



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSO EM ASSOCIAÇÃO COM A  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - FAEFID

---

**EFEITO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E APTIDÃO AERÓBIA NA  
MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA: ESTUDO DA VARIABILIDADE DA  
FREQUENCIA CARDÍACA EM SUPINO E NA POSTURA ORTOSTÁTICA EM  
JOVENS SAUDÁVEIS**

ESTUDO I: “Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca em supino e na postura ortostática em jovens saudáveis”

ESTUDO II: “Efeito do nível de atividade física na modulação autonômica cardíaca em supino e na postura ortostática em jovens saudáveis”

**Aluna: Débora do Nascimento Moreira**  
**Orientador: Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima**

Juiz de Fora – MG  
2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Débora do Nascimento Moreira**

**EFEITO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E APTIDÃO AERÓBIA NA  
MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA: ESTUDO DA VARIABILIDADE DA  
FREQUENCIA CARDÍACA EM SUPINO E NA POSTURA ORTOSTÁTICA EM  
JOVENS SAUDÁVEIS**

Orientador: Prof. Dr. Jorge Roberto Perroux de  
Lima

Programa de Pós-graduação em Educação  
Física e Desportos da Universidade Federal de  
Juiz de Fora em associação com a  
Universidade Federal de Viçosa, como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre.  
Área de concentração: Movimento Humano

Juiz de Fora – MG

2009

**Ficha catalográfica**

Moreira, Débora do Nascimento

Efeito do nível de atividade física e aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca: estudo da variabilidade da frequência cardíaca em supino e na postura ortostática em jovens saudáveis / Débora do Nascimento Moreira. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009. 75 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009

1. Variabilidade da frequência cardíaca. 2. Modulação autonômica cardíaca.
3. Aptidão aeróbia. 4. Nível de atividade física. 5. Manobra postural ortostática

## *DEDICATÓRIAS*

*À Deus e a minha família pela força e dedicação.  
Aos professores e alunos que caminharam comigo durante os estudos.  
Em especial ao Prof. Dr. Jorge Roberto Perroux de Lima pela simplicidade e  
alegria em ensinar.*

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*À Deus por sempre iluminar os meus caminhos com muita paz e fé. Pelas diversas vezes nas quais quis desistir e Ele com seu carinho de pai me sustentou.*

*Ao meu querido orientador Prof. Dr. Jorge Roberto Perroux de Lima pela simplicidade e alegria em ensinar, por compartilhar dos seus conhecimentos e amizade durante esses anos de trabalho. Muito obrigada pelo voto de confiança! Você abriu portas para o meu crescimento profissional e pessoal.*

*Aos meus amados pais, Edwar e Osvalina, pelos exemplos diários de amor, fé e sabedoria. Obrigada por sempre estarem do meu lado e serem a força que me sustenta. Amo vocês!*

*Aos meus queridos irmãos, Daniel e Demerson, pela amizade e carinho na convivência.*

*Ao meu noivo Sávio pela força e paciência nos momentos difíceis da minha vida e por sempre ter uma palavra positiva e amiga.*

*Aos meus familiares que sempre contribuíram para o meu crescimento pessoal e que sempre estão em uma torcida positiva para o meu sucesso.*

*À Profa. Mst. Lílian Pinto da Silva pela confiança e por incentivar sempre meu crescimento profissional. E acima de tudo, por ser sempre um exemplo de profissionalismo e amizade.*

*Aos Profs. Dr. Mateus Laterza e Dr. Fábio Nakamura por sempre estarem dispostos a me ajudar compartilhando seus conhecimentos e me incentivando a vencer desafios.*

*Aos estimados voluntários que fizeram dessa pesquisa realidade, meu afeto e eterna gratidão.*

*Aos alunos da graduação e pós graduação Tiago Peçanha, Antônio e Zaqueline Guerra pelo apoio e valiosa contribuição na elaboração desse trabalho.*

*À FAPEMIG, Fundação de apoio à pesquisa de Minas Gerais, pela concessão de bolsa do mestrado.*

*À todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.*

*Muito obrigada!*

## RESUMO

A Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma ferramenta não invasiva de estudo da regulação neurocardíaca em várias condições fisiológicas, como no repouso e manobras posturais. Pesquisas têm sugerido que a modulação autonômica cardíaca é influenciada tanto pelo nível de atividade física quanto pelo nível de aptidão aeróbia ( $\text{VO}_2$  pico), sendo caracterizada por aumento da atividade vagal e redução da atividade simpática em repouso. A maioria dos estudos analisa o efeito do nível de atividade física na VFC em condições de repouso e a influência da aptidão aeróbia inicial dos indivíduos não é analisada isoladamente, sendo esse um fator citado como determinante da VFC em alguns estudos com indivíduos ativos. O objetivo geral desse trabalho foi determinar as respectivas associações do nível de atividade física e aptidão aeróbia com a modulação autonômica cardíaca através da análise da FC e VFC em condições de repouso e na postura ortostática (PO) em indivíduos jovens, saudáveis e com aptidão aeróbia próxima à média populacional. Foram delimitados dois modelos de estudo. No primeiro estudo, o objetivo foi verificar a influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca de indivíduos jovens e sedentários por meio da análise da FC e VFC, na situação de repouso e PO. Participaram do estudo 24 indivíduos saudáveis, não obesos, do gênero masculino, com idade de 18 a 29 anos que foram alocados em dois grupos de acordo com o  $\text{VO}_2$  pico mensurado através do Teste Cardiopulmonar:  $\text{VO}_2$  pico alto com valores médios de  $44,2 \pm 4,8$  ml/Kg/min ( $n=11$ ) e  $\text{VO}_2$  pico baixo com valores de  $33,8 \pm 4,2$  ml/Kg/min ( $n=13$ ). Houve diferença significativa entre os grupos apenas nos índices da VFC no domínio da frequência em repouso, sendo que os indivíduos com  $\text{VO}_2$  pico alto apresentaram maiores valores de HFnu, e menores valores de LFnu e relação LF/HF, o que sugere maior atividade vagal e menor atuação simpática em repouso. Não houve diferenças nas variáveis quanto ao  $\text{VO}_2$  pico na PO. O estudo sugere que o nível de aptidão aeróbia é determinante da VFC em indivíduos sedentários na condição de repouso, mas não na PO. O segundo estudo possibilitou a comparação de indivíduos com níveis de aptidão aeróbia semelhantes, o que permitiu a determinação da capacidade da atividade física em modificar a regulação autonômica cardíaca, minimizando a influência do fator aptidão aeróbia. O objetivo deste estudo foi verificar a influência do nível de atividade física na FC e VFC em repouso e durante a PO em indivíduos jovens e saudáveis com aptidão aeróbia semelhante. A amostra foi constituída de 34 indivíduos, limitados pelo  $\text{VO}_2$  pico, para que fosse possível formar um grupo homogêneo quanto ao nível de aptidão aeróbia. Os sujeitos foram divididos de acordo com o nível de atividade física habitual em três grupos: sedentário, nível de atividade física baixa e moderada de acordo com os valores brutos do domínio exercício físico/esporte do questionário de Baecke. Os resultados sugerem que nível de atividade física de intensidade baixa a moderada não altera a VFC na condição de repouso e PO em indivíduos jovens saudáveis com valores médios de  $\text{VO}_2$  pico similares e próximos à média populacional. No entanto, observou-se uma tendência não significativa a maior retirada vagal e ativação simpática na PO nos indivíduos sedentários em relação aos ativos. Sendo assim, é importante isolar o efeito do nível de aptidão aeróbia e da atividade física nos estudos envolvendo a VFC em jovens saudáveis, pois esses fatores podem modificá-la de diferentes maneiras em condições fisiológicas estáticas e dinâmicas.

Palavras-chave: Variabilidade da frequência cardíaca, aptidão aeróbia, nível de atividade física, postura ortostática, modulação autonômica cardíaca.



## ABSTRACT

The Heart Rate Variability (HRV) is a non-invasive tool to study the neurocardiac regulation in various physiological conditions, such as the ones when at rest and postural maneuvers. Research has suggested that the cardiac autonomic modulation is influenced both by the level of physical activity and by the level of aerobic fitness ( $\text{VO}_2$  peak), being characterized by the increase of the vagal activity and the reduction of the sympathetic nerve activity when at rest. Most studies analyze the effect of the level of physical activity on the HRV in rest conditions, and the influence of the initial aerobic fitness of the individuals is not analyzed separately, being the latter mentioned as a determining factor of the HRV in some studies with active individuals. The general purpose of this study was to determine the respective associations of the level of physical activity and aerobic fitness with the cardiac autonomic modulation by means of the analysis of the HR and HRV in conditions of rest and in the orthostatic posture (OP) in young, healthy individuals and with aerobic fitness close to that of the population average. Two study models were defined. In the first study, the purpose was to verify the influence of the level of aerobic fitness in the cardiac autonomic modulation of young sedentary individuals by means of the analysis of the HR and HRV in rest conditions and the OP. 24 healthy, non-obese male individuals aged from 18 to 29 years old took part in this study. They were allocated in two groups, according to the  $\text{VO}_2$  peak, measured by means of the cardiopulmonary test: high peak  $\text{VO}_2$  with mean values of  $44.2 \pm 4.8$  ml/kg/min ( $n=11$ ) and low peak  $\text{VO}_2$  values of  $33.8 \pm 4.2$  ml/kg/min ( $n=13$ ). There was significant difference between the groups only in the HRV indexes in the domain of the frequency at rest. The individuals with high peak  $\text{VO}_2$  presented higher HFnu values and lower LFnu values and LF/HF ratio, which suggests greater vagal activity and lesser sympathetic activity at rest. There were no differences in the variables regarding the peak  $\text{VO}_2$  in the OP. The study suggests that the level of aerobic fitness influences the HRV in sedentary individuals in rest condition, but not in OP. The second study made it possible to compare individuals with similar levels of aerobic fitness, which allowed to determine the capacity of the physical activity to modify the cardiac autonomic modulation, minimizing the influence of the aerobic fitness factor. The purpose of this study was to verify the influence of the level of physical activity in the HR and HRV at rest and during the OP in young, healthy individuals with similar aerobic fitness. The sample was composed of 34 individuals, limited by peak  $\text{VO}_2$ . The subjects were divided - according to the level of usual physical activity - into three groups: sedentary, low physical activity levels and moderate, according to the gross values of the physical activity/sport domain of the Baecke Questionnaire. The results suggest that low and moderate intensity level of physical activity do not influence the HRV in the rest condition and in OP in young, healthy individuals with similar mean values of peak  $\text{VO}_2$  which are close to the population average. However, a non-significant tendency to a greater vagal withdrawal and sympathetic activation in the OP was observed in the sedentary individuals in relation to the active ones. Thus, it is important to isolate the effect of the level of aerobic fitness and of the physical activity in the studies involving HRV in healthy youngsters, as such factors can modify it in different ways in static and dynamic physiological conditions.

Key-words: Heart rate variability, aerobic fitness, level of physical activity, orthostatic posture, cardiac autonomic modulation.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
CONTEXTUALIZAÇÃO.....	11
Modulação autonômica cardíaca.....	12
Variabilidade da frequência cardíaca.....	13
Influência do nível de atividade física e aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca.....	14
<b>ESTUDO I</b> “Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca em supino e na postura ortostática em jovens saudáveis”.....	17
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	19
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
Sujeitos.....	21
Procedimentos e Medidas.....	22
Avaliação antropométrica.....	22
Nível de atividade física.....	22
Mensuração da Pressão arterial.....	22
Nível de aptidão aeróbia.....	23
Análise da FC e VFC.....	23
Protocolo experimental.....	24
TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	25
RESULTADOS.....	25
Características da amostra.....	25
Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca em repouso.....	26
Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca na postura ortostática.....	27
DISCUSSÃO.....	29
LIMITAÇÃO.....	33
CONCLUSÃO.....	34
<b>ESTUDO II</b> “Efeito do nível de atividade física na modulação autonômica	35

cardíaca em supino e na postura ortostática em jovens saudáveis”.....	
RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
Sujeitos.....	39
Procedimento experimental.....	40
Avaliação inicial.....	40
Aplicação do questionário de nível de atividade física de Baecke.....	41
Coleta de dados em repouso.....	41
Coleta de dados na postura ortostática.....	41
Teste Cardiopulmonar.....	42
Análise da FC e VFC.....	42
Designação dos grupos experimentais.....	43
TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	43
RESULTADOS.....	44
Características da amostra.....	44
Influência do nível de atividade física na modulação autonômica cardíaca	45
em repouso.....	
Influência do nível de atividade física na modulação autonômica cardíaca	46
na postura ortostática.....	
DISCUSSÃO.....	47
LIMITAÇÃO.....	51
CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	54
ANEXOS.....	60
Anexo A: Parecer do comitê de ética em pesquisa.....	62
Anexo B: Termo de Consentimento Livre e esclarecido.....	64
Anexo C: Ficha de Avaliação Fisioterapêutica Aplicada à Cardiologia.....	67
Anexo D: Questionário de Atividade física de Baecke.....	73



### **Modulação autonômica cardíaca**

O equilíbrio interno do organismo é controlado pelo sistema nervoso autônomo (SNA), através de repostas automáticas e involuntárias com o intuito de restabelecer a funcionalidade e a homeostasia do meio interno. O SNA é constituído de duas subdivisões com funções antagônicas: o sistema nervoso simpático e o sistema nervoso parassimpático ou vagal (HAINSWORTH, 1995).

A atividade vagal no sistema cardiovascular é benéfica, pois diminuiu o trabalho cardíaco e a demanda de oxigênio pelo miocárdio, através da redução da Frequência cardíaca (FC) e da contratilidade do miocárdio (LEWIS et al, 2001). Em contrapartida, os efeitos da ação simpática prolongada no coração são deletérios. Estudos experimentais sugerem que altos níveis de noradrenalina resultam em efeitos citotóxicos e hipertróficos no sistema cardiovascular (COMMUNAL et al 1999; MANN et al, 1992).

A FC intrínseca do coração, na ausência de influência neurohumoral, é de cerca de 100 a 120 bpm. As alças autonômicas atuam em sincronia no nó sinoatrial (NSA) a fim de regular a FC, sendo que em repouso há um predomínio da ação vagal a fim de reduzir os batimentos cardíacos. A estimulação vagal no NSA tem um período de latência curto, cerca de 400 ms, o que gera um pico de resposta vagal no primeiro ou segundo batimento após o estímulo. Logo depois, rapidamente a FC retorna aos seus níveis iniciais, sendo restaurada em menos de 5 segundos. Em contrapartida, o estímulo simpático tem um período de latência maior do que 5 segundos, seguido por um progressivo aumento da FC que atinge um platô em 20 a 30 segundos (HAINSWORTH, 1995).

Disfunções no balanço autonômico associadas ao aumento do tônus simpático e redução do vagal têm uma forte implicação na patofisiologia das arritmias e morte cardíaca súbita (TASK FORCE, 1996). Ferramentas que possibilitam um estudo quantitativo da atividade autonômica cardíaca têm sido estudadas a fim de auxiliar na detecção precoce e estratificação de risco para doenças cardiovasculares (SZTAJZEL, J, 2004).

## Variabilidade da frequência cardíaca

A Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma ferramenta de análise da modulação autonômica cardíaca não invasiva, simples e acessível que tem sido amplamente focada nas últimas décadas em pesquisas e estudos clínicos (TASK FORCE, 1996).

A VFC é determinada pelas flutuações periódicas dos iNN (intervalos entre os complexos QRS adjacentes originados da despolarização sinusal) e reflete a interação das alças simpato-vagal no NSA. A mensuração da VFC pode ser representada através de registros de longa duração (24 horas-Holter) ou de curta duração (5 minutos). A VFC pode ser analisada por meio de modelos de análise linear (Domínio do tempo e da frequência) e não linear (Modelos geométricos, Teoria do caos). (TASK FORCE, 1996)

Os estudos no domínio do tempo podem ser realizados por meio de cálculos estatísticos ou geométricos, os quais buscam avaliar a variabilidade absoluta dos iNN. A análise no domínio do tempo mais utilizada é o método estatístico calculado a partir da mensuração direta do iNN ou derivado do cálculo das diferenças entre iNN consecutivos (TASK FORCE, 1996; SZTAJZEL, J, 2004). As variáveis mais utilizadas e recomendadas pelas Sociedades Européia e Norte Americana de Cardiologia são descritas na tabela 1.

Tabela 1. Análise da VFC no domínio do tempo

Variável	Unidade	Descrição
SDNN	ms	Desvio padrão dos iNN
RMSSD	ms	Raíz quadrada da média da diferença entre iNN consecutivos
NN50	ms	Número de intervalos nos quais a diferença entre iNN consecutivos é maior do que 50 ms
pNN50	%	Porcentagem dos iNN nos quais as diferenças sucessivas entre eles são maiores do que 50 ms

O SDNN reflete a participação de todos os componentes rítmicos responsáveis pela VFC, estando relacionado às contribuições de ambas as alças do

SNA sobre o NSA. As variáveis RMSSD, NN50 e pNN50 refletem as contribuições relacionadas à atuação vagal (TASK FORCE, 1996; HAINSWORTH, 1995).

A análise no domínio da frequência busca quantificar a magnitude das flutuação dos iNN em frequências específicas e podem ser realizadas a partir da decomposição da série temporal de iNN por meio de procedimentos matemáticos, como a Transformada rápida de Fourier (modelo não paramétrico) e análise autoregressiva (modelo paramétrico). Vários estudos com indivíduos saudáveis e animais identificaram três componentes espectrais principais que podem ser normalmente distinguidos na curva de densidade de potência espectral (TASK FORCE, 1996).

- a) Componente de alta frequência (HF) com faixa de variação de 0,15 a 0,40 Hz que corresponde a atividade vagal e a modulação respiratória (PAGANI et al, 1986; HAINSWORTH, 1995).
- b) Componente de baixa frequência (LF) com faixa de variação entre 0,04 a 0,15 Hz, resultado da ação conjunta das alças vagal e simpática, sendo o último predominante nessa banda de frequência (TASK FORCE, 1996; PAGANI et al, 1986; FURLAN et al, 2000; MELANIE & BILLMAN, 1999).
- c) Componente de muito baixa frequência (VLF) com variação de 0,003 a 0,04 Hz que ainda não apresenta interpretação fisiológica bem definida. Parece estar relacionada com a termorregulação, sistema renina-angiotensina-aldosterona e resposta vasomotora. (TASK FORCE, 1996; PAGANI et al, 1986).

### **Influência do nível de atividade física e aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca**

Há indícios na literatura de que a atividade física reduz a mortalidade e a incidência de eventos cardiovasculares, aumenta a capacidade física funcional, reduz fatores de risco e melhora a qualidade de vida (BUCH et al, 2002; ALMEIDA & ARAÚJO, 2003). Os mecanismos pelos quais o treinamento físico produz benefícios na mortalidade e doença cardiovascular incluem efeitos na pressão arterial, proteínas lipídicas, coagulação, densidade capilar muscular, miocárdica e atuação no SNA (BUCH et al, 2002; HAUTALA, 2004). A influência do SNA parece ser

importante devido à grande associação entre as disfunções autonômicas e mortalidade cardiovascular, particularmente em pacientes com Infarto agudo do miocárdio e Insuficiência cardíaca (SZTAJZEL, J, 2004).

A VFC tem sido amplamente utilizada para mensurar o controle autonômico em diversas condições fisiológicas como no repouso, durante e após a aplicação de um estímulo por meio de mudanças posturais e exercício físico dinâmico (SZTAJZEL, J, 2004; HEDELIN et al, 2000; SANDERCOCK & BRODIE, 2006).

Pesquisas têm sugerido que a modulação autonômica cardíaca é influenciada tanto pelo treinamento físico quanto pelo nível de aptidão aeróbia (Consumo de oxigênio máximo -  $VO_2$  max), sendo que na maioria dos estudos a análise da VFC é realizada em repouso (MELANSON, 2000; KAWAGUCHI et al, 2007; RENNIE et al, 2003; TULPPO et al, 2003). Contudo, ainda não é conclusivo o efeito específico do treinamento físico e do nível de aptidão aeróbia nos índices da VFC, seja em repouso ou em condições dinâmicas, como mudanças posturais ortostáticas (TULLPO et al, 1998; BRUNETTO et al, 2005; BYRNE et al, 1996; MARTINELLI et al, 2005; LOIMAALA et al, 2000; CATAI et al, 2002).

Estudos experimentais com gêmeos e familiares têm demonstrado que a VFC e o  $VO_2$  max sofrem forte influência genética (SINGH et al, 1999; KUPPER et al, 2004; SINNREICH, R, et al, 1999; BOUCHARD, C, et al, 1999; BOUCHARD & RANKINEN, 2001). Como o  $VO_2$  max é influenciado tanto por fatores genéticos, quanto por ambientais (BOUCHARD et al, 1999), o estudo da regulação autonômica controlando o fator aptidão aeróbia e o nível de atividade física, permite que se façam suposições quanto aos componentes inatos e adquiridos da modulação autonômica cardíaca (BUCHHEIT & GINDRE, 2006; HAUTALA, A, 2004).

Estudos recentes têm demonstrado que o nível de aptidão aeróbia é fator determinante da VFC, independente do nível de atividade física em indivíduos ativos e treinados (BUCHHEIT & GINDRE, 2006; HAUTALA ET AL, 2003; BOUTCHER & STEIN, 1995). Sendo assim, parece que há um componente ligado ao  $VO_2$  max, possivelmente genético, que pode explicar parcialmente a adaptação ao treinamento aeróbio. No entanto, são poucos os estudos que analisam as respectivas associações do nível de atividade física e aptidão aeróbia isoladamente na VFC. Sendo utilizado na maioria desses, indivíduos ativos, de meia idade, nas condições de repouso (BUCHHEIT & GINDRE, 2006; BOUTCHER & STEIN, 1995) e com



níveis de aptidão aeróbia acima da média populacional, o que dificulta a generalização dos resultados (BUCHHEIT & GINDRE, 2006).

Nesse contexto, o objetivo geral desse trabalho foi determinar as respectivas associações do nível de atividade física e aptidão aeróbia ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ) com a modulação autonômica cardíaca através da análise da FC e VFC em condições de repouso e na postura ortostática (PO) em indivíduos jovens, saudáveis e com aptidão aeróbia próxima à média populacional. Para isso foram realizados dois estudos:

- Estudo I “Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca em supino e na postura ortostática em jovens saudáveis”
- Estudo II “Efeito do nível de atividade física na modulação autonômica cardíaca em supino e na postura ortostática em jovens saudáveis”.

**ESTUDO I**

---

**INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE APTIDÃO AERÓBIA NA MODULAÇÃO  
AUTONÔMICA CARDÍACA EM SUPINO E NA POSTURA ORTOSTÁTICA EM  
JOVENS SAUDÁVEIS**

## RESUMO

A Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) permite um estudo não invasivo da interação simpato-vagal cardíaca através de análises dos iNN (intervalos entre os complexos QRS adjacentes originados da despolarização sinusal). Há estudos que observam influência da aptidão aeróbia (consumo de oxigênio máximo -  $\text{VO}_2 \text{ max}$ ) na modulação autonômica cardíaca, caracterizadas por aumento da atividade vagal e redução da atividade simpática em repouso. No entanto, há controvérsias e na maioria dos estudos que analisam o fator aptidão aeróbia na VFC, seja em repouso ou em manobras de postura ortostática (PO), o nível de atividade física dos sujeitos não são bem caracterizados ou a amostra é constituída de indivíduos treinados, nos quais a carga de treinamento tem influência direta sobre o  $\text{VO}_2 \text{ max}$ . Sendo assim, o objetivo desse estudo é verificar a influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca de indivíduos jovens e sedentários, na situação de repouso e na PO através da análise da FC e VFC. Participaram do estudo 24 indivíduos saudáveis, não obesos, do gênero masculino, com idade de 18 a 29 anos que foram alocados em dois grupos de acordo com o nível de aptidão aeróbia ( $\text{VO}_2 \text{ pico}$ ) mensurado através do Teste Cardiopulmonar:  $\text{VO}_2 \text{ pico}$  alto com valores médios de  $44,2 \pm 4,8 \text{ ml/Kg/min}$  ( $n=11$ ) e  $\text{VO}_2 \text{ pico}$  baixo com valores de  $33,8 \pm 4,2 \text{ ml/Kg/min}$  ( $n=13$ ). Analisou-se a FC e VFC no domínio do tempo e da frequência na condição repouso e na PO. Não houve diferenças significativas quanto à idade, peso, altura, IMC e valores pressóricos entre os grupos. Os valores de % gordura corporal apresentaram-se significativamente maiores no grupo com  $\text{VO}_2 \text{ pico}$  baixo. Houve diferença significativa entre os grupos apenas nos índices da VFC no domínio da frequência em repouso, sendo que os indivíduos com  $\text{VO}_2 \text{ pico}$  alto apresentaram maiores valores de HFnu, e menores valores de LFnu e relação LF/HF, o que sugere maior atividade vagal e menor atuação simpática em repouso. Não houve diferenças nas variáveis quanto ao  $\text{VO}_2 \text{ pico}$  na PO. O estudo sugere que o nível de aptidão aeróbia é determinante da VFC em indivíduos sedentários na condição de repouso, mas não na PO. Sendo assim, é importante isolar o efeito do nível de aptidão aeróbia e da atividade física nos estudos envolvendo a VFC em jovens saudáveis, pois esses fatores podem modificá-la de diferentes maneiras em condições fisiológicas estáticas e dinâmicas.

Palavras-chave: Variabilidade da frequência cardíaca, aptidão aeróbia, nível de atividade física, postura ortostática, modulação autonômica cardíaca.

## ABSTRACT

The Heart Rate Variability (HRV) allows a non-invasive study of the sympathetic-vagal interaction through the analysis of the NNi (intervals between the QRS complex originated from the sinus depolarization). There are studies which analyze the influence of aerobic fitness (maximum oxygen consumption -  $VO_{2\text{ max}}$ ) in the cardiac autonomic modulation, characterized by the increase of vagal activity and the reduction of the sympathetic nerve activity at rest. However, there are controversies and in most of the studies that analyze the aerobic fitness factor in the HRV, be it at rest or in orthostatic posture (OP) maneuvers, the level of physical activity of the subjects is not well characterized or the sample is composed of trained individuals in whom the training load has direct influence on the  $VO_{2\text{ max}}$ . This way, the purpose of this study is to verify the influence of the level of aerobic fitness in the cardiac autonomic modulation of young and sedentary individuals at rest and in the OP through the analysis of the HR and HRV. 24 healthy, non-obese male individuals aged from 18 to 29 years old took part in this study, and they were allocated in two groups according to the level of aerobic fitness ( $VO_{2\text{ peak}}$ ) measured by means of the cardiopulmonary test: high peak  $VO_{2\text{ peak}}$  with mean values of  $44.2 \pm 4.8$  ml/kg/min ( $n=11$ ) and low peak  $VO_{2\text{ peak}}$  with values of  $33.8 \pm 4.2$  ml/kg/min ( $n=13$ ). The HR and the HRV in the time domain and of the frequency were analyzed, in the rest condition and in the OP. There were no significant differences regarding age, weight, height, body mass index (BMI) and blood pressure values between the groups. The values of percentual body fat were significantly higher in the group with low peak  $VO_{2\text{ peak}}$ . There was significant difference between the groups only in the indexes of the HRV in the domain of the frequency at rest, and the individuals with high peak  $VO_{2\text{ peak}}$  presented higher HFnu values and lower LFnu values as well as LF/HF ratio, which suggests greater vagal activity and less sympathetic activity at rest. There were no significant differences in the variables regarding the  $VO_{2\text{ peak}}$  in the OP. The study suggests that the level of aerobic fitness is determining of the HRV in sedentary individuals at rest, but not in the OP. Thus, it is important to isolate the effect of the level of aerobic fitness and of the physical activity in the studies involving the HRV in healthy youngsters as such factors can modify it in different ways in static and dynamic physiological conditions.

Key-words: Heart rate variability, aerobic fitness, level of physical activity, orthostatic posture, cardiac autonomic modulation.

## Introdução

A frequência cardíaca (FC) intrínseca é modulada pela ação antagônica das alças vagal e simpática do sistema nervoso autônomo (SNA). Na condição de repouso há um predomínio da alça vagal no nó sinoatrial (NSA) (HAINSWORTH, 1995). Na postura ortostática (PO) ocorre redução do retorno venoso e da pressão arterial que gera uma resposta aguda de taquicardia induzida pela ativação simpática e retirada vagal mediados pelo baroreflexo arterial e receptores cardiopulmonares (COOPER & HAINSWORTH 2002).

A Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem sido uma das ferramentas utilizadas para mensurar a modulação autonômica cardíaca em várias condições fisiológicas, seja estática ou dinâmica, como aquelas que envolvem complexas redes neurais como mudanças posturais e exercício físico (TULPPO et al, 1998; TASK FORCE, 1996; HEDELIN et al, 2001). A VFC baseia-se na análise dos iNN (intervalos entre os complexos QRS adjacentes originados da despolarização sinusal) por meio de métodos de análise no domínio do tempo e da frequência. A redução da VFC está associada com desequilíbrios autonômicos e tem sido utilizada como instrumento de avaliação e prognóstico de doença e morte cardiovascular (SZTAJZEL, J, 2004; TASK FORCE, 1996).

Parece que o nível de aptidão aeróbia, mensurado através do consumo de oxigênio máximo ( $VO_2$  max) tem influência na VFC. Há estudos com indivíduos fisicamente ativos que observam correlação positiva entre a VFC e o  $VO_2$  max, sendo que a maioria desses estudos focam a análise da VFC em condições de repouso (HAUTALA et al, 2003; KAWAGUCHI et al, 2007; BUCHHEIT & GINDRE 2006). BUCHHEIT & GINDRE (2006) observaram associação positiva entre  $VO_2$ max e VFC em repouso, independente do nível de atividade física, em indivíduos ativos, de meia-idade, envolvendo amostra de sujeitos com  $VO_2$ max excelente.

Na PO há estudos com indivíduos ativos e atletas que demonstram que o incremento do  $VO_2$  max associado com a prática de atividade física gera modificações na VFC durante manobras posturais caracterizadas por diminuição da resposta simpática (HEDELIN et al, 2001) associadas ao aumento da atividade vagal (LEE et al, 2003) após período de estabilização na PO. No entanto, alguns estudos não observaram associações da VFC na PO com o  $VO_2$  max (MARTINELLI et al, 2005; BRUNETO et al, 2005) e até sugerem que atletas com nível de treinamento e

VO<sub>2</sub> max elevado podem demonstrar mecanismos de adaptação à PO comprometido e desenvolverem intolerância ortostática (RAVEN & PAWELCZYK, 1993; LIGHTFOOT et al, 1989; SHI et al, 1995).

Na maioria dos estudos que analisam o fator aptidão aeróbia na VFC, seja em repouso ou na PO, o nível de atividade física dos sujeitos não é bem caracterizado ou a amostra é constituída de indivíduos treinados, nos quais a carga de treinamento tem influência direta no incremento do VO<sub>2</sub> max (TULLPO et al, 1998; BRUNETTO et al, 2005; MARTINELLI et al, 2005; HEDELIN et al, 2001, LEE et al, 2003).

A influência do nível de aptidão aeróbia em sujeitos jovens e sedentários ainda não é bem conhecida. A proposta do nosso estudo foi testar a hipótese de que indivíduos jovens e sedentários com alto VO<sub>2</sub> max apresentam maior atividade vagal e menor ativação simpática na condição de repouso e PO quando comparados com indivíduos com baixo VO<sub>2</sub> max. Com isso, o objetivo desse estudo foi analisar a influência do nível de aptidão aeróbia na VFC em sujeitos jovens, saudáveis e sedentários em situações de repouso e PO.

## **Métodos**

### Sujeitos

Vinte e quatro indivíduos jovens, saudáveis, do gênero masculino, com idade de 18 a 29 anos e sedentários foram selecionados para participar do estudo. Todos os participantes contemplavam os seguintes critérios de inclusão: Ausência de alterações do ritmo cardíaco, hipertensão arterial sistêmica, obesidade, tabagismo, história de doenças cardiovasculares e limitações osteomioarticulares. Não faziam uso de qualquer tipo de medicamento e não praticavam atividade física sistematizada regularmente nos últimos 3 meses antes do início do estudo. Esses indivíduos foram alocados em dois grupos de acordo com o nível de aptidão aeróbia (VO<sub>2</sub> pico) calculado por meio da mediana do grupo (mediana = 37,8 ml/Kg/min), sendo delimitado um grupo com VO<sub>2</sub> pico alto com valores acima da mediana e um grupo com VO<sub>2</sub> pico baixo, com valores abaixo.

Todos os voluntários foram orientados a respeito de sua participação no estudo. Após concordarem em participar da pesquisa, assinaram o Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora.

### Procedimentos e Medidas

Inicialmente, todos os voluntários realizaram anamnese e monitorização eletrocardiográfica de 12 derivações (Miniscope II, Instramed). Logo depois, todos os participantes realizaram avaliação antropométrica, e foram submetidos à aplicação de um questionário para mensuração do nível de atividade física, seguido do protocolo experimental e Teste Cardiopulmonar.

#### Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica consistiu na mensuração da massa corporal e da estatura, seguida do cálculo do índice de massa corporal (IMC). As dobras cutâneas (peito, abdômen e coxa) foram mensuradas pelo adipômetro (Lange) para cálculo do percentual de gordura corporal (% GC) (Jackson & Pollock, 1978).

#### Nível de atividade física

O questionário de Baecke, na forma de entrevista individualizada, foi utilizado para mensurar o nível de atividade física. (BAECKE et al, 1982; FLORINDO & LATORRE, 2003). O questionário permite a obtenção de escores do nível de atividade física habitual em três domínios: ocupacional, exercício físico/esporte, lazer/locomoção. O domínio exercício físico/esporte foi expresso por seus valores brutos que consideram intensidade, duração e frequência. Quanto maior o escore alcançado no questionário, maior o nível de atividade física.

#### Mensuração da pressão arterial (PA)

A PA foi mensurada de forma indireta por meio do método auscultatório com o esfigmomanômetro de mercúrio (TAKAOKA) após 15 minutos em repouso no protocolo experimental. A pressão arterial sistólica (PAS) foi observada no ponto correspondente ao primeiro ruído audível (fase 1 dos sons de Korotkoff) e a pressão

arterial diastólica (PAD) foi considerada no ponto de cessação dos ruídos (fase 5 dos sons de Korotkoff), seguindo as recomendações do Seventh Report of the joint national committee on the prevention, Detection, Evaluation, and treatment of High Blood Pressure (2003).

### Nível de aptidão aeróbia

Realizou-se o Teste cardiopulmonar máximo (TCPM) em bicicleta ergométrica (ERGOFIT, ergo 167 cycle), seguindo um protocolo incremental, sendo a potência inicial de 25 W e o incremento de 25 W/min, com manutenção de 50 a 60 rotações por minuto (rpm). A coleta e análise de gases expirados foi realizada continuamente, pelo analisador metabólico VO2000 (MedGraphics, EUA) calibrado no modo automático antes de cada teste. O consumo de oxigênio e demais variáveis foram amostradas em intervalos de 20 s. A partir do TCPM identificou-se o VO<sub>2</sub> pico para agrupamento dos voluntários. O TCPM foi considerado máximo quando se observavam as condições: nível de percepção de esforço 9-10 na escala de 10 pontos de Borg, quociente respiratório > 1,1, alcance de, pelo menos, 85% FC máxima prevista pela idade.

### Análise da FC e VFC

Os dados registrados no Cardíofrenqüencímetro Polar RS810 foram transferidos para o computador por meio de interface com dispositivo infra-vermelho. Os iNN registrados no Polar foram inicialmente processados pelo Software Polar Precision Performance (Polar Finland) que permite filtragem automática dos dados pelo método baseado em mediana e média móvel, seguida de correção dos artefatos identificados mantendo o mesmo coeficiente diferencial. Os registros dos dados da amostra apresentavam menos do que 2% erro. A análise no domínio da frequência foi realizada utilizando-se o *software Advanced Heart Rate Variability Analysis* (NISKANEN et al, 2004) por meio de um algoritmo não-paramétrico baseado na Transformada Rápida de Fourier, após remoção de tendência (smooth prior) e reamostragem dos dados a 4 Hz, usando *splines* cúbicas (TARVEINEN et al, 2002). A partir do espectro de potência foi calculado em unidades normalizadas (nu): o componente de baixa frequência (LF; 0,04-0,15 Hz), relacionada aos mecanismos



barorreflexos e indicadora de predomínio simpático; o componente de alta frequência (HF; 0,15-0,40 Hz), relacionada à atividade vagal; e a relação LF/HF, que caracteriza o balanço simpato-vagal (PAGANI et al, 1986).

No domínio do tempo, foram utilizados os seguintes índices: SDNN (desvio padrão dos iNN), RMSSD (Raíz quadrada da média da diferença entre iNN consecutivos) e pNN50 (Porcentagem dos iNN nos quais as diferenças sucessivas entre eles são maiores do que 50 ms). O SDNN reflete a participação de todos os componentes rítmicos responsáveis pela VFC, enquanto que a RMSSD e pNN50 refletem as contribuições relacionadas à atuação vagal (TASK FORCE, 1996).

A FC e VFC foram analisadas nos últimos 5 minutos do período de repouso e da PO, quando as variáveis já se encontram estabilizadas. A diferença entre os valores na PO e em repouso será calculado como delta ( $\Delta$ ).

### Protocolo experimental

A coleta de dados foi realizada no período da manhã, em local silencioso e temperatura ambiente, após uma refeição leve há pelo menos uma hora antes da coleta. Os voluntários foram familiarizados com o protocolo no dia da coleta e orientados a não consumir bebidas que contenham cafeína no dia da coleta; a não ingerir álcool e não realizar atividade física vigorosa vinte e quatro horas antes do protocolo experimental.

O voluntário permaneceu na posição supina em repouso por 15 minutos em respiração espontânea, sendo a FC registrada pelo cardiofrequencímetro Polar RS810. Também foi mensurada a PA logo após o repouso na posição supina.

Após a coleta em repouso, o indivíduo foi orientado a ficar na PO mantendo a postura ereta sem apoio, por 10 minutos, em respiração espontânea. A manobra postural ortostática (MPO) foi realizada logo após as medidas de repouso na maca, mediante treinamento prévio, de forma orientada e padronizada em três tempos: rolamento para decúbito lateral com semi-flexão das pernas, postura sentada e adoção da postura ereta.

## Tratamento estatístico

Os dados foram descritos como média  $\pm$  desvio padrão. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a distribuição dos dados. O teste  $t$  de Student para amostras independentes foi utilizado para identificar as possíveis diferenças entre os grupos nas variáveis paramétricas. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para identificar as possíveis diferenças entre os grupos nas variáveis não paramétricas. Para identificar possíveis diferenças, dentro do grupo, entre o repouso e a PO utilizou-se teste  $t$  de Student para amostras dependentes ou Wilcoxon de acordo com a distribuição dos dados. As análises foram realizadas pelo programa STATISTICA (versão 5.0). Para todas as análises, foi considerado significativamente diferente quando obtido valor de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

### Características da amostra

Os dados antropométricos, os valores pressóricos e os níveis de aptidão aeróbia e atividade física estão descritos na Tabela 1. Não houve diferenças significativas, entre os grupos, quanto à idade, peso, altura, IMC e valores pressóricos em repouso. Os valores de % GC apresentaram-se significativamente maiores no grupo com VO<sub>2</sub> pico baixo quando comparado ao grupo VO<sub>2</sub> pico alto. O nível de atividade física habitual avaliado pelo valor bruto exercício físico/esporte e pelo somatório da atividade ocupacional e lazer/locomoção foram semelhantes entre os grupos.

**Tabela 1** - Dados antropométricos, valores pressóricos, nível de aptidão aeróbia e atividade física (Média  $\pm$  Desvio padrão)

Variáveis	VO <sub>2</sub> pico Alto (N=11)	VO <sub>2</sub> pico Baixo (N=13)	P
Idade (anos)	22 $\pm$ 1,4	22 $\pm$ 2,5	0,871
Peso (Kg)	72 $\pm$ 7,9	75 $\pm$ 6,2	0,369
Altura (m)	1,76 $\pm$ 0,05	1,75 $\pm$ 0,07	0,868
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23 $\pm$ 2,7	24 $\pm$ 2,0	0,286
Gordura (%)	9,7 $\pm$ 3,6	15,7 $\pm$ 3,6 *	<0,000 *
Pressão arterial sistólica (mmHg)	118 $\pm$ 9,3	120 $\pm$ 9,4	0,585
Pressão arterial diastólica (mmHg)	71 $\pm$ 6,7	74 $\pm$ 9,1	0,343
VO <sub>2</sub> pico (ml/kg/min)	44,2 $\pm$ 4,8	33,9 $\pm$ 4,3 *	<0,000 *
$\Sigma$ Ativ. Ocupacional e Lazer/ Locomoção	5,2 $\pm$ 0,8	5,1 $\pm$ 0,7	0,778
Valor Bruto Exercício Físico/ Esporte	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	

\* ( $p \leq 0,05$ )

#### Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca em repouso

A FC de repouso foi semelhante entre os grupos. Os índices da VFC no domínio do tempo SDNN, RMSSD e pNN50 não foram significativamente diferentes entre os grupos. No domínio da frequência o HFnu foi significativamente maior, o LFnu e a razão LF/HF foram significativamente menores no grupo VO<sub>2</sub> pico alto quando comparado ao grupo VO<sub>2</sub> pico baixo (Tabela 2).

**Tabela 2** – Frequência cardíaca e índices da variabilidade da frequência cardíaca em repouso no domínio do tempo e da frequência dos grupos (Média  $\pm$  Desvio padrão)

Variáveis	VO <sub>2</sub> pico Alto	VO <sub>2</sub> pico Baixo	P
FC (bpm)	64 $\pm$ 12,6	67 $\pm$ 8,7	0,439
SDNN (ms)	64,4 $\pm$ 15,6	64,8 $\pm$ 24,4	0,961
RMSSD (ms)	70,4 $\pm$ 28,7	59,1 $\pm$ 26,4	0,326
pNN50 (%)	40,4 $\pm$ 19	28,7 $\pm$ 17	0,125
HF (nu)	54,9 $\pm$ 15,3	39,0 $\pm$ 20,7 *	0,047*
LF (nu)	45,1 $\pm$ 15,3	60,9 $\pm$ 20,7 *	0,047*
LF/HF	0,9 $\pm$ 0,6	2,4 $\pm$ 1,9 *	0,026*

\* ( $p \leq 0,05$ )

#### Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca na PO

Houve modificações na PO em relação ao repouso nos indivíduos do mesmo grupo, sendo observado redução significativa nas variáveis pNN50, RMSSD e componente espectral HF nu associado a aumento na FC, no componente espectral LF nu e razão LF/HF (Tabela 3). Porém, essas oscilações autonômicas observadas através da análise da VFC e FC foram semelhantes entre os grupos com diferentes níveis de aptidão aeróbia (Tabela 4). Quando calculado os deltas, o grupo VO<sub>2</sub> pico alto apresentou maior  $\Delta$  - HF e  $\Delta$  LF nu em relação ao grupo VO<sub>2</sub> pico baixo (Tabela 5).

**Tabela 3** – Frequência cardíaca e índices da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e da frequência no repouso e PO dentro do mesmo grupo (Média ± Desvio padrão).

Variáveis	VO <sub>2</sub> pico Alto Repouso	VO <sub>2</sub> pico Alto PO	VO <sub>2</sub> pico Baixo Repouso	VO <sub>2</sub> pico Baixo PO
FC (bpm)	64 ± 12,6	84,4 ± 10,2*	67 ± 8,7	89,4 ± 8,5*
RMSSD (ms)	70,4 ± 28,7	30,8 ± 10,7*	59,1 ± 26,4	25,1 ± 9,3*
pNN50 (%)	40,4 ± 19	10,6 ± 8,1*	28,7 ± 17	5,9 ± 4,9*
HF (nu)	54,9 ± 15,3	17,6 ± 8,3*	39,0 ± 20,7	15,5 ± 10,9*
LF (nu)	45,1 ± 15,3	82,3 ± 8,3*	60,9 ± 20,7	84,5 ± 10,9*
LF/HF	0,9 ± 0,6	6,8 ± 6,6*	2,4 ± 1,9	7,8 ± 4,4*

\* Diferença significativa da PO para repouso dentro do grupo ( $p \leq 0,05$ )

**Tabela 4** – Frequência cardíaca e índices da variabilidade da frequência cardíaca durante PO no domínio do tempo e da frequência entre os grupos (Média ± Desvio padrão).

Variáveis	VO <sub>2</sub> pico Alto	VO <sub>2</sub> pico Baixo	<i>P</i>
FC (bpm)	84,4 ± 10,2	89,4 ± 8,5	0,209
SDNN (ms)	55,4 ± 15,4	47,6 ± 14,6	0,218
RMSSD (ms)	30,8 ± 10,7	25,1 ± 9,3	0,177
pNN50 (%)	10,6 ± 8,1	5,9 ± 4,9	0,099
HF (nu)	17,6 ± 8,3	15,5 ± 10,9	0,192
LF (nu)	82,3 ± 8,3	84,5 ± 10,9	0,192
LF/HF	6,8 ± 6,6	7,8 ± 4,4	0,192

\* ( $p \leq 0,05$ )

**Tabela 5** – Valores dos deltas da Freqüência cardíaca e índices da variabilidade da freqüência cardíaca no domínio do tempo e da freqüência entre os grupos (Média  $\pm$  Desvio padrão)

Variáveis	V <sub>O</sub> <sub>2</sub> pico Alto	V <sub>O</sub> <sub>2</sub> pico Baixo	P
$\Delta$ FC (bpm)	20,6 $\pm$ 6,4	22,1 $\pm$ 7,5	0,602
$\Delta$ SDNN (ms)	- 9,0 $\pm$ 15,5	-17,2 $\pm$ 20,2	0,284
$\Delta$ RMSSD (ms)	- 39,6 $\pm$ 25,7	- 34,0 $\pm$ 23,0	0,580
$\Delta$ pNN50 (%)	- 29,8 $\pm$ 16,8	- 22,7 $\pm$ 14,5	0,277
$\Delta$ HF (nu)	- 37,3 $\pm$ 15,5	- 23,5 $\pm$ 16,6 *	0,049*
$\Delta$ LF (nu)	37,3 $\pm$ 15,5	23,5 $\pm$ 16,6 *	0,049*

\* ( $p \leq 0,05$ )

## Discussão

Nosso estudo possibilitou a análise da influência do nível de aptidão aeróbia na VFC, na situação de repouso e PO, por meio do agrupamento de indivíduos sedentários a fim de minimizar possíveis interferências do estilo de vida e do nível de atividade física nos resultados. No estudo em questão observou-se que o nível de aptidão aeróbia é fator determinante da VFC em indivíduos jovens sedentários na condição de repouso, sendo que não foram observadas diferenças na modulação autonômica cardíaca na PO entre os grupos com diferentes níveis de aptidão aeróbia.

### Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca em repouso

Nosso estudo observou que indivíduos sedentários com alto nível de aptidão aeróbia apresentam diferenças significativas na VFC apenas no domínio da freqüência, apresentando maiores índices de HF nu, e menores índices de LF nu e razão LF/HF, o que sugere maior atividade vagal associada a menor prevalência simpática no sistema cardiovascular em repouso (TASK FORCE, 1996; PAGANI et

al, 1986). A diferença não foi observada na FC repouso e na VFC no domínio do tempo coletada no período de 5 minutos, talvez pelo fato de que a análise no domínio da frequência seja mais específica e sensível para captar pequenas mudanças nas flutuações autonômicas cardíacas (TASK FORCE, 1996, HEDELIN et al, 2001).

A maioria dos estudos que observam correlação entre altos níveis de aptidão aeróbia e aumento da atividade vagal em repouso apresentam influência da carga de treinamento na VFC. Há estudos transversais ou longitudinais com sujeitos ativos ou atletas que apresentam agregados a alto  $\text{VO}_2$  máximo, uma determinada carga de treinamento (MELANSON et al, 2000; KAWAGUCHI et al, 2007, HAUTALA et al, 2003).

Há teorias que sugerem uma influência genética na VFC através de estudos com gêmeos e familiares que varia de 13 a 48% (SINGH et al, 1999; KUPPER et al, 2004; SINNREICH, R, et al, 1999). Hautala et al (2003) observaram em homens jovens após treinamento físico, correlação positiva entre a modulação vagal em repouso e o incremento na aptidão aeróbia ( $\text{VO}_2$  pico), sendo os sujeitos submetidos a uma mesma carga de treinamento. BOUTCHER & STEIN (1995) observaram que treinamento aeróbio em indivíduos de meia idade não alterou a VFC, contudo, os indivíduos que apresentaram maiores incrementos no  $\text{VO}_2$  pico correlacionaram-se com os maiores valores da VFC em repouso. Portanto, parecer haver um fator genético que pode explicar parcialmente a adaptação ao treinamento aeróbio. No entanto, a influência do nível de aptidão aeróbia em sujeitos sedentários ainda não é bem conhecida.

Nosso estudo observou que o nível de aptidão aeróbia é fator determinante da VFC em indivíduos jovens sedentários em condição de repouso. Sendo assim, reforça a conclusão de BUCHHEIT & GINDRE (2006), cujo trabalho observou que a VFC no domínio do tempo e da frequência em repouso apresentou correlação positiva com o nível de aptidão aeróbia, independente da carga de treinamento. No entanto, BUCHHEIT & GINDRE analisaram indivíduos ativos de meia idade em dois grupos, sendo o grupo  $\text{VO}_2$  max alto com valores acima do percentil 90 para a população estudada (ACSM, 2000). A amostra do nosso estudo permite sugerir que essas diferenças autonômicas mantêm-se em indivíduos sedentários, mesmo com níveis de aptidão aeróbia menores, mais próximos da média populacional, já que o nosso grupo apresenta valores de  $\text{VO}_2$  pico médio entre 44 a 34 ml/Kg/min.

A amostra do nosso estudo era formada por indivíduos saudáveis com características físicas e de aptidão aeróbia próximas à média populacional. Apresentavam mesma idade, mesmo peso, altura, IMC e mesmo nível de atividade física, sendo assim as diferenças autonômicas não se devem a esses fatores que são variáveis que podem influenciar na VFC em repouso (PASCHOAL et al, 2006; BYRNE et al, 1996; TULPPO et al, 1998). Na avaliação física houve diferença significativa apenas no %GC, sendo que o grupo com VO<sub>2</sub> pico alto apresentou menor % GC em relação ao grupo VO<sub>2</sub> pico baixo. Há relatos na literatura de relação inversa entre nível de obesidade e ganho de peso com a VFC (BYRNE et al, 1996; PETERSON et al, 1988), sendo assim o fator % GC pode ter influenciado os resultados e contribuído com as diferenças autonômicas encontradas entre os grupos. Porém, a amostra em geral, inclusive a do grupo VO<sub>2</sub> pico baixo apresenta média dos níveis de % GC dentro dos limites de normalidade de acordo com a ACSM (2000).

Pode-se sugerir através do estudo que na ausência de atividade física para melhorar a função autonômica cardíaca, o alto nível de aptidão aeróbia parece estar associado com predomínio da atividade vagal em repouso, demonstrados através da análise da VFC no domínio da frequência. Esse fato associado à correlação inversa do nível de aptidão aeróbia com o % GC sugere que indivíduos sedentários com maiores VO<sub>2</sub> pico podem vir a se sobressair e maximizar os ganhos com o treinamento físico, por características inatas, como menor % GC e maior atividade vagal em repouso. Já o grupo com VO<sub>2</sub> pico baixo, talvez necessite de um treinamento com um volume e intensidade maior para conseguirem adquirir valores de VFC semelhantes.

#### Influência do nível de aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca na PO

A PO gera pequenas perturbações fisiológicas e respostas hemodinâmicas agudas a fim de estabilizar o sistema cardiovascular que têm sido estudadas através de manobras posturais ativas ou passivas (PASCHOAL et al, 2006; MARTINELLI et al, 2005; COOPER & HAINSWORTH 2002; HEDELIN et al, 2001). Durante a PO, baroreflexos arteriais afetam mudanças na função cardíaca via alterações cronotrópicas, inotrópicas e no calibre dos vasos periféricos através de alterações na regulação autonômica cardiovascular (RAVEN & PAWELCZYK, 1993).



Nos estudos que avaliam a modulação autonômica cardíaca na PO através da VFC, essa é analisada após o transiente inicial, com os dados estacionários, a fim de verificar a reorganização autonômica após estresse ortostático (KAMATH et al 1991; MARTINELLI et al 2005, HEDELIN et al, 2001; LEE et al, 2003), seguindo o modelo de análise do nosso estudo.

Pesquisas observaram através de análises de variáveis hemodinâmicas, bioquímicas e neurofisiológicas, que durante manobras de PO ocorre um incremento da atividade simpática e diminuição da atividade vagal cardíaca (FURLAN et al 2000, KAMATH et al 1991; MARTINELLI et al 2005). Esses achados também foram observados no nosso estudo com a presença de redução significativa nas variáveis de predomínio vagal, como pNN50, RMSSD e componente espectral HF nu associado a aumento na FC, no componente espectral LF nu e razão LF/HF, o que sugere um aumento da ativação simpática. Contudo, essas diferenças não foram significativas entre os grupos quanto ao nível de aptidão aeróbia.

Parece que apesar das diferenças na VFC em repouso entre os grupos, as respostas autonômicas durante a PO são similares. Quando analisados os deltas, observou-se que os indivíduos do grupo VO<sub>2</sub> alto apresentaram maiores valores de  $\Delta$  - HF e  $\Delta$  LF em relação ao grupo VO<sub>2</sub> baixo, o que caracteriza uma maior retirada vagal e resposta simpática na PO.

Estudos têm observado que o treinamento físico gera modificações no VO<sub>2</sub> max associados a alterações na VFC. Hedelin et al (2001) investigaram as mudanças no desempenho muscular e na aptidão aeróbia associadas com alterações na VFC, após sete meses de treinamento em indivíduos atletas e observaram que o componente LF foi menor após o treinamento na PO, sendo que o HF não se modificou, o que sugere uma menor resposta simpática no ortostatismo. Lee et al (2003) também observaram após treinamento físico de 2 semanas, menor resposta simpática associada a menor retirada vagal na PO.

As respostas autonômicas observadas nos estudos descritos acima diferem das encontradas no nosso estudo, no qual jovens sedentários com VO<sub>2</sub> alto apresentaram maior resposta simpática e retirada vagal na PO. No entanto, a amostra e o desenho dos estudos citados acima são diferentes e envolvem indivíduos fisicamente ativos, inclusive atletas durante a temporada de competição, o que pode explicar os resultados diferentes. Talvez em situações dinâmicas, onde há a necessidade de transição e ajustes autonômicos expressivos, o nível de atividade

física e a especificidade do treinamento podem gerar modificações nos mecanismos de regulação neurocardíaca associados a alterações em fatores periféricos e centrais (BUCHHEIT & GINDRE et al, 2006; HEDELIN et al, 2001; LEE et al, 2003).

Sendo assim, parece que alto nível de aptidão aeróbia em indivíduos sedentários gera benefícios autonômicos na situação de repouso, porém essa vantagem autonômica não é constatada na PO, na qual a regulação autonômica iguala-se aos indivíduos com baixa aptidão aeróbia.

### **Limitação**

Uma limitação do nosso estudo é o fato de que não houve mensuração dos níveis pressóricos na PO, o que agregaria informações sobre o controle cardíaco e a resistência vascular periférica (RVP) (LIGHTFOOT et al, 1989; RAVEN & PAWELCZYK, 1993). Cooper & Hainsworth (2002) sugerem que o baroreflexo e a sua ação sobre a RVP pode ser importante para a manutenção da pressão arterial durante a PO e que a falha desse mecanismo pode ser responsável pelas síncope ao longo da manobra. Brunetto et al (2005) não observaram diferenças na VFC durante PO entre grupos com diferentes níveis de aptidão aeróbia. Contudo, durante a PO, no grupo com alto nível de aptidão aeróbia, a PAD aumentou significativamente. LIGHTFOOT et al (1989) não observaram diferenças na tolerância ortostática e no baroreflexo entre grupo treinado e controle, no entanto quanto aos níveis pressóricos, a queda total da PAS durante PO foi maior no grupo controle do que no grupo treinado. Estudo sugere a identificação de uma redução na resposta vasoconstritora no pós treinamento, sendo esse um fator primário de mudança na tolerância a PO (RAVEN & PAWELCZYK, 1993).

A coleta da VFC de curta duração (5 minutos) utilizada no nosso estudo seguiu as recomendações do TASK FORCE (1996) em ambiente controlado e apresenta índices similares aos da coleta no período de 24 horas (Holter) (BIGGER et al, 1993). Porém, estudos sugerem que a análise da VFC de curta duração pode ser falha e não ser sensível o suficiente para identificar modificações na VFC em relação ao Holter (KIVINIEMI et al 2006; MIGLIARO et al, 2001). Estudo comparou o Polar com um sistema de coleta padrão ouro e seus respectivos softwares de análise da VFC e observou que houve uma boa correlação na aquisição do sinal entre os sistemas analisados (RADESPIEL-TROGER, M. et al, 2003). A maioria dos

estudos apresenta formas de coleta e análise da VFC distintas, o que pode dificultar a comparação e discussão dos achados. Dados de pesquisa recente observaram que o número de iNN registrados no Polar RS810 e no ECG tem boa correlação, mesmo após aplicação de um sistema de edição de dados. Sendo assim, concluem que o Polar RS810 pode oferecer um meio mais acessível e barato do que o ECG para registrar e editar os iNN para subsequente análise da VFC em população saudável (NUNAN et al, 2008).

## **Conclusão**

O estudo sugere que o nível de aptidão aeróbia é determinante da VFC em indivíduos jovens sedentários na condição de repouso, mas não na PO. Altos níveis de aptidão aeróbia parecem estar associados com maior atividade vagal e menor ação simpática em repouso, o que pode auxiliar e maximizar os ganhos com o treinamento físico. Porém, essa vantagem autonômica determinada pelo  $\text{VO}_2$  pico que se apresenta em repouso parece não se mostrar na PO. Sendo assim, é importante isolar o efeito do fator aptidão aeróbia e nível de atividade física nos estudos envolvendo a VFC, pois esses fatores parecem modificá-la de diferentes maneiras. No entanto, não é possível generalizar os resultados, pois a amostra foi bem limitada em indivíduos jovens saudáveis do gênero masculino. São necessários mais estudos em situações dinâmicas, como na PO e exercício físico, a fim de auxiliar na compreensão do efeito isolado do  $\text{VO}_2$  pico nos mecanismos autonômicos regulatórios.

**ESTUDO II**

---

**EFEITO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA NA MODULAÇÃO  
AUTONÔMICA CARDÍACA EM SUPINO E NA POSTURA  
ORTOSTÁTICA EM JOVENS SAUDÁVEIS**

## RESUMO

A influência do nível de atividade física e sua relação dose-resposta com a atividade autonômica cardíaca apresentam controvérsias na literatura. Há evidências de correlação positiva entre atividade vagal em repouso e nível de atividade física. Contudo, há pesquisas longitudinais e transversais que não detectaram mudanças na interação simpato-vagal cardíaca com a atividade física através da análise da Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em repouso e durante manobras de postura ortostática (PO). A maioria dos estudos analisa o efeito do nível de atividade física na VFC em condições de repouso e a influência da aptidão aeróbia inicial ( $VO_2$  pico) dos indivíduos não é analisada isoladamente, sendo esse um fator citado como determinante da VFC em alguns estudos. A comparação de indivíduos com nível de aptidão aeróbia semelhantes permite a determinação da capacidade da atividade física em modificar a regulação autonômica cardíaca, minimizando a influência do fator aptidão aeróbia. O objetivo deste estudo foi verificar a influência do nível de atividade física na FC e VFC em repouso e durante a PO em indivíduos jovens e saudáveis com aptidão aeróbia semelhante. Participaram do estudo 50 indivíduos jovens, saudáveis, não obesos, do gênero masculino, com idade de 18 a 29 anos, ativos ou sedentários por pelo menos 3 meses. A amostra final foi constituída de 34 indivíduos, limitados pelo  $VO_2$  pico, mensurado através do Teste Cardiopulmonar, para que fosse possível formar um grupo homogêneo quanto ao nível de aptidão aeróbia próximo à média populacional. Os sujeitos foram divididos de acordo com o nível de atividade física habitual em três grupos: sedentário (SED), nível de atividade física baixa (AFB) e moderada (AFM) de acordo com os valores brutos do domínio exercício físico/esporte do questionário de Baecke. A FC e VFC, no domínio do tempo e da frequência, foram analisadas nos últimos 5 minutos do período de repouso e da PO. Não houve diferenças significativas quanto à idade, IMC, % gordura corporal e  $VO_2$  pico da amostra (média  $\pm$  DP:  $45,9 \pm 6,3$  ml/kg/min) entre os grupos. Não se observaram diferenças significativas entre os grupos, nas variáveis FC e nos índices da VFC no domínio do tempo: SDNN, RMSSD, pNN50; e no domínio da frequência: HFnu, LFnu e razão LF/HF em repouso e na PO. Quando calculado o  $\Delta$  (diferença entre as variáveis na PO e em repouso) também não se observaram diferenças significativas entre os grupos. No entanto, observou-se uma tendência não significativa a valores de  $\Delta$  - HF e  $\Delta$  LF maiores nos indivíduos sedentários ( $p=0,14$  e  $p=0,13$  respectivamente). O estudo sugere que o nível de atividade física de intensidade baixa a moderada não altera a VFC na condição de repouso e PO em indivíduos jovens saudáveis com valores médios de  $VO_2$  pico similares e próximos à média populacional. No entanto, observou-se uma tendência a maior retirada vagal e ativação simpática na PO nos indivíduos sedentários em relação aos ativos.

Palavras-chave: Nível de atividade física, Variabilidade da frequência cardíaca, repouso, postura ortostática.

## ABSTRACT

The influence of the level of physical activity and its dose-response relationship with the cardiac autonomic activity present controversies in the literature. There is evidence of positive correlation between vagal activity when at rest and the level of physical activity. However, there are cross-sectional and longitudinal researches which have not identified changes in the sympathetic-vagal interaction with the physical activity by means of the analysis of the Heart Rate Variability (HRV) at rest and during maneuvers of orthostatic posture (OP). Most studies analyze the effect of the level of physical activity in the HRV in conditions of rest and the influence of the initial aerobic fitness ( $VO_2$  peak) of the individuals is not analyzed separately, being that a factor mentioned as domain of the HRV in some studies. The comparison of individuals with similar levels of aerobic fitness allow the definition of the physical activity capacity to change the cardiac autonomic regulation, minimizing the influence of the aerobic fitness factor. The purpose of this study was to verify the influence of the level of physical activity in the HR and HRV at rest and during the OP in young and healthy individuals with similar aerobic fitness. 50 healthy, non-obese male individuals aged from 18 to 29 years old, active or sedentary for at least 3 months, took part in this study. The final sample was composed of 34 individuals, limited by  $VO_2$  peak measured by means of the cardiopulmonary test so that it was possible to compose a homogeneous group. The subjects were divided according to the level of usual physical activity into three groups: sedentary (SED), low physical activity levels (LPA) and moderate (MPA) according to the gross values of the physical activity/sport domain of the Baecke Questionnaire. The HR and HRV, in time and frequency domain were analyzed in the 5 last minutes of the rest period and of the OP. There were no significant differences regarding age, body mass index (BMI), percentual body fat and  $VO_2$  peak of the sample (mean  $\pm$  SD:  $45.9 \pm 6.3$  ml/kg/min) between the groups. Significant differences were not observed between the groups in the HR and in the HRV indexes in the time domain: SDNN, RMSSD, pNN50; and in the frequency domain: HFnu, LFnu and LF/HF ratio at rest and in the OP. Also, significant differences were not observed when calculating the  $\Delta$  (difference between the variables in the OP and at rest) between the groups. However, a non-significant tendency to higher values of  $\Delta$  - HFnu and  $\Delta$  LFnu in sedentary individuals ( $p=0.14$  and  $p=0.13$  respectively) was observed. The study suggests that the level of physical activity of low to moderate intensity does not influence the HRV in the condition of rest and OP in young, healthy individuals with mean values of  $VO_2$  peak similar and close to the population average. However, the tendency to a greater vagal withdrawal and sympathetic activation was observed in the OP in the sedentary individuals in relation to active ones.

Key-words: level of physical activity, Heart rate variability, orthostatic posture.

## Introdução

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um instrumento não-invasivo que avalia a interação das alças do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o nódulo sinoatrial (NSA). A diminuição da VFC está relacionada a diversas morbidades, como obesidade (ZAHORSKA-MARKIEWICZ et al, 1993) e hipertensão arterial (MENEZES JÚNIOR et al, 2003), sendo preditor independente de mortalidade cardiovascular, principalmente em pacientes que sofreram infarto ou indivíduos com insuficiência cardíaca (SZTAJZEL, 2004; SANDERCOCK & BRODIE, 2006).

Há evidências de correlação positiva entre VFC em repouso e nível de atividade física em estudos longitudinais (TULPPO et al, 2003; HAUTALA, A, 2004) e transversais (KAWAGUCHI et al, 2007; MELANSON, 2000). Contudo, pesquisas não detectaram mudanças autonômicas com a atividade física através da análise da VFC em repouso, mesmo em indivíduos que apresentaram bradicardia de repouso (CATAI et al, 2002; MIGLIARO et al, 2001; LOIMAALA, 2000; TULPPO et al, 1998).

Estudos laboratoriais têm demonstrado que fatores genéticos podem ser os responsáveis pela grande variação interindividual da VFC (SINGH et al, 1999) e da aptidão aeróbia, sendo que o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max) apresentaria agregação familiar estimada em 47% (BOUCHARD et al, 1999). A contribuição genética na VFC tem sido estabelecida entre gêmeos e familiares, variando de 13 a 48% em repouso através de estudos experimentais (KUPPER et al, 2004; SINNREICH et al, 1999; BUSJAHN et al, 1998; SINGH et al, 1990).

Na maioria dos estudos que analisam o nível de atividade física na VFC, seja em repouso ou em manobras de postura ortostática (PO), a influência da aptidão aeróbia inicial dos indivíduos não é analisada isoladamente. Como o  $VO_2$  máx é influenciado tanto por fatores genéticos, quanto por ambientais (BOUCHARD et al, 1999), o estudo da regulação autonômica controlando o  $VO_2$  máx e o nível de atividade física, permite que se façam suposições quanto aos componentes inatos e adquiridos da modulação autonômica cardíaca (BUCHHEIT & GINDRE, 2006; HAUTALA, A, 2004). BUCHHEIT & GINDRE (2006) observaram numa amostra de indivíduos de meia idade que a VFC em repouso apresentou correlação positiva com o nível de aptidão aeróbia ( $VO_{2pico}$ ), independente da carga de treinamento, o que sugere que a VFC não reflete o nível de treinamento habitual em repouso.

A PO é um estímulo natural que gera desequilíbrios imediatos no retorno venoso e na resposta cardíaca, sendo necessárias adaptações autonômicas caracterizadas por maior ativação simpática e diminuição da atividade vagal a fim de restaurar o equilíbrio cardiovascular (MARTINELLI et al 2005; FURLAN et al 2000). A resposta autonômica cardíaca durante o estresse ortostático tem sido estudada através de manobras posturais ativas ou passivas (PASCHOAL et al, 2006; MARTINELLI et al, 2005; HEDELIN et al, 2001). Nas pesquisas que utilizam a VFC como método de avaliação da regulação neurocardíaca na PO, essa é analisada após o transiente inicial, com os dados estacionários a fim de verificar a reorganização autonômica após perturbação aguda. Estudos têm verificado que a atividade física regular pode influenciar a regulação autonômica durante PO (SHI et al, 1995; HEDELIN et al 2001, LEE et al 2003). Alguns estudos sugerem que atletas com nível de aptidão aeróbia e treinamento elevado podem demonstrar mecanismos de adaptação à postura bípede comprometido ou semelhante a indivíduos sedentários (RAVEN & PAWELCZYK, 1993; MARTINELLI et al, 2005). No entanto, nos estudos citados acima a influência da aptidão aeróbia inicial da amostra não é caracterizada e analisada isoladamente. Além disso, os indivíduos são submetidos a cargas de treinamento de intensidade moderada a alta (SHI et al, 1995; HEDELIN et al 2001, LEE et al 2003), não sendo estudada o efeito da atividade física de intensidade baixa na regulação neurocardíaca no ato de ficar de pé.

A comparação de indivíduos com nível de aptidão aeróbia semelhantes permite a determinação da capacidade da atividade física em modificar a regulação autonômica cardíaca, minimizando a influência do fator aptidão aeróbia. O objetivo deste estudo foi verificar a influência do nível de atividade física na FC e VFC em repouso e durante a postura ortostática (PO) em indivíduos jovens e saudáveis com aptidão aeróbia semelhante, próxima à média populacional.

## **Material e métodos**

### Sujeitos

Participaram do estudo 50 indivíduos jovens, saudáveis, do gênero masculino, com idade de 18 a 29 anos, ativos ou sedentários. A participação exigia os seguintes critérios de inclusão: índice de massa corporal (IMC) menor do que 30 kg/m<sup>2</sup> (não



obesos); não-fumantes; normotensos; não utilização de medicamentos que afetem a função cardíaca; ausência de alterações no ritmo cardíaco na monitorização eletrocardiográfica de repouso e ausência de história de doenças cardiovasculares. O voluntário deveria apresentar o mesmo nível de atividade física por pelo menos 3 meses, seja sedentário ou ativo e, sendo ativo, teria que realizar atividade física regular predominantemente aeróbia. Adotaram-se como critérios de exclusão: limitações osteomioarticulares, atletas de alto rendimento, valor bruto atividade física e esporte do questionário de Baecke maior do que 14 e indivíduos que tinham hábito regular de andar de bicicleta ou aqueles que realizavam frequentemente aulas em cicloergômetros em academias de ginástica. Todos os voluntários foram, primeiramente, esclarecidos e orientados a respeito de sua participação no estudo. Após concordarem em participar da pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (protocolo CEP-UFJF 1230.276.2007).

#### Procedimento experimental

A coleta de dados foi realizada no período da manhã. Os voluntários foram orientados a não consumir bebidas que contenham cafeína no dia da coleta e a não ingerir álcool e realizar atividade física vigorosa vinte e quatro horas antes do protocolo experimental.

#### Avaliação inicial

Realizou-se anamnese, envolvendo história de doença atual e pregressa dos sistemas orgânicos e fatores de risco para doença cardiovascular. A avaliação antropométrica consistiu na mensuração da massa corporal e da estatura. A partir das medidas de massa corporal e estatura foi calculado o índice de massa corporal (IMC). As dobras cutâneas (peito, abdômen e coxa) foram mensuradas pelo adipômetro da marca Lange para cálculo do percentual de gordura corporal (% GC) seguindo o protocolo de Jackson & Pollock (1978). A monitorização eletrocardiográfica foi utilizada com o objetivo de identificar alterações no ritmo cardíaco. Para isso, observou-se o traçado nas 12 derivações padrões através do monitor de ECG (Miniscope II, Instramed).

### Aplicação do Questionário de nível de atividade física de Baecke

Utilizou-se o questionário de Baecke para mensurar o nível de atividade física na amostra (BAECKE et al, 1982; FLORINDO & LATORRE, 2003). A informação obtida com a aplicação do questionário, na forma de entrevista individualizada, permite a obtenção de escores do nível de atividade física habitual em três domínios, sendo eles: ocupacional, exercício físico/esporte, lazer/locomoção. O domínio exercício físico/esporte foi expresso por seus valores brutos que consideram intensidade, duração (horas/semana) e frequência (meses/ano) da atividade (BUCHHEIT & GINDRE, 2006). A intensidade da atividade foi baseada no Compêndio de Gasto Energético que contém estimativa dos dispêndios energéticos de diversas atividades e permite a classificação em leve, moderada ou intensa (AINSWORTH et al, 1993).

### Coleta de dados em repouso

As coletas foram realizadas no período de 7:00 às 12:00 da manhã, em local sem ruídos, com temperatura ambiente em torno de 22 - 25 °C e depois de uma refeição leve há pelo menos uma hora antes da coleta. A FC foi registrada pelo cardiofrequencímetro Polar RS810i, na posição supina por 15 minutos em respiração espontânea, sendo analisados os cinco últimos minutos da coleta. Também foi mensurada a Pressão arterial (PA) com o esfigmomanômetro de mercúrio (TAKAOKA).

### Coleta de dados na PO

A FC foi registrada na PO logo após a coleta em repouso. O indivíduo foi orientado a ficar de pé mantendo a postura ereta por 10 minutos, sem apoio, em respiração espontânea. A PO foi realizada após as medidas de repouso na maca, após treinamento prévio, de forma orientada e padronizada em três tempos: rolamento para decúbito lateral com semi-flexão das pernas, postura sentada e adoção de postura ereta.

### Teste cardiopulmonar máximo (TCPM)

O TCPM foi realizado em bicicleta ergométrica (ERGOFIT, ergo 167 cycle) com o protocolo incremental com potência inicial de 25 W e incremento de 25 W/min, com manutenção de 50 a 60 rotações por minuto (rpm). A coleta e análise de gases expirados foi realizada continuamente, pelo analisador metabólico VO2000 (MedGraphics, EUA) calibrado no modo automático antes de cada teste, seguindo as recomendações do manual do aparelho. O consumo de oxigênio e demais variáveis foram amostradas em intervalos de 20 s. A partir do TCPM identificou-se o  $\text{VO}_2$  pico para seleção e agrupamento dos voluntários. O TCPM foi considerado máximo quando se observavam as condições: nível de percepção de esforço 9-10 na escala de 10 pontos de Borg, quociente respiratório  $> 1,1$ , alcance de, pelo menos, 85% FC máxima prevista pela idade. A FC foi registrada pelo Polar S810i durante todo o teste.

### Análise da FC e VFC

Os dados registrados no Cardíofrenquencímetro Polar RS810i foram transferidos para o computador por meio de interface com dispositivo infra-vermelho. Os iNN (intervalos entre os complexos QRS adjacentes originados da despolarização sinusal) registrados no Polar foram inicialmente processados através do Software Polar Precision Performance (Polar Finland) que permite filtragem automática dos dados através de método baseado em mediana e média móvel, seguida de correção dos artefatos identificados mantendo o mesmo coeficiente diferencial, usualmente de 2 a 4 intervalos adjacentes (Software Polar Precision Performance SW). Os registros dos dados da amostra apresentavam menos do que 2% erro. A análise da VFC foi realizada utilizando-se o *software Advanced Heart Rate Variability Analysis* (NISKANEN et al, 2002). A função densidade espectral de potência foi então calculada por meio de um algoritmo não-paramétrico baseado na transformada rápida de Fourier, após remoção de tendência (smooth prior) e reamostragem dos dados a 4 Hz, usando *splines* cúbicas (TARVEINEN et al, 2002). A partir do espectro de potência foi estimado: a potência das baixas frequências (LF; 0,04-0,15 Hz), relacionada aos mecanismos barorreflexos e indicadora de predomínio simpático; a potência das altas frequências (HF; 0,15-0,40 Hz), relacionada à atividade vagal; e a

relação LF/HF, que caracteriza o balanço simpato-vagal (TASK FORCE, 1996) em unidades normalizadas.

No domínio do tempo, foram utilizados os seguintes índices: SDNN (desvio padrão dos INN), RMSSD (Raíz quadrada da média da diferença entre INN consecutivos), pNN50 (Porcentagem dos INN nos quais as diferenças sucessivas entre eles são maiores do que 50 ms). O SDNN reflete a participação de todos os componentes rítmicos responsáveis pela VFC, estando relacionado às contribuições de ambas as alças do sistema nervoso autônomo sobre o NS, enquanto que a RMSSD e pNN50 refletem as contribuições de variações em altas frequências, relacionadas à atuação vagal (TASK FORCE, 1996).

A FC e VFC foram analisadas nos últimos 5 minutos do período de repouso e da MPO, quando as variáveis já se encontram estabilizadas. A diferença entre os valores na PO e em repouso foi calculado como delta ( $\Delta$ ).

#### Designação dos grupos experimentais

Participaram da coleta 50 indivíduos de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos. Limitou-se um  $\dot{V}O_2$  pico, próximo à média populacional (ACSM, 2000), para que fosse possível formar um grupo homogêneo quanto ao nível de aptidão aeróbia. Portanto, a amostra final foi constituída por 34 indivíduos com nível de aptidão aeróbia semelhante que foram divididos de acordo com o nível de atividade física habitual em três grupos: sedentário (SED), nível de atividade física baixa (AFB) e moderada (AFM) de acordo com os valores brutos do domínio exercício físico/esporte do questionário de Baecke. Para se evitar resposta paradoxal da VFC em indivíduos altamente treinados (BUCHHEIT et al, 2004) não participaram do estudo indivíduos com escore bruto maior do que 14, sendo delimitado como critério de exclusão, atletas de alto rendimento (BUCHHEIT & GINDRE, 2006).

#### **Tratamento estatístico**

Para a caracterização da amostra, foi feita análise descritiva (média e desvio padrão). A partir do teste de normalidade Shapiro-Wilk observou-se a distribuição dos dados. Para testar a diferença entre as médias dos grupos foi feita para as variáveis com distribuição normal, ANOVA one way, e para os que não

apresentavam distribuição normal, Kruskal-Wallis ANOVA ( $p < 0,05$ ). Com o objetivo de testar o comportamento das variáveis entre a condição supina e PO utilizou-se o teste T para amostras dependentes ou Wilcoxon de acordo com a distribuição dos dados ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas pelo programa StatSoft, STATISTICA version 6 ([www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)).

## **Resultados**

### Características da amostra

A amostra foi constituída, após o agrupamento, de 34 indivíduos com nível de aptidão aeróbia semelhante, com  $\dot{V}O_2$  pico médio de  $45,9 \pm 6,3$  ml/kg/min e idade média de  $22,5 \pm 2,9$  anos. O agrupamento dos voluntários, os dados antropométricos, de aptidão aeróbia e nível de atividade física estão descritos na Tabela 1. Não houve diferenças significativas quanto à idade, IMC, % gordura corporal e nível de aptidão aeróbia entre os grupos. Quanto ao nível de atividade física habitual relatada pelos voluntários no questionário, foram observadas diferenças estatisticamente significativas apenas no valor bruto exercício físico/esporte, o que permitiu a distribuição dos voluntários em três grupos (SED, AFB e AFM) em relação ao volume e intensidade de exercício realizado semanalmente, sendo quanto maior o escore, maior o nível de atividade física. Nos demais valores, somatório da Atividade ocupacional e lazer/locomoção não se observaram diferenças significativas entre os grupos.

**Tabela 1** - Dados antropométricos, valores pressóricos, de aptidão aeróbia e nível de atividade física da amostra (Média  $\pm$  Desvio padrão)

	Grupo		
	SED (N=11)	AFB (N=12)	AFM (N=11)
Idade (anos)	22,1 $\pm$ 1,4	22,6 $\pm$ 3,9	22,7 $\pm$ 3,1
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,3 $\pm$ 2,6	22,6 $\pm$ 2,4	22,7 $\pm$ 2,8
Gordura (%)	9,7 $\pm$ 3,6	10,1 $\pm$ 2,9	9,5 $\pm$ 5,2
Pressão arterial sistólica (PAS)	118 $\pm$ 9,3	119,3 $\pm$ 7,6	117,2 $\pm$ 9,8
Pressão arterial diastólica (PAD)	72,7 $\pm$ 7,9	72 $\pm$ 6,4	73,6 $\pm$ 7,4
VO <sub>2</sub> pico (ml/kg/min)	44,2 $\pm$ 4,8	46,5 $\pm$ 5,8	46,9 $\pm$ 8,2
Ativ. Ocupacional + Lazer/ Locomoção	5,2 $\pm$ 0,8	5,5 $\pm$ 0,8	5,2 $\pm$ 1,1
Valor Bruto Exercício Físico/ Esporte	0	2,9 $\pm$ 1,3*	7,4 $\pm$ 1,9**

\*maior que SED ( $p \leq 0,05$ )

\*\*maior que SED e AFB ( $p \leq 0,05$ )

#### Influência do nível de atividade física na modulação autonômica cardíaca em repouso

Não se observaram diferenças significativas entre os grupos em repouso, nas variáveis FC e nos índices da VFC no domínio do tempo: SDNN, RMSSD, pNN50; e no domínio da frequência: HFnu, LFnu e razão LF/HF (Tabela 2).

**Tabela 2** – Frequência cardíaca e índices da variabilidade da frequência cardíaca em repouso no domínio do tempo e da frequência dos grupos (Média  $\pm$  Desvio padrão)

	Grupo			P
	SED (N=11)	AFB (N=13)	AFM (N=11)	
FC (bpm)	63,8 $\pm$ 12,6	63,4 $\pm$ 9,5	59,1 $\pm$ 8,3	0,49
SDNN (ms)	64,4 $\pm$ 15,6	55,2 $\pm$ 21,2	61,8 $\pm$ 22,9	0,53
RMSSD (ms)	70,4 $\pm$ 28,7	56,3 $\pm$ 21,4	66,1 $\pm$ 28,9	0,42
pNN50 (%)	40,4 $\pm$ 19	32 $\pm$ 18,16	38,6 $\pm$ 21,1	0,55
HF (nu)	54,9 $\pm$ 15,3	44,9 $\pm$ 16,6	46,7 $\pm$ 19,2	0,34
LF (nu)	45,1 $\pm$ 15,3	55,1 $\pm$ 16,6	53,3 $\pm$ 19,2	0,34
LF/HF	0,9 $\pm$ 0,6	1,5 $\pm$ 0,9	1,9 $\pm$ 1,8	0,39

### Influência do nível de atividade física na modulação autonômica cardíaca na PO

Houve modificações na regulação autonômica cardíaca dentro do mesmo grupo entre a postura ortostática e o repouso, sendo observado redução significativa nas variáveis pNN50, RMSSD e componente espectral HF nu associado a aumento na FC e no componente espectral LF nu e LF/HF ( $p < 0,05$ ). Porém, essas oscilações autonômicas observadas através da análise da VFC e FC foram semelhantes entre os grupos SED, AFB e AFM (Tabela 3). Quando calculado os deltas, ou seja, as diferenças entre as variáveis na PO e em repouso também não se observaram diferenças significativas entre os grupos (Tabela 4). No entanto, há uma tendência a valores de  $\Delta$  - HF e  $\Delta$  LF maiores nos indivíduos sedentários ( $p=0,14$  e  $p=0,13$  respectivamente).

**Tabela 3** – Frequência cardíaca e índices da variabilidade da frequência cardíaca durante PO no domínio do tempo e da frequência dos grupos (Média  $\pm$  Desvio padrão)

	Grupo			<i>P</i>
	SED (N=11)	AFB (N=13)	AFM (N=11)	
FC (bpm)	84,4 $\pm$ 10,2	80,1 $\pm$ 10,3	75,3 $\pm$ 9,2	0,11
SDNN (ms)	55,4 $\pm$ 15,4	55,2 $\pm$ 10,4	55,1 $\pm$ 23,9	0,99
RMSSD (ms)	30,8 $\pm$ 10,7	33,8 $\pm$ 11,2	32,7 $\pm$ 18,6	0,77
pNN50 (%)	10,6 $\pm$ 8,1	11,4 $\pm$ 10,1	11,2 $\pm$ 12,7	0,82
HF (nu)	17,6 $\pm$ 8,3	21,5 $\pm$ 11	13,5 $\pm$ 6,7	0,12
LF (nu)	82,3 $\pm$ 8,3	78,4 $\pm$ 11	86,3 $\pm$ 6,6	0,23
LF/HF	6,8 $\pm$ 6,5	5,2 $\pm$ 3,5	8,4 $\pm$ 5,1	0,23

**Tabela 4** – Valores dos deltas da Frequência cardíaca e índices da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e da frequência dos grupos (Média ± Desvio padrão)

	Grupo			<i>P</i>
	SED (N=11)	AFB (N=13)	AFM (N=11)	
ΔFC (bpm)	20,6 ± 6,4	16,7 ± 6,5	16,2 ± 8,7	0,31
Δ SDNN (ms)	- 9,0 ± 15,5	0,01 ± 16,6	- 6,7 ± 27,5	0,55
Δ RMSSD (ms)	- 39,6 ± 25,7	- 22,4 ± 20,9	-33,4 ± 29	0,33
Δ pNN50 (%)	- 29,8 ± 16,7	- 20,6 ± 16,9	-27,4 ± 18,9	0,43
Δ HF (nu)	- 37,2 ± 15,5	- 23,3 ± 17,2	- 33,1 ± 17,7	<b>0,14</b>
Δ LF (nu)	37,2 ± 15,5	23,3 ± 17,2	33,1 ± 17,5	<b>0,13</b>
Δ LF/HF	5,9 ± 6,2	3,6 ± 3,7	6,5 ± 5,0	0,17

## Discussão

O estudo sugere que o exercício físico aeróbico de intensidade baixa a moderada não altera a VFC e FC em indivíduos jovens saudáveis com nível de aptidão aeróbia semelhante em supino e na postura ortostática. Sendo que na PO houve uma tendência a maior influência do nível de atividade física na VFC no domínio da frequência. Nosso estudo possibilitou a análise da capacidade do nível de atividade física aeróbia regular em promover adaptações autonômicas cardíacas em jovens saudáveis, sendo utilizado um modelo de estudo que minimiza a influência do fator aptidão aeróbia através do agrupamento dos indivíduos com  $\dot{V}O_2$  pico semelhante e próximo à média populacional.

### Influência do nível de atividade física na modulação autonômica cardíaca em repouso

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativa na FC e VFC entre os grupos em repouso. Esse fato sugere que o nível de atividade física baixa a moderada não interfere na modulação autonômica cardíaca em repouso de jovens saudáveis com nível de aptidão aeróbia semelhante, sendo o valor médio do  $\dot{V}O_2$  pico da amostra  $45,9 \pm 6,3$  ml/Kg/min.



A maioria dos estudos analisa o efeito do nível de atividade física na VFC, negligenciando a possibilidade da influência da aptidão aeróbia, o que pode influenciar os resultados. (MIGLIARO et al, 2001; CATAI et al, 2002; LOIMAALA et al, 2000; HEDELIN et al, 2001; KAWAGUCHI et al, 2007; MELANSON, 2000). Pesquisas têm observado uma grande variação individual de variáveis fisiológicas como a VFC, ao longo de programas de treinamento aeróbio controlados em indivíduos sedentários (BOUTCHER & STEIN 1995; HAUTALA et al, 2003), o que sugere uma influência genética na modulação autonômica cardíaca. Hautala, A (2004) observou que a modulação vagal em repouso é responsável por 27% do incremento da aptidão aeróbia em homens de meia idade sedentários submetidos a um programa de treinamento físico, sendo um fator preditor independente da resposta ao treinamento aeróbio. KUPPER et al (2004) avaliaram a hereditariedade da VFC em 772 gêmeos e irmãos saudáveis através da análise 24 horas (Holter) da VFC no domínio do tempo (SDNN index e RMSSD) durante vários períodos do dia e sugerem que há uma grande influência genética (35 a 48%). The Kibbutzin family study encontrou influências genéticas de cerca de 45 % em relação ao RMSSD, através da análise da VFC de curta duração (5 minutos) (SINNREICH, R, et al; 1999). The FRAMINGHAM HEART STUDY observaram que fatores genéticos contribuíam com 13 a 23% da variação interindividual da FC e VFC, no entanto utilizou-se análise da VFC em intervalo intermediário de 2 horas durante extensa avaliação clínica, o que não reflete as condições basais de repouso (SINGH et al, 1999). Considerando que o  $\dot{V}O_2$  máximo também é uma variável com forte influência genética (BOUCHARD, C, et al, 1999; BOUCHARD & RANKINEN, 2001), nosso estudo tenta minimizar essa interferência na VFC, equalizando o  $\dot{V}O_2$  pico entre os grupos. Bouchard et al (1999) realizaram treinamento aeróbio sistematizado por 20 semanas em 481 indivíduos sedentários descendentes de Caucasian (The Heritage Family Study). Após análises e ajustes quanto à idade e gênero, observou-se que indivíduos de famílias diferentes tinham 2,5 vezes maior variação quanto à resposta do  $\dot{V}O_2$  máximo após treinamento do que indivíduos dentro da mesma família, sugerindo um fator hereditário estimado de 47% na resposta do  $\dot{V}O_2$  máximo.

BUCHHEIT & GINDRE (2006) analisaram as associações entre aptidão cardiorespiratória ( $\dot{V}O_2$  máximo) e carga de treinamento na VFC em repouso através de estudo transversal e observaram correlação positiva com o  $\dot{V}O_2$  máximo, independente da carga de treinamento. No entanto, BUCHHEIT & GINDRE

analisaram os indivíduos em dois grupos com valores de  $\dot{V}O_2$  máximo bem distinto, sendo grupos com alto  $\dot{V}O_2$  máximo (Percentil > 90) e baixo  $\dot{V}O_2$  máximo (Percentil 60) (ACSM, 2000). O estudo sugere que os sujeitos que apresentam níveis de aptidão aeróbia excelentes, acima da média populacional, possui maior modulação vagal em repouso, independente do nível de atividade física, o que pode favorecer e maximizar os ganhos com o treinamento físico. A pesquisa ainda sugere que o grupo com  $\dot{V}O_2$  máximo baixo, que apresenta níveis de aptidão aeróbia mais próxima à média populacional e semelhante ao nosso estudo, talvez necessite de um treinamento com uma frequência e intensidade maior para conseguirem valores de VFC semelhantes.

A amostra do nosso estudo possui  $\dot{V}O_2$  pico médio de 45,9 ml/Kg/min, valores considerados próximos da média populacional, sendo percentil 65 para jovens saudáveis entre 20 a 29 anos (ACSM, 2000). Além disso, apresentavam % GC médio de  $9,7 \pm 3,9$ , ou seja, índices dentro dos níveis de normalidade, considerados Percentil 80 (ACSM, 2000). Isso caracteriza a amostra como indivíduos jovens com um bom estado de saúde física e com valores de  $\dot{V}O_2$  pico, um pouco acima da média populacional independente do nível de atividade física, sedentários ou ativos. Com isso, talvez o volume e intensidade de atividade física realizada pela amostra não tenha sido suficiente para gerar adaptações autonômicas em jovens saudáveis que ainda não apresentam declínio da VFC produzidos pela idade e patologias cardiovasculares (BYRNE et al, 1996; TASK FORCE, 1996). Fator determinante que pode influenciar nas adaptações neurocardíacas são o volume e intensidade de atividade física. Estudos têm observado que atividade física de intensidade moderada é suficiente e mais eficaz para gerar aumento da VFC e que exercício de alta intensidade pode até induzir declínio na VFC (TULPPO et al, 2003; MELANSON, 2000). No entanto, RENNIE et al (2003) demonstraram através de um estudo transversal com 3.328 voluntários saudáveis que a VFC tem uma correlação positiva com o nível de atividade física vigorosa, sendo observado menor FC de repouso e maiores índices de SDNN, LF e HF nos voluntários do gênero masculino.

### Influência do nível de atividade física na modulação autonômica cardíaca na PO

As respostas hemodinâmicas às perturbações fisiológicas obtidas com o ortostatismo têm sido estudadas através de manobras posturais passivas (MARTINELLI et al, 2005; COOPER & HAINSWORTH 2002) e ativas (PASCHOAL et al, 2006), como a utilizada no nosso estudo, sendo esta referenciada como uma manobra que possibilita uma resposta mais fisiológica e representativa das atividades cotidianas.

A postura ortostática gera modificações hemodinâmicas a fim de estabilizar o sistema cardiovascular. Estudos observaram através de análises de variáveis hemodinâmicas, bioquímicas e neurofisiológicas, que durante manobras de estresse ortostático ocorre um incremento da atividade simpática e diminuição da atividade vagal cardíaca (FURLAN et al 2000, MARTINELLI et al 2005). Esses achados também foram observados no nosso estudo através da análise do comportamento da FC e VFC, com a presença de redução significativa nas variáveis de predomínio vagal, como pNN50, RMSSD e componente espectral HF nu associado a aumento na FC, no componente espectral LF nu e razão LF/HF, o que indica aumento da atividade simpática.

O estudo em questão observou que não houve diferenças significativas no comportamento da FC e VFC entre os grupos com diferentes níveis de atividade física em situação dinâmica, durante a PO. Porém, na análise dos  $\Delta$  - HF nu e  $\Delta$  LF nu houve uma tendência a maiores valores nos indivíduos sedentários. A VFC foi analisada após o transiente inicial da PO, quando os dados já se encontram estacionários, seguindo o modelo de outros estudos (MARTINELLI et al 2005; HEDELIN et al 2001, LEE et al 2003). Assim é possível verificar a influência do nível de atividade física na reorganização autonômica após evento de estresse ortostático. No nosso estudo há uma tendência a maior retirada vagal e ativação simpática nos sedentários em decorrência da presença de maiores  $\Delta$  -HF e LF nu, porém essas diferenças não foram significativas. Estudos com indivíduos atletas e ativos têm demonstrado menores valores de LF (HEDELIN et al, 2001; LEE et al, 2003) associados com maiores valores de HF na postura ortostática (LEE et al, 2003) após treinamento aeróbio. Hedelin et al relataram que após um período de treinamento aeróbio de intensidade moderada a alta em atletas, o aumento dos níveis de aptidão aeróbia foram acompanhados por uma redução do componente LF

durante o estresse ortostático, contudo não houve modificações no componente HF. Lee et al também observaram modificações na VFC decorrente de treinamento aeróbio de intensidade moderada em jovens saudáveis que apresentaram menor LF e LF/HF; e maior HF durante manobra postural passiva com respiração controlada. Já Martinelli et al (2005) não constataram diferenças significativas nos índices da VFC no domínio da frequência após reajustes autonômicos na MPO entre sedentários e atletas ciclistas. No entanto, nos estudos mencionados acima o fator aptidão aeróbia e nível de atividade física se confundem, o que dificulta possíveis conclusões. Além disso, há estudos que utilizam atletas de competição (MARTINELLI et al, 2005; HEDELIN et al, 2001) e treinamento de endurance supervisionado e monitorado com intensidade moderada a alta (LEE et al, 2003; HEDELIN et al, 2001), acima dos valores estipulados no nosso trabalho que foca cargas de treinamento baixa a moderada através de estimativas de gasto energético.

Mtinangi & Hainsworth (1999) demonstraram que o treinamento físico moderado de 2 a 3 meses em sujeitos com baixa tolerância ao ortostatismo foi associado com aumento do volume plasmático e diminuição da sensibilidade do baroreceptor, sendo observado aumento da tolerância ao ortostatismo. Porém, no nosso estudo os indivíduos são saudáveis e não apresentam síndromes de intolerância ortostática por patologias e disfunções autonômicas, o que pode ter contribuído para a ausência de diferenças entre os grupos.

## **Limitação**

No nosso estudo, o nível de atividade física dos voluntários foi quantificado através do questionário de Baecke, sendo esse um instrumento validado e confiável para mensurar o nível de atividade física em jovens brasileiros de acordo com estudos prévios (FLORINDO & LATORRE, 2003). Contudo, os escores são baseados em estimativas através de dados subjetivos, devido ao modelo transversal do estudo e não houve monitoramento do treinamento habitual dos voluntários, o que pode dificultar a determinação com acurácia do volume e intensidade da atividade física. No entanto, alguns estudos longitudinais com treinamento aeróbio sistematizado de intensidade moderada a alta sugerem que a atividade física não gera modificações na VFC repouso em sujeitos saudáveis. Catai et al (2002) observaram que treinamento físico aeróbio de curta duração com intensidade de 70

a 85% FC máxima do Teste de esforço resultou em bradicardia de repouso, porém não alterou a VFC em jovens saudáveis através da análise da VFC com o Holter (24 horas). Loimaala et al (2000) realizaram estudo com 83 sujeitos do gênero masculino saudáveis através da prescrição de programas de treinamento monitorado de intensidade baixa e alta por período de 5 meses, sendo observado apenas bradicardia no grupo com treinamento de alta intensidade, sem modificações na VFC.

A coleta da VFC de curta duração (5 minutos) utilizada no nosso estudo, seguindo as recomendações do TASK FORCE (1996) em ambiente controlado apresenta índices similares aos da coleta no período de 24 horas (Holter) (BIGGER et al, 1993). Porém, estudos sugerem que a análise da VFC de curta duração pode ser falha e não ser sensível o suficiente para identificar a influência do treinamento físico na VFC em relação ao Holter (KIVINIEMI et al 2006; MIGLIARO et al, 2001).

Uma limitação do nosso estudo é o fato de que não houve mensuração dos níveis pressóricos, nem testes específicos de sensibilidade do baroreflexo arterial na postura ortostática, o que possibilitaria inferências mais significativas sobre o baroreflexo, o controle cardíaco e a resistência vascular periférica (RVP) (LIGHTFOOT et al, 1989; RAVEN & PAWELCZYK, 1993). Cooper & Hainsworth (2002) sugerem que o baroreflexo e a sua ação sobre a RVP pode ser importante para a manutenção da pressão arterial durante o estresse ortostático e que a falha desse mecanismo pode ser responsável pelas síncope ao longo da manobra. LIGHTFOOT et al (1989) não observaram diferenças na tolerância ortostática e no baroreflexo entre grupo treinado e controle, no entanto quanto aos níveis pressóricos, a queda total da PAS durante LBNP (lower body negative pressure) foi maior no grupo controle do que no grupo treinado.

## **Conclusão**

O estudo sugere que nível de atividade física de intensidade baixa a moderada não altera a VFC e FC em repouso de indivíduos jovens saudáveis com valores médios de  $VO_2$  pico similares e próximos à média populacional. Sendo observado uma tendência a maior retirada vagal e ativação simpática na PO nos indivíduos sedentários em relação aos ativos. Talvez seja necessário um programa de treinamento supervisionado com volume e intensidade moderada a alta para que

haja modificações significativas na regulação neurocardíaca de jovens saudáveis, sem disfunções autonômicas e com nível de aptidão aeróbia um pouco acima da média populacional.

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

AINSWORTH, B.E.; HASKELL, W.L.; LEON, A.S.; JACOBS, D.R.; MONTTOYE, H.J.; SALLIS, J.F.; PAFFENBARGER, R.S. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. **Med Sci Sports Exerc**, v. 25, n.1, p. 71-80, 1993.

ALMEIDA, M.B.; ARAÚJO, C.G.S. Efeito do treinamento aeróbio sobre a frequência cardíaca. **Revista Brasileira Medicina Esporte**, vol. 9, n 2, Mar/ Abr, 2003.

BAECKE, J.A.; BUREMA, J.; FRIJTERS, J.E. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. **Am J Clin Nutr**, v. 36, p.936-942, 1982.

BALADY, G.J.; BERRA, K.A.; GOLDING, L.A.; GORDON, N.F.; MAHLER, D.A.; MYERS, J.N.; SHELD AHL, L.M. Testes de aptidão física e sua interpretação. In: **American College of Sports Medicine Guidelines for exercise testing and prescription**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, ed 6, 2000. p. 39-59.

BIGGER, J.T.; FLEISS, J.L.; ROLNITZKY, L.M.; STEINMAN, R.C. The ability of several short-term measures of RR variability to predict mortality after myocardial infarction. **Circulation**, v. 88, p.927-934, 1993.

BOUCHARD, C.; AN, P.; RICE, T.; SKINNER, J.S.; WILMORE, J.H.; GAGNON, J.; PERUSSE, L.; LEON, A.S.; RAO, D.C. Familial aggregation of  $\text{VO}_{2\text{ max}}$  response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. **J Appl Physiol**, v. 87: p. 1003-1008, 1999.

BOUCHARD, C.; T. RANKINEN. Individual differences in response to regular physical activity. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 33, n.6, p. 446-451, 2001.

BOUTCHER, S.H.; STEIN, P. Association between heart rate variability and training response in sedentary middle-aged men. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 70, p. 75-80, 1995.

BRUNETTO, A.F.; ROSEGUINI, B.T.; SILVA, B.M.; HIRAI, D.M.; GUEDES, D.P. Effects of gender and aerobic fitness on cardiac autonomic responses to head-up tilt in healthy adolescents. **Pediatr Cardiol**, v. 26, p. 418-424, 2005.

BUCH, A.N.; COOTE, J.H.; TOWNEND, J.N. Mortality, cardiac vagal and physical training – what's the link?. **Exp Physiology**, v. 87, p. 423-35, 2002.

BUCHHEIT, M.; GINDRE, C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 291, p. 451-458, 2006.

BUCHHEIT, M.; SIMON, C.; PIQUARD, F.; EHRHART, J.; BRANDENBERGER, G. Effects of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability: a novel sleep approach. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 287, p. 2813-2818, 2004.

BUSJAHN, A.; VOSS, A.; KNOBLAUCH, H. et al. Angiotensin-converting enzyme and angiotensinogen gene polymorphisms and heart rate variability in twins. **Am J Cardiol**, v. 81, p.755-760, 1998.

BYRNE, E.A.; FLEG, J.L.; VAITKEVICIUS, P.V.; WRIGHT, J.; PORGES, S.W. Role of aerobic capacity and body mass index in the age-associated decline in heart rate variability. **J Appl Physiol**, v. 81, n. 2, p. 743-750, 1996.



CATAI.A.M. 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**, v. 35, n. 6, p. 741-752, 2002.

COMMUNAL, C.; SINGH, K.; SAWYER, D.B.; COLUCCI, W.S. Opposing effects of beta (1)- and (2) adrenergic receptors on cardiac myocyte apoptosis: role of a pertussis toxin-sensitive G protein. **Circulation**, v.100, p.2210-2212, 1999.

COOPER, V.L.; HAINSWORTH, R. Effects of head-up tilt on baroreceptor control in subjects with different tolerances to orthostatic stress. **Clinical Science**, v. 103, p. 221-226, 2002.

FLORINDO, A.A; LATORRE, M.R.D.O. Validation and reliability of the Baecke questionnaire for the evaluation of habitual physical activity in adult men. **Rev Bras Med Esporte**, v. 9, n 3, p. 129-135, Mai/Jun, 2003.

FURLAN, R.; PORTA, A.; COSTA, F.; TANK, J.; BAKER, L.; SCHIAVI, R.; ROBERTSON, D.; MALLIANI, A.; MOSQUEDA-GARCIA, R. Oscillatory patterns in sympathetic neural discharge and cardiovascular variables during orthostatic stimulus. **Circulation**, v. 101, p. 886-892, 2000.

HAINSWORTH, R. The control and physiological importance of heart rate. In: MALIK, M.; CAMM, A.J. **Heart rate variability**. New York: Futura, 1995. p. 3-21.

HAUTALA, A. **Effect of Physical exercise on autonomic regulation of heart rate**. 2004. 76f. Laboratory of Physiology, Merikoski Rehabilitation and Research Centre. Department of Internal Medicine. University of Oulu, Finland, 2004.

HAUTALA, A.J.; MAKIKALLIO, T.H.; KIVINIEMI, A.; LAUKKANEN, R.T.; NISSILA, S.; HUIKURI, H.V.; TULPPO, M.P. Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v.285, p. 1747-1752, 2003.

HEDELIN, R.; BJERLE, P.; HENRIKSSON-LARSÉN, K. Heart rate variability in athletes: relationship with central and peripheral performance. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 33, n. 8, p.1394-1398, 2001.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, p 497-504, 1978.

KAMATH, M.V; FALLEN, E.L.; MECKELVIE, R. Effects of steady-state exercise on the power spectrum of heart rate variability. **Med Sci Sports Exerc.** ,v. 23, n. 4, p. 428-434, 1991.

KAWAGUCHI, L.Y.A.; NASCIMENTO, A.C.P.; LIMA, M.S.; FRIGO, L.; JÚNIOR PAULA, A.R. de; TIERRA-CRIOLO, C.J.; LOPES-MARTINS, R.A.B. Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. **Rev Brasileira de Medicina do Esporte**, vol 13, n 4, Jul/ Ago, 2007.

KIVINIEMI, A.M.; HAUTALA, A.J.; SEPPANEN, T.; MAKIKALLIO, T.H.; HUIKURI, H.V.; TULPPO, M.P. Saturation of high-frequency oscillations of R-R intervals in healthy subjects and patients after acute myocardial infarction during ambulatory conditions. **Am J Physiol**, v. 287, p. 1921-1927, 2004.

KUPPER, N.H.M.; WILLEMSSEN, G.; BERG, M.V.D.; BOER, D. De.; POSTHUMA, D.; BOOSMAN, D.I.; GEUS, J.C.de. Heritability of Ambulatory Heart rate variability. **Circulation**, v. 110; p. 2792-2796, 2004.

LEE, C.M.; WOOD, R. H.; WELSCH, M.A. Influence of short-term endurance exercise training on heart rate variability. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 35, n. 6, p. 961-969, 2003.

LENFANT, C.; CHOBANIAN, A.V.; JONES, D.W.; ROCCELLA, E. Seventh Report of the joint national committee on the prevention, Detection, Evaluation, and treatment of High Blood Pressure (JNC 7): Resetting the Hypertensions Sails. **Hipertension**, v. 41, p. 1178-1179, 2003.

LEWIS, M.E.; AL-KHALIDI, A.H.; BONSER, R.S.; CLUTTON-BROCK, T.; MORTON, D.; PATERSON, D.; TOWNEND, J.N.; COOTE, J.H. Vagus nerve stimulation decreases left ventricular contractility in vivo in the human and pig heart. **Journal of Physiology**, v. 534, p.547-552, 2001.

LIGHTFOOT, J.T.; CLAYTOR, R.P.; TOROK, D.J.; JOURNELL, T.W.; FORTNEY, S.M. Ten weeks of aerobic training do not affect lower body negative pressure responses. **J Appl Physiol**, v. 67, n. 2, p. 894-901, 1989.

LOIMAALA, A.; HUIKURI, H.; OJA, P.; PASANEN, M.; VUORI, I. Controlled 5 – mo aerobic training improves heart rate but not heart rate variability or baroreflex sensitivity. **J Appl Physiol**, v. 89, p. 1825-29, 2000.

MANN, D.L.; KENT, R.L.; PARSONS, B.; COOPER, G.T. Adrenergic effects on the biology of the adult mammalian cardiocyte. **Circulation**, v. 85, p.790-804, 1992.

MARTINELLI, F.S.; CHACON-MIKAHIL, M.P.T.; MARTINS, L.E.B.; LIMA-FILHO, E.C.; GOLFETTI, R.; PASCHOAL, M.A.; GALLO-JUNIOR, L. Heart rate variability in athletes and nonathletes at rest and during head-up tilt. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, p. 639-647, 2005.

MELANIE, S. H.; BILLMAN, G.E. Low frequency component of the heart rate variability spectrum: a poor marker of sympathetic activity. **Am J Physiol**, v. 276, p. 215-223, 1999.

MELANSON, E.L. Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. **Med Science Sports Exercise**, v. 32, n. 11, p. 1894-1901, 2000.

MENEZES JÚNIOR, A.S; MOREIRA, H.G; DAHER, M.T. Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Pacientes Hipertensos, Antes e Depois do Tratamento com Inibidores da Enzima Conversora de Angiotensina II. **Hipertensão**, v.83, n.2, p.165-168, 2004.

MIGLIARO, E.R.; BECH, P.C.S.; CASTRO, A.E.M.; RICCA, R.; VICENTE, K. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. **Braz Journal of Medical and Biolog Res**, v. 34, p. 493-500, 2001.

MTINANGI, B.L. HAINSWORTH, R. Effects of moderate exercise training on plasma volume, baroreceptor sensitivity and orthostatic tolerance in healthy subjects. **Exp Physiol**, v. 84, p. 121-130, 1999.

NISKANEN, J.P., TARVAINEN, M.P., RANTA-AHO, P.O., KARJALAINEN, P.A. "Software for advanced HRV analysis" **Comput Methods and Programs in Biomedicine**, v. 76, n. 1, p. 73-81, 2004.

NUNAN, D.; JAKOVLJEVIC, D.G.; DONOVAN, G.; HODGES, L.D.; SANDERCOCK, G.R.; BRODIE, D.A. Levels of agreement for RR intervals and short term heart rate variability obtained from the Polar S810 and an alternative system. **Eur J Appl Physiol**, v. 103, p. 529-537, 2008.

PAGANI, M., LOMBARDI, F., GUZZETTI, S., RIMOLDI, O., FURLAN, R., PIZZINELLI, P., SANDRONE, G., MALFATTO, G., DELL'ORTO, S., PICCALUGA, E. "Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. **Circulation Research**, v. 59, n. 2, p. 178-193, 1986.

PASCHOAL, M.A.; VOLANTI, V.M.; PIRES, C.S.; FERNANDES, F.C. Variabilidade da frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n 4, p. 413-419, 2006.

PETERSON, H.R.; ROTHSCHILD, M.; WEINBERG, C.R.; FELL, R.D.; MCLEISH, K.R.; PFEIFER, M.A. Body fat and the activity of the autonomic nervous system. **N Engl. J. Med.**, v. 318, p. 1077-1083, 1988.

RADESPIEL-TRÖGER, M.; RAUH, R.; MAHLKE, C.; GOTTSCHALK, T.; MÜCK-WEYMANN, M. Agreement of two different methods for measurement of heart rate variability. **Clinical Autonomic Research**, v. 13, n. 2, p. 99-102, 2003.

RAVEN, P.P.; PAWELCZYK, J.A. Chronic endurance exercise training: a condition of inadequate blood pressure regulation and reduced tolerance to LBNP. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 25, n 6, p. 713-721, 1993.

RENNIE, K.L.; HEMINGWAY, H.; KUMARI, M.; BRUNNER, E.; MALIK, M.; MARMOT, M. Effects of moderate and vigorous physical activity on heart rate variability in a British study of civil servants. **American Journal of Epidemiology**, v. 158, n 2, p. 135-142, 2003.

SANDERCOCK, G.R.H.; BRODIE, D.A. The use of heart rate variability measures to assess autonomic control during exercise. **Scan J Med Sci Sports**, v.16, p.302-313, 2006.

SHI, X.; STEVENS, G.H.J.; FORESMAN, B.H.; STERN, S.A.; RAVEN, P.B. Autonomic nervous system control of the heart: endurance exercise training. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 27, n. 10, p. 1406-1413, 1995.

SINGH, J.P.; LARSON, M.G.; O'DONNELL, C.J.; TSUJI, H.; EVANS, J.C.; LEVY, D. Heritability of heart rate variability. The Framingham Heart study. **Circulation**, v. 99, p. 2251-2254, 1999.

SINNREICH, R.; FRIEDLANDER, Y.; LURIA, M.H. et al. Inheritance of heart rate variability: The Kibbutzim Family Study. **Hum Genetic**, v. 105, p. 654-661, 1999.

SZTAJZEL, J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. **Swiss Med Wkly**, v.134, p.514-522, 2004.

TARVEINEN, M.P., RANTA-AHO, P.O., KARJALAINEN, P.A. "An advanced detrending method with application to HRV analysis" **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 49, n. 2, p. 172-175, 2002.

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**, v. 93, n.5, p.1043-1065,1996.

TULPPO, M.P.; HAUTALA, A.J.; MÄKIKALLIO, T.H.; LAUKKANEN, R.T.; NISSILÄ, S.; HUGHSON, R.L.; HUIKURI, H.V. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. **J Appl Physiol**, v. 95, p. 364-372, 2003.

TULPPO, M.P.; MAKIKALLIO, T.H.; SEPPANEN, T.; LAUKKANEN, R.T.; HUIKURI, K.V. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical activity. **Am J Physiol**, v. 274, p. 424-429, 1998.

ZAHORSKA-MARKIEWICZ, B; KUAGOWSKA, E; KUCIO, C, KLIN, M. Heart Rate Variability in Obesity. **Int J Obes**, v.17, p.21-23, 1993.









UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
PRO-REITORIA DE PESQUISA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP UFJF  
36036900- JUIZ DE FORA - MG - BRASIL

**Parecer nº 348/2007**

**Protocolo CEP-UFJF:** 1230.276..2007 **FR:** 154563 **CAAE:** 0210.0.180.000-07

**Projeto de Pesquisa:** Efeito do nível de atividade física e da aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca: Estudo da cinética e da variabilidade da frequência cardíaca em repouso, durante o exercício dinâmico e na recuperação

**Versão do Protocolo e Data:** 2ª versão –Dezembro/2007

**Pesquisador Responsável:** Débora do Nascimento Moreira

**Pesquisadores Participantes:** Jorge perrou de Lima, Jonas Almeida neves Martins; Zaqueline Guerra  
**Instituição:** UFJF

**Sumário/comentários do protocolo:**

**Justificativa(s)** - O CEP analisou o Protocolo 1230.276..2007, Grupo III e considerou que: Este é um estudo justificado pelos autores pela natureza de que nas últimas décadas, numerosos estudos têm demonstrado relação significativa entre a modulação do sistema nervoso autônomo (SNA) e a mortalidade cardiovascular, particularmente em pacientes com infarto agudo do miocárdio e insuficiência cardíaca. Disfunções no balanço autonômico associadas ao aumento do tônus simpático e redução do vagal têm uma forte implicação na fisiopatologia das arritmias e morte cardíaca súbita, e que o exercício físico regular parece reduzir a mortalidade e a incidência de eventos adversos decorrentes de doença arterial coronariana.

**Objetivo(s)** Estudar a modulação autonômica cardíaca no repouso, em diferentes intensidades de exercício dinâmico e na recuperação, em indivíduos saudáveis com diferentes níveis de atividade física e aptidão aeróbia.

**Metodologia:** Os voluntários selecionados responderão a um questionário de nível de atividade física e serão submetidos a coleta de dados em repouso e a três testes físicos na esteira ergométrica ((Imbramed Millenium Super ATL). As coletas de dados do protocolo experimental serão realizadas no mesmo período do dia, no Laboratório de Avaliação Física do Centro de Atenção à Saúde-Hospital Universitário (CAS-HU). Os voluntários serão orientados a não fumar, não consumir alimentos e bebidas que contenham cafeína e álcool e a não realizar atividade física um dia antes da coleta de dados. O protocolo experimental será desenvolvido em 3 fases, sendo que cada fase será realizada em um mesmo dia, com intervalo de 24 a 72 horas. Para a caracterização da amostra, será feita análise descritiva (média e desvio padrão) e para comparar a VFC e a cinética da FC entre os grupos (nível de atividade física e aptidão aeróbia) será utilizada análise de variância com dois fatores, seguida do teste post hoc de Tukey, com nível de significância de  $P < 0,05$ .

**Revisão e referências bibliográficas:** Os pontos escolhidos favorecem a interpretação dos métodos a serem utilizados e dos possíveis resultados a serem alcançados.

**Características da população:** Serão recrutados 60 voluntários saudáveis, jovens (23 a 35 anos), do sexo masculino que serão submetidos, inicialmente, a avaliação fisioterapêutica constituída de anamnese, exame físico e monitorização eletrocardiográfica de repouso com as 12 derivações padrão na posição supina, para investigação de anormalidades no ritmo cardíaco.

**Crêterios de participação:** Após a avaliação inicial, serão selecionados os indivíduos que atenderem aos critérios seguintes critérios: Valor do índice de massa corporal (IMC) na faixa de 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup>, considerado normal pela Organização Mundial de Saúde (1997); Não-fumantes; Normotensos; Não utilizar medicamentos que afetem a função cardíaca e o SNA; Ausência de alterações no ritmo cardíaco no ECG de repouso; Ausência de história de doenças cardiovasculares; Indivíduos estratificados como baixo risco para doenças cardiovasculares (Homens < 45 e mulheres < 55 anos assintomáticos que apresentem apenas um fator de risco) que não necessitam de supervisão médica para a realização de Testes de esforço de acordo com orientação do ACSM (American College of Sports Medicine, 2000). E serão excluídos desta pesquisa os indivíduos com Apresentação de algias e ou limitações osteomioarticulares; Apresentação de sinais e patologias cardiovasculares, bem como risco para a execução dos testes físicos propostos na pesquisa.

**Cronograma:** Encontra-se de acordo com o proposto. A coleta de dados esta prevista para dezembro/2007. E já se tem a autorização institucional para tal. A previsão de finalização da pesquisa é maio de 2008. É apresentado documento de concordância e autorização pelo dirigente do HU/UFJF consentindo o desenvolvimento do estudo na Instituição. Há uma descrição de orçamento financeiro demonstrando que os recursos (descritos no projeto) serão de responsabilidade do pesquisador.

**Identificação dos riscos e desconfortos possíveis:** Risco mínimo. Pode ocorrer desconforto físico como sensação de cansaço.

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** –TCLE apresenta uma linguagem clara e adequada para a compreensão do sujeito. Apresenta descrição dos procedimentos.

**Qualificação do(a) pesquisador(a):** É compatível com o projeto de pesquisa.

Salientamos que o pesquisador deverá encaminhar a este comitê o relatório final da pesquisa.

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 196/96, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

**Situação:** Projeto Aprovado

Juiz de Fora, 18 de Dezembro de 2007

*Prof. Dra. Luciana Andrea Salvia*  
p) **Coordenadora – CEP/UFJF**

*Prof.ª Cynthia P. Schmitz Corrêa*  
Vice – Coordenadora  
CEP – UFJF

**RECEBI**

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2007

ASS: \_\_\_\_\_





NOME DO SERVIÇO DO PESQUISADOR: LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO FÍSICA – CAS/HU  
PESQUISADOR RESPONSÁVEL: DÉBORA DO NASCIMENTO MOREIRA

ENDEREÇO: RUA GUAÇUÍ, 530/401 SÃO MATEUS

CEP: 36025-190 – JUIZ DE FORA – MG

FONE: (32) 3215-5582/9199-7471

E-MAIL: DEBORANMJF@SUPERIG.COM.BR

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa *Efeito do nível de atividade física e da aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca: Estudo da Variabilidade da frequência cardíaca em repouso, durante o exercício dinâmico e na recuperação.*

Neste estudo pretendemos avaliar o comportamento da frequência cardíaca em repouso, durante o exercício e no período de recuperação em voluntários saudáveis com diferentes níveis de atividade e capacidade física. Esse estudo irá auxiliar na compreensão dos métodos de avaliação do comportamento da frequência cardíaca em várias condições fisiológicas, contribuindo para a utilização na prática clínica dos profissionais de saúde de uma forma segura e efetiva.

- Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: Mensuração da frequência cardíaca e sua variabilidade em repouso; durante três testes físicos, sendo um máximo e dois submáximos e no período de recuperação dos testes. Sendo que essa mensuração será feita de forma não invasiva e segura. Antes da execução dos testes físicos será realizada uma avaliação clínica e um eletrocardiograma (ECG) de repouso a fim de identificar problemas cardíacos, sendo incluído na pesquisa apenas os voluntários que não apresentem risco cardiovascular. O teste máximo atinge níveis de exaustão física com o objetivo de mensurar a capacidade física máxima. Nesse procedimento, o voluntário pode sentir desconforto físico, como sensação de cansaço. No entanto, há um baixo risco inerente à realização desse teste e no Centro de Atenção à Saúde – Hospital Universitário existe estrutura adequada para realização com segurança do mesmo.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O (A) Sr (a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no Centro LOCAL DO ESTUDO e a outra será fornecida a você.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos do estudo Efeito do nível de atividade física e da aptidão aeróbia na modulação autonômica cardíaca: Estudo da Variabilidade da frequência cardíaca em repouso, durante o exercício dinâmico e na recuperação, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200 .

Nome	Assinatura participante	Data
------	-------------------------	------

Nome	Assinatura pesquisador	Data
------	------------------------	------

Nome	Assinatura testemunha	Data
------	-----------------------	------

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o

CEP- COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA/UFJF

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFJF

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

CEP 36036.900

FONE:32 3229 3788

**Anexo C: Ficha de Avaliação Fisioterapêutica Aplicada à  
Cardiologia**

## Ficha de Avaliação Fisioterapêutica Aplicada à Cardiologia

### 1 - Dados de Identificação

ID =

Data da avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

/Ap \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Grau de escolaridade: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) M ( ) F

Estado Civil: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Ocupação atual: \_\_\_\_\_

Médico Cardiologista responsável: \_\_\_\_\_

### 2 – Doença Cardiovascular:

Tem doença cardiovascular já diagnosticada? ( ) Sim ( ) Não

Diagnóstico:

### 3 - Fatores de Risco Presentes

a) Tabagismo: ( ) Sim ( ) Não ( ) ex-fumante.

Há quanto tempo parou? \_\_\_\_\_

Quantos cigarros: \_\_\_\_ / dia

Fuma há quanto tempo: \_\_\_\_\_

b) Diabetes: ( ) Sim ( ) Não

( ) Insulino-dependente ( ) Não insulino-dependente

Há quanto tempo foi diagnosticada? \_\_\_\_\_

Exames laboratoriais (colocar a data do exame: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_)

Glicose:

## c) Sedentarismo

- Pratica algum tipo de atividade física regular? ( ) Sim ( ) Não

- Qual é o tempo total (meses) no qual você apresenta esse mesmo nível de atividade física, seja ativo ou sedentário?

( ) Menos de 6 meses ( ) Mais de 6 meses

Tempo total:

Obs:

-Qual o tipo de exercício físico você realiza?

( ) Caminhada ( ) Bicicleta ( ) Natação ( ) Treino de levantamento de peso

Outros: \_\_\_\_\_

—

Intensidade:

Duração:

Frequência:

- Apresenta (ou apresentou) algum sintoma durante a atividade física? ( ) Sim ( )

Não

Qual?

d) Tem dislipidemia? ( ) Sim ( ) Não

Exame:( \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_)

Triglicérides: \_\_\_\_\_ mg/dl

Fração de colesterol total: \_\_\_\_\_ mg/dl

VLDL: \_\_\_\_\_ mg/dl

LDL: \_\_\_\_\_ mg/dl

HDL: \_\_\_\_\_ mg/dl

CT: \_\_\_\_\_ mg/dl

## e) Hipertensão arterial

Tem hipertensão arterial diagnosticada? ( ) Sim ( ) Não ( ) não sabe

Há quanto tempo foi diagnosticada? \_\_\_\_\_

## f) Estresse

Você se considera uma pessoa “estressada”? ( ) Sim ( ) Não

Com qual frequência o estresse prejudica sua vida diária?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

## g) Hereditariedade

Apresenta antecedentes familiares de doença cardiovascular? ( ) Sim ( ) Não

Tipo:

Grau de parentesco (paterno ou materno):

## 4 – Sinais e Sintomas

a) Tem dor no peito (precordialgia): ( ) Sim ( ) Não

b) Lipotímia: ( ) Sim ( ) Não

c) Síncope: ( ) Sim ( ) Não

d) Palpitação: ( ) Sim ( ) Não

e) Dispnéia: ( ) Sim ( ) Não

f) Apresenta algum distúrbio do sono? ( ) Sim ( ) Não

Obs (Início, frequência, intensidade e duração dos sintomas):

## 5 - Tratamento

a) Faz uso de medicamentos? ( ) Sim ( ) Não

Quais os medicamentos que você usa? (incluir todos, inclusive os que não estão relacionados ao tratamento de alterações cardiovasculares e ou de fatores de risco)

Medicamento	Concentração	Frequência de uso	Há quanto tempo

## 6 – Outros Comprometimentos

a) Apresenta outras doenças (Sistema respiratório, Sistema gastrointestinal, Sistema renal)? Descrever.

b) Foi submetido a alguma cirurgia e ou internação hospitalar? (investigar sobre o tipo de cirurgia e quando ela foi realizada, e ou, quando e durante quanto tempo ocorreu a internação hospitalar)

c) Sistema ósteo-mio-articular:

Sente dores musculares? ( ) Sim ( ) Não Onde?

Já sofreu fraturas? ( ) Sim ( ) Não Onde?

Há presença de placas, pinos, parafusos, próteses no corpo? ( ) Sim ( ) Não Onde?

## 7 - História Psicossocial

a) Você consome bebida alcoólica? ( ) Sim ( ) Não

Qual a frequência? \_\_\_\_\_

c) Toma café?( ) Sim ( ) Não Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Qual a quantidade diária? \_\_\_\_\_

## 8- Exames clínicos

ECG de repouso (Supino)

Ritmo Sinusal ( ) Sim ( ) Não

Ritmo regular ( ) Sim ( ) Não

DI: \_\_\_\_\_ DII: \_\_\_\_\_

DIII: \_\_\_\_\_ AVR: \_\_\_\_\_

AVF: \_\_\_\_\_ AVL: \_\_\_\_\_

V1: \_\_\_\_\_ V2: \_\_\_\_\_

V3: \_\_\_\_\_ V4: \_\_\_\_\_

V5: \_\_\_\_\_ V6: \_\_\_\_\_

Qualidade do traçado: ( ) Boa ( ) Ruim

Considerações: \_\_\_\_\_

## 9- Avaliação antropométrica

- Peso: \_\_\_\_\_ Kg

- Altura: \_\_\_\_\_ cm
- IMC ( $\text{Kg/m}^2$ ): \_\_\_\_\_
- Dobras cutâneas  
Tórax: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ mm  
Abdominal: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ mm  
Coxa: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ mm

#### 10- Exame físico

- Dor /Localização: \_\_\_\_\_
- ADM diminuída /Articulação: \_\_\_\_\_
- Encurtamento muscular /Musculatura: \_\_\_\_\_





### QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL

Por favor, circule a resposta apropriada para cada questão:

Nos últimos 12 meses:

- |    |  |   |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|---|
| 1) | Qual tem sido sua principal ocupação?  | 1 | 3 | 5 |   |   |
|    | <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 450px;"></div>   |   |   |   |   |   |
| 2) | No trabalho eu sento:<br>nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / sempre   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3) | No trabalho eu fico em pé:<br>nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / sempre  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4) | No trabalho eu ando:<br>nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / sempre  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5) | No trabalho eu carrego carga pesada:<br>nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / sempre  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6) | Após o trabalho eu estou cansado:<br>muito freqüentemente / freqüentemente / algumas vezes / raramente / nunca   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 7) | No trabalho eu suco:<br>muito freqüentemente / freqüentemente / algumas vezes / raramente / nunca  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 8) | Em comparação com outros da minha idade eu penso que meu trabalho é fisicamente:<br>muito mais pesado/ mais pesado / tão pesado quanto / mais leve / muito mais leve | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

9)	Você pratica ou praticou esporte ou exercício físico nos últimos 12 meses: sim / não Qual esporte ou exercício físico você pratica ou praticou mais freqüentemente?	1	3	5
	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>			
–	quantas horas por semana?	<1	1<2	2<3
	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	3-4	>4	
–	quantos meses por ano?	<1	1-3	4-6
	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	7-9	>9	
	Se você faz um vez segundo esporte ou exercício físico, qual o tipo?:	1	3	5
	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>			
–	quantas horas por semana?	<1	1<2	2<3
	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	3-4	>4	
–	quantos meses por ano?	<1	1-3	4-6
	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	7-9	>9	
10)	Em comparação com outros da minha idade eu penso que minha atividade física durante as horas de lazer é: muito maior / maior / a mesma / menor / muito menor	5	4	3
		2	1	
11)	Durante as horas de lazer eu suou: muito freqüentemente / freqüentemente / algumas vezes / raramente / nunca	5	4	3
		2	1	
12)	Durante as horas de lazer eu pratico esporte ou exercício físico: nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / muito freqüentemente	1	2	3
		4	5	
13)	Durante as horas de lazer eu vejo televisão: nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / muito freqüentemente	1	2	3
		4	5	
14)	Durante as horas de lazer eu ando: nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / muito freqüentemente	1	2	3
		4	5	
15)	Durante as horas de lazer eu ando de bicicleta: nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / muito freqüentemente	1	2	3
		4	5	
16)	Durante quantos minutos por dia você anda a pé ou de bicicleta indo e voltando do trabalho, escola ou compras? <5 / 5-15 / 16-30 / 31-45 / >45	1	2	3
		4	5	
	Total em minutos	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>		

### Fórmulas para cálculo dos escores do questionário Baecke de AFH

ATIVIDADES FÍSICAS OCUPACIONAIS (AFO)	
Escore de AFO = $\frac{\text{questão1} + \text{questão2} + \text{questão3} + \text{questão4} + \text{questão5} + \text{questão6} + \text{questão7} + \text{questão8}}{8}$	
Cálculo da primeira questão referente ao tipo de ocupação:	
♦ Intensidade (tipo de ocupação)=1 para profissões com gasto energético leve ou 3 para profissões com gasto energético moderado ou 5 para profissões com gasto energético vigoroso ( <b>determinado pela resposta do tipo de ocupação: o gasto energético da profissão deve ser conferido no compêndio de atividades físicas de Ainsworth</b> )	
EXERCÍCIOS FÍSICOS NO LAZER (EFL)	
Cálculo da questão 9 referente a prática de esportes/exercícios físicos:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensidade (tipo de modalidade)=0,76 para modalidades com gasto energético leve ou 1,26 para modalidades com gasto energético moderado ou 1,76 para modalidades com gasto energético vigoroso (<b>determinado pela resposta do tipo de modalidade: o gasto energético da modalidade deve ser conferido no compêndio de atividades físicas de Ainsworth</b>)</li> <li>Tempo (horas por semana)=0,5 para menos de uma hora por semana ou 1,5 entre maior que uma hora e menor que duas horas por semana ou 2,5 para maior que duas horas e menor que três horas por semana ou 3,5 para maior que três e até quatro horas por semana ou 4,5 para maior que quatro horas por semana (<b>determinado pela resposta das horas por semana de prática</b>)</li> <li>Proporção (meses por ano)=0,04 para menor que um mês ou 0,17 entre um a três meses ou 0,42 entre quatro a seis meses ou 0,67 entre sete a nove meses ou 0,92 para maior que nove meses (<b>determinado pela resposta dos meses por ano de prática</b>)</li> </ul>	
♦ Para o cálculo desta questão, os valores devem ser multiplicados e somados: [Modalidade 1=(Intensidade*Tempo*Proporção)+Modalidade 2=(Intensidade*Tempo*Proporção)]	
♦ Após o resultado deste cálculo, para o valor final da questão 9, deverá ser estipulado um escore de 0 a 5 de acordo com os critérios especificados abaixo: [0 (sem exercício físico)=1/ entre 0,01 até <4=2/ entre 4 até <8=3/ entre 8 até <12=4/≥12,00=5]	
Os escores das questões dois a quatro serão obtidos de acordo com as respostas das escalas de Likert	
O escore final de EFL deverá ser obtido de acordo com a fórmula especificada abaixo:	
Escore de EFL = $\frac{\text{questão9} + \text{questão10} + \text{questão11} + \text{questão12}}{4}$	
ATIVIDADES FÍSICAS DE LAZER E LOCOMOÇÃO (ALL)	
Os escores das questões cinco a oito serão obtidos de acordo com as respostas das escalas de Likert	
O escore final de ALL deverá ser obtido de acordo com a fórmula especificada abaixo:	
Escore de ALL = $\frac{(6 - \text{questão13}) + \text{questão14} + \text{questão15} + \text{questão16}}{4}$	
<b>Escore total de atividade física (ET)= AFO+EFL+ALL</b>	

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)