcool 70%. Foram fixados 5 eletrodos, sendo dois nas derivações pré-cordiais V2 e V5, outros dois com pólos negativos correspondentes, situados nos lados direito e esquerdo do manúbrio esternal e o 5º (eletrodo terra), no sexto espaço intercostal à direita. Após a instalação do aparelho e um período de 8 minutos de calibração automática, cada voluntário permaneceu na posição supina na condição de vigília em repouso por 60 minutos, sendo posteriormente liberado para realizar todas as suas tarefas diárias normais, com exceção de exercícios físicos de qualquer natureza e intensidade. Após 24 horas de registro, o aparelho era então removido e a fita contendo os sinais eletrocardiográficos era analisada pelo Sistema *Holter for Windows* – v. 3.6-F da *Rozzin Electronics*, o qual era acoplado a um microcomputador *Pentium II*.

Ambos os locais reservados para as coletas de dados apresentavam condições adequadas para a realização dos experimentos, com temperatura

variando entre 22°C e 25°C e umidade relativa do ar entre 48% e 61%.

Condições de repouso em vigília e durante o sono

A FC durante o período de repouso em vigília foi obtida pela média de batimentos contidos em 4 a 5 janelas consecutivas de 5 minutos, presentes no período dos 60 minutos iniciais de registro, período este em que os voluntários permaneceram na posição supina no laboratório. A FC durante o sono, também foi obtida pela média de batimentos contidos nas janelas consecutivas de 5 minutos; porém, o número de janelas utilizado foi de 5 para cada voluntário. As janelas durante o sono foram selecionadas individualmente, dentre aquelas existentes em trechos com maior estacionaridade do sinal, sendo escolhidas visualmente, a partir da ampliação do gráfico dos intervalos RR (iRR) em função do tempo.

O índice considerado para a análise da VFC no domínio do tempo, obtido a partir das mesmas janelas utilizadas para o estudo da FC, foi a rMSSD, ou seja, a raiz quadrada da somatória do quadrado das diferenças entre os iRR em um tempo determinado menos um iRR^{3,11}.

Análise Estatística

Para a realização da análise descritiva referente aos valores da idade, dos dados antropométricos e do VO_{2max} previsto e obtido nos dois grupos estudados, foram utilizados os valores médios e seus respectivos desvios-padrão.

Já para a realização da análise descritiva dos dados referentes à FC e à VFC, foram utilizados *box plots* que contêm o sumário dos valores obtidos: mínimo, máximo, 1º e 3º quartis, mediana e *outliers*. Para a comparação entre os grupos e as condições, utilizou-se o intervalo de confiança da mediana com nível de significância inferior a 5%²³, sendo que a não sobreposição do referido intervalo foi o indicativo de diferença estatisticamente significativa entre as variáveis consideradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto na vigília em repouso (mediana=49 vs 57 bpm) quanto no sono (mediana=49 vs 56bpm), a FC foi significativamente menor ($p<0,05$) para os atletas (Figura 1). Porém, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$) entre as duas condições para um mesmo grupo.

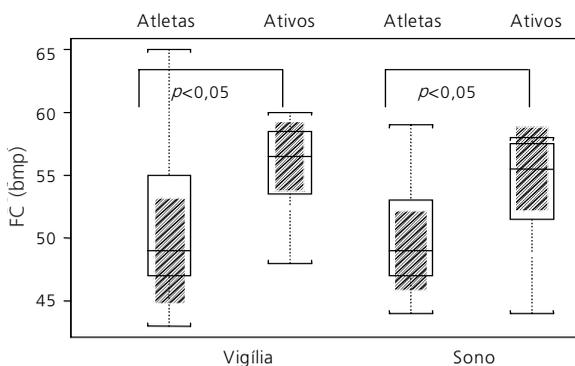


Figura 1. Valores de frequência cardíaca de repouso nas condições de vigília e sono para os grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^o quartil, medianas, 3^o quartil, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachurado).

No que diz respeito à rMSSD, a Figura 2 demonstra não haver diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) entre grupos ou condições estudadas. Os valores da mediana de rMSSD, durante a vigília em repouso, foram de 42,5 e 27,9ms, enquanto que, durante o sono, foram de 47,2 e 34,5ms, para atletas e ativos respectivamente.

Assim como os indivíduos jovens, os idosos apresentam capacidade de adaptação a diferentes tipos de treinamento físico, como os que visam aumento da força e/ou resistência muscular e aqueles que objetivam a melhora do condicionamento cardiorespiratório²⁴⁻²⁶. Em relação ao treinamento predominantemente aeróbio, o aumento do $VO_{2máx}$ a diminuição da frequência cardíaca de repouso e o aumento da VFC, são exemplos dessas adaptações^{13,14,18,27}.

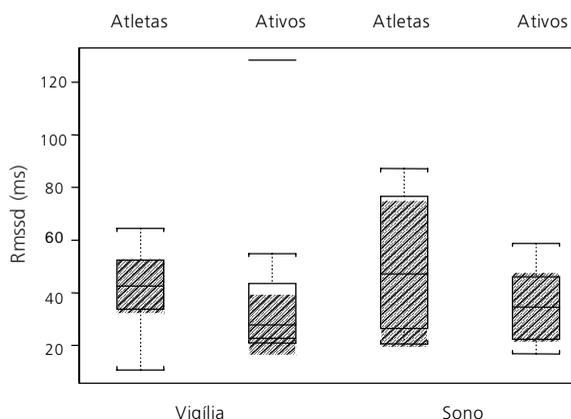


Figura 2. Valores de rMSSD nas condições de repouso em vigília e sono para os grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^o quartil, medianas, 3^o quartil, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachurado).

Alguns estudos sugerem que o processo de envelhecimento é acompanhado por uma redução nos valores da VFC, tanto no domínio do tempo quanto da frequência, durante o período de vigília em repouso e também durante o sono^{28,29}. Outros propõem que o exercício físico, quando prescrito de maneira adequada, considerando-se as variáveis intensidade, duração, frequência e somação temporal da prática, tem a capacidade de aumentar a VFC de indivíduos idosos^{5,12,13}.

A VFC constitui uma interessante ferramenta não-invasiva para o estudo da atividade autonômica sobre o coração, sendo que diferentes autores sustentam a utilização da rMSSD como indicador da atividade parassimpática sobre o nodo sinoatrial^{3,11}.

No presente estudo, tanto atletas quanto indivíduos fisicamente ativos apresentaram a bradicardia de repouso, ou seja, valores de FC menores que 60bpm em ambas as condições; porém, para o grupo de atletas, a FC foi estatisticamente menor que a observada no grupo de ativos, tanto na vigília em repouso quanto durante o sono.

Diferentes estudos relatam menores valores de FC de repouso para indivíduos treinados, que para os indivíduos sedentários^{2,28,30}. Dentre as possíveis

explicações para tal fenômeno encontram-se a redução da FC intrínseca e a alteração da modulação realizada pelos componentes simpático e parassimpático do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) sobre o músculo cardíaco em resposta ao treinamento^{1,2,31}.

Shi *et al.*³¹, realizando bloqueio farmacológico dos eferentes simpático e parassimpático, sugerem que a bradicardia de repouso, causada por 8 meses de treinamento aeróbio, seja decorrente principalmente do aumento do tônus vagal sobre o músculo cardíaco. Outros estudos envolvendo o duplo bloqueio do SNA, não constataram aumento do tônus vagal em repouso em indivíduos treinados, o que sugere que a bradicardia de repouso se deve à diminuição da FC intrínseca^{1,2}.

Em nosso estudo, foi observada uma tendência a maiores valores de rMSSD para o grupo de atletas, porém, sem significância estatística. Esses resultados estão de acordo com os relatados de Melanson¹⁸, que estudou indivíduos com idade variando de 25 a 49 anos, dividindo-os em três grupos, de acordo com o nível de condicionamento físico aeróbio: sedentários, ativos e atletas. Analisando a rMSSD, Melanson não encontrou diferença significativa entre os grupos de ativos e atletas, mas ambos apresentaram maior VFC quando comparados ao grupo sedentário. Os valores do índice rMSSD no estudo de Melanson¹⁸ foram: 42,3ms para o grupo de sedentários; 92,7ms para o grupo de indivíduos ativos; e 87,3ms para o grupo de atletas.

Já Rossy *et al.*⁹ encontraram diferença significativa, ao compararem a VFC nos domínios do tempo e da frequência, entre indivíduos ativos e atletas, com idade variando entre 17 e 25 anos. Os autores identificaram maior atuação vagal sobre o músculo cardíaco dos atletas, por meio dos seguintes índices no DT: média iRR (MiRR), desvio-padrão dos iRR (DPiRR) e ainda %RR50. No DF, os autores utilizaram o componente de AF como representante da atividade vagal. Rossy *et al.*⁹ encontraram os seguintes resultados para os grupos de atletas e ativos, respectivamente: MiRR=860±196ms e 759±83ms; DPiRR=87±43ms e 60±26; %RR50=19±11 e 11±10; AF=2724±3073 e 1213±1666.

Na presente investigação, algumas das características gerais do treinamento físico praticado por ambos os grupos eram semelhantes no que se refere à duração das sessões, à frequência de prática e ao tempo total de prática. Porém, inferimos que a intensidade de treinamento era maior para os atletas, em função do caráter competitivo das atividades.

Consideradas as limitações, devidas à ausência de um grupo controle constituído por indivíduos sedentários, e de uma exata quantificação do treinamento realizado, além da controversa ferramenta empregada, a VFC, permitimo-nos especular que, para indivíduos idosos, a magnitude das adaptações na modulação vagal proporcionada pela prática regular de exercícios físicos recreativos, é semelhante àquela proporcionada pelo treinamento competitivo. Tal fato merece especial atenção, uma vez que parece razoável considerar a possibilidade de adaptações benéficas na atividade autonômica exercida sobre o coração, em indivíduos com idade avançada, por meio de programas de exercícios físicos de baixa intensidade.

Além disso, corroborando os resultados de outros estudos^{1,2,28,29} os menores valores de FC de repouso verificados para o grupo de atletas, sem concomitante elevação da atividade parassimpática (rMSSD), sugerem que a maior bradicardia se deve à menor FC intrínseca, ou ao menor tônus simpático sobre o coração.

O objetivo de se estudar a VFC durante o período de sono foi acessar a modulação autonômica sobre o músculo cardíaco, com poucas influências externas. Crasset *et al.*²⁹ estudaram a VFC nos DT e DF, por meio da média iRR e componentes de baixa (BF) e alta (AF) frequência em unidades normalizadas (un), durante o período de vigília e sono, mais especificamente nas fases NonREM e REM, ou seja, o sono profundo e o final do período de sono. Foram estudados grupos de indivíduos saudáveis e sedentários com média de idade de 22,5±3,3 e 55±7,3 anos. Os autores constataram que a média dos iRR aumentou de forma significativa para ambos os grupos, da fase de vigília para a fase NonREM do sono (jovens 1026±186ms para 1220±192ms; idosos

891±109ms para 975±99ms). Porém, o comportamento da média dos iRR nas fases NonREM e REM não foi igual entre os grupos estudados, pois, para o grupo de jovens, a fase NonREM proporcionou maiores valores de iRR, em comparação à fase REM. Para o grupo de idosos isto não ocorreu, o que parece demonstrar que indivíduos idosos não conseguem atingir uma modulação vagal da mesma magnitude que os indivíduos jovens.

Quando estudada no DF por meio do componente de AFun, a VFC sofreu alterações da situação de vigília para a fase do sono profundo (NonREM) apenas no grupo de jovens (42±11un para 54±9un). Para o grupo de idosos não foram encontradas diferenças significativas entre as três situações estudadas (vigília, sono NonREM e sono REM). Isto definitivamente sugere que a modulação autonômica mediada pelo componente parassimpático do SNA é comprometida pelo processo de envelhecimento.

Nossos resultados estão de acordo com Crasset *et al.*²⁹, pois, apesar de termos observado aumentos na VFC através do índice rMSSD, do período de vigília para o de sono, em ambos os grupos esta diferença não alcançou significância estatística.

Outros estudos²⁸ também concluíram que a predominância vagal durante o sono, apresenta-se diminuída com o processo de envelhecimento.

CONCLUSÃO

Os dados da presente investigação sugerem maior bradicardia de repouso em idosos atletas, em relação aos idosos fisicamente ativos nas condições de vigília e sono. Porém, a ausência de diferença entre esses grupos no que se refere à VFC, sustenta a hipótese de que o treinamento informal de baixa intensidade pode, a longo prazo, gerar adaptações autonômicas cardíacas de magnitude semelhante àquelas geradas pelo treinamento competitivo nessa população. Resta assinalar que mais estudos são necessários para melhor compreender os efeitos do treinamento físico e suas variantes sobre a atividade autonômica cardíaca em diferentes populações.

REFERÊNCIAS

1. Katona PG, McLean M, Dighton DH, Guz A. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. *J Appl Physiol* 1982; 52(6):1652-7.
2. Maciel BC, Gallo Jr L, Marin-Neto JA, Lima-Filho EC, Terra-Filho J, Manço JC. Parasympathetic contribution to bradycardia induced by endurance training in man. *Cardiovas Res* 1985; 19:642-8.
3. 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.
4. Tsuji H, Larson MG, Venditti Jr FJ, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, *et al.* Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events: The Framingham Heart Study. *Circulation* 1996; 94:2850-5.
5. Levy WC, Cerqueira 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.
6. Hedelin R, Bjerle P, Larsén-Henriksson K. Heart rate variability in athletes: relationship with central and peripheral performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(8):1394-8.
7. Pichot V, Busso T, Roche F, Garet M, Costes F, Duverney D, *et al.* Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(10):1660-6.
8. Molgaard H, Sorensen KE, Bejerregaard P. Circadian variation and influence of risk factors on heart rate variability on healthy subjects. *Am J Cardiol* 1991; 68:777-84.
9. 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(5):691-6.
10. Longo A, Ferreira D, Correia M J. Variabilidade da frequência cardíaca. *Rev Port Cardiol* 1995; 14(3):241-62.
11. Silva CS, Marques LS, Moraes FR, Catai AM, Oliveira L, Silva E. Investigação da variabilidade da fre-

- qüência cardíaca de mulheres nos períodos manhã e noite. *Rev Bras Fisioter* 2001; 5(2):65-71.
12. DeMeersman RE. Heart rate variability and aerobic fitness. *Am Heart J* 1993; 125(3):726-31.
13. Schuit AJ, Amelsvoort LGPMV, Verheij TC, Rijnke RD, Maan AC, Swenne CA, *et al.* Exercise training and heart rate variability in older people. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(6):816-21.
14. Ueno LM, Hamada T, Moritani T. Cardiac autonomic nervous activities and cardiorespiratory fitness in older men. *Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002; 57(9):605-10.
15. Dixon EM, Kamath MV, McCartney N, Fallen EL. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. *Cardiovasc Res* 1992; 26:713-9.
16. Goldsmith R, Bigger JT, Steinman RC, Fleiss JL. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men. *J Am Coll Cardiol* 1992; 20:552-8.
17. Shin K, Minamitani H, Onish S, Yamazaki H, Lee M. Autonomic differences between athletes and nonathletes: Spectral analysis approach. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(11):1482-90.
18. Melanson EL. Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 200; 32(11):1894-901.
19. Rossy LA, Thayer JF. Fitness and gender-related differences in heart period variability. *Psychosomatic Med* 1998; 60:773-81.
20. Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation* 1999; 99:963-72.
21. Leite, P.F. Ergometria: medida e avaliação do VO_{2max} . *In: Fisiologia do exercício: ergometria e condicionamento físico, cardiologia desportiva*. 3.ed. São Paulo: Robe; 1993. p.109-52.
22. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1973; 85(4):546-62.
23. Snedecor GW, Cochran WG. *Statistical Methods*. 8th ed. Ames: Iowa State University Press; 1991.
24. Ehsani AA, Ogawa T, Miller TR, Spina RJ, Jilka SM. Exercise training improves left ventricular systolic function in older men. *Circulation* 1991; 83(1):96-103.
25. Coggan AR, Spina R J, King D S, Rogers MA, Brown M, Nemeth PM, *et al.* Skeletal muscle adaptations to endurance training in 60- to 70-yr-old men and women. *J Appl Physiol* 1992; 72(5):1780-6.
26. Davini R, Nunes CV. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. *Rev Bras Fisiot* 2003; 7(3):201-7.
27. Seals DR, Hagberg JM, Spina RJ, Rogers MA, Schechtman KB, Ehsani AA. Enhanced left ventricular performance in endurance trained older men. *Circulation* 1994; 89(1):198-205.
28. Catai AM, Chacon-Mikahil MPT, Martinelli FS, Silva E, Forti VAM, Golfetti R, *et al.* Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res* 2002; 35:741-52.
29. Crasset V, Mezzetti S, Antoine M, Linkowski P, Degaute JP, Van de Borne P. Effects of aging and cardiac denervation on heart rate variability during sleep. *Circulation* 2001; 103:84-8.
30. Migliaro ER, Bech PC, Castro AEM, Ricca R, Vicente K. Relative influence, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. *Braz J Biol Med Res* 2001; 34:493-500.
31. Martinelli FS. *Estudo do controle autonômico da freqüência cardíaca em ciclistas e sedentários [tese]*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2001.
32. Shi X, Stevens GH, Foresman BH, Stern SA, Raven PB. Autonomic nervous system control of the heart: endurance exercise training. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27(10):1406-13.
- Recebido para publicação em 31 de maio e aprovado em 10 de setembro de 2004.

