

# Respostas cardiovasculares a mudança postural e capacidade aeróbia em homens e mulheres de meia-idade antes e após treinamento físico aeróbio

Cardiovascular responses to postural change and aerobic capacity among middle-aged men and women before and after aerobic physical training

Leite ST<sup>1</sup>, Martinelli FS<sup>2</sup>, Madruga VA<sup>3</sup>, Catai AM<sup>4</sup>, Gallo Junior L<sup>5</sup>, Chacon-Mikahil MPT<sup>6</sup>

## Resumo

**Objetivo:** Comparar respostas cardiovasculares a Manobra Postural Passiva (Tilt Test) e capacidade cardiorrespiratória em homens e mulheres de meia-idade antes e após treinamento físico aeróbio. **Materiais e métodos:** Sete homens – GH (44,6±2,1 anos) e sete mulheres – GM (51,7±4,8 anos), participaram de treinamento físico aeróbio por 12 semanas. Foi realizado protocolo de Tilt Test (cinco minutos supino, dez minutos inclinado 70°, cinco minutos supino), com monitoração da pressão arterial e frequência cardíaca. Para mensuração da capacidade cardiorrespiratória foi realizado protocolo em cicloergômetro. **Resultados:** Na condição sedentária, GH mostrou maior influência parassimpática no controle da frequência cardíaca evidenciada por maior intervalo RR (iRR) durante Tilt Test. Na condição treinada, os valores de iRR de ambos os grupos se assemelham, tendo as mulheres iRR maior em supino, mas na inclinação os homens mantêm iRR mais elevado. Para pressão arterial, as mulheres permanecem com valores superiores após treino, mas a frequência cardíaca tende a se assemelhar em ambos. Já na capacidade cardiorrespiratória, homens e mulheres têm um padrão de comportamento semelhante após treino. Com exceção dos valores absolutos da frequência cardíaca, sem diferenças entre os grupos, para todas as outras variáveis os homens obtiveram valores superiores aos das mulheres. Observa-se ainda que, após o treinamento, houve redução significativa dos valores de pressão arterial no GM, mesmo continuando superiores aos dos homens. **Conclusão:** O treinamento parece ter reduzido os níveis pressóricos nas mulheres, além de serem observadas melhorias na capacidade cardiorrespiratória de ambos os grupos, permanecendo os homens com melhor desempenho do que as mulheres.

Artigo registrado na Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR) sob o número 12608000085370.

**Palavras-chave:** treinamento aeróbio; atividade autonômica cardiovascular; estresse ortostático; gênero; meia-idade; capacidade cardiorrespiratória.

## Abstract

**Objective:** To compare the cardiovascular responses to passive postural maneuvers (tilt test) and the cardiorespiratory capacity in middle-aged men and women, before and after aerobic physical training. **Methods:** Seven men (44.6±2.1 years old) and seven women (51.7±4.8 years old) participated in aerobic physical training for 12 weeks. The tilt test protocol (five minutes supine, ten minutes tilted at 70° and five minutes supine) was followed, with arterial blood pressure and heart rate monitoring. A cycle ergometer protocol was used to measure cardiorespiratory capacity. **Results:** In the sedentary condition, men showed greater parasympathetic influence in heart rate control, as demonstrated by their higher RR interval (iRR) during the tilt test. After training, the iRR values became more similar in the two groups, although the women had higher iRR in the supine position and the men continued to present higher iRR under tilted conditions. The women's blood pressures continued to be higher after training, but heart rate tended to become similar in the two groups. The cardiorespiratory capacity patterns in the two groups were similar after training. Except for absolute heart rate values, for which there were no differences between the groups, the men's values were higher than those of the women for all other variables. It was also observed that, after the training, the women's blood pressures were significantly lower, even though their pressures remained higher than the men's. **Conclusions:** The training seemed to reduce the women's arterial blood pressure levels and improve both groups' cardiorespiratory capacity, but the men continued to present better performance than the women.

Article registered in the Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR) under the number 12608000085370.

**Key words:** Aerobic training; cardiovascular autonomic activity; orthostatic stress; gender; middle age; cardiorespiratory capacity.

**Recebido:** 28/12/2007 – **Revisado:** 30/05/2008 – **Aceito:** 06/08/2008

<sup>1</sup> Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas (SP), Brasil

<sup>2</sup> Escola Superior de Educação Física de Jundiaí (ESEFJ) – Jundiaí (SP), Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Atividade Física Adaptada, Faculdade de Educação Física (Unicamp)

<sup>4</sup> Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)) – São Carlos (SP), Brasil

<sup>5</sup> Laboratório de Fisiologia do Exercício, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil

<sup>6</sup> Departamento de Ciência do Esporte, Faculdade de Educação Física (Unicamp)

**Correspondência para:** Laboratório de Fisiologia do Exercício, Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, Rua Érico Veríssimo, 701, CEP 13083-851, Campinas (SP), Brasil, e-mail: marapatricia@fef.unicamp.br

## Introdução

O envelhecimento é um processo natural no qual ocorre diminuição das funções e respostas fisiológicas, especialmente a partir da terceira década de vida, quando se inicia um progressivo declínio da capacidade funcional, cuja velocidade de mudança é dependente de fatores genéticos, condições de saúde e estilo de vida do indivíduo<sup>1</sup>.

Estas alterações decorrentes do envelhecimento acabam aumentando a incidência de doenças cardiovasculares tanto em homens quanto em mulheres. Um importante parâmetro de análise da diferença entre os gêneros ocorre na meia-idade, quando as mulheres entram no período da menopausa e parte delas passam a fazer uso da Terapia de Reposição Hormonal (TRH), que vem sendo associada com redução da incidência de doenças cardiovasculares<sup>2,3,4</sup>, visto que o avançar da idade, por si só, já pode ser considerado fator de risco e contribuinte para morbidades e mortalidades cardiovasculares<sup>5</sup>.

Há indicações de que as diferenças cardiovasculares existentes entre homens e mulheres até a meia idade tendem a diminuir com o passar dos anos, minimizando-se após os 50 anos de idade. Quando homens e mulheres idosos (média de 67 anos) são comparados, não são mais observadas diferenças estatísticas para os parâmetros de análise de variabilidade de frequência cardíaca<sup>5</sup>.

Foi constatado que, na comparação homens e mulheres a partir da meia-idade, tinham um acometimento de respectivamente, 33,6 e 40,6%<sup>6</sup>, mostrando que as mulheres estão mais susceptíveis<sup>5,7</sup>, embora os homens tenham um índice de mortalidade cardíaca maior, devido à dominância simpática<sup>7,8,9</sup>.

Para o funcionamento adequado do Sistema Cardiovascular (SCV), é necessário que um refinado sistema de controle seja eficaz para realizar os ajustes necessários. Toda essa complexidade, tanto em repouso como em exercício, é controlada eficientemente por mecanismos neurais e neuro-hormonais que respondem aos estímulos aferentes e eferentes intermediados pelas inervações autonômicas<sup>10</sup>.

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é um dos responsáveis por controlar extrinsecamente o SCV, ajustando suas funções. Um exemplo desse controle é observado pelas alterações que ocorrem na FC e na PA, que são variáveis de mensuração fácil e não invasivas, e que nos fornecem uma enorme quantidade de informações sobre o desempenho do organismo em diversas situações, como por exemplo, em resposta às mudanças posturais e às manobras respiratórias (valsalva, apnéia, arritmia sinusal respiratória), assim como no exercício físico<sup>10</sup>.

Kuo et al.<sup>11</sup> relatam que a mulher de meia-idade apresenta maior dominância parassimpática e menor simpática quando comparada ao homem<sup>3</sup>. No entanto, a mulher a partir dos 50 anos, tem uma diminuição da modulação

parassimpática, e essas diferenças tendem a ser atenuadas com o envelhecimento<sup>11-14</sup>.

Com isso, apesar do envelhecimento se refletir nas respostas das variáveis funcionais, o exercício consegue atenuar as conseqüências dessa redução no ritmo fisiológico<sup>1</sup>. A prática regular de exercícios físicos predominantemente aeróbios, ou seja, o Treinamento Físico Aeróbio (TFA) pode modificar o controle do SNA sobre o SCV, elevando a atividade parassimpática com redução ou não da simpática, que associado às modificações na frequência cardíaca (FC), resultam em bradicardia tanto em repouso<sup>15-17</sup> quanto durante a atividade física submáxima, ambas provavelmente decorrentes de uma resposta parassimpática aumentada e uma redução da “descarga” simpática<sup>18,19</sup>.

Em resposta a esses estímulos estressantes, como é o caso do exercício, manobras posturais e respiratórias desencadeiam adaptações na modulação simpática/parassimpática sobre o nódulo sinusal de repouso e aumento do reflexo barocceptor<sup>20,21</sup>.

Sabe-se que a modulação autonômica é influenciada, dentre outros fatores, pela condição física, a idade do indivíduo e o gênero. No entanto, é importante observar que as mudanças no envelhecimento de acordo com o gênero ainda estão um pouco controversas. Ghorayeb et al.<sup>5</sup> relata que a pressão arterial (PA) da mulher antes de atingir a menopausa é menor que a do homem. Já as pós-menopausadas apresentam valores de Pressão Arterial Sistólica e Diastólica (PAS e PAD, respectivamente) mais elevados, principalmente as que fazem TRH, devido ao aumento do angiotensinogênio.

Em contrapartida, o estudo de Laitinen et al.<sup>22</sup>, que avaliou a influência do gênero nas respostas autonômicas cardiovasculares, encontrou que os valores da PA média (PAM) supina em mulheres são menores que as dos homens, mas na manobra postural passiva (Tilt Test) há um aumento significativo dessa variável nas mulheres. É interessante observar que nas variáveis da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), variabilidade da PAS e no barorreflexo cardiavagal sensitivo, não houve diferenças significativas entre os gêneros.

Ainda com relação a variáveis autonômicas, Kuo et al.<sup>14</sup> descreve em seu estudo que mulheres de meia-idade têm uma dominância parassimpática na regulação da FC, enquanto nos homens isso ocorre pelo controle simpático.

Analisando todos esses aspectos é possível observar que mais estudos são necessários, principalmente com relação à influência do gênero nas respostas ao exercício durante o envelhecimento.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi comparar as respostas cardiovasculares à manobra postural passiva e a capacidade cardiorrespiratória entre homens e mulheres de meia-idade nos dois momentos estudados, ou seja, antes e após o TFA.

## Materiais e métodos

### Sujeitos

Foram estudados 14 voluntários de meia-idade: sete homens (GH) e sete mulheres (GM), pós-menopausa e com TRH. Todos responderam à anamnese e ao questionário de dados pessoais, histórico de doenças, hábitos de vida, além de terem sido devidamente informados sobre todos os procedimentos e etapas desta pesquisa. Em seguida, foram submetidos a exames clínico-cardiológico e bioquímico para caracterização do estado de saúde. A amostra do presente trabalho reflete o grupo cujos dados foram coletados nos momentos sedentário e treinado (SED e TRE, respectivamente) devido a limitações metodológicas existentes em outras etapas da coleta de dados.

### Crítérios de inclusão e exclusão

Os sujeitos incluídos nesta investigação deveriam ter idade entre 40 e 60 anos, não estar participando de nenhum programa de exercícios físicos há pelo menos seis meses, comprometer-se voluntariamente em participar do programa de treinamento proposto e das avaliações pré e pós-treinamento (respeitando os critérios expostos no termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da FCM-Unicamp, adendo dos pareceres 227/94 e 228/94). As mulheres ainda teriam que ser pós-menopausadas (sem fluxo menstrual por no mínimo 12 meses consecutivos) e estar fazendo TRH. Foram excluídos desta pesquisa, os voluntários que estavam praticando exercícios físicos regulares e/ou que apresentaram na avaliação clínica e/ou nos exames laboratoriais qualquer patologia ou outros complicadores que seriam fatores de risco ou adesão para a prática regular de atividade física proposta ou que estivessem utilizando qualquer medicação que interferisse nas respostas fisiológicas aos testes.

### Protocolos experimentais

Os sujeitos foram avaliados antes e após o TFA, em duas sessões experimentais. Todos os testes foram realizados em

**Tabela 1.** Valores medianos das variáveis antropométricas e hemodinâmicas de repouso dos grupos estudados.

	GH	GM
n	7	7
Idade (anos)	45	53*
Massa Corporal (kg)	85	62*
Estatura (m)	1,80	1,60
PAS (mmHg)	120	120
PAD (mmHg)	80	85
FC (bpm)	68	72

\* $p < 0,05$ ; GH=grupo homem; GM=grupo mulher; PAS=pressão arterial sistólica; PAD=pressão arterial diastólica; FC=frequência cardíaca.

ambiente silencioso, com temperatura mantida entre 22-24°C. Os sujeitos foram informados para não fazerem nenhum exercício físico nas 48 horas que antecederam o experimento e instruídos a não consumirem medicamentos e cafeinados por pelo menos 12 horas anteriores aos experimentos.

Na primeira sessão foi avaliada a massa corporal total (kg) e altura (m), em uma balança da marca Filizola (modelo ID-1500, São Paulo, Brasil), com precisão de 100 g, com uma toesa metálica acoplada a uma régua graduada, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon, Chumlea, Roche<sup>23</sup>, conforme a Tabela 1.

Em seguida foi feito o Tilt Test, que procurou verificar as respostas hemodinâmicas durante a mudança postural, por meio de registros da FC (eletrocardiografia - ECG Funbec) e da PA (aferição em um manômetro de coluna de mercúrio). Na tentativa de minimizar os efeitos do estresse emocional decorrente da manobra foi realizada uma inclinação prévia. Após um registro de cinco minutos na posição supina, foi realizada a inclinação a 70°, que foi mantida por dez minutos, ou até que o voluntário apresentasse qualquer sintoma que contra indicasse a manutenção dessa posição.

A PA e a FC foram aferidas em intervalos de um minuto nos cinco minutos pré-inclinação (posição supina), durante a manobra de dez minutos, e nos cinco minutos posteriores à volta da posição inicial. A partir do registro eletrocardiográfico, durante o Tilt Test foram calculados os intervalos entre as ondas R (iRR), que é a distância entre o pico de ondas R adjacentes do traçado do primeiro minuto de cada fase do protocolo de Tilt Test, em seqüências de dez em dez segundos.

Na segunda sessão experimental, foi realizada a Avaliação Cardiorrespiratória durante Exercício Físico Dinâmico em cicloergômetro (Quinton Inst Co, Corival 400, Groningen, the Netherlands). Durante o protocolo, o voluntário esteve conectado ao analisador de gases (Sensormedics®, MMC Horizontal System, Yorba Linda, CA, USA). A capacidade cardiorrespiratória foi determinada pelos valores picos do consumo de oxigênio  $\dot{V}O_2$ , de ventilação ( $\dot{V}E$ ), FC e da potência (POT) atingidos na exaustão física, bem como os valores destas variáveis correspondentes ao limiar anaeróbio (LA), detectado como o primeiro ponto de inflexão das curvas de produção de  $CO_2$  ( $\dot{V}CO_2$ ) e da ventilação ( $\dot{V}E$ ), ou seja, onde ocorre a perda da linearidade destas variáveis em relação ao incremento linear do consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ )<sup>24</sup>.

O protocolo de avaliação em cicloergômetro foi padronizado para a obtenção das variáveis fisiológicas em resposta a um degrau contínuo até a exaustão, variando de 10-17W/minutos, para o GM e GH, respectivamente. A potência inicial de aquecimento foi baixa ( $\approx 4$  watts) por um período de dois minutos. Durante todo o protocolo, o voluntário manteve a

velocidade das pedaladas em torno de 60rpm. A PA foi mensurada pelo método auscultatório (manômetro de coluna de mercúrio "Narcosul" e estetoscópio "BIC"), estando o indivíduo sentado no cicloergômetro, nas condições de controle pré, durante e imediatamente após esforço máximo atingido. Já a FC foi registrada continuamente, a partir dos 60 segundos que precederam o início do esforço, durante a execução deste, e até o final do teste.

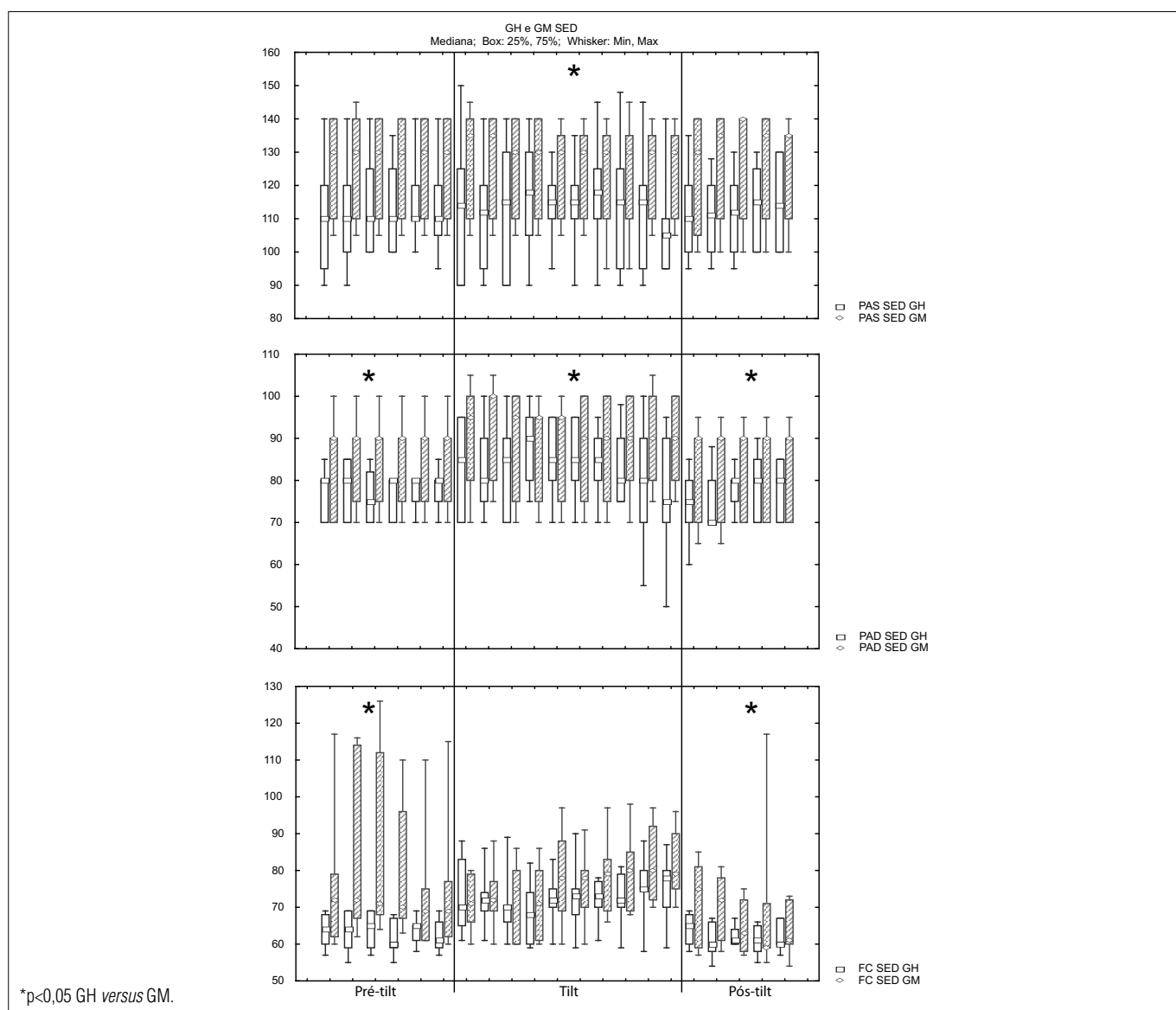
## Protocolo de treinamento físico

Após a realização das avaliações, os voluntários iniciaram um programa supervisionado de 12 semanas de TFA, com frequência de três sessões semanais, e duração aproximada de 60 minutos/sessão, inicialmente fazendo-se caminhadas em superfícies planas (70% da FC<sub>máx</sub>) e progredindo para trotes

e caminhadas mais vigorosas em superfícies inclinadas, até atingir 85% da FC pico individual. Os voluntários tiveram sua frequência semanal controlada pelos pesquisadores, sendo que a amostra compareceu em pelo menos 85% das sessões realizadas.

## Análise estatística

A partir do tabelamento dos resultados, procedeu-se a aplicação da estatística descritiva dos dados dos grupos estudados, bem como uma análise comprobatória (estatística analítica). Foi utilizado o teste de Mann-Whitney para a análise intergrupos. Também se utilizou Friedman com *post-hoc* de Wilcoxon, e correção de Bonferroni para análises de Tilt Test. O nível de significância adotado para todas as análises foi de  $p < 0,05$ .



**Figura 1.** Comportamento minuto a minuto (boxplot) das variáveis de pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC) em cada etapa do Tilt, na condição sedentário (SED), dos grupos homem (GH) e mulher (GM).

## Resultados

Os resultados obtidos nos dois momentos de coleta, antes e após 12 semanas de TFA, estão representados como SED (GHSED e GMSED), e TRE (GHTRE e GMTRE) para os dois grupos estudados.

### Comportamento Hemodinâmico durante a Mudança Postural (Tilt)

As Figuras 1 e 2 mostram para o GH e GM, o comportamento da PAS, PAD e FC antes e após o TFA, respectivamente. Observam-se valores significativamente inferiores para PAS e PAD no GH, tanto na condição pré como pós-treino. Já para FC, foram observados valores significativamente inferiores no GH na posição supina pré e pós Tilt na condição SED, e no pós Tilt na condição TRE.

Também é possível observar o comportamento dos iRR do GH *versus* GM, nas condições SED e TRE, respectivamente nas Figuras 3 e 4. Pode-se observar que praticamente durante todo o protocolo de Tilt, o GH apresenta um iRR aumentado quando comparado ao GM, tanto no pré quanto no pós-treino, indicando uma maior bradicardia.

### Análise das variáveis cardiorrespiratórias em cicloergômetro

A Tabela 2 mostra o comportamento das variáveis cardiorrespiratórias obtidas durante protocolo contínuo de cicloergômetro, antes e após o TFA para o GH e GM.

De acordo com as análises feitas, é possível verificar que, tanto na condição SED como na TRE, os homens apresentam valores superiores para as variáveis analisadas, tanto no LA quanto no PICO do esforço (\* $p < 0,05$ ) quando comparados ao grupo de mulheres. É importante ressaltar que apenas a FC (LA e PICO) não foi estatisticamente diferente entre os dois grupos nos momentos estudados.

## Discussão

Este estudo teve como foco principal verificar as possíveis diferenças entre os comportamentos das variáveis

cardiovasculares e respiratórias de homens e mulheres de meia-idade, em diferentes condições de treinamento.

É possível observar a ocorrência da bradicardia de repouso em ambos os grupos após o treinamento físico aeróbio (Figuras 1 e 2), podendo indicar maior participação parassimpática e/ou menor estimulação simpática.

Durante a mudança postural é necessário que ocorram ajustes cardiovasculares rápidos para que o débito cardíaco seja mantido, já que a força de gravidade age contrariamente ao retorno venoso, o que provocaria uma redução do volume sistólico.

Nos grupos estudados foi observado que tanto GM quanto GH apresentam aumento da FC como resposta à manobra, concordando com Montano et al.<sup>25</sup> que descreve a necessidade de um aumento da FC na posição inclinada durante o Tilt Test decorrente da excitação simpática associada à retirada vagal sobre o nodo sino atrial.

No entanto é interessante observar que, no momento SED, o GM apresentou maiores valores de FC que o GH tanto supino quanto em inclinação. Resultados semelhantes da FC na condição SED também são encontrados no estudo de Shoemaker et al.<sup>26</sup> durante um protocolo de inclinação de 60°. Apesar de ter sido realizado com uma população mais jovem (média de idade de 30±11 anos para os homens e 26±6 anos para as mulheres) tanto os valores de FC quanto de PAM foram superiores no grupo feminino.

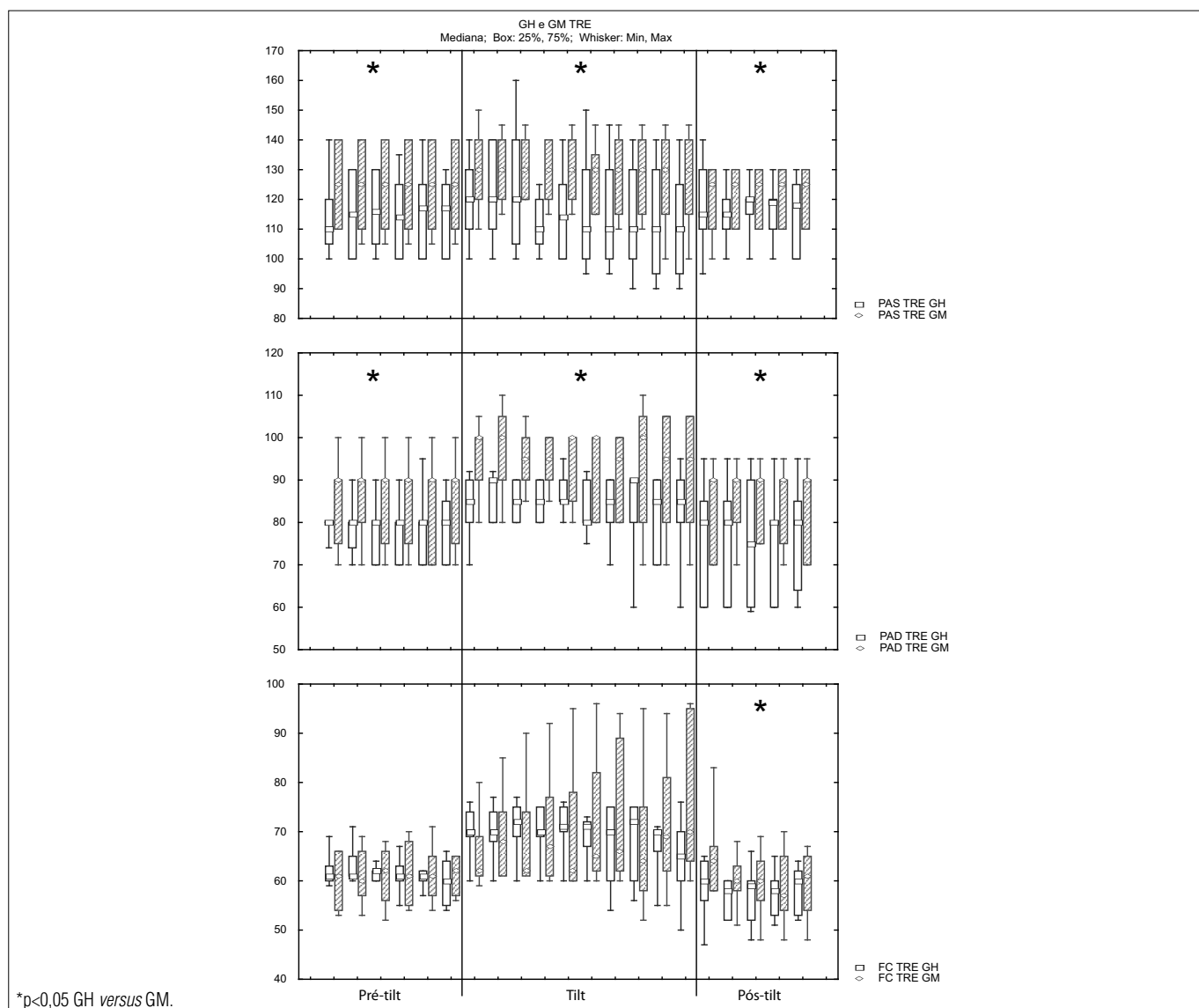
Com relação a PA, em nosso protocolo pudemos observar que as mulheres têm valores mais elevados que os homens na mesma faixa etária durante todo o protocolo de Tilt Test, corroborando com os achados de Laitinen et al.<sup>22</sup>, que realizou um protocolo de Tilt Test com inclinação de 70° em indivíduos de diversas idades (23 a 77 anos) por cinco minutos apenas. Apesar do GH apresentar após o TFA maior PAS (ns) que na condição pré nas fases de supino do protocolo utilizado, estes valores são inferiores aos valores do GM, a despeito da redução significativa da PAS ocorrida para este último grupo na condição TRE.

Bigger-Jr et al.<sup>27</sup> descrevem que a manobra postural passiva provoca redução do componente de alta frequência (indicador parassimpático) e aumento substancial no balanço simpato-vagal, obtidos pela análise espectral dos iRR, indicando que durante a manobra há inibição vagal e aumento na excitação simpática. Apesar de no presente trabalho não terem sido

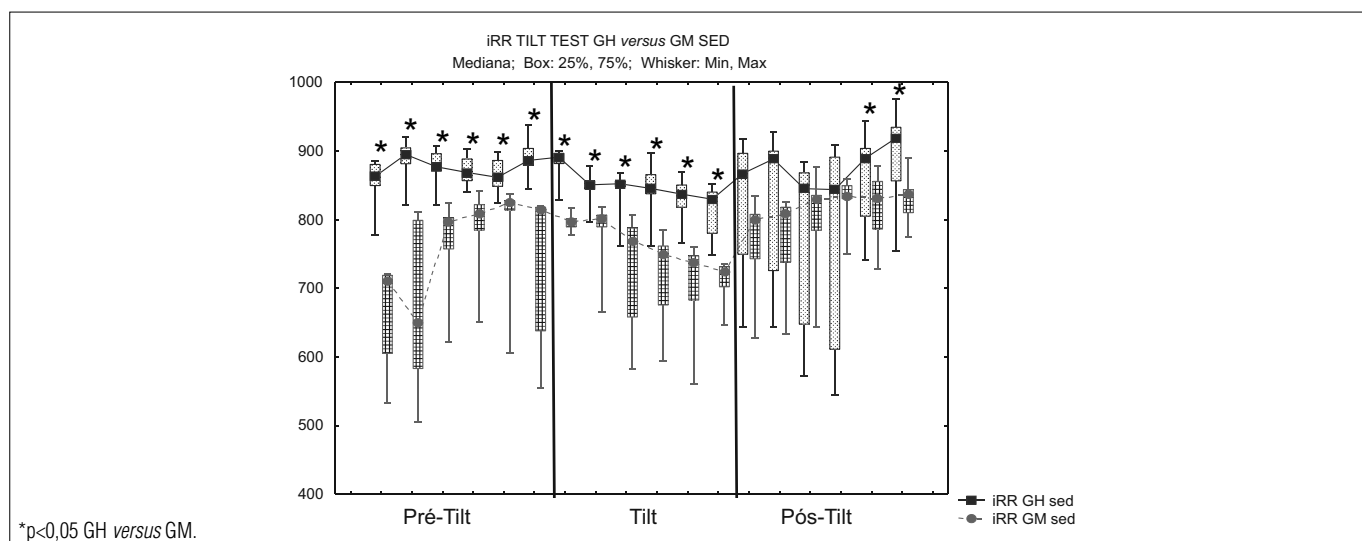
**Tabela 2.** Valores medianos das variáveis cardiorrespiratórias no Limiar anaeróbio (LA) e no Pico de esforço (PICO) de ambos os grupos, nas condições sedentário (SED) e treinado (TRE).

		FC (bpm)		$\dot{V} E$ (L/min)		$\dot{V} O_2$ (L/min)		$\dot{V} CO_2$ (L/min)		$\dot{V} O_2$ (mL/kg/min)		Pot (W)	
		SED	TRE	SED	TRE	SED	TRE	SED	TRE	SED	TRE	SED	TRE
LA	GH	115	118	33,3	42,7	1,21	1,44	0,99	1,36	13,9	17,3	82	105
	GM	105	108	18,9*	21,6*	0,63*	0,68*	0,56*	0,60*	9,6*	10,4*	33*	45*
PICO	GH	160	155	93,5	103	2,39	2,41	2,17	2,86	29,0	30,4	168	190
	GM	152	157	46*	59,2*	1,16*	1,25*	1,40*	1,58*	16,8*	19,5*	78*	97*

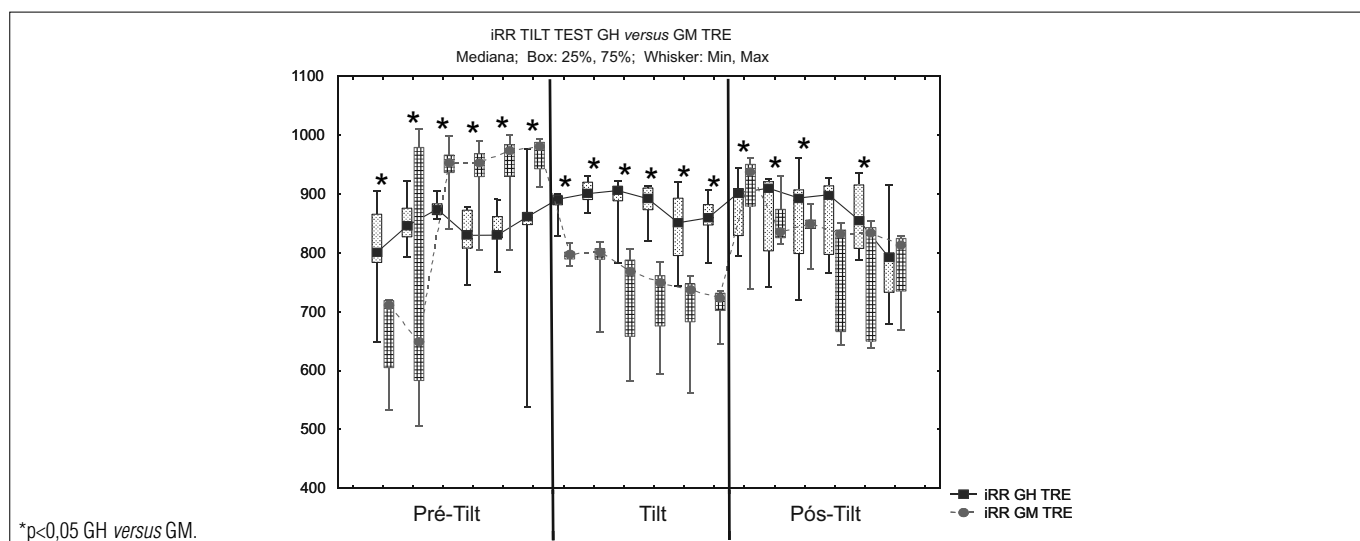
\* $p < 0,05$ ; GH=grupo homem; GM=grupo mulher.



**Figura 2.** Comportamento minuto a minuto (boxplot) das variáveis de pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC) em cada etapa do Tilt Test, na condição treinado (TRE), dos grupos homem (GH) e mulher (GM).



**Figura 3.** Comportamento do iRR (boxplot) no 1º min de cada etapa do protocolo de Tilt na condição sedentário (SED), dos grupos homem (GH) e mulher (GM).



**Figura 4.** Comportamento do iRR (boxplot) no 1º min de cada etapa do protocolo de Tilt na condição treinado (TRE), dos grupos homem (GH) e mulher (GM).

analisados os valores das variáveis espectrais, os iRR obtidos em séries temporais durante o primeiro minuto conseguem refletir a modulação autonômica que está ocorrendo nas duas condições estudadas.

Montano et al.<sup>25</sup> relatam que durante a manobra postural ativa há um menor iRR já que esse tipo de manobra também possibilita maior envolvimento do sistema nervoso central e influência mais efetiva das atividades muscular e respiratória como ação reflexa de controle ao estresse. No entanto, nosso protocolo foi executado com uma manobra postural passiva, procurando justamente eliminar possíveis influências externas ao controle neural cardiovascular, sendo possível observar que, os indivíduos na condição TRE, de ambos os gêneros obtiveram modificações no comportamento dos iRR durante a inclinação do Tilt Test, no qual, tanto GH quanto GM reduziram os iRR em relação à condição SED, apesar do GH manter valores superiores de iRR quando comparado ao GM, em ambas as condições.

Alterações no sistema cardiorrespiratório ocorridas após o treinamento aeróbio, já estão muito bem descritas na literatura, já que indivíduos com boa condição física tendem a ter menor FC de repouso, decorrente de alterações intrínsecas, maior atividade parassimpática ou redução da simpática<sup>21</sup>. No entanto, não é possível concluir que essas modificações são conseqüências diretas do treinamento físico utilizado, já que existe um conjunto de mudanças fisiológicas advindas de um melhor condicionamento aeróbio, envolvendo diferentes sistemas, em diversos níveis<sup>28</sup>.

Sabe-se também que indivíduos com melhor condicionamento aeróbio têm controle autonômico mais eficiente que o sedentário<sup>28</sup>, tanto em jovens quanto em pessoas mais velhas<sup>29</sup>, e que hábitos de vida não muito ativos parecem exercer um

papel crítico para o aparecimento e progressão de doenças cardiovasculares, ou associadas.

Rennie et al.<sup>30</sup> fazem uma interessante relação ao comparar gêneros em que homens apresentam menor FC de repouso em resposta ao treinamento moderado e/ou intenso. No entanto, as mulheres só mostraram redução da FC de repouso para treinamento intenso. No presente estudo, observamos redução na FC repouso do GM ( $p < 0,05$ ) após as 12 semanas de treinamento aeróbio de intensidade moderada (70 a 85%).

Em geral, este estudo apresentou, tanto para os homens quanto para as mulheres, melhoras na condição pós-treino, para todas as variáveis cardiorrespiratórias analisadas, tanto no LA, quanto no PICO do esforço. Apenas a FC pico mostrou redução não-significativa para ambos os grupos.

## Conclusões

Pela análise dos resultados encontrados, pode-se sumarizar que na condição sedentária, o GH mostrou maior influência parassimpática no controle da FC evidenciada pelo maior iRR durante todo o protocolo de Tilt Test (supino pré, inclinação, supino pós). Na condição TRE, os valores de iRR de ambos os grupos se assemelham, tendo as mulheres um iRR mais elevado quando em supino, mas durante o estresse da inclinação do Tilt Test, os homens mantêm o iRR mais elevado. Quanto aos valores de PA, tanto na condição SED, quanto na TRE, as mulheres apresentam valores mais elevados que os dos homens. Os valores de FC mostraram-se semelhantes para os dois grupos na mesma condição durante a inclinação do protocolo de Tilt Test, distintamente ao observado para os menores valores de iRR supino no GM, o que pode confirmar uma

menor responsividade autonômica ao estresse aplicado para essa faixa etária no referido grupo. Já com relação à capacidade cardiorrespiratória, os homens têm um padrão de comportamento semelhante ao das mulheres no pós-treino. No entanto, com exceção dos valores absolutos da FC no LA e no PICO, que não apresentaram diferenças entre os grupos, para todas as outras variáveis, os homens obtiveram valores superiores

aos das mulheres. Observa-se ainda que, após 12 semanas de TFA, houve redução significativa dos valores de pressão arterial no GM, mesmo que superiores aos dos homens nas duas condições estudadas e, na análise do protocolo de Tilt Test foi possível observar redução dos iRR e modificação nos valores de pressão arterial e frequência cardíaca instantânea, em ambos os grupos.

## Referências bibliográficas

- Pollock ML, Dawson GA. Physiologic responses of men 49 to 65 years of age to endurance training. *J Am Geriatr Soc.* 1976;24(3):97-104.
- Haddock BL, Marshak HPH, Mason JJ, Blix G. The effect of hormone replacement therapy and exercise on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. *Sports Med.* 2000;29(1):39-49.
- Liu CC, Kuo TB, Yang CC. Effects of estrogen on gender-related autonomic differences in humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2003;285(5):H2188-93.
- Rosano GM, Vitale C, Fini M. Hormone replacement therapy and cardioprotection: what is good and what is bad for the cardiovascular system? *Ann. N.Y. Acad Sci.* 2006;1092:341-8.
- Ghorayeb N, Baptista CA, Dioguardi GS, Reginatto LE. Atividade física na mulher. *Rev Soc Cardiol Est São Paulo, SOCESP.* 1996;6:540-2.
- Kannel WB, Hjortland MC, McNamara PM, Gordon T. Menopause and risk of cardiovascular disease: the Framingham study. *Ann Intern Med.* 1976;85(4):447-52.
- Tank J. Does aging cause women to be more sympathetic than men? *Hypertension.* 2005;45(4):489-90.
- Kuttent F, Gerson M. Hormone replacement therapy of menopause, heart and blood vessels. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 2001;94(7):685-9.
- Vanoli E, De Ferrari GM, Stramba-Badiale M, Hull SS Jr, Foreman RD, Schwartz PJ. Vagal stimulation and prevention of sudden death in conscious dogs with a healed myocardial infarction. *Circ Res.* 1991;68(5):1471-81.
- Smith JJ, Kampine JP. Regulation of arterial blood pressure. In Smith JJ, Kampine JP, editores. *Circulatory physiology – the essentials.* 3ªed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1990.
- Kuo TB, Lin T, Yang CC, Li CL, Chen CF, Chou P. Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate. *Am J Physiol.* 1999;277(6 Pt 2):H2233-9.
- Evans JM, Ziegler MG, Patwardhan AR, Ott JB, Kim CS, Leonelli FM et al. Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal, and hemodynamic indexes. *J Appl Physiol.* 2001;91(6):2611-8.
- Pikkujämsä SM, Mäkikallio TH, Airaksinen KE, Huikuri HV. Determinants and interindividual variation of R-R interval dynamics in healthy middle-aged subjects. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2001;280(3):H1400-6.
- Neves VF, Silva de Sá MF, Gallo L Jr, Catai AM, Martins LE, Crescêncio JC et al. Autonomic modulation of heart rate of young and postmenopausal women undergoing estrogen therapy. *Braz J Med Biol Res.* 2007;40(4):491-9
- American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription /ACSM.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- Maciel BC, Gallo Júnior L, Marin Neto JA, Lima Filho EC, Terra Filho J, Manço JC. Parasympathetic contribution to bradycardia induced by endurance training in man. *Cardiovasc Res.* 1985;19(10):642-8.
- Martinelli FS. Respostas da frequência cardíaca e da pressão arterial sistêmica às manobras postural passiva e de valsalva, em indivíduos sedentários e atletas corredores de longa distância [dissertação]. Campinas: Unicamp; 1996.
- Goldsmith RL, Bigger JT Jr, Steinman RC, Fleiss JL. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men. *J Am Coll. Cardiol.* 1992;20(3):552-8.
- Shin K, Minamitani H, Onishi S, Yamazaki H, Lee M. Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(11):1482-90.
- Seals DR, Taylor JA, Ng AV, Esler MD. Exercise and aging: autonomic control of the circulation. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26(5):568-76.
- Chacon-Mikahil MPT. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca nos domínios do tempo e da frequência antes e após o treinamento aeróbio em homens de meia idade [tese], Campinas: Unicamp; 1998.
- Laitinen T, Niskanen L, Geelen G, Länsimies E, Hartikainen J. Age dependency of cardiovascular autonomic responses to head-up tilt test in healthy subjects. *J Appl Physiol.* 2004;96(6):2333-40.
- Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, Recumbent Length, Weight. In: Lohman TG et al., editores. *Anthropometric standardizing reference manual.* Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988, p.3-8.
- Wasserman K, Whipp BJ, Koyle SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol.* 1973;35(2):236-43.
- Montano N, Ruscone TG, Porta A, Lombardi F, Pagani M, Malliani A. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. *Circulation.* 1994;90(4):1826-31.
- Shoemaker JK, Hogeman CS, Khan M, Kimmerly DS, Sinoway LI. Gender affects sympathetic and hemodynamic response to postural stress. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2001;281(5):H2028-35.



27. Bigger JT Jr, Fleiss JL, Steinman RC, Rolnitzky LM, Kleiger RE, Rottman JN. Correlations among time and frequency domain measures of heart period variability two weeks after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1992;69(9):891-8.
28. Almeida MBE, Araújo CGS. Effects of aerobic training on heart rate. *Rev Bras Med Esporte.* 2003;9(2):113-20.
29. Yataco AR, Fleisher LA, Katzel LI. Heart rate variability and cardiovascular fitness in senior athletes. *Am J Cardiol.* 1997;80(10):1389-91.
30. Rennie KL, 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. *Am J Epidemiol.* 2003;158(2):135-43.