Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor
Programa de pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional
Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiovascular

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

“Estudo da relação da aptidão cardiorrespiratória com parâmetros hemodinâmicos e autonômicos cardiovasculares em indivíduos saudáveis – comparação entre os sexos”

Tábata de Paula Facioli

Ribeirão Preto
2016

TÁBATA DE PAULA FACIOLI

Estudo da relação da aptidão cardiorrespiratória com parâmetros hemodinâmicos e autonômicos cardiovasculares em indivíduos saudáveis – comparação entre os sexos

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Programa: Reabilitação e Desempenho Funcional.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Celso Dutra de Souza

Ribeirão Preto
2016

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO DE PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação

Serviço de Documentação

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Facioli, Tábata de Paula.

Estudo da relação da aptidão cardiorrespiratória com parâmetros hemodinâmicos e autonômicos cardiovasculares em indivíduos saudáveis – comparação entre os sexos. Ribeirão Preto, 2016.

203p.: il.;30cm

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP – Reabilitação e Desempenho Funcional.

Orientador: Souza, Hugo Celso Dutra.

1. Condicionamento físico.
2. Sistema nervoso autonômico.
3. Variabilidade da frequência cardíaca e pressão arterial.
4. Gêneros.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Tábata de Paula Facioli

Estudo da relação da aptidão cardiorrespiratória com parâmetros hemodinâmicos e autonômicos cardiovasculares em indivíduos saudáveis – comparação entre os sexos

Dissertação apresentada a Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Pós-
Graduação em Reabilitação e Desempenho
Funcional, para obtenção do título de Mestre em
Ciências da Saúde.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho,

Aos meus amados pais Euripina e Sérgio.

Vocês que sempre estiveram ao meu lado, incentivando a seguir em frente mesmo diante das maiores dificuldades, que se dedicaram a mim e meus irmãos com tanto amor e coragem a fim de nos proporcionar sempre o melhor, e ensinaram que o caminho correto é a dignidade, respeito, simplicidade e amor. Tudo o que tenho e sou devo a vocês, meus grandes amores.

Aos meus irmãos Tácito e Talita.

Vocês que sempre foram meus melhores amigos, com quem posso contar em qualquer momento; vocês são minha força e coragem, minha inspiração; a distância não importa quando o amor sempre nos une.

Aos meus avós José e Anair.

Símbolo de que podemos vencer na vida, de que o caminho pode ser difícil, mas a vitória é certa quando construímos tudo com dedicação e honestidade.

Aos meus avós Olávo e Aldéia.

Meus maiores protetores, meu acalento de todos os dias e noites, energia que me vitaliza, meus sonhos.

Aos meus peludinhos: minhas filhas Blake e Amora e afilhado Niko.

Com vocês ao meu lado toda dificuldade foi mais leve, toda tristeza diminuída e toda alegria intensificada; o real significado de amor e fidelidade; Blake, minha maior saudade, minha anjinha da guarda; Amora e Niko, meus presentes, minhas companhias. Aqui fica a impossibilidade de dizer o quanto essas criaturinhas de luz são capazes de nos fazer felizes.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Euripina e Sérgio; irmãos Tácito e Talita, obrigada por serem minha base, pela nossa família, pelo incentivo e por todo o amor que nos envolve.

Amo muito vocês!

Aos meus cunhados Marina e Leandro, pelas conversas, momentos de risadas e descontração e pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho, voluntários dedicados.

Aos meus peludinhos: minhas filhas Blake e Amora e afilhado Niko, por me alegrarem nos momentos difíceis e renovarem minhas energias quando a vontade era de desistir; a energia que vocês transmitem acalma a alma.

Aos meus queridos colegas de laboratório, Ana Kaline, Camila, Carol, Daniel, Eduardo, Sabrina, Sueni e Stella e à Ana Paula. Obrigada pela amizade, companhia, pelos momentos de conversas e risadas, por tornarem o ambiente de trabalho mais leve e muito, muito obrigada pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho, sem vocês não seria possível realizá-lo. Foi maravilhosa a oportunidade de ter conhecido vocês, estarão sempre comigo.

À minha amiga Sá, que esteve comigo desde o início do desenvolvimento deste trabalho, participando de todas as etapas deste processo, desde o recrutamento de voluntários até no desenvolvimento e correção da dissertação. Sempre penso que sem sua iluminada ajuda não conseguiria concluir este trabalho. É muito importante saber que existem pessoas com o dom de compartilhar, com humildade, os seus conhecimentos. Muito obrigada pela sua amizade ao longo desses quase três anos, você se tornou muito especial, uma amiga que faço questão que permaneça sempre em minha vida.

***À minha amiga Comps Carol,** obrigada pela paciência cada vez que eu te pedia ajuda para entender um artigo, obrigada por transmitir com tanta dedicação e clareza os seus conhecimentos e me ajudar a conseguir finalizar este trabalho. Obrigada pelos momentos de descontração, pela companhia no dia a dia. Mas, acima de tudo, agradeço imensamente por estar ao meu lado no momento mais difícil da minha vida, ali percebi que realmente nossa amizade realmente vale muito, nunca vou esquecer tudo o que fez por mim e minha “filhinha” Blake. Deus sempre nos envia as pessoas certas, você é uma delas.*

***Ao Prof. Hugo Celso Dutra de Souza,** obrigada pela oportunidade e orientação, pela paciência e atenção ao discutir os resultados e por contribuir para minha formação.*

***Aos voluntários,** sem vocês esse estudo não seria possível, obrigada por dedicarem um pouco do seu tempo.*

*“...Há dois tipos de sabedoria: a inferior e a superior.
A sabedoria inferior é dada pelo quanto uma pessoa sabe,
e a superior é dada pelo quanto ela tem consciência de que não sabe.*

*Tenha a sabedoria superior.
Seja um eterno aprendiz na escola da vida...”*

Chico Xavier

RESUMO

RESUMO

FACIOLI, T.P. **Estudo da relação da aptidão cardiorrespiratória com parâmetros hemodinâmicos e autonômicos cardiovasculares em indivíduos saudáveis – comparação entre os sexos.** 2016. 203p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Foi investigado os efeitos de diferentes níveis de condicionamento físico e a diferença de resposta entre os gêneros sobre a modulação autonômica da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), variabilidade da pressão arterial (VPAS) e sensibilidade barorreflexa (SBR). Cento e vinte voluntários saudáveis, com idade entre 18 e 45 anos (60 homens e 60 mulheres) foram submetidos ao teste ergoespirométrico e divididos em três grupos, de acordo com a resposta do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$; grupo de baixa performance (BP= $\dot{V}O_2$: 22-38 ml kg⁻¹ min⁻¹, n=20 homens e n=20 mulheres), grupo de média performance (MP= $\dot{V}O_2$: 38-48 ml kg⁻¹ min⁻¹, n=20 homens e n=20 mulheres) e grupo de alta performance (AP= $\dot{V}O_2$: > 48 ml kg⁻¹ min⁻¹, n=20 homens e n=20 mulheres). O protocolo experimental empregado para avaliação da VFC foi a análise espectral e simbólica e da VPAS foi a análise espectral, ambos das séries dos intervalos R-R, derivados do registro do eletrocardiograma. Já a SBR foi avaliada no domínio do tempo por meio do método da sequência. Todos os registros ocorreram em três momentos distintos: durante o repouso na posição supina (basal), durante o teste de inclinação (tilt test) e durante a recuperação pós teste de esforço máximo. Os resultados sugerem que os homens apresentaram um balanço modulatório autonômico cardíaco da VFC mais favorável às oscilações de LF e índices 0V, enquanto que nas mulheres as oscilações de HF e índices 2LV, 2UV e 2V são mais determinantes, caracterizando uma atuação maior da atividade simpática nos homens e parassimpática nas mulheres. Também, na VPAS as respostas autonômicas são diferentes entre homens e mulheres, onde o sexo masculino apresentou maiores oscilações de LF e o sexo feminino maiores oscilações de HF. Ambos resultados, VFC e VPAS, foi independente do nível de condicionamento físico e do momento analisado (basal, ortostatismo, recuperação). Diferentemente, homens e mulheres parecem possuir atividade barorreflexa semelhantes quando em repouso ou na posição ortostática, porém, após o teste de esforço máximo, mulheres apresentaram maior SBR em relação aos homens.

Palavras chave: condicionamento físico; sistema nervoso autonômico; variabilidade da frequência cardíaca e pressão arterial; gêneros.

ABSTRACT

ABSTRACT

FACIOLI, T.P. **Study of the relationship of cardiorespiratory fitness with cardiovascular hemodynamic and autonomic parameters in healthy subjects - comparison between the sexes.** 2016. 203p. Thesis (Master) – Faculty of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

We investigated the effects of different fitness levels and the difference in response between genders on the autonomic modulation of heart rate variability (HRV), blood pressure variability (VPAS) and baroreflex sensitivity (BRS). One hundred and twenty healthy volunteers, aged between 18 and 45 years (60 men and 60 women) underwent cardiopulmonary exercise test and divided into three groups, according to the response of VO_{2peak} : group low performance (LP= VO_2 : 22-38 ml kg⁻¹ min⁻¹, n=20 men and n=20 women), mean performance (MP= VO_2 : 38-48 ml kg⁻¹ min⁻¹, n=20 men and n=20 women) and high performance (HP= VO_2 : > 48 ml kg⁻¹ min⁻¹, n=20 men and n=20 women). The experimental protocol used to evaluate the HRV was the spectral analysis and the symbolic analysis and to evaluate the VPAS was spectral analysis, both of the R-R interval time series from the record the electrocardiogram. The SBR was evaluated in the time domain by the following method. All evaluation occurred in three distinct stages: at rest in the supine position (baseline), during the tilt test (tilt test) and during post maximal exercise test in the recovery. The results showed that men had a heart autonomic modulatory balance of more favorable HRV to LF fluctuations and indices 0V, while in women the oscillations of HF and indexes 2LV, 2UV and 2V are more decisive, featuring higher sympathetic activity in men and in women parasympathetic. Also, in VPAS autonomic responses are different between men and women, where men had greater oscillations of LF and women had greater oscillations of HF. Both results, HRV and VPAS was independent of the fitness level and the analyzed time (baseline, orthostatic, recovery). In contrast, men and women seem to have similar baroreflex activity when at rest or in the orthostatic stress, but after the maximal exercise test, women had higher SBR compared to men.

Key-words: fitness, autonomic nervous system, heart rate variability and blood pressure, genders.

LISTA DE ABREVIATURA

LISTA DE ABREVIATURA

AP	Alta Performance
BP	Baixa Performance
CVLM	Bulbo Ventrolateral Caudal
ECG	Eletrocardiograma
EPM	Erro Padrão da Média
EPR	Reflexo Pressórico do Exercício
FC	Frequência Cardíaca
FFT	Transformada Rápida de Fourier
HF	Alta Frequência
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
IMC	Índice de Massa Corporal
iRR	Intervalo R-R
LF	Baixa Frequência
MP	Média Performance
NA	Núcleo Ambíguo
NMDV	Núcleo Motor Dorsal do Vago
NO	Óxido Nítrico
NTS	Núcleo do Trato Solitário
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAM	Pressão Arterial Média
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PVN	Núcleo Paraventricular
RVLM	Bulbo Ventrolateral Rostral

SBR	Sensibilidade Barorreflexa
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
un	Unidades Normalizadas
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VLF	Muito Baixa Frequência
VO₂máx	Consumo Máximo de Óxigênio
VPA	Variabilidade da Pressão Arterial
VPAS	Variabilidade da Pressão Arterial Sistólica

LISTA DE TABELAS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características e valores hemodinâmicos dos voluntários _____	53
Tabela 2. Valores da frequência cardíaca dos voluntários obtidos durante o teste ergoespirométrico máximo em quatro momentos distintos: durante o repouso; pico do teste de esforço máximo (Pico); recuperação 3 minutos após atingir o pico (Rec 3'), e recuperação 6 minutos após atingir o pico (Rec 6') _____	56
Tabela 3. Valores do lactato sanguíneo dos voluntários obtidos durante o teste ergoespirométrico máximo em três momentos distintos: durante o VO ₂ basal (lactato _{basal}); no VO ₂ pico (lactato _{pico}); 6 minutos após a recuperação (lactato _{rec 6'}) _____	59
Tabela 4. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca na posição supina (basal) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) _____	62
Tabela 5. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca na posição supina (basal) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) _____	65
Tabela 6. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica na posição supina (basal) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) _____	68
Tabela 7. Análise da sensibilidade barorreflexa espontânea pelo método da sequência na posição supina (basal) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) _____	71
Tabela 8. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca na posição ortostática (tilt-test) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) _____	74
Tabela 9. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (tilt-test) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) _____	78
Tabela 10. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (tilt-	

test) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 79

Tabela 11. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca na posição ortostática (tilt-test) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 82

Tabela 12. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (tilt-test) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 86

Tabela 13. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (tilt-test) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 87

Tabela 14. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica na posição ortostática (tilt-test) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)____ 90

Tabela 15. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (tilt-test) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 94

Tabela 16. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (tilt-test) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 95

Tabela 17. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa espontânea na posição ortostática (tilt-test) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 98

Tabela 18. Parâmetros espectrais da sensibilidade barorreflexa espontânea durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (tilt-test) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 102

Tabela 19. Parâmetros espectrais da sensibilidade barorreflexa durante o

repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (tilt-test) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 103

Tabela 20. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 106

Tabela 21. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 110

Tabela 22. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 111

Tabela 23. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca na posição supina após atingir o $VO_{2máx}$ (Recuperação) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 114

Tabela 24. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 118

Tabela 25. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 119

Tabela 26. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ 122

Tabela 27. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2máx}$

(Recuperação) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ **126**

Tabela 28. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ **127**

Tabela 29. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa espontânea na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ **130**

Tabela 30. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ **134**

Tabela 31. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP)_____ **135**

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Teste ergoespiométrico _____ **49**
- Figura 2.** Valores da frequência cardíaca dos grupos de homens e mulheres obtidos durante o teste ergoespiométrico em quatro momentos distintos: repouso, pico do teste de esforço máximo (Pico), recuperação 3 minutos após atingir o pico (Rec 3'), e recuperação 6 minutos após atingir o pico (Rec 6'). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP **55**
- Figura 3.** Valores do lactato sanguíneo periférico dos grupos de homens e mulheres obtidos durante o teste ergoespiométrico máximo em três momentos distintos: durante o VO₂ basal (lactato_{basal}); no VO₂ pico (lactato_{VO2máx}) e 6 minutos após a recuperação (lactato_{rec 6'}). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP _____ **58**
- Figura 4.** Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal em repouso) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP _____ **61**
- Figura 5.** Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina (basal em repouso) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP _____ **64**
- Figura 6.** Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal em repouso) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP _____ **67**
- Figura 7.** Sensibilidade barorreflexa espontânea na posição supina (basal em repouso) dos grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b

P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____

70

Figura 8. Parâmetros espectrais da VFC na posição ortostática (tilt-test) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____

73

Figura 9. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal) e ortostática (tilt-test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP_____

76

Figura 10. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal) e ortostática (tilt-test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher AP_____

77

Figura 11. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição ortostática (tilt-test) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____

81

Figura 12. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina (basal) e ortostática (tilt-test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP_____

84

Figura 13. Análise simbólica da VFC na posição supina (basal) e ortostática (tilt-test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher AP_____

85

Figura 14. Parâmetros espectrais da VPAS na posição ortostática (tilt-test) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____

89

Figura 15. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal) e ortostática (tilt-test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP_____ **92**

Figura 16. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal) e ortostática (tilt-test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher AP_____ **93**

Figura 17. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição ortostática (tilt-test) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____ **97**

Figura 18. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina (basal) e ortostática (tilt-test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP_____ **100**

Figura 19. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina (basal) e ortostática (tilt-test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher AP_____ **101**

Figura 20. Parâmetros espectrais da VFC pós VO_{2máx} (recuperação) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____ **105**

Figura 21. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP_____ **108**

Figura 22. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média

performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher AP_____ 109

Figura 23. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina pós VO_{2máx} (Recuperação) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____ 113

Figura 24. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP. REC=Recuperação_____ 116

Figura 25. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher AP. REC=Recuperação_____ 117

Figura 26. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina pós VO_{2máx} (recuperação) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____ 121

Figura 27. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP. REC=Recuperação_____ 124

Figura 28. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher AP. REC=Recuperação_____ 125

Figura 29. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina pós

VO_{2máx} (Recuperação) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP_____ **129**

Figura 30. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem BP; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem MP; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem AP. REC=Recuperação_____ **132**

Figura 31. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher BP; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher MP; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher AP. REC=Recuperação_____ **133**

SUMÁRIO

Sumário

INTRODUÇÃO	30
OBJETIVOS	31
MÉTODOS	43
<i>Amostragem</i>	43
<i>Crítérios de exclusão</i>	43
<i>Modelo experimental</i>	44
<i>Composição corporal</i>	45
<i>Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca e Pressão Arterial Sistólica</i>	45
<i>Análise Espectral – Método Linear</i>	46
<i>Análise Simbólica – Método não-linear</i>	47
<i>Sensibilidade Barorreflexa espontânea</i>	48
<i>Teste Ergoespirométrico</i>	48
<i>Análise Estatística</i>	49
RESULTADOS	51
DISCUSSÃO	137
<i>Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Resposta do Lactato Sanguíneo</i>	138
ESTUDO 1	
<i>Posição Supina (Basal) – Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), Variabilidade da Pressão Arterial Sistólica (VPAS) e Sensibilidade Barorreflexa (SBR)</i>	143
ESTUDO 2	
<i>Posição Ortostática (Tilt Test) – Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), Variabilidade da Pressão Arterial Sistólica (VPAS) e Sensibilidade Barorreflexa (SBR)</i>	151
ESTUDO 3	
<i>Recuperação Pós Teste de Esforço Máximo – Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), Variabilidade da Pressão Arterial Sistólica (VPAS) e Sensibilidade Barorreflexa (SBR)</i>	158
CONCLUSÃO	169
REFERÊNCIAS	171

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos observamos o crescimento do interesse da comunidade científica sobre a investigação da variabilidade de parâmetros cardiovasculares, como frequência cardíaca (FC) e pressão arterial sistólica (PAS) por se tratar de uma ferramenta que possibilita a avaliação não invasiva e seletiva da função autonômica cardiovascular (AKSELROD et al, 1981; POMERANZ et al, 1985; MALLIANI et al, 1991; TASK FORCE, 1996). Nesse sentido, estudos em humanos apontaram que a redução da variabilidade da FC (VFC), bem como o aumento na variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS) estão diretamente relacionados a eventos cardiovasculares adversos, como arritmias severas e inclusive, morte súbita cardíaca (LOMBARDI, 1987; PARATI et al, 1997; STAUSS, 2003; STAUSS, 2007).

De acordo com o contexto histórico, os primeiros estudos que investigaram os parâmetros da VFC foram publicados em 1965, quando esta ferramenta foi utilizada para monitorar o sofrimento fetal (HON et al, 1965). A partir da década de 70, novos estudos correlacionaram os parâmetros da VFC com situações fisiopatológicas, como o aumento do risco de mortalidade após infarto agudo do miocárdio (IAM) em pacientes diabéticos com neuropatia autonômica (EWING et al, 1985). Entretanto, a importância clínica dos estudos de análise de VFC só foi consolidada a partir da década de 80, quando foi confirmado que a redução na VFC correlacionava-se fortemente, e independentemente, com a predição de mortalidade após IAM (KLEIGER et al, 1987; MALIK et al, 1989; BIGGER et al, 1992). Contudo, os valores preditivos dos parâmetros autonômicos da VFC, quando investigados em associação a outros parâmetros clínicos, como avaliação clínica, fração de ejeção do ventrículo esquerdo, aumento da atividade ectópica ventricular,

eletrocardiograma e presença de potenciais tardios, parecem aumentar o valor clínico da predição de inúmeras patologias cardíacas (CAMM et al, 1995).

Diversos métodos já foram desenvolvidos para a quantificação das oscilações da FC e PAS, dentre os quais destacam-se as análises no domínio do tempo e da frequência. No domínio do tempo os métodos mais utilizados envolvem índices estatísticos e geométricos, enquanto no domínio da frequência, o método mais utilizado é a análise espectral. Esse método permite quantificar e diferenciar em um eixo (Hz) as oscilações de acordo com as suas frequências de ocorrência (TASK FORCE, 1996; LOMBARDI, 1997). Em estudos que investigaram as oscilações da FC de longa duração, por exemplo, 24 horas, geralmente se utilizaram a análise no domínio do tempo, ao passo que estudos em que o registro da FC ocorre em curta duração, por exemplo, 5 minutos, foi escolhida a análise do domínio da frequência (TASK FORCE, 1996).

No domínio do tempo, a análise da VFC expressa os resultados em unidade de tempo (milissegundos), por meio de dados estatísticos derivados de cada intervalo entre as ondas R do registro do eletrocardiograma (ECG). Os índices estatísticos mais comuns deste método são SDNN, que representa o desvio padrão de todos os intervalos R-R normais em um determinado período de tempo, indicador da regulação do sistema nervoso autonômico simpático e parassimpático; e RMSSD, que representa a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes em um determinado período de tempo, sendo considerado um indicador da modulação vagal cardíaca (TASK FORCE, 1996; LOMBARDI et al, 1996; LOMBARDI, 1997; PUMPRLA et al, 2002).

No domínio da frequência a análise da VFC ocorre por meio da identificação dos intervalos entre as ondas R-R adjacentes do registro do ECG e plotados em

função do tempo, gerando o tacograma. Posteriormente, o tacograma gerado é distribuído em componentes espectrais, originando 3 bandas de frequência distintas e com as seguintes delimitações em humanos: banda de muito baixa frequência ($VLF < 0.04$ Hz), supostamente afetadas pela termorregulação e sistemas humorais, como o sistema renina-angiotensina-aldosterona (AOKI et al, 2001; OVERTON et al, 2001; PORTER & RIVKEES, 2001; BRAGA et al, 2002); banda de baixa frequência (LF: $0.04-0.15$ Hz), que representa a ação conjunta da modulação simpática e vagal sobre o coração; e banda de alta frequência (HF: $0.15-0.5$ Hz), que representa o drive parassimpático que coincide com o ritmo respiratório (MALLIANI et al, 1991; RUBINI et al, 1993, LOMBARDI et al, 1996; TASK FORCE, 1996). Por sua vez, alguns autores também apresentam a razão LF/HF que reflete o balanço modulatórios simpato-vagal sobre o coração (NOVAIS et al, 2004). Por outro lado, na análise da VPA, as oscilações de LF representam a modulação simpática, bem como outros componentes, como a liberação e ação de fatores derivados do endotélio, como o óxido nítrico (NO) (PERSSON et al, 1992; STAUSS et al, 1995; NAFZ et al, 1997), enquanto que as oscilações de HF somente representam a influência da respiração sobre o tônus vasomotor.

Na VFC as bandas de LF e HF podem ser apresentadas tanto em unidades absolutas (ms^2) quanto em unidades normalizadas (nu). Essa normalização dos dados é comumente utilizada para minimizar os efeitos das alterações da banda de VLF, e é determinada pelo cálculo da porcentagem da variabilidade de LF e de HF considerando-se a potência total, após a subtração do componente de VLF (MALLIANI et al, 1991; RUBINI et al, 1993; TASK FORCE, 1996).

Com relação aos parâmetros da modulação autonômica da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS), são fornecidos componentes espectrais já

mencionados, LF e HF, sendo o último centrado na frequência respiratória. O componente LF da VPAS reflete a modulação simpática aos receptores alfa-adrenérgicos vascular e função miogênica vascular, enquanto que o HF reflete o efeito mecânico da respiração sobre a pressão sanguínea sistólica (JAPUNDZIC et al, 1990; COTTIN et al, 1999; STAUSS, 2007).

Desta forma, com os indicadores da participação autonômica simpática e parassimpática, é possível entender as ações do SNA no processo de homeostase e sobre a fisiopatologia de diversas desordens cardiovasculares. Nesse contexto, o método de avaliação da modulação autonômica da VFC e VPAS, particularmente quando o indivíduo está em repouso, tem sido utilizada como forma de avaliação clínica, prescrição de tratamento e de treinamento físico, uma vez que esta abordagem fornece informações sobre a integridade da função autonômica e possíveis distúrbios da modulação autonômica para o coração, em decorrência das condições de saúde e do nível de aptidão física cardiorrespiratória (ANTILA, 1979; LONGO et al, 1995).

Em relação à aptidão cardiorrespiratória ou capacidade aeróbia, também tem sido associada ao aumento notável do risco de morbi-mortalidade cardiovascular, independentemente da pré-existência de outros fatores de risco (CARNETHON et al, 2005; CHASE et al, 2009; KODAMA et al, 2009; LEE et al, 2010). Entretanto, indivíduos que apresentam aptidão cardiorrespiratória entre moderada e alta, promovida pela prática regular de exercícios físicos, principalmente os de modalidade aeróbia, apresentam baixos riscos de mortalidade por doenças crônico-degenerativas, especialmente as doenças cardiovasculares e metabólicas (CARNETHON et al, 2005; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007; AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2008; CHASE et al, 2009; KODAMA et al,

2009; LEE et al, 2010). Nesse contexto, foram observados que indivíduos que apresentavam prejuízos na modulação autonômica, quando submetidos a um programa de treinamento físico aeróbio, apresentavam melhoras significativas ou até normalização da influência autonômica sobre o coração. Desse modo, em situações fisiopatológicas é frequentemente observada a redução na VFC e/ou o aumento da VPA associados à disfunção do sistema nervoso autonômico e/ou endotélio vascular, o que representa um marcador independente de risco para eventos cardíacos e morte súbita, principalmente em portadores de doenças crônico-degenerativas, como a insuficiência cardíaca, hipertensão, diabetes e obesidade (MALPAS & MALING, 1990; BRAY, 1991; PERSSON et al, 1992; MATSUMOTO et al, 1999; SOUZA et al, 2001; FIGUEROA et al, 2007; DESAI et al, 2011).

De acordo com essas informações, a primeira hipótese do presente estudo, é de que há uma correlação direta entre a aptidão cardiorrespiratória e a modulação autonômica cardiovascular, inclusive em indivíduos hígidos. Nessa perspectiva, estudos clínicos e experimentais relataram os benefícios do treinamento físico aeróbio sobre o controle autonômico cardíaco e vascular (CARTER et al, 2003; FAGARD & CORNELISSEN, 2007; FIGUEROA et al, 2007; SOUZA et al, 2009; COLLIER et al, 2009; GOULOPOULOU et al, 2010; COZZA et al, 2012), entretanto, os resultados parecem contraditórios quando estas adaptações se referem aos indivíduos saudáveis.

Adicionalmente, tem sido objeto de discussão se o aumento da aptidão cardiorrespiratória em indivíduos saudáveis também proporcionaria ajustes benéficos no controle autonômico cardiovascular, principalmente em relação à modulação da VFC, VPA e sensibilidade barorreflexa espontânea. Nesse caso, alguns estudos demonstraram que homens atletas de alto rendimento apresentavam

maior VFC que homens sedentários (DIXON et al, 1992; AUBERT et al, 2003). De forma similar, foi mostrado que o treinamento físico de moderado e de alto volume aumentavam a VFC em homens saudáveis, evidenciado pela elevação nas oscilações da banda de alta frequência (HF) e diminuição nas oscilações da banda de baixa frequência (LF) (HAUTALA et al, 2003; TULPPO et al, 2003). No entanto, estudo com homens atletas ciclistas e sedentários não encontrou associação entre a VFC e aptidão cardiorrespiratória (MARTINELLI et al, 2005).

Por sua vez, estudos em mulheres que investigou a VFC em função da aptidão cardiorrespiratória mostraram que atletas de endurance e mulheres praticantes de atividade física de resistência de alto volume apresentavam maiores valores da modulação parassimpática cardíaca (elevação das oscilações de HF) quando comparadas as mulheres sedentárias ou com baixo volume de atividade física (MIDDLETON & DE VITO, 2005; GILDER & RAMSBOTTON, 2008).

Contudo, ocorre um fator de confusão na interpretação dos resultados envolvendo a análise do controle autonômico cardiovascular ao que diz respeito às diferenças entre os sexos. A maioria dos estudos encontrados na literatura que investigaram a VFC foi realizada com homens e mulheres em conjunto, os quais não encontraram nenhum efeito favorável da aptidão cardiorrespiratória sobre a modulação autonômica da VFC (PERINI et al, 2002; BOSQUET et al, 2007). Por outro lado, um estudo recente realizado em nosso laboratório demonstrou que as mulheres apresentavam menores oscilações do componente autonômico simpático, ou seja, oscilações de LF, e maiores oscilações do componente autonômico vagal (HF) cardíaco quando comparadas aos homens (DUTRA et al, 2013). As causas dessas diferenças são incertas, entretanto, a literatura aponta que existem características fundamentais que podem interferir na modulação autonômica

cardiovascular, principalmente ligada a fatores humorais. Nesse sentido, foi mostrado que os hormônios femininos, principalmente os estrogênios, possuem efeitos benéficos sobre o controle autonômico cardiovascular, sendo capazes de aumentar a modulação vagal cardíaca e reduzir a modulação simpática sobre o coração, assim como reduzir a modulação simpática nos leitos vasculares (HUIKURI et al, 1996; SALEH et al, 2000; DART et al, 2002). Além disso, estudos realizados em ratas jovens submetidas à ovariectomia, e estudos clínicos com mulheres após a menopausa fisiológica mostraram que os hormônios femininos possuiriam influência na resposta contrátil cardíaca (THAWORNKAIWONG et al, 2003; SHERWOOD et al, 2010; TEZINI et al, 2013). Adicionalmente, outros estudos demonstraram uma redução da VFC e da sensibilidade barorreflexa decorrentes de prejuízos autonômicos advindos da falência hormonal ovariana em mulheres após menopausa (HUIKURI et al, 1996; DAVY et al, 1998; RIBEIRO et al, 2001; NEVES et al, 2007).

Assim como os hormônios sexuais femininos, os androgênios também parecem influenciar o controle autonômico cardíaco, de acordo com alguns estudos que apontaram uma relação estreita entre esses hormônios e o sistema nervoso autonômico (PERCIACCANTE et al, 2006; SVERRISDOTTIR et al, 2008; NOHARA et al, 2013). Nesse caso, o excesso de androgênios em homens parece provocar disfunção cardíaca vagal e distúrbios na regulação ventricular (MARQUES-NETO et al, 2013). Essa afirmação corrobora com um estudo experimental que mostrou que ratas possuiriam maiores efeitos pré e pós-sinápticos cardíacos provenientes da ativação do componente autonômico vagal em relação a ratos machos, sendo essa ação atribuída a maior liberação de acetilcolina (DU et al, 1994). Outro indício de que a modulação autonômica em mulheres e homens ocorre de formas diferentes pode ser exemplificado com a “masculinização” observada em mulheres com a

Síndrome dos Ovários Policísticos, uma vez que essas possuem desordens endócrino-metabólicas que desencadeiam aumento significativo do principal hormônio masculino, a testosterona (ORMAZABAL et al, 2013). Este se correlaciona positivamente com o aumento da atividade simpática, influenciando negativamente a modulação autonômica cardíaca (SVERRISDOTTIR et al, 2008). Sendo assim, os níveis de testosterona nos homens, assim como os níveis estrogênicos nas mulheres, podem ser fatores importantes para determinar as diferenças no controle autonômico cardiovascular entre os sexos.

Adicionalmente, outros estudos mostraram que mulheres são menos responsivas frente a estímulos posturais quando comparadas aos homens. Essas diferenças nos mecanismos de controle da PA possivelmente envolve a redução do volume sanguíneo e da função barorreflexa, acarretando em menor tolerância ortostática devido ao menor volume de ejeção, que por sua vez, sobrecarregaria a reserva vasomotora disponível para a vasoconstrição ou precipitaria a retirada simpática neuromediada (CONVERTINO, 1998; SHOEMAKER et al, 2001; FU et al, 2005). Baseado nos apontamentos descritos acima, nossa segunda hipótese é de que o sexo, particularmente em relação às diferenças hormonais, é um fator independente no controle autonômico cardiovascular, ao contrário da capacidade aeróbia.

Em suma, apesar dos inúmeros estudos envolvendo os desajustes autonômicos decorrentes de doenças crônico-degenerativas, bem como os benefícios do treinamento físico aeróbio nessas condições, são incipientes estudos que abordam o comportamento do controle autonômico cardiovascular em indivíduos saudáveis, principalmente quando as particularidades dos sexos e da aptidão cardiorrespiratória são consideradas. Por essas razões, nossas hipóteses

são: 1) que a aptidão cardiorrespiratória não seja um fator independente na determinação da VFC, VPA e sensibilidade barorreflexa em indivíduos saudáveis, e 2) que o sexo, principalmente decorrente das diferentes características hormonais, seja um fator independente na determinação da influência autonômica cardiovascular. Cabe ressaltar que embora a análise da VFC já tenha sido realizada em nosso laboratório (DUTRA et al, 2013), desconhecemos o comportamento da VPAS, da sensibilidade barorreflexa, bem como o comportamento da VFC e da VPAS aos testes de provocação, denominado Tilt Test. Essas abordagens, que são objetos do presente estudo, podem trazer uma contribuição importante no entendimento das particularidades do controle autonômico cardiovascular envolvendo o dimorfismo sexual. Além disso, a identificação de possíveis adaptações autonômicas cardiovasculares induzidas pelo treinamento físico aeróbio, que também podem ser peculiares a cada sexo, podendo ser aplicadas em indivíduos portadores de doenças crônico-degenerativas (SHIN et al, 1997; TULPPO et al, 1998; FIGUEROA et al, 2007; PIOTROWICZ et al, 2009; SLOAN et al, 2009; GOULOPOULOU et al, 2010).

OBJETIVOS

OBJETIVOS

O presente estudo tem por objetivo comparar, em voluntários saudáveis, o efeito de diferentes níveis de performance cardiorrespiratória funcional (capacidade aeróbia) sobre o controle autonômico cardíaco e suas possíveis diferenças quando comparados os gêneros em semelhantes condições fisiológicas, utilizando as seguintes abordagens:

a. Avaliação da modulação autonômica da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e da pressão arterial sistólica (VPAS) na posição supina (em repouso) e durante o teste de inclinação (*tilt test*).

b. Avaliação da modulação autonômica da VFC e da VPAS durante o período de recuperação (10 minutos após o pico de exercício máximo) na posição supina.

c. Avaliação da sensibilidade barorreflexa espontânea em repouso na posição supina, durante o *tilt test*, e 10 (dez) minutos após o pico máximo de exercício.

MÉTODOS

Amostragem

Cento e vinte voluntários saudáveis, com idade entre 18 e 45 anos (60 homens e 60 mulheres), participaram deste estudo. Todos os indivíduos eram normotensos e tinha função cardiopulmonar normal. De acordo com os valores de consumo de O₂ obtido no teste de esforço cardiopulmonar (ergoespiometria), os voluntários foram divididos em três grupos (N=20 em cada grupo) separados por sexo: Baixa performance, (BP; VO₂: 22-38 ml kg⁻¹ min⁻¹), Média Performance (MP; VO₂: 38-48 ml kg⁻¹ min⁻¹) e Alta Performance (AP; VO₂: > 48 ml kg⁻¹ min⁻¹). Todos os voluntários foram triados e os dados coletados no Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

Os voluntários foram informados de todos os aspectos científicos e legais do projeto de pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, concordando em participar do presente estudo. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP, SP, Brasil), Protocolo N° 045616/2014.

Critérios de exclusão

Foram impedidos de participar do estudo tabagistas, hipertensos (pressão arterial > 140/90 mmHg), voluntários com doenças metabólicas, incluindo dislipidemia, pré-diabetes e diabetes tipos 1 e 2, e aqueles que fizessem uso de fármacos que interferisse na função autonômica cardíaca ou que possuísem qualquer distúrbio musculoesquelético que comprometesse a realização e os resultados dos testes.

Modelo experimental

Antes dos procedimentos experimentais, todos os voluntários preencheram um questionário (anamnese), fornecendo informações a respeito do nível de exercício físico praticado e saúde. Quanto ao perfil atlético, os voluntários foram questionados sobre suas atividades físicas diárias e semanais, incluindo o tipo, frequência e carga de trabalho. Todos os voluntários incluídos no grupo de "baixa performance" relataram que não realizavam qualquer tipo de atividade física programada, e tinha apenas um pequeno gasto calórico em atividades diárias, como caminhar e subir escadas. Todos os voluntários incluídos no grupo de "média performance" informaram participar de um programa de atividade física regular na academia ou ao ar livre, com frequência de 3 a 5 dias por semana, e duração das sessões em torno de 1 hora e 30 minutos a 2 horas. Alguns destes voluntários participavam de competições amadoras como corrida de rua ou maratonas, com finalidade recreativa e manutenção da saúde e qualidade de vida. Os voluntários incluídos no grupo de "alta performance" realizavam sessões de treino diárias (4-5 horas), divididos em dois períodos (manhã e noite), com frequência de 6 a 7 dias por semana. Todos os voluntários deste grupo eram atletas de elite e participavam de competições desportivas nacionais e internacionais em suas respectivas modalidades. As modalidades praticadas pelos voluntários dos grupos de "alta performance" e de "moderada performance" eram consideradas predominantemente aeróbia (provas de fundo, como maratonas e triatlos).

Após a triagem, os voluntários selecionados foram divididos em três grupos conforme já mencionado (N=20) grupos de baixa, média e alta performance, de acordo com o resultado do $VO_{2máx}$ obtido no teste máximo de esforço cardiopulmonar (ergoespirometria).

Todos os dados foram coletados para cada voluntário em uma visita de aproximadamente 2 horas ao laboratório, no período da manhã em horário fixado entre 08:00 e 12:00h. Os voluntários foram instruídos previamente a permanecerem 24 horas sem exercerem esforço físico extenuante e sem consumir alimentos que contivesse cafeína ou bebidas alcoólicas, além da recomendação para dormirem entre 7 horas e 8 horas consecutivas na noite anterior aos testes.

Composição corporal

O peso corporal e a estatura foram obtidos por meio de uma balança analógica com altímetro (*Welmy*) e o índice de massa corporal (IMC) através do cálculo do peso corporal em quilogramas dividido pela altura em metros ao quadrado (kg/m^2). A composição corporal foi realizada por meio de quatro dobras cutâneas, tricipital, subescapular, supra ilíaca e abdome (FAULKNER, 1968), utilizando o Adipometro Científico AD1010 – Sanny.

Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca e Pressão Arterial Sistólica

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi investigada utilizando os intervalos R-R (iRR) do registro eletrocardiográfico (ECG) da derivação MC5, enquanto que a análise da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS) foi realizada utilizando os valores da pressão arterial sistólica (PAS), registrada batimento a batimento por meio do sistema de registro por fotopletismografia digital, sistema FINOMETER (Finapress, Inc), recém adquirido pelo laboratório junto à Universidade de São Paulo (Núcleo de Apoio à Pesquisa/NAP).

Os registros foram realizados em dois momentos distintos: no primeiro momento, o voluntário era mantido em repouso na posição supina durante dez

minutos, seguida da mudança para a posição ortostática ativa (Tilt Test), também por dez minutos. Após esse período, o voluntário retornava a posição supina por mais dez minutos; no segundo momento, o registro era realizado durante o período de recuperação, dez minutos após o voluntário atingir o pico máximo de exercício no teste ergoespirométrico, com o mesmo em posição supina, por dez minutos.

O objetivo destes testes eram avaliar a influência da modulação autonômica sobre a variabilidade da ritmicidade cardíaca e da pressão arterial (PA), através da análise no domínio do tempo, por meio do software CardioSeries v2.1, disponível livremente em <http://sites.google.com/site/cardioseries>).

Análise Espectral – Método Linear

As análises da variabilidade da PAS (VPAS) e da FC (VFC) foram realizadas por meio de um programa computacional (CardioSeries v2.1 – <http://sites.google.com/site/cardioseries>), desenvolvido no Departamento de Fisiologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (Universidade de São Paulo, Brasil). Foram selecionados segmentos com aparente estacionariedade do sinal de 10 minutos de duração. Os valores de iRR e PAS foram reamostrados em 3 Hz (1 valor a cada 300 ms) por interpolação cúbica do tipo spline, para regularização do intervalo de tempo entre os batimentos. As séries com valores interpolados de iRR e PAS foram divididas em segmentos de 256 pontos, com sobreposição de 50% (Protocolo de Welch).

A estacionariedade do sinal do registro dos iRR e PAS de cada segmento foi examinada visualmente, sendo excluídos aqueles que apresentassem artefatos ou transientes. Cada segmento estacionário de iRR e PAS foi submetido à análise espectral pela Transformada Rápida de Fourier (FFT) após janelamento do tipo

Hanning. Os espectros de iRR foram integrados em bandas de baixa (LF: 0,04 – 0,15 Hz) e alta frequência (HF: 0,15 – 0,5 Hz), com os resultados expressos em valores absolutos (ms^2) e unidades normalizadas (un), enquanto que os espectros de PAS foram integrados somente na banda de baixa frequência (LF: 0,04 – 0,15 Hz), com os resultados expressos em valores absolutos (mmHg^2).

Os valores normalizados foram obtidos através do cálculo da porcentagem da potência de LF e HF com relação à potência espectral total, subtraindo-se a potência da banda de muito baixa frequência (VLF, <0.04 Hz) (VAN DE BORNE et al, 1997; BILLMAN, 2011). O procedimento de normalização foi realizado para minimizar as variações da potência total nos valores absolutos dos componentes de LF e HF (MALLIANI et al, 1991; TASK FORCE, 1996). Adicionalmente, a razão LF/HF também foi calculada para avaliação do balanço simpato-vagal sobre o coração (MONTANO et al, 1994).

Análise Simbólica – Método não-linear

A VFC também foi realizada por meio de um programa computacional (CardioSeries v2.1 – <http://sites.google.com/site/cardioseries>) a partir da análise simbólica da série dos iRR (PORTA et al, 2001; GUZZETTI et al, 2005; PORTA et al, 2007), que classificou os iRR em 6 níveis (0 a 5) e agrupou-os em sequências de 3 símbolos (tríades). Essas tríades foram classificadas em 4 famílias: a) 0V% – padrão sem variação (3 símbolos iguais), que indica associação à modulação simpática; b) 1V% – padrão com uma variação (2 símbolos iguais e um subsequente diferente), que não indica associação à modulação simpática e parassimpática; c) 2LV% – padrão com duas variações iguais (3 símbolos formam rampas ascendentes ou descendentes) e 2UV%, padrão com duas variações diferentes (3 símbolos formam

picos ou vales). Os resultados dos padrões 2LV% e 2UV% foram somados e apresentados como 2V% (GUZZETTI et al, 2005) o que indica associação à modulação parassimpática.

Sensibilidade Barorreflexa espontânea

A sensibilidade barorreflexa espontânea (SBR) foi avaliada no domínio do tempo, por meio do Método da Sequência, também utilizando o programa computacional CardioSeries v2.1. Foram utilizados para análise da SBR as séries temporais, batimento-a-batimento, com valores de iRR e PAS. Estes trechos foram analisados e identificados sequências de quatro ou mais batimentos que apresentassem aumentos progressivos da PAS acompanhados por aumentos progressivos do iRR, ou reduções progressivas da PAS acompanhadas por reduções progressivas do iRR. Uma sequência barorreflexa só foi utilizada quando o coeficiente de correlação (r) entre os valores de PAS e iRR foi maior ou igual a 0,8. A SBR foi determinada a partir da média da inclinação da reta da regressão linear entre os valores de PAS e iRR de cada sequência encontrada.

Teste Ergoespirométrico

O teste ergoespirométrico (Figura 1) foi realizado em esteira ergométrica (Super ATL millenium, Inbrasport) com aumento gradual de inclinação e velocidade de acordo com o protocolo Ellestad até a exaustão. A análise dos gases expirados foi monitorada por um ergoespirômetro (ADInstruments Inc.) para obtenção de informações da função cardiorrespiratória e metabólica, como o limiar anaeróbio e o volume consumido de oxigênio no pico do exercício (VO_{2pico}).

Durante a ergoespirometria, a FC era monitorada pelo eletrocardiograma (ECG) através de sistemas bipolares, e os sinais elétricos emitidos pela atividade cardíaca, captados por eletrodos fixados na pele do tórax. O procedimento de preparo da pele iniciou-se com a tricotomia adequada quando necessária e a limpeza dos locais escolhidos foi realizada com gaze embebida em álcool, esfregando-se várias vezes até conseguir um leve grau de eritema. Os eletrodos foram do tipo descartáveis (3M) e a colocação foi efetuada com o voluntário em posição ortostática.

Adicionalmente, foi utilizada a escala de percepção subjetiva de esforço, escala de Borg (1998) modificado, a fim de se avaliar o grau de fadiga durante o teste, bem como amostras de sangue coletados do 3º dedo da mão direita para dosagem de lactato periférico (Accutrend Lactate) durante o repouso (basal), ao atingir o VO_{2pico} e na recuperação após 6 minutos do pico máximo de exercício.

Figura 1. Teste ergoespirométrico

Análise Estatística

Para a análise estatística, foram elaboradas planilhas eletrônicas e as informações analisadas utilizando-se o programa eletrônico Sigma-Stat®, versão 2.03. Na comparação entre os gêneros em cada grupo, foi utilizado o teste "t" de

Student para medidas independentes, seguido do pós-teste Mann-Whitney quando necessário. As comparações entre os grupos foram realizadas utilizando-se o teste ANOVA one way, seguido do pós-teste de Tukey quando necessário. Foram consideradas como diferenças significativas quando p era menor que 5% ($P < 0.05$).

RESULTADOS

RESULTADOS

Características antropométricas e parâmetros hemodinâmicos basais

As características antropométricas dos voluntários e os parâmetros hemodinâmicos estão apresentados na Tabela 1. Os grupos de homens eram mais altos e tinham o IMC mais elevado, independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio, porém, apresentaram valores semelhantes de percentual de gordura corporal em relação às mulheres. Entretanto, os grupos de AP de ambos os sexos apresentaram menores valores da porcentagem de gordura corporal em relação aos demais grupos, ou seja, de baixa e de média performance. O $\text{VO}_{2\text{pico}}$ apresentou valores crescentes e, significativamente diferentes quando os sexos foram comparados isoladamente. Por sua vez, a comparação entre os sexos em cada faixa de condicionamento físico aeróbio (baixa, média e alta performance), mostrou que os grupos de homens, em todos os níveis de condicionamento físico, apresentaram os maiores valores.

Com relação aos parâmetros hemodinâmicos, tanto os homens, quanto as mulheres apresentaram diferentes valores da FC basal entre seus respectivos grupos. Neste caso, os grupos de AP apresentaram os menores valores, enquanto que os grupos de BP apresentaram os maiores valores. No entanto, a FC basal era semelhante quando os sexos foram comparados em cada faixa de performance aeróbia. Quanto à PA, observamos uma relação inversa com a capacidade cardiorrespiratória, ou seja, a pressão arterial sistólica (PAS), a pressão arterial diastólica (PAD) e a pressão arterial média (PAM) apontaram tendência a diminuir quanto maior o condicionamento físico aeróbio. Além disso, quando os sexos foram

comparados os grupos de mulheres apresentaram os menores valores para todos os parâmetros pressóricos.

Tabela 1. Características e valores hemodinâmicos dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa Performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
Idade (anos)	29 ± 1.5	31 ± 1.4	32 ± 1.5	31.7 ± 1.5	32 ± 1.5	33 ± 1.7	F _(1,114) :0.5	0.45	F _(2,114) :1.2	0.29	F _(2,114) :0.2	0.81
Altura (cm)	1.77 ± 0.01	1.64 ± 0.01 ^a	1.75 ± 0.01	1.63 ± 0.01 ^b	1.76 ± 0.01	1.64 ± 0.01 ^c	F _(1,114) :124	<0.001	F _(2,114) :0.55	0.57	F _(2,114) :0.01	0.98
Peso (kg)	81 ± 2.3	64 ± 2.2 ^a	80 ± 2.7	57 ± 1.2 ^{b,d}	69 ± 2.3 ^{a,b}	55 ± 1.4 ^{c,d}	F _(1,114) :110	<0.001	F _(2,114) :11	<0.001	F _(2,114) :2.6	0.07
IMC, kg/m ²	25.8 ± 0.5	23.5 ± 0.6 ^a	26.1 ± 0.8	21.4 ± 0.4 ^{b,d}	22.2 ± 0.5 ^{a,b}	20.6 ± 0.4 ^{c,d}	F _(1,113) :35	<0.001	F _(2,113) :16	<0.001	F _(2,113) :3.7	0.02
Gordura, %	16 ± 0.9	16 ± 0.7	16 ± 0.9	14 ± 0.6	10.8 ± 0.4 ^{a,b}	12.3 ± 0.5 ^{d,e}	F _(1,98) :0.01	0.9	F _(2,98) :25	<0.001	F _(2,98) :1.9	0.14
VO ₂ pico, mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹	37.7 ± 0.5	35.5 ± 0.7 ^a	46.3 ± 0.5 ^a	45.2 ± 0.8 ^d	66.6 ± 2.1 ^{a,b}	61.8 ± 2.0 ^{d,e}	F _(1,114) :6.2	0.014	F _(2,114) :224	<0.001	F _(2,114) :1	0.36
Características												
FC _{rep} (bpm)	78 ± 3	76 ± 2	69 ± 2 ^a	71 ± 2	55 ± 1 ^{a,b}	56 ± 1 ^{d,e}	F _(1,114) :0.05	0.81	F _(2,114) :57	<0.001	F _(2,114) :0.65	0.50
PAS (mmHg)	120 ± 3	107 ± 2 ^a	120 ± 3	106 ± 3 ^b	115 ± 2	105 ± 3 ^c	F _(1,114) :29	<0.001	F _(2,114) :0.5	0.57	F _(2,114) :0.7	0.49
PAD (mmHg)	78 ± 2	72 ± 2 ^a	75 ± 2	68 ± 2 ^b	74 ± 1	66 ± 2 ^c	F _(1,114) :18	<0.001	F _(2,114) :2.8	0.06	F _(2,114) :0.26	0.76
PAM (mmHg)	92 ± 2	84 ± 2 ^a	90 ± 2	81 ± 2 ^b	88 ± 1	79 ± 2 ^c	F _(1,114) :29	<0.001	F _(2,114) :2	0.13	F _(2,114) :0.5	0.59

Os valores estão expressos como média ± EPM. IMC, índice de massa corpórea; FC, frequência cardíaca; VO₂; volume de oxigênio; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; PAM, pressão arterial média. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Respostas da frequência cardíaca ao teste Ergoespirométrico máximo

A figura 2 e a tabela 2 apresentam as repostas da frequência cardíaca ao teste ergoespirométrico dos voluntários dos grupos de BP, MP e AP nos momentos repouso, pico do teste de esforço máximo (Pico), recuperação após 3 minutos do pico (Rec 3') e recuperação após 6 min do pico (Rec 6'). Homens e mulheres apresentaram respostas semelhantes quando os sexos foram comparados em cada faixa de performance aeróbia. Em relação à frequência cardíaca de repouso o grupo AP obteve valores significativamente menores que os demais grupos. Durante o pico do teste de esforço máximo todos os grupos apresentaram frequência cardíaca semelhante. Porém, na rec 3' e rec 6' o grupo AP novamente obteve valores significativamente menores que os grupo BP e MP, com exceção dos homens AP, que mostraram diferença apenas em relação aos homens BP. Além disso, na rec 6', a frequência cardíaca das mulheres MP foi significativamente menor que as mulheres BP.

Figura 2. Valores da frequência cardíaca dos grupos de homens e mulheres obtidos durante o teste ergoespiométrico em quatro momentos distintos: repouso, pico do teste de esforço máximo (Pico), recuperação 3 minutos após atingir o pico (Rec 3'), e recuperação 6 minutos após atingir o pico (Rec 6'). ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 2. Valores da frequência cardíaca dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) obtidos durante o teste ergoespirométrico máximo em quatro momentos distintos: repouso; pico do teste de esforço máximo (Pico); recuperação 3 minutos após atingir o pico (Rec 3'), e recuperação 6 minutos após atingir o pico (Rec 6').

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
FC (bpm)												
Repouso	78 ± 3	76 ± 2	69 ± 2	71 ± 2	55 ± 1 ^{a,b}	56 ± 1 ^{d,e}	F _(1,114) :0.05	0.81	F _(2,114) :57	<0.001	F _(2,114) :0.65	0.52
Pico	181 ± 3	178 ± 2	181 ± 2	176 ± 3	180 ± 2	175 ± 2	F _(1,114) :4.7	0.03	F _(2,114) :0.2	0.78	F _(2,114) :0.19	0.82
Rec 3'	141 ± 4	139 ± 3	132 ± 4	132 ± 3	122 ± 3 ^a	121 ± 3 ^{d,e}	F _(1,114) :0.11	0.73	F _(2,114) :15	<0.001	F _(2,114) :0.03	0.97
Rec 6'	128 ± 3	128 ± 3	121 ± 3	117 ± 3 ^d	111 ± 2 ^{a,b}	107 ± 2 ^{d,e}	F _(1,114) :1.2	0.28	F _(2,114) :19	<0.001	F _(2,114) :0.15	0.85

Os valores estão expressos como média ± EPM. FC, frequência cardíaca; REC, recuperação. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Lactato sanguíneo periférico

A figura 3 e a tabela 3 apresentam as repostas do lactato sanguíneo ao teste ergoespirométrico dos voluntários dos grupos de BP, MP e AP nos momentos basal ($\text{lactato}_{\text{basal}}$), pico ($\text{lactato}_{\text{VO}_{2\text{máx}}}$) e recuperação ($\text{lactato}_{\text{rec6'}}$) após 6 minutos do término do teste ergoespirométrico.

Homens e mulheres apresentaram respostas semelhantes quando os gêneros foram comparados em cada faixa de performance aeróbia. Em relação ao $\text{lactato}_{\text{basal}}$ o grupo AP obteve valores significativamente maiores que o grupo BP. Por sua vez, os grupos MP e AP apresentaram aumento do $\text{lactato}_{\text{VO}_{2\text{máx}}}$ comparados ao grupo BP. Já o $\text{lactato}_{\text{rec6'}}$ foi inferior no grupo AP quando relacionado aos grupos BP e MP.

Lactato Sanguíneo

Figura 3. Valores do lactato sanguíneo periférico dos grupos de homens e mulheres obtidos durante o teste ergoespirométrico máximo em três momentos distintos: durante o VO₂ basal (lactato_{basal}); no VO₂ pico (lactato_{VO2máx}) e 6 minutos após a recuperação (lactato_{rec 6'}). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 3. Valores do lactato sanguíneo dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP), obtidos durante o teste ergoespirométrico máximo em três momentos distintos: durante o VO₂ basal (lactato_{basal}); no VO₂ pico (lactato_{pico}); e 6 minutos após a recuperação (lactato_{rec 6'}).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Lactato, mmol.L⁻¹												
Basal	2.3 ± 0.1	2.3 ± 0.1	2.4 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.6 ± 0.09 ^a	2.8 ± 0.1 ^d	F _(1,114) :0.5	0.48	F _(2,114) :3	0.038	F _(2,114) :0.18	0.83
VO ₂ máx	5.7 ± 0.2	5.3 ± 0.2	6.9 ± 0.3 ^a	7.1 ± 0.3 ^d	7.6 ± 0.3 ^a	7.7 ± 0.4 ^d	F _(1,114) :0.05	0.81	F _(2,114) :19	<0.001	F _(2,114) :0.5	0.6
Recuperação 6'	7.5 ± 0.4	6.4 ± 0.3	6.4 ± 0.5	6.8 ± 0.4	5.0 ± 0.4 ^{a,b}	5.0 ± 0.3 ^{d,e}	F _(1,114) :0.4	0.52	F _(2,114) :12	<0.001	F _(2,114) :1.6	0.19

Os valores estão expressos como média ± EPM. VO₂, volume de oxigênio. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a posição supina (basal)

A figura 4 e tabela 4 apresentam os resultados da análise espectral da VFC na posição supina (registro basal em repouso) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Quando realizamos a comparação intragrupos os resultados mostraram que as mulheres apresentaram menores valores de LF em unidades absolutas e normalizadas, maiores valores de HF em unidades absolutas e normalizadas, e menores valores da razão LF/HF (Tabela 4), independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Além disso, quando realizada a comparação intergrupos todos se mostraram semelhantes para todos os parâmetros.

Figura 4. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal em repouso) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 4. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca na posição supina (basal) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
iRR	929 ± 32	882 ± 30	924 ± 23	949 ± 33	1065 ± 32 ^{a,b}	1074 ± 32 ^{d,e}	F _(1,114) :0.03	0.86	F _(2,114) :16	<0.001	F _(2,114) :0.75	0.47
Variância, ms ²	2227 ± 354	2132 ± 279	2284 ± 251	1956 ± 318	2241 ± 431	2138 ± 224	F _(1,114) :0.4	0.5	F _(2,114) :0.02	0.97	F _(2,114) :0.08	0.91
LF, ms ²	892 ± 186	646 ± 90	938 ± 161	605 ± 112	821 ± 190	537 ± 54	F _(1,114) :6.1	0.01	F _(2,114) :0.2	0.76	F _(2,114) :0.04	0.95
LF, nu	59 ± 4.8	44 ± 3.6 ^a	61 ± 3.3	50 ± 3.9 ^b	53 ± 4.5	42 ± 3.5 ^c	F _(1,114) :14	<0.001	F _(2,114) :1.9	0.14	F _(2,114) :0.2	0.81
HF, ms ²	703 ± 174	971 ± 168	535 ± 71	767 ± 174	762 ± 180	884 ± 143	F _(1,114) :2.6	0.1	F _(2,114) :0.8	0.42	F _(2,114) :0.11	0.88
HF, nu	41 ± 4.8	56 ± 3.6 ^a	39 ± 3.3	50 ± 3.9 ^b	47 ± 4.5	58 ± 3.5 ^c	F _(1,114) :14	<0.001	F _(2,114) :1.9	0.14	F _(2,114) :0.2	0.81
Razão LF/HF	2.3 ± 0.5	0.9 ± 0.1 ^a	1.95 ± 0.3	1.3 ± 0.3 ^b	1.7 ± 0.35	0.6 ± 0.1 ^c	F _(1,114) :14	<0.001	F _(2,114) :0.78	0.45	F _(2,114) :0.74	0.47

Os valores estão expressos como média ± EPM. LF, banda de baixa frequência; HF, banda de alta frequência; nu, unidade normalizada. ^a

P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d

P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a posição supina (basal)

A figura 5 e a tabela 5 apresentam os resultados da análise simbólica da VFC na posição supina (registro basal em repouso) em mulheres e homens dos grupos BP, MP e AP. Os resultados intragrupos mostraram que as mulheres apresentaram valores menores de 0V% e maiores de 2LV%, 2UV% e 2V%, independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Além disso, na comparação intergrupos, o grupo de AP demonstrou valores superiores de 2UV% e 2V% em relação aos grupos de baixa e média performance.

Figura 5. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina (basal em repouso) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 5. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca na posição supina (basal) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
0V%	30.5 ± 3.2	21.7 ± 2.7 ^a	30.4 ± 2.2	24.3 ± 3.5	27.5 ± 2.9	18.8 ± 2.7 ^c	F _(1,114) :11	<0.001	F _(2,114) :1.1	0.33	F _(2,114) :0.14	0.86
1V%	45.6 ± 1.2	48.2 ± 0.9	47.4 ± 0.8	46.3 ± 1.5	44.1 ± 1.6	45.8 ± 0.8	F _(1,114) :1.1	0.28	F _(2,114) :1.7	0.18	F _(2,114) :1.3	0.26
2LV%	9.5 ± 1.6	11.8 ± 1.35	9.2 ± 1.4	9.3 ± 1.2	7.3 ± 0.7	10.2 ± 1.3	F _(1,114) :2.7	0.09	F _(2,114) :1.1	0.31	F _(2,114) :0.65	0.52
2UV%	14.2 ± 1.9	18.1 ± 1.8	12.8 ± 1.2	20.0 ± 2.4 ^b	20.9 ± 2.2 ^{a,b}	25.1 ± 1.75 ^d	F _(1,114) :10	0.002	F _(2,114) :8	<0.001	F _(2,114) :0.42	0.65
2V%	23.7 ± 3.0	30 ± 2.6	22.1 ± 1.95	29.3 ± 3.0	28.2 ± 2.4 ^b	35.4 ± 2.4 ^c	F _(1,114) :10	0.002	F _(2,114) :3	0.05	F _(2,114) :0.02	0.97

Os valores estão expressos em média ± EPM. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise espectral da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS) na posição supina (basal)

A figura 6 e a tabela 6 apresentam os resultados da análise espectral da VPAS na posição supina (registro basal em repouso) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Os resultados da comparação intragrupos mostraram que as mulheres apresentaram valores significativamente maiores de HF, independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Já na comparação intergrupos homens e mulheres se mostraram semelhantes.

Figura 6. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal em repouso) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 6. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica na posição supina (basal) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
Variância, mmHg ²	17.8 ± 2.3	22 ± 3.5	25 ± 3.3	18.2 ± 2.2	17.8 ± 2.5	23.3 ± 3.45	F _(1,114) :0.1	0.69	F _(2,114) :0.16	0.85	F _(2,114) :2.6	0.07
LF, mmHg ²	6.2 ± 1.0	6.6 ± 1.2	9.2 ± 1.25	6.0 ± 0.7	5.5 ± 0.8	6.6 ± 0.8	F _(1,114) :0.5	0.46	F _(2,114) :1.4	0.24	F _(2,114) :2.7	0.07
HF, mmHg ²	2.4 ± 0.3	3.3 ± 0.3 ^a	2.6 ± 0.3	2.7 ± 0.3	1.7 ± 0.2	3.4 ± 0.5 ^c	F _(1,114) :12	<0.001	F _(2,114) :0.44	0.64	F _(2,114) :3.1	0.04

Os valores estão expressos como média ± EPM. LF, banda de baixa frequência; HF, banda de alta frequência. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise da sensibilidade do barorreflexo espontâneo pelo método da sequência durante a posição supina (basal)

A figura 7 e a tabela 7 apresentam os resultados da análise da sensibilidade barorreflexa na posição supina (registro basal em repouso) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Quando realizamos a comparação intragrupos, os resultados mostraram que as mulheres apontaram valores semelhantes aos homens em todos os parâmetros analisados (BEI, N° Rampas, Ganho, Down e UP) independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Porém, na comparação intergrupos, é possível visualizar que o grupo AP apresentou menores valores de BEI e N° Rampas (Tabela 7) em relação aos grupos BP e MP.

Posição Supina (Basal)

Figura 7. Sensibilidade barorreflexa espontânea na posição supina (basal em repouso) dos grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 7. Análise da sensibilidade barorreflexa espontânea pelo método da sequência na posição supina (basal) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
BEI	0.65 ± 0.03	0.71 ± 0.03	0.7 ± 0.03	0.6 ± 0.03 ^d	0.59 ± 0.04 ^b	0.58 ± 0.04 ^d	F _(1,114) :0.28	0.59	F _(2,114) :3.2	0.04	F _(2,114) :2.4	0.09
Nº Rampas	84.65 ± 9.2	85.05 ± 8.4	79.9 ± 6.45	71.05 ± 7.3	51.25 ± 4.6 ^{a,b}	59.2 ± 7.65 ^d	F _(1,114) :0.0	0.97	F _(2,114) :8.3	<0.001	F _(2,114) :0.64	0.52
Ganho, ms/mmHg	14.3 ± 2.35	14.3 ± 1.4	12.4 ± 1.1	12.4 ± 1.6	18.5 ± 2.3	14.4 ± 1.5	F _(1,114) :0.92	0.34	F _(2,114) :2.6	0.07	F _(2,114) :0.91	0.4
Down, ms/mmHg	14.6 ± 2.3	14.8 ± 1.4	12.6 ± 1.0	12.9 ± 1.7	18.6 ± 2.3	14.6 ± 1.45	F _(1,114) :0.68	0.41	F _(2,114) :2.3	0.1	F _(2,114) :0.95	0.39
Up, ms/mmHg	13.9 ± 2.4	13.5 ± 6.4	12.4 ± 1.2	11.8 ± 1.5	18.3 ± 2.6	14.3 ± 1.6	F _(1,113) :1.1	0.27	F _(2,113) :2.5	0.08	F _(2,113) :0.56	0.57

Os valores estão expressos como média ± EPM. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a posição ortostática (Tilt Test)

A figura 8 e a tabela 8 apresentam os resultados da análise espectral da VFC na posição ortostática (registro durante Tilt-Test) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Quando realizamos a comparação intragrupos os resultados mostraram que as mulheres apresentaram valores significativamente menores de LF em unidades absolutas e normalizadas, maiores valores de HF em unidades absolutas e normalizadas e menores valores da razão LF/HF (Tabela 8), independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Além disso, na comparação intergrupos, todos os grupos se mostraram semelhantes para todos os parâmetros.

Posição Ortostática (Tilt Test)

Figura 8. Parâmetros espectrais da VFC na posição ortostática (Tilt Test) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 8. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca na posição ortostática (Tilt Test) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
iRR	705 ± 21	716 ± 26	764 ± 22	786 ± 24	836 ± 31 ^a	895 ± 32 ^{d,e}	F _(1,114) :2.0	0.15	F _(2,114) :16	<0.001	F _(2,114) :0.4	0.64
Variância, ms ²	1750 ± 236	1745 ± 265	2378 ± 190	2026 ± 289	2223 ± 365	2343 ± 331	F _(1,114) :0.1	0.73	F _(2,114) :2.0	0.13	F _(2,114) :0.3	0.69
LF, ms ²	976 ± 139	641 ± 91	1229 ± 138	809 ± 142	1061 ± 162	993 ± 209	F _(1,114) :4.9	0.02	F _(2,114) :1.3	0.26	F _(2,114) :0.7	0.48
LF, nu	81 ± 3.7	66 ± 3.5 ^a	77 ± 2.25	67 ± 2.8 ^b	79 ± 2.9	66 ± 4.4 ^c	F _(1,114) :21	<0.001	F _(2,114) :0.12	0.88	F _(2,114) :0.3	0.74
HF, ms ²	190 ± 34	446 ± 112	359 ± 48	383 ± 69	286 ± 59	461 ± 89	F _(1,114) :6.3	0.01	F _(2,114) :0.3	0.69	F _(2,114) :1.2	0.28
HF, nu	19 ± 3.7	34 ± 3.5 ^a	23 ± 2.25	33 ± 2.8 ^b	21 ± 2.9	34 ± 4.4 ^c	F _(1,114) :21	<0.001	F _(2,114) :0.12	0.88	F _(2,114) :0.3	0.74
Razão LF/HF	8.0 ± 1.3	2.25 ± 0.5 ^a	4.3 ± 0.6	2.45 ± 0.3 ^b	5.6 ± 1.0	3.5 ± 0.9 ^c	F _(1,114) :16	<0.001	F _(2,114) :3.0	0.051	F _(2,114) :2.5	0.08

Os valores estão expressos como média ± EPM. LF, banda de baixa frequência; HF, banda de alta frequência; nu, unidade normalizada. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) - Comparação entre a posição supina (basal) e posição ortostática (Tilt Test)

As figuras 9 e 10 e as tabelas 9 e 10 apresentam os valores dos parâmetros espectrais da VFC na posição supina basal e na posição ortostática, obtidas ao tilt test em todos os grupos do sexo masculino e feminino respectivamente. A comparação intra-grupo mostra que houve redução na média dos iR-R após a colocação na posição ortostática em ambos os sexos. Em relação aos parâmetros espectrais mostra que houve aumento nas oscilações de LF e redução nas oscilações de HF, ambos em unidades normalizadas em todos os grupos estudados tanto para homens como para mulheres durante a posição ortostática (Tilt Test). Por sua vez, em unidades absolutas, LF apresentou tendência a aumentar e HF a diminuir após a mudança para a posição ortostática, porém, somente o grupo MP do sexo masculino apresentou diferença significativa em LF, enquanto que para as oscilações de HF os grupos BP e AP, de ambos os sexos, apresentaram diminuição significativa de seus valores. Também é possível visualizar que a razão LF/HF aumentou em todos os grupos, homens e mulheres, após a mudança para a posição ortostática.

Figura 9. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance.

Figura 10. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance; ^f $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Alta Performance.

Tabela 9. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (Tilt Test) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		<i>P</i>	MP		<i>P</i>	AP		<i>P</i>
	BASAL	TILT		BASAL	TILT		BASAL	TILT	
Parâmetros									
iRR	929 ± 32	705 ± 21	< 0.001	924 ± 22	764 ± 22	< 0.001	1065 ± 32	836 ± 31	< 0.001
Variância, ms ²	2227 ± 354	1750 ± 236	0.409	2284 ± 190	2378 ± 190	0.769	2241 ± 431	2223 ± 365	0.715
LF, ms ²	892 ± 186	976 ± 139	0.250	938 ± 161	1229 ± 138	0.029	821 ± 190	1061 ± 162	0.102
LF, nu	59 ± 4.8	81 ± 3.7	< 0.001	61 ± 3.3	77 ± 2.25	< 0.001	53 ± 4.5	79 ± 2.9	< 0.001
HF, ms ²	703 ± 174	190 ± 34	0.003	535 ± 71	359 ± 48	0.072	762 ± 180	286 ± 59	0.014
HF, nu	41 ± 4.8	19 ± 3.7	< 0.001	39 ± 3.3	23 ± 2.25	< 0.001	47 ± 4.5	21 ± 2.9	< 0.001
Razão LF/HF	2.3 ± 0.5	8.0 ± 1.3	< 0.001	2.95 ± 0.3	4.3 ± 0.6	< 0.001	1.7 ± 0.35	5.6 ± 1.0	< 0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM.

Tabela 10. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (Tilt Test) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		<i>P</i>	MP		<i>P</i>	AP		<i>P</i>
	BASAL	TILT		BASAL	TILT		BASAL	TILT	
Parâmetros									
iRR	882 ± 30	716 ± 26	< 0.001	949 ± 33	786 ± 24	< 0.001	1074 ± 32	895 ± 32	< 0.001
Variância, ms ²	2132 ± 279	1745 ± 265	0.323	1956 ± 318	2026 ± 289	0.543	2138 ± 224	2343 ± 331	0.612
LF, ms ²	646 ± 90	641 ± 91	0.989	605 ± 112	809 ± 142	0.120	537 ± 54	993 ± 209	0.091
LF, nu	44 ± 3.6	66 ± 3.5	< 0.001	50 ± 3.9	67 ± 2.8	< 0.001	42 ± 3.5	66 ± 4.4	< 0.001
HF, ms ²	971 ± 168	446 ± 112	0.009	767 ± 174	383 ± 69	0.323	884 ± 143	461 ± 89	0.010
HF, nu	56 ± 3.6	34 ± 3.5	< 0.001	50 ± 3.9	33 ± 2.8	< 0.001	58 ± 3.5	34 ± 4.4	< 0.001
Razão LF/HF	0.9 ± 0.13	2.25 ± 0.5	< 0.001	1.3 ± 0.26	2.45 ± 0.28	0.001	0.6 ± 0.13	3.5 ± 0.86	< 0.001

Os valores estão expressos em média ± EPM.

Análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a posição ortostática (Tilt Test)

A figura 11 e a tabela 11 apresentam os resultados da análise simbólica da VFC na posição ortostática (registro durante Tilt Test) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Os resultados intragrupos mostraram que as mulheres apresentaram valores menores de 0V% e maiores de 2UV% e 2V%, independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Além disso, na comparação intergrupos o grupo AP demonstrou valores inferiores de 0V% e superiores de 2UV% e 2V% em relação aos grupos baixa e média performance.

Posição Ortostática (Tilt Test)

Figura 11. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição ortostática (Tilt Test) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 11. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca na posição ortostática (Tilt Test) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
0V%	50.2 ± 2.45	44.4 ± 3.6	46.1 ± 2.3	41.9 ± 2.2	44.5 ± 2.8	36.1 ± 2.95 ^c	F _(1,114) :7.4	0.007	F _(2,114) :3.1	0.04	F _(2,114) :0.29	0.74
1V%	41.1 ± 1.4	43 ± 1.8	43.2 ± 1.4	44.5 ± 1.3	42.8 ± 1.2	45.4 ± 1.1	F _(1,114) :2.9	0.08	F _(2,114) :1.2	0.28	F _(2,114) :0.11	0.89
2LV%	4.6 ± 0.7	4.9 ± 0.9	5.7 ± 0.8	4.6 ± 0.6	4.7 ± 0.65	5.4 ± 0.9	F _(1,114) :0	0.94	F _(2,114) :0.1	0.87	F _(2,114) :0.84	0.43
2UV%	3.9 ± 0.5	7.5 ± 1.6 ^a	4.8 ± 0.4	8.8 ± 1.1 ^b	7.8 ± 1.9	12.9 ± 2.0 ^{c,d}	F _(1,114) :13	<0.001	F _(2,114) :6.0	0.003	F _(2,114) :0.15	0.85
2V%	8.6 ± 1.1	12.4 ± 2.35	10.5 ± 1.0	13.4 ± 1.5	12.5 ± 2.2	18.4 ± 2.5 ^{c,d}	F _(1,114) :7.4	0.007	F _(2,114) :3.6	0.02	F _(2,114) :0.31	0.72

Os valores estão expressos como média ± EPM. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) - Comparação entre a posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test)

As figuras 12 e 13 e as tabelas 12 e 13 apresentam os valores dos parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina e na posição ortostática, obtidas ao Tilt Test em todos os grupos do gênero masculino e feminino respectivamente. A comparação intragrupo mostra que houve aumento de 0V% e redução de 2LV%, 2UV% e 2V% após a colocação na posição ortostática para todos os grupos em ambos os sexos, enquanto que 1V%, apresentou redução significativa nos grupos de BP, tanto para homens como para mulheres, e MP somente para homens.

Figura 12. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance.

Figura 13. Análise simbólica da VFC na posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher Alta Performance.

Tabela 12. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (Tilt Test) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		<i>P</i>	MP		<i>P</i>	AP		<i>P</i>
	BASAL	TILT		BASAL	TILT		BASAL	TILT	
Parâmetros									
0V%	30.5 ± 3.2	50.2 ± 2.45	< 0.001	30.4 ± 2.2	46.1 ± 2.3	< 0.001	27.5 ± 2.9	44.5 ± 2.8	< 0.001
1V%	45.6 ± 1.2	41.1 ± 1.4	0.022	47.4 ± 0.8	43.2 ± 1.4	0.014	44.1 ± 1.6	42.8 ± 1.2	0.494
2LV%	9.5 ± 1.6	4.6 ± 0.7	0.020	9.2 ± 1.4	5.7 ± 0.8	0.034	7.3 ± 0.7	4.7 ± 0.65	0.012
2UV%	14.2 ± 1.9	3.9 ± 0.5	< 0.001	12.8 ± 1.2	4.8 ± 0.4	< 0.001	20.9 ± 2.2	7.8 ± 1.9	< 0.001
2V%	23.7 ± 3.0	8.6 ± 1.1	< 0.001	22.1 ± 1.95	10.5 ± 1.0	< 0.001	28.2 ± 2.4	12.5 ± 2.2	< 0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM.

Tabela 13. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (Tilt Test) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		<i>p</i>	MP		<i>p</i>	AP		<i>p</i>
	BASAL	TILT		BASAL	TILT		BASAL	TILT	
Parâmetros									
0V%	21.7 ± 2.7	44.4 ± 3.6	< 0.001	24.3 ± 3.5	41.9 ± 2.2	< 0.001	18.8 ± 2.7	36.1 ± 2.95	< 0.001
1V%	48.2 ± 0.9	43 ± 1.8	0.023	46.3 ± 1.5	44.5 ± 1.3	0.368	45.8 ± 0.8	45.4 ± 1.1	0.767
2LV%	11.8 ± 1.35	4.9 ± 0.9	< 0.001	9.3 ± 1.2	4.6 ± 0.6	0.002	10.2 ± 1.3	5.4 ± 0.9	0.011
2UV%	18.1 ± 1.8	7.5 ± 1.6	< 0.001	20.0 ± 2.4	8.8 ± 1.1	< 0.001	25.1 ± 1.75	12.9 ± 2.0	< 0.001
2V%	30 ± 2.6	12.4 ± 2.35	< 0.001	29.3 ± 3.0	13.4 ± 1.5	< 0.001	35.4 ± 2.4	18.4 ± 2.5	< 0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM.

Análise espectral da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS) durante a posição ortostática (Tilt Test)

A figura 14 e a tabela 14 apresentam os resultados da análise espectral da VPAS na posição ortostática (registro durante Tilt Test) em mulheres e homens dos grupos BP, MP e AP. Os resultados intragrupos mostraram que as mulheres apresentaram menores valores de LF, independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Já na comparação intergrupos todos se mostraram semelhantes.

Posição Ortostática (Tilt Test)

Figura 14. Parâmetros espectrais da VPAS na posição ortostática (Tilt Test) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 14. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica na posição ortostática (Tilt Test) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
Variância, mmHg ²	39.1 ± 4.2	32.7 ± 3.6	46.9 ± 5.6	25.8 ± 3.4 ^b	38.1 ± 6.2	28.3 ± 2.9	F _(1,114) :11	<0.001	F _(2,114) :0.29	0.74	F _(2,114) :1.4	0.23
LF, mmHg ²	23.8 ± 3.4	16.3 ± 2.6	26.8 ± 3.8	13 ± 1.9 ^b	25.3 ± 5.5	13.6 ± 2.4	F _(1,114) :15	<0.001	F _(2,114) :0.01	0.98	F _(2,114) :0.4	0.64
HF, mmHg ²	5.4 ± 1.2	6.2 ± 0.7	7.2 ± 1.2	4.7 ± 0.6	4.5 ± 0.7	4.9 ± 1.0	F _(1,114) :0.3	0.53	F _(2,114) :1.1	0.32	F _(2,114) :1.8	0.16

Os valores estão expressos como média ± EPM. LF, banda de baixa frequência; HF, banda de alta frequência. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise espectral da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS) - Comparação entre a posição supina (basal) e posição ortostática (Tilt Test)

As figuras 15 e 16 e as tabelas 15 e 16 apresentam os valores dos parâmetros espectrais da pressão arterial sistólica na posição supina e na posição ortostática, obtidas ao tilt test em todos os grupos do gênero masculino e feminino respectivamente. A comparação intragrupo mostra que houve aumento significativo nas oscilações de todos os parâmetros, variância, LF e HF no sexo masculino, enquanto que no sexo feminino o aumento somente não foi significativo para a variância e HF no grupo de AP.

Figura 15. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance.

Figura 16. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher Alta Performance.

Tabela 15. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (Tilt Test) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		P	MP		P	AP		P
	BASAL	TILT		BASAL	TILT		BASAL	TILT	
Parâmetros									
Variância, mmHg ²	17.8 ± 2.3	39.1 ± 4.2	<0.001	25 ± 3.3	46.9 ± 5.6	<0.001	17.8 ± 2.5	38.1 ± 6.2	0.002
LF, mmHg ²	6.2 ± 1.0	23.8 ± 3.4	<0.001	9.2 ± 1.25	26.8 ± 3.8	<0.001	5.5 ± 0.8	25.3 ± 5.5	<0.001
HF, mmHg ²	2.4 ± 0.3	5.4 ± 1.2	0.017	2.6 ± 0.3	7.2 ± 1.2	<0.001	1.7 ± 0.2	4.5 ± 0.7	0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM.

Tabela 16. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (Tilt Test) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		<i>P</i>	MP		<i>P</i>	AP		<i>P</i>
	BASAL	TILT		BASAL	TILT		BASAL	TILT	
Parâmetros									
Variância, mmHg ²	22 ± 3.5	32.7 ± 3.6	0.006	18.2 ± 2.2	25.8 ± 3.4	0.019	23.3 ± 3.45	28.3 ± 2.9	0.133
LF, mmHg ²	6.6 ± 1.2	16.3 ± 2.6	<0.001	6.0 ± 0.7	13 ± 1.9	0.001	6.6 ± 0.8	13.6 ± 2.45	0.016
HF, mmHg ²	3.3 ± 0.3	6.2 ± 0.7	<0.001	2.7 ± 0.3	4.7 ± 0.6	0.016	3.4 ± 0.5	4.9 ± 1.0	0.441

Os valores estão expressos como média ± EPM.

Análise da sensibilidade barorreflexa espontânea pelo método da sequência na posição ortostática (Tilt Test)

A figura 17 e a tabela 17 apresentam os resultados da análise da sensibilidade barorreflexa na posição ortostática (registro durante Tilt Test) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Os resultados intragrupos mostraram que existe tendência em as mulheres apresentarem valores maiores que os homens em Ganho, Down e UP e menores valores em BEI e N° Rampas (Tabela 17), independentemente do nível de condicionamento físico aeróbico. Porém, quando comparamos intergrupos, é possível visualizar que o grupo AP apresentou maiores valores de Ganho, Down e UP e menores valores do N° Rampas em relação aos grupos de BP e MP.

Posição Ortostática (Tilt Test)

Figura 17. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição ortostática (Tilt Test) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 17. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa espontânea na posição ortostática (Tilt Test) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
BEI	0.59 ± 0.03	0.55 ± 0.03	0.64 ± 0.02	0.55 ± 0.02	0.57 ± 0.04	0.56 ± 0.03	F _(1,114) :3.3	0.07	F _(2,114) :0.4	0.670	F _(2,114) :0.69	0.54
Nº Rampas	98.8 ± 8.4	95.9 ± 8.35	102.5 ± 6.1	90.5 ± 6.0	71.2 ± 6.5 ^{a,b}	76.7 ± 9.0	F _(1,114) :0.2	0.61	F _(2,114) :6.2	0.003	F _(2,114) :0.68	0.56
Ganho, ms/mmHg	6.5 ± 0.75	7 ± 0.9	6.5 ± 0.47	7.5 ± 0.83	9.1 ± 1.15	10.5 ± 1.5 ^d	F _(1,114) :1.4	0.23	F _(2,114) :5.7	0.004	F _(2,114) :0.1	0.91
Down, ms/mmHg	6.5 ± 0.7	7.5 ± 1.0	6.8 ± 0.46	8.2 ± 0.82	9.3 ± 1.1 ^a	10.5 ± 1.3	F _(1,114) :2.5	0.11	F _(2,114) :5.7	0.004	F _(2,114) :0.02	0.97
UP, ms/mmHg	6.8 ± 0.95	6.2 ± 0.8	6.1 ± 0.54	6.8 ± 0.85	9 ± 1.25	10.1 ± 1.65 ^d	F _(1,114) :0.1	0.66	F _(2,114) :5.4	0.006	F _(2,114) :0.31	0.73

Os valores estão expressos como média ± EPM. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance;

^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise linear da sensibilidade barorreflexa espontânea - Comparação entre a posição supina (basal) e posição ortostática (Tilt Test)

As figuras 18 e 19 e as tabelas 18 e 19 apresentam os valores dos parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina e na posição ortostática, obtidas ao Tilt Test em todos os grupos do gênero masculino e feminino respectivamente. A comparação intra-grupo mostra que houve redução significativa dos valores da atividade barorreflexa após a colocação na posição ortostática para os parâmetros Ganho, Down e UP em ambos os sexos. Em relação ao BEI, todos os grupos apresentaram a tendência em diminuir, porém, somente as mulheres do grupo BP apresentou redução significativa. Já o parâmetro Nº Rampas apresentou aumento em todos os grupos, mas somente nos grupos MP, tanto homens quanto mulheres, esse aumento foi significativo.

Gênero Masculino (Basal - Tilt)

Figura 18. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance.

Gênero Feminino (Basal - Tilt)

Figura 19. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina (basal) e ortostática (Tilt Test) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance; ^f $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Alta Performance.

Tabela 18. Parâmetros espectrais da sensibilidade barorreflexa espontânea durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (Tilt Test) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		P	MP		P	AP		P
	BASAL	TILT		BASAL	TILT		BASAL	TILT	
Parâmetros									
BEI	0.65 ± 0.03	0.59 ± 0.03	0.299	0.7 ± 0.03	0.64 ± 0.02	0.149	0.59 ± 0.04	0.57 ± 0.04	0.745
Nº Rampas	84.65 ± 9.2	98.85 ± 8.4	0.167	79.9 ± 6.45	102.5 ± 6.1	0.015	51.25 ± 4.6	71.2 ± 6.5	0.017
Ganho, ms/mmHg	14.3 ± 2.35	6.5 ± 0.75	< 0.001	12.4 ± 1.1	6.5 ± 0.47	< 0.001	18.5 ± 2.3	9.1 ± 1.15	0.003
Down, ms/mmHg	14.6 ± 2.3	6.5 ± 0.7	< 0.001	12.6 ± 1.0	6.8 ± 0.46	< 0.001	18.6 ± 2.3	9.3 ± 1.1	0.004
UP, ms/mmHg	13.9 ± 2.4	6.8 ± 0.95	< 0.001	12.4 ± 1.2	6.1 ± 0.54	< 0.001	18.3 ± 2.6	9 ± 1.25	0.009

Os valores estão expressos como média ± EPM.

Tabela 19. Parâmetros espectrais da sensibilidade barorreflexa durante o repouso na posição supina (basal) e durante a posição ortostática (Tilt Test) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		P	MP		P	AP		P
	BASAL	TILT		BASAL	TILT		BASAL	TILT	
Parâmetros									
BEI	0.71 ± 0.03	0.55 ± 0.03	0.004	0.6 ± 0.03	0.55 ± 0.02	0.126	0.58 ± 0.04	0.56 ± 0.03	0.655
Nº Rampas	85.05 ± 8.4	95.95 ± 8.35	0.363	71.05 ± 7.3	90.55 ± 6.0	0.046	59.2 ± 7.65	76.75 ± 9.0	0.145
Ganho, ms/mmHg	14.3 ± 1.4	7 ± 0.9	< 0.001	12.4 ± 1.6	7.5 ± 0.83	0.007	14.4 ± 1.5	10.5 ± 1.5	0.034
Down, ms/mmHg	14.8 ± 1.4	7.5 ± 1.0	< 0.001	12.9 ± 1.7	8.2 ± 0.82	0.027	14.6 ± 1.45	10.5 ± 1.3	0.048
UP, ms/mmHg	13.5 ± 6.4	6.2 ± 0.8	< 0.001	11.8 ± 1.5	6.8 ± 0.85	0.001	14.3 ± 1.6	10.1 ± 1.65	0.020

Os valores estão expressos como média ± EPM.

Análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a posição supina pós $VO_{2máx}$ (recuperação)

A figura 20 e a tabela 20 apresentam os resultados da análise espectral da VFC na posição supina pós $VO_{2máx}$ (registro da recuperação) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Quando realizamos a comparação intragrupos as mulheres apresentaram menores valores apenas de LF normalizadas, maiores valores de HF em unidades absolutas e normalizadas, e menores valores da razão LF/HF (Tabela 20), independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Além disso, na comparação intergrupos, mulheres do grupo BP apresentaram maior HF, em unidades absolutas, em relação aos demais grupos.

Figura 20. Parâmetros espectrais da VFC pós VO_{2máx} (recuperação) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 20. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca na posição supina pós VO_{2máx} (Recuperação) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
iRR	660 ± 19	679 ± 16	678 ± 20	733 ± 24	712 ± 15 ^a	766 ± 22 ^d	F _(1,114) :6.7	0.01	F _(2,114) :5.9	0.003	F _(2,114) :0.52	0.59
Variância, ms ²	370 ± 91	462 ± 54	270 ± 48	319 ± 54	393 ± 68	476 ± 76	F _(1,114) :1.8	0.18	F _(2,114) :2.5	0.08	F _(2,114) :0.05	0.94
LF, ms ²	182 ± 50	170 ± 26	122 ± 26	127 ± 27	162 ± 25	166 ± 23	F _(1,114) :0.1	0.96	F _(2,114) :1.4	0.23	F _(2,114) :0.05	0.94
LF, nu	79 ± 2.8	63 ± 3.3 ^a	82 ± 1.9	71 ± 2.9 ^b	78 ± 3.1	69 ± 3.0 ^c	F _(1,114) :25	<0.001	F _(2,114) :2.0	0.13	F _(2,114) :0.77	0.46
HF, ms ²	42 ± 12	119 ± 28 ^a	21 ± 3.2	54 ± 12 ^{b,d}	47 ± 8.6	78 ± 16	F _(1,114) :14	<0.001	F _(2,114) :3.6	0.02	F _(2,114) :1.2	0.29
HF, nu	21 ± 2.8	37 ± 3.3 ^a	18 ± 1.9	28.5 ± 2.9 ^b	21.5 ± 3.1	31 ± 3.0 ^c	F _(1,114) :25	<0.001	F _(2,114) :2.0	0.13	F _(2,114) :0.77	0.46
Razão LF/HF	6.2 ± 1.2	2.1 ± 0.3 ^a	6.4 ± 1.4	3.2 ± 0.5 ^b	6.0 ± 1.15	3.0 ± 0.5 ^c	F _(1,114) :19	<0.001	F _(2,114) :0.2	0.78	F _(2,114) :0.19	0.82

Os valores estão expressos como média ± EPM. LF, banda de baixa frequência; HF, banda de alta frequência; nu, unidade normalizada. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) - Comparação entre a posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação)

As figuras 21 e 22 e as tabelas 21 e 22 apresentam os valores dos parâmetros espectrais da VFC na posição supina basal e na posição supina pós VO_{2máx}, obtidas ao Tilt Test e após o teste de esforço máximo em todos os grupos do gênero masculino e feminino respectivamente. A comparação intragrupo mostra que houve redução na média dos iR-R após o teste de esforço máximo em ambos os sexos. Em relação aos parâmetros espectrais observamos que LF apresentou diminuição em unidades absolutas e aumento em unidades normalizadas, enquanto que nas oscilações de HF observamos diminuição em unidades absolutas e unidades normalizadas em todos os grupos estudados tanto para homens como para mulheres. Também mostra que a razão LF/HF aumentou em todos os grupos, homens e mulheres.

Figura 21. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal) e supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance.

Figura 22. Parâmetros espectrais da VFC na posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance; ^f P<0.05 vs. Grupo Mulher Alta Performance.

Tabela 21. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós VO_{2máx} (Recuperação) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		P	MP		P	AP		P
	BASAL	REC		BASAL	REC		BASAL	REC	
Parâmetros									
iRR	929 ± 32	660 ± 19	< 0.001	924 ± 22	678 ± 20	< 0.001	1065 ± 32	712 ± 15	< 0.001
Variância, ms ²	2227 ± 354	370 ± 91	< 0.001	2284 ± 190	270 ± 48	< 0.001	2241 ± 431	393 ± 68	< 0.001
LF, ms ²	892 ± 186	182 ± 50	< 0.001	938 ± 161	122 ± 26	< 0.001	821 ± 190	162 ± 25	< 0.001
LF, nu	59 ± 4.8	79 ± 2.8	0.004	61 ± 3.3	82 ± 1.9	< 0.001	53 ± 4.5	78 ± 3.1	< 0.001
HF, ms ²	703 ± 174	42 ± 12	< 0.001	535 ± 71	21 ± 3.2	< 0.001	762 ± 180	47 ± 8.6	< 0.001
HF, nu	41 ± 4.8	21 ± 2.8	0.004	39 ± 3.3	18 ± 1.9	< 0.001	47 ± 4.5	22 ± 3.1	< 0.001
Razão LF/HF	2.3 ± 0.48	6.2 ± 1.23	0.004	3.0 ± 0.27	6.4 ± 1.4	< 0.001	1.7 ± 0.35	6.0 ± 1.1	< 0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM. REC=Recuperação.

Tabela 22. Parâmetros espectrais da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós VO₂máx (Recuperação) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		P	MP		P	AP		P
	BASAL	REC		BASAL	REC		BASAL	REC	
Parâmetros									
iRR	882 ± 30	679 ± 16	< 0.001	949 ± 33	733 ± 24	< 0.001	1074 ± 32	766 ± 22	< 0.001
Variância, ms ²	2132 ± 279	462 ± 54	< 0.001	1956 ± 318	319 ± 54	< 0.001	2138 ± 224	476 ± 76	< 0.001
LF, ms ²	646 ± 90	170 ± 26	< 0.001	605 ± 112	127 ± 27	< 0.001	537 ± 54	166 ± 23	< 0.001
LF, nu	44 ± 3.6	63 ± 3.3	< 0.001	50 ± 3.9	71 ± 2.9	< 0.001	42 ± 3.5	69 ± 3.0	< 0.001
HF, ms ²	971 ± 168	119 ± 28	< 0.001	767 ± 174	54 ± 12	< 0.001	884 ± 143	78 ± 16	< 0.001
HF, nu	56 ± 3.6	37 ± 3.3	< 0.001	50 ± 3.9	28.5 ± 2.9	< 0.001	58 ± 3.5	31 ± 3.0	< 0.001
Razão LF/HF	0.9 ± 0.13	2.1 ± 0.28	< 0.001	1.3 ± 0.26	3.2 ± 0.46	< 0.001	0.61 ± 0.13	3.0 ± 0.49	< 0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM. REC=Recuperação.

Análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a posição supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação)

A figura 23 e a tabela 23 apresentam os resultados da análise simbólica da VFC na posição supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (registro durante recuperação) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Os resultados da comparação intragrupos mostraram que as mulheres apresentam menores valores de 0V% e maiores de 1V%, 2LV%, 2UV% e 2V%, independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Já, quando realizada a comparação intergrupos, todos se mostraram semelhantes para todos os parâmetros.

Figura 23. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina pós VO₂_{máx} (Recuperação) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 23. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca na posição supina após atingir o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Recuperação) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	$F_{(DF)}$	P	$F_{(DF)}$	P	$F_{(DF)}$	P
Parâmetros												
0V%	54.7 ± 2.65	44 ± 3.1^a	56.3 ± 1.85	47 ± 3.4^b	52.2 ± 3.4	45.6 ± 2.9	$F_{(1,114)}:13$	<0.001	$F_{(2,114)}:0.48$	0.61	$F_{(2,114)}:0.25$	0.77
1V%	37 ± 2.0	42.7 ± 1.7^a	36.5 ± 1.4	40.6 ± 2.0	36.9 ± 1.9	40.4 ± 1.7	$F_{(1,114)}:9$	0.003	$F_{(2,114)}:0.31$	0.73	$F_{(2,114)}:0.19$	0.82
2LV%	2.1 ± 0.7	3.4 ± 0.7^a	1.3 ± 0.3	2.6 ± 0.6	1.7 ± 0.35	1.9 ± 0.4	$F_{(1,114)}:4.3$	0.04	$F_{(2,114)}:1.6$	0.19	$F_{(2,114)}:0.61$	0.54
2UV%	6 ± 0.55	9.7 ± 1.3^a	5.8 ± 0.6	9.7 ± 1.05^b	9 ± 2.1	11.9 ± 1.3^c	$F_{(1,114)}:11$	0.001	$F_{(2,114)}:2.7$	0.06	$F_{(2,114)}:0.08$	0.91
2V%	8.2 ± 0.95	12.9 ± 1.85^a	7.1 ± 0.65	12.3 ± 1.6^b	10.7 ± 2.3	13.8 ± 1.6^c	$F_{(1,114)}:11$	0.001	$F_{(2,114)}:1.3$	0.26	$F_{(2,114)}:0.23$	0.78

Os valores estão expressos como média $\pm$ EPM. ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) - Comparação entre a posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação)

As figuras 24 e 25 e as tabelas 24 e 25 apresentam os valores dos parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina e na posição supina pós VO_{2máx}, obtidas ao Tilt Test e após o teste de esforço máximo em todos os grupos do gênero masculino e feminino, respectivamente. A comparação intragrupo mostra que houve aumento de 0V% e redução de 1V%, 2LV%, 2UV% e 2V% após o teste de esforço máximo, para todos os grupos em ambos os sexos.

Figura 24. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina (basal) e supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance. REC=Recuperação.

Figura 25. Parâmetros da análise simbólica da VFC na posição supina (basal) e supina pós $VO_{2máx}$ (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance; ^f $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Alta Performance. REC=Recuperação.

Tabela 24. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós VO_{2máx} (Recuperação) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		<i>P</i>	MP		<i>P</i>	AP		<i>P</i>
	BASAL	REC		BASAL	REC		BASAL	REC	
Parâmetros									
0V%	30.5 ± 3.2	54.7 ± 2.65	< 0.001	30.4 ± 2.2	56.3 ± 1.85	< 0.001	27.5 ± 2.9	52.2 ± 3.4	< 0.001
1V%	45.6 ± 1.2	37 ± 2.0	< 0.001	47.4 ± 0.8	36.5 ± 1.4	< 0.001	44.1 ± 1.6	36.9 ± 1.9	0.007
2LV%	9.5 ± 1.6	2.1 ± 0.7	< 0.001	9.2 ± 1.4	1.3 ± 0.3	< 0.001	7.3 ± 0.7	1.7 ± 0.35	< 0.001
2UV%	14.2 ± 1.9	6 ± 0.55	< 0.001	12.8 ± 1.2	5.8 ± 0.6	< 0.001	20.9 ± 2.2	9 ± 2.1	< 0.001
2V%	23.7 ± 3.0	8.2 ± 0.95	< 0.001	22.1 ± 1.95	7.1 ± 0.65	< 0.001	28.2 ± 2.4	10.7 ± 2.3	< 0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM. REC=Recuperação.

Tabela 25. Parâmetros da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós VO_{2máx} (Recuperação) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		P	MP		P	AP		P
	BASAL	REC		BASAL	REC		BASAL	REC	
Parâmetros									
0V%	21.7 ± 2.7	44 ± 3.1	< 0.001	24.3 ± 3.5	47 ± 3.4	< 0.001	18.8 ± 2.7	45.6 ± 2.9	< 0.001
1V%	48.2 ± 0.9	42.7 ± 1.7	0.009	46.3 ± 1.5	40.6 ± 2.0	0.027	45.8 ± 0.8	40.4 ± 1.7	0.003
2LV%	11.8 ± 1.35	3.4 ± 0.7	< 0.001	9.3 ± 1.2	2.6 ± 0.6	< 0.001	10.2 ± 1.3	1.9 ± 0.4	< 0.001
2UV%	18.1 ± 1.8	9.7 ± 1.3	< 0.001	20.0 ± 2.4	9.7 ± 1.05	< 0.001	25.1 ± 1.75	11.9 ± 1.3	< 0.001
2V%	30 ± 2.6	12.9 ± 1.85	< 0.001	29.3 ± 3.0	12.3 ± 1.6	< 0.001	35.4 ± 2.4	13.8 ± 1.6	< 0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM. REC=Recuperação.

Análise espectral da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS) durante a posição supina após atingir o $VO_{2m\acute{a}x}$ (Recuperação)

A figura 26 e a tabela 26 apresentam os resultados da análise espectral da VPAS na posição supina pós $VO_{2m\acute{a}x}$ (registro durante recuperação) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. e mostraram semelhantes. Os resultados intragrupos mostraram que as mulheres apresentaram menores valores de LF, independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Já na comparação intergrupos, todos se mostraram semelhantes.

Figura 26. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina pós VO₂máx (recuperação) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher.

Tabela 26. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica na posição supina pós VO_{2máx} (Recuperação) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
Variância, mmHg ²	19.8 ± 2.3	17.7 ± 1.8	23 ± 3.0	17.5 ± 2.5	21.6 ± 2.9	24.3 ± 3.7	F _(1,114) :0.53	0.46	F _(2,114) :1.1	0.31	F _(2,114) :1.1	0.33
LF, mmHg ²	8.7 ± 1.0	7.7 ± 1.15	10.4 ± 1.9	7.4 ± 1.0	10.2 ± 1.2	7.9 ± 1.2	F _(1,114) :3.9	0.048	F _(2,114) :0.24	0.78	F _(2,114) :0.33	0.71
HF, mmHg ²	2.1 ± 0.2	2.4 ± 0.3	2.1 ± 0.25	1.9 ± 0.2	1.9 ± 0.4	2.7 ± 1.1	F _(1,114) :0.49	0.48	F _(2,114) :0.21	0.8	F _(2,114) :0.46	0.63

Os valores estão expressos como média ± EPM. LF, banda de baixa frequência; HF, banda de alta frequência. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise espectral da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS) - Comparação entre a posição supina (basal) e supina pós VO₂máx (Recuperação)

As figuras 27 e 28 e as tabelas 27 e 28 apresentam os valores dos parâmetros espectrais da pressão arterial sistólica na posição supina e na posição supina pós VO₂máx, obtidas ao Tilt Test e após o teste de esforço máximo em todos os grupos do gênero masculino e feminino respectivamente. A comparação intragrupo mostra que houve aumento nas oscilações de LF em todos os grupos de ambos os sexos após o teste de esforço máximo, porém esse aumento foi significativo somente para os grupos BP e AP masculino. Além disso, houve tendência à diminuição nas oscilações de HF, sendo significativo nos grupos BP e AP para o sexo feminino.

Figura 27. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal) e supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance. REC=Recuperação.

Figura 28. Parâmetros espectrais da VPAS na posição supina (basal) e supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance; ^f $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Alta Performance. REC=Recuperação.

Tabela 27. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial sistólica durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós VO_{2máx} (Recuperação) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		P	MP		P	AP		P
	BASAL	REC		BASAL	REC		BASAL	REC	
Parâmetros									
Variância, mmHg ²	17.8 ± 2.3	19.8 ± 2.3	0.525	25 ± 3.3	23 ± 3.0	0.655	17.8 ± 2.5	21.6 ± 2.9	0.229
LF, mmHg ²	6.2 ± 1.0	8.7 ± 1.0	0.044	9.2 ± 1.25	10.4 ± 1.9	0.850	5.5 ± 0.8	10.2 ± 1.2	0.004
HF, mmHg ²	2.4 ± 0.3	2.1 ± 0.2	0.655	2.6 ± 0.3	2.1 ± 0.25	0.217	1.7 ± 0.2	1.9 ± 0.4	0.935

Os valores estão expressos como média ± EPM. REC=Recuperação.

Tabela 28. Parâmetros espectrais da variabilidade da pressão arterial durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós VO_{2máx} (Recuperação) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		<i>P</i>	MP		<i>P</i>	AP		<i>P</i>
	BASAL	REC		BASAL	REC		BASAL	REC	
Parâmetros									
Variância, mmHg ²	22 ± 3.5	17.7 ± 1.8	0.715	18.2 ± 2.2	17.5 ± 2.5	0.617	23.3 ± 3.45	24.3 ± 3.7	0.776
LF, mmHg ²	6.6 ± 1.2	7.7 ± 1.15	0.344	6.0 ± 0.7	7.4 ± 1.0	0.409	6.6 ± 0.8	7.9 ± 7.9	0.617
HF, mmHg ²	3.3 ± 0.3	2.4 ± 0.3	0.036	2.7 ± 0.3	1.9 ± 0.2	0.056	3.4 ± 0.5	2.7 ± 1.1	0.005

Os valores estão expressos como média ± EPM. REC=Recuperação.

Análise da sensibilidade barorreflexa espontânea pelo método da sequência durante a posição supina após atingir o $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação)

A figura 29 e a tabela 29 apresentam os resultados da análise da sensibilidade barorreflexa na posição supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (registro durante recuperação) em mulheres e homens dos grupos de BP, MP e AP. Os resultados da comparação intragrupos mostraram que as mulheres apresentarem valores maiores em todos os parâmetros analisados (BEI, N° Rampas, Ganho, Down e UP), independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Já na comparação intergrupos, o grupo AP apresentou menores valores de N° Rampas (Tabela 29) em relação aos grupos baixa e média performance.

Posição Supina Pós $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação)

Figura 29. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação) entre os grupos de homens e mulheres de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP). ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance.

Tabela 29. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa espontânea na posição supina pós VO₂máx (Recuperação) dos voluntários homens e mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		MP		AP		Fator Sexo		Fator Performance		Interação	
	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	F _(DF)	P	F _(DF)	P	F _(DF)	P
Parâmetros												
BEI	0.27 ± 0.04	0.43 ± 0.05 ^a	0.28 ± 0.04	0.38 ± 0.07	0.31 ± 0.04	0.37 ± 0.04	F _(1,113) :6.9	0.01	F _(2,113) :0.07	0.92	F _(2,113) :0.69	0.58
Nº Rampas	43 ± 6.2	76 ± 9.4 ^a	41 ± 5.7	66 ± 10.6 ^b	40.9 ± 5.3	41.3 ± 6.0 ^d	F _(1,113) :9.0	0.003	F _(2,113) :3.8	0.025	F _(2,113) :2.92	0.05
Ganho, ms/mmHg	4.3 ± 0.7	5.4 ± 0.5 ^a	3.6 ± 0.35	5.1 ± 0.6 ^b	4.9 ± 0.6	5.8 ± 0.7	F _(1,113) :5.9	0.01	F _(2,113) :1.5	0.22	F _(2,113) :0.11	0.88
Down, ms/mmHg	4.5 ± 0.8	6 ± 0.6 ^a	3.7 ± 0.36	5.4 ± 0.62 ^b	5.5 ± 0.7	6.5 ± 0.85	F _(1,111) :6.4	0.01	F _(2,111) :2.4	0.09	F _(2,111) :0.12	0.87
UP, ms/mmHg	3.7 ± 0.4	4.7 ± 0.4 ^a	3.5 ± 0.37	4.7 ± 0.64 ^b	4.6 ± 0.5	5.4 ± 0.6	F _(1,113) :6.5	0.01	F _(2,113) :2	0.12	F _(2,113) :0.1	0.94

Os valores estão expressos como média ± EPM. ^a P<0.05 vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b P<0.05 vs. Grupo Homem Média Performance; ^c P<0.05 vs. Grupo Homem Alta Performance; ^d P<0.05 vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e P<0.05 vs. Grupo Mulher Média Performance.

Análise linear da sensibilidade barorreflexa - Comparação entre a posição supina (basal) e supina pós VO_{2máx} (Recuperação)

As figuras 30 e 31 e as tabelas 30 e 31 apresentam os valores dos parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina e na posição supina pós VO_{2máx}, obtidas ao Tilt Test e após o teste de esforço máximo em todos os grupos do gênero masculino e feminino respectivamente. A comparação intragrupo mostra que houve redução de todos os valores da atividade barorreflexa BEI, N° Rampas, Ganho, Down e UP, após o teste de esforço máximo, porém, no parâmetro N° Rampas essa redução só foi significativa nos grupos de baixa e média performance do sexo masculino.

Gênero Masculino (Basal - Recuperação)

Figura 30. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina (basal) e supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo masculino. ^a $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Baixa Performance; ^b $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Média Performance; ^c $P < 0.05$ vs. Grupo Homem Alta Performance. REC=Recuperação.

Gênero Feminino (Basal - Recuperação)

Figura 31. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa na posição supina (basal) e supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação) nos grupos baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP) do sexo feminino. ^d $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Baixa Performance; ^e $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Média Performance; ^f $P < 0.05$ vs. Grupo Mulher Alta Performance. REC=Recuperação.

Tabela 30. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Recuperação) dos homens dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		<i>P</i>	MP		<i>P</i>	AP		<i>P</i>
	BASAL	REC		BASAL	REC		BASAL	REC	
Parâmetros									
BEI	0.65 ± 0.03	0.27 ± 0.04	< 0.001	0.7 ± 0.03	0.28 ± 0.04	< 0.001	0.59 ± 0.04	0.31 ± 0.04	< 0.001
Nº Rampas	84.65 ± 9.2	43.2 ± 6.2	< 0.001	79.9 ± 6.45	41.2 ± 5.7	< 0.001	51.25 ± 4.6	40.9 ± 5.3	0.150
Ganho, ms/mmHg	14.3 ± 2.35	4.3 ± 0.7	< 0.001	12.4 ± 1.1	3.6 ± 0.35	< 0.001	18.5 ± 2.3	4.9 ± 0.6	< 0.001
Down, ms/mmHg	14.6 ± 2.3	4.5 ± 0.8	< 0.001	12.6 ± 1.0	3.7 ± 0.36	< 0.001	18.6 ± 2.3	5.5 ± 0.7	< 0.001
UP, ms/mmHg	13.9 ± 2.4	3.7 ± 0.4	< 0.001	12.4 ± 1.2	3.5 ± 0.37	< 0.001	18.3 ± 2.6	4.6 ± 0.5	< 0.001

Os valores estão expressos como média ± EPM. REC=Recuperação.

Tabela 31. Parâmetros da sensibilidade barorreflexa durante o repouso na posição supina (basal) e na posição supina pós $VO_{2\text{máx}}$ (Recuperação) das mulheres dos grupos de baixa performance (BP), média performance (MP) e alta performance (AP).

	BP		P	MP		P	AP		P
	BASAL	REC		BASAL	REC		BASAL	REC	
Parâmetros									
BEI	0.71 ± 0.03	0.43 ± 0.05	< 0.001	0.6 ± 0.03	0.38 ± 0.07	0.002	0.58 ± 0.04	0.37 ± 0.04	< 0.001
Nº Rampas	85.05 ± 8.4	76.65 ± 9.4	0.509	71.05 ± 7.3	66.0 ± 10.6	0.228	59.2 ± 7.65	41.3 ± 6.0	0.073
Ganho, ms/mmHg	14.3 ± 1.4	5.4 ± 0.5	< 0.001	12.4 ± 1.6	5.1 ± 0.6	< 0.001	14.4 ± 1.5	5.8 ± 0.7	< 0.001
Down, ms/mmHg	14.8 ± 1.4	6 ± 0.6	< 0.001	12.9 ± 1.7	5.4 ± 0.62	< 0.001	14.6 ± 1.45	6.5 ± 0.85	< 0.001
UP, ms/mmHg	13.5 ± 6.4	4.7 ± 0.4	< 0.001	11.8 ± 1.5	4.7 ± 0.64	< 0.001	14.3 ± 1.6	5.4 ± 0.6	< 0.001

Os valores estão expressos como média $\pm$ EPM. REC=Recuperação.

DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados do estudo, o nível de condicionamento físico aeróbio parece que não foi capaz de provocar alterações nos parâmetros espectrais lineares da VFC e da VPAS quando os gêneros eram comparados separadamente nos três momentos: posição supina, quando o sistema foi provocado (Tilt Test), ou durante a recuperação pós o teste de esforço máximo. No entanto, na comparação entre os sexos para a VFC houve diferenças, sendo que as mulheres apresentam menores valores da pressão arterial e das oscilações de LF, e maiores valores das oscilações de HF em relação aos homens de seus respectivos grupos, em todos os três momentos estudados e independentemente do nível de condicionamento físico aeróbio. Já para a VPAS, as mulheres mostraram valores menores nas oscilações de LF durante o Tilt Test e recuperação, enquanto que na posição supina homens e mulheres se mostraram semelhantes, porém, nas oscilações HF as mulheres apresentaram maiores valores em relação aos homens durante a posição supina, já durante o Tilt Test e recuperação homens e mulheres foram semelhantes.

Já em relação à SBR o nível de condicionamento físico aeróbio parece influenciar somente quando o sistema foi provocado (Tilt Test), porém, quando em repouso na posição supina e durante a recuperação pós o teste de esforço máximo somente o número total de rampas foi alterado, sendo menor quanto melhor a performance. Todavia, na comparação entre os sexos, o estudo mostrou que durante a recuperação houve diferença para todos os parâmetros, BEI, Nº Rampas, Ganho, Down e UP, sendo que as mulheres apresentaram maiores valores para todos, enquanto que nos demais momentos, posição supina e Tilt Test, os sexos se mostraram semelhantes.

Por fim, na análise simbólica da VFC observa-se que quanto maior o nível de condicionamento físico maior a atuação do componente parassimpático na posição supina e quando o sistema foi provocado (Tilt Test). Já durante a recuperação pós teste de esforço máximo, os componentes parassimpáticos 2LV%, 2UV% e 2V% foram semelhantes. Na comparação entre os sexos da análise simbólica, as mulheres apresentaram valores maiores de 2UV% e 2V% (componentes parassimpáticos), e menores valores de 0V% (componente simpático) em relação aos homens, independentemente do nível de condicionamento físico e em todos os três momentos estudados.

Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Resposta do Lactato Sanguíneo

Comumente, atletas de alta performance apresentam uma bradicardia sinusal, caracterizada pela FC de repouso inferior ou igual a 60 batimentos. No presente estudo, ambos os sexos do grupo de AP apresentaram uma FC de repouso com valores abaixo de 56 batimentos. Alguns estudos sugerem como causa dessa adaptação cardíaca uma maior atividade parassimpática ou menor atividade simpática sobre o nodo sinusal (SMITH et al, 1989; SHIN et al, 1997; SPALDING et al, 2000; AUBERT et al, 2001; NEGRÃO et al, 2013). Outros estudos propõem que a bradicardia provocada pelo treinamento físico aeróbio não é simplesmente um resultado de mudanças no equilíbrio simpato-vagal, mas que pode ser explicada pelas adaptações intrínsecas cardíacas, do próprio nodo sinusal (NEGRÃO et al, 1992; MARTINELLI et al, 2005; BOYETT et al, 2012; NEGRÃO et al, 2013). Além disso, a bradicardia sinusal de atletas pode ocorrer ainda em função do aumento do débito cardíaco promovido pelo treinamento físico, conseguido com a melhora da

função do retorno venoso e aumento do volume sistólico (CLAUSEN, 1977; BONADUCE et al, 1998; NEGRÃO et al, 2013).

Observamos ainda que a capacidade aeróbia influencia a FC_{pico} , uma vez que todos os grupos apresentaram resposta semelhante, indicando que a contratilidade miocárdica aumentada durante o exercício satisfaz a demanda energética dos músculos de trabalho igualmente, bem como a modulação nervosa.

Com relação à recuperação do teste de esforço máximo no 3º e 6º minutos, foi observado que quanto melhor o condicionamento físico, mais rápido foi a recuperação da FC. Esta queda acentuada da FC imediatamente após o exercício ocorre principalmente devido à reativação vagal, seguida da retirada simpática gradual (ARAI et al, 1989; PERINI et al, 1989; IMAI et al, 1994; COLE et al, 1999). Outra justificativa seria a diminuição do débito cardíaco por autorregulação intrínseca, com o volume de ejeção se mantendo mais elevado em indivíduos treinados, devido ao redirecionamento do sangue da periferia para regiões centrais do corpo, o que amplia o retorno venoso e facilita o enchimento ventricular (GOLDBERG et al, 1980; Di BELLO et al, 1995). Além disso, essa recuperação mais rápida em indivíduos altamente treinados pode ser atribuída a maior capacidade vasoconstritora periférica, possivelmente por possuírem uma musculatura mais adaptada (SENITKO et al, 2002).

A pressão arterial é outro fator que também pode ser influenciado pelo condicionamento físico, uma vez que indivíduos com melhores níveis de condicionamento físico apresentam menores valores de PA (MELLEROWICZ, 1984), assim como no presente estudo. Os voluntários de AP demonstraram tendência a menores valores de PA em comparação com voluntários baixa e média

performance. Esse efeito pode ser devido os atletas apresentarem menor débito cardíaco ou resistência periférica total (NELSON et al, 1986; HAGBERG et al, 1989; TIPTON et al, 1991) durante uma sessão de exercício, como resposta adaptativa ao treinamento, assim com diminuição dos níveis plasmáticos de norepinefrina (PERINI et al, 2002; CORNELISSEN & FAGARD, 2005; FAGARD & CORNELISSEN, 2007).

Quando comparamos as respostas da PA entre os sexos, encontramos nas mulheres valores de PAS, PAD e PAM mais baixos que os dos homens, independentemente do grau de condicionamento físico. Esse achado é devido as menores respostas cardíacas à ativação barorreceptora no sexo feminino, bem como menor atividade da renina plasmática, aumento da responsividade vascular β 1-adrenérgica e níveis reduzidos de catecolaminas circulantes (JAMES et al, 1986; CONVERTINO, 1998; CHRISTOU et al, 2005). Outro fator para essa diferença entre os sexos pode ser atribuído à regulação hemodinâmica da PA, que estão relacionados com os hormônios sexuais, principalmente estrogênio e testosterona (WIINBERG et al, 1995; RECKELHOFF, 1998, 2000, 2001; ROGER & SHERIFF, 2004; KIENITZ & QUINKLER, 2008). Nesse sentido, alguns estudos apontam redução da PAM induzida pelo estrogênio (VAN ITTERSUM et al, 1998; SEELY et al, 1999; HARRISON-BERNARD & RAIJ, 2000; ROGER & SHERIFF, 2004), enquanto outros sugerem ausência desse efeito (AKKAD et al, 1997; RECKELHOFF et al, 1998; PRIPP et al, 1999; KAWECKA-JASZCZ et al, 2002). Esse conflito se estende a testosterona, uma vez que alguns estudos sugerem diminuição dos valores da PAM (RECKELHOFF et al, 1998) enquanto outros sugerem aumento da PAM por meio da ativação do sistema renina-angiotensina (RECKELHOFF et al,

2001). Neste caso, a testosterona apresentaria efeito deletério sobre a PAM e contribuiria mais que os estrogênios para o dimorfismo sexual da pressão arterial.

Outro parâmetro utilizado como marcador das adaptações induzidas pelo treinamento físico é o lactato sanguíneo. O lactato sanguíneo é um produto do metabolismo glicídico, cuja produção ocorre principalmente durante exercícios de intensidades mais elevadas, pela via metabólica predominantemente anaeróbia, ou seja, não dependente de oxigênio (McARDLE, 2011). O lactato, assim como o VO₂pico e a resposta da FC, são considerados importantes marcadores de capacidade e resistência aeróbia, por retratarem o grau de adaptação ao exercício físico e o nível de condicionamento físico do indivíduo (JONES & CARTER, 2000; MEYER et al, 2004; ZAGATTO et al, 2007). Em nosso estudo, quando comparamos as respostas do lactato aos diferentes níveis de condicionamento físico aeróbio, os voluntários melhores condicionados (grupos de MP e AP) de ambos os sexos foram capazes de suportar maiores concentrações de lactato sanguíneo quando comparados aos voluntários do grupo de BP durante o pico do exercício, sendo mais evidenciado no grupo AP (MADER A, 1991; TAYLOR & BRONKS, 1994; BILLAT LV, 1996; BEARDEN & MOFFAT, 2001; ARAÚJO et al, 2009). A literatura aponta que indivíduos com maior condicionamento aeróbio possuem maior capacidade de remoção de lactato (MONODERO & DONNE, 2000; GREEN et al, 2002), assim como em nosso estudo, onde os voluntários do grupo de AP apresentaram maior capacidade de remoção do lactato no período de recuperação após o exercício.

O sistema músculo-esquelético é responsável tanto pela maior produção de lactato quanto pela remoção durante o exercício, de modo que a concentração de lactato no sangue depende da razão entre a velocidade em que o substrato é

produzido e a velocidade com que é removido (WASSERMAN, 1986). A menor produção de lactato na corrente sanguínea durante o exercício ocorre devido a uma adaptação metabólica proveniente principalmente do treinamento físico aeróbio (DONOVAN & BROOKS, 1983). Alguns fatores que influenciam tal resposta são a maior oxidação de ácido graxo livre e menor utilização de glicose (McARDLE, 2011). Já a remoção de lactato em atletas ocorre principalmente pelo fígado, que converte o lactato em glicose através do Ciclo de Cori, num processo conhecido como gliconeogênese, que é a produção de glicose a partir de um substrato não glicídico. Os rins, coração e fibras musculares tipo I também promovem remoção de lactato, por meio de sua oxidação em CO₂ e H₂O (BROOKS, 2000; ROBERGS & ROBERTS, 2002; WILMORE et al, 2013; HOWLEY e POWERS, 2014). Variáveis como idade, tipo de fibra muscular (COUTINHO, 2004), disponibilidade do substrato (DENADAI, 1999), nível de treinamento e especificidade da atividade desempenhada influenciam o nível de intensidade em que a acidose se inicia.

Nesse sentido, estudos sugerem que um aumento na capacidade de transporte de lactato da fibra muscular para a circulação sanguínea pode ser encontrado em indivíduos treinados, justificando a maior redução tempo/dependente no grupo de MP e AP (JACOBS, 1986).

Quando comparamos a diferença de resposta do lactato entre os sexos de acordo com o condicionamento físico aeróbio, não encontramos nenhuma diferença. Isso sugere que a formação de lactato seja de vários fatores associados, como idade, gordura corporal, tipo de fibra muscular (COUTINHO, 2004), nível de condicionamento físico aeróbio e especificidade da atividade desempenhada, mas

não da diferença entre os sexos quando essas variáveis são controladas (ARRIARÁN et al, 2015).

ESTUDO 1

Posição Supina (Basal) – Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), Variabilidade da Pressão Arterial Sistólica (VPAS) e Sensibilidade Barorreflexa (SBR)

Alguns estudos têm demonstrado que a análise do sistema nervoso autonômico, por meio de ferramentas que quantificam indiretamente a influência dos componentes simpático e parassimpático como a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e variabilidade da pressão arterial (VPA), fornecem importantes informações sobre sua regulação e prognóstico do estresse e do condicionamento cardiovascular (LEVY, 1990; TULPPO et al, 2003; KIVINIEMI et al, 2007; KAPPUS et al, 2015). A literatura aponta que indivíduos que apresentam baixa VFC são mais suscetíveis ao risco de desenvolver arritmia severa e morte súbita cardíaca (LEVY, 1990; LA ROVERE et al, 2003). Contrariamente, uma elevada VPA está associada à hipertensão e aumento de risco cardiovascular (MANCIA et al, 1983; ROTHWELL et al, 2010).

Nesse sentido, estudos recentes revelam que a modulação autonômica cardíaca pode ser influenciada positivamente pela prática regular de exercícios físicos, independentemente do sexo, sugerindo um melhor padrão modulatório autonômico cardíaco (aumento da VFC), caracterizado pelo aumento da atividade parassimpática sobre o coração, especialmente atletas e sujeitos treinados (DIXON

et al, 1992; SHIN et al, 1995; SHIN et al, 1997; HAUTALA et al, 2003; TULPPO et al, 2003; RACZAK et al, 2006; SZTAJZEL et al, 2008; COLLIER et al, 2009).

Nessa perspectiva, diversos trabalhos demonstram uma relação entre a VFC, VPA e performance física (DIXON et al, 1992; DE MEERSMAN, 1993; DAVY et al, 1996; AUBERT et al, 2003; DU et al, 2005 KAPPUS et al, 2015), sugerindo que praticantes de exercício físico regular de médio a alto volume de treinamento apresentam melhor padrão modulatório autonômico da FC quando comparados aos voluntários sedentários. Nesses trabalhos, os sujeitos treinados apresentavam um predomínio da modulação vagal (HF) sobre o nodo sino atrial em repouso (HAUTALA et al, 2003; TULPPO et al, 2003), inclusive quando o sexo feminino foi estudado separadamente (MIDDLETON & DE VITO, 2005; GILDER & ROMSBOTTOM, 2008). Estes estudos corroboram com nossos achados sobre a VFC pela análise simbólica, a qual nos mostra que o grupo de AP formado apenas por homens apresentou maior modulação vagal em relação aos demais grupos também de homens. No entanto, na análise linear da VFC e VPAS, não foram observadas alterações na modulação autonômica durante a posição supina basal quando os grupos de voluntários com diferentes performances físicas foram comparados, independentemente do sexo avaliado. Esta divergência de resultados pode ser atribuída a uma maior sensibilidade da análise simbólica à modulação autonômica cardíaca quando comparada a análise linear.

Dessa forma, o nível de condicionamento físico aeróbio, classificado no presente estudo pelo $VO_{2máx}$ obtido no teste de esforço máximo, não foi capaz de promover alterações nos parâmetros espectrais lineares da VFC e da VPAS, assim como observado em outros estudos na literatura (BYRNE et al, 1996; LAZOGLU et

al, 1996; TULPPO et al, 1998; PERINI et al, 2002; UUSITALO et al, 2002; IWASAKI et al, 2003; MARTINELLI et al, 2005; BRUNETTO et al, 2005; BOSQUET et al, 2007; GENOVESI et al, 2007). Inclusive, em um estudo recente realizado em nosso laboratório que comparou os parâmetros espectrais da VFC em sujeitos saudáveis de diferentes níveis de capacidade aeróbia, não foi observada melhora da modulação autonômica cardíaca entre os voluntários do mesmo sexo (DUTRA et al, 2013).

Contudo, essa semelhança da VFC total entre indivíduos sedentários e treinados pode estar relacionada à maior descarga vagal apresentada pelos sujeitos do grupo de AP, de modo a saturar o nó sinusal e consequente redução da VFC à níveis compatíveis a de sujeitos sedentários (GOLDBERGER et al, 1996). Já a semelhança dos parâmetros de VPAS entre os grupos de diferentes performances pode ser devido a remodelação dos vasos periféricos nos sujeitos do grupo de AP, como consequência adaptativa do treinamento físico aeróbio, modificando ou contrabalanceando os efeitos neurais sobre a VPA (DELP et al, 1993; KINGWELL et al, 1997). Desta forma, pode-se concluir que embora o condicionamento físico aeróbio possa influenciar a VFC e VPA, essa influência não afeta de maneira dose-dependente do nível de atividade física (MELANSON, 2000; IWASAKI et al, 2003).

No presente estudo, também foi avaliada a SBR dos voluntários. Resumidamente, os barorreceptores são mecanorreceptores que atuam na regulação da pressão arterial momento a momento, localizados estrategicamente no seio carotídeo e arco aórtico (ACCORSI-MENDONÇA et al, 2005). Estes são estimulados por deformações nas paredes dos vasos e, portanto, sensíveis a pequenas reduções ou aumentos da pressão arterial. Uma vez ativados,

desencadeiam ajustes autonômicos por meio de alterações do ritmo cardíaco, contratilidade miocárdica e resistência periférica com a finalidade de restaurar imediatamente a homeostase da pressão arterial (THAMES et al, 1982; GUYTON & HALL, 2011).

Uma vez estimulados, as células barorreceptoras se despolarizam e geram potenciais de ação, que se convergem através das fibras dos nervos vago e glossofaríngeo para o SNC, fazendo sua primeira sinapse no NTS (núcleo do trato solitário). A partir do NTS, neurônios de segunda e terceira ordem se projetam para outras estruturas do SNC, as quais estão envolvidas com a geração e modulação da atividade autonômica. Após o estímulo do barorreflexo, duas vias neurais distintas são ativadas: via parassimpato-excitatória, que promove o aumento do tônus vagal e consequentemente resposta de bradicardia devido à excitação de neurônios que se projetam do NTS para o núcleo ambíguo (NA) ou para o núcleo motor dorsal do vago (NMDV); e via simpato-inibitória, que promove redução do tônus simpático ao coração e aos vasos, a partir da ativação de neurônios do NTS que enviam projeções para o bulbo ventrolateral caudal (CVLM) e posterior inibição (pelo neurotransmissor inibitório GABAérgico) de neurônios geradores da atividade simpática, localizados no bulbo ventrolateral rostral (RVLM). Estes, por sua vez, provocam diminuição da frequência de despolarização desses neurônios, com consequente redução da FC e da força de contração do coração e vasodilatação periférica (ACCORSI-MENDONÇA et al, 2005; AIRES, 2008).

Dessa forma, a SBR prejudicada está associada a um risco cardiovascular aumentado (LA ROVERE et al, 2008), assim como uma instabilidade elétrica cardíaca (CHEN et al, 2006) e intolerância ortostática (MATTACE-RASO et, 2007).

Além disso, pode ser considerado um elo entre a modulação da VPA e da VFC (PARATI et al, 1987; TRIEDMAN & SAUL, 1994).

A SBR se correlaciona inversamente com a VPA, uma vez que representa predominantemente a regulação vagal cardíaca, enquanto que a VPA carrega informações sobre a regulação simpática apenas. Assim sendo, pessoas com SBR reduzida apresentam maiores valores nos parâmetros de VPA e pressão arterial sistêmica (LAITINEN et al, 1999). Nessa perspectiva, os componentes da VPA podem ser correlacionados com a razão LF/HF da VFC, uma vez que já foi identificada uma relação positiva entre a variância total e oscilações da banda de LF da VPA, e ainda, como uma relação negativa com as oscilações da banda de HF da VPA (HEDMAN et al, 1992; AKSELROD 1995; PAGANI et al, 1997; LAITINEN et al, 1999). Diante do exposto, pode-se concluir que os resultados da SBR semelhantes entre os diferentes níveis de performance no presente estudo ocorre devido a semelhança dos resultados referentes a análise linear da VPAS e da VFC entre os mesmos.

Outra linha de pensamento sobre a falta de diferença da SBR observada entre os grupos de BP e AP do presente estudo seria o estado de supertreinamento dos atletas do grupo de AP, conhecido popularmente como “overtraining” (UUSITALO et al, 2000; PICHOT et al, 2000; KIVINIEMI et al, 2014; BOTEK et al, 2014; DE FREITAS et al, 2014), termo designado quando o atleta apresenta perda de rendimento devido o excesso de treinamento acima dos níveis fisiológicos sem o descanso adequado entre as sessões. Outra possível explicação seria de que o treinamento de alta intensidade progressivo ao longo dos anos poderia levar à dilatação ventricular esquerda e possivelmente à restrição do pericárdio, redefinindo

desta forma o controle autonômico a padrão próximo a de um sujeito não treinado (FRANCO et al, 1998). Isso sugere que há um diferencial no curso de tempo entre a remodelação vascular cardíaca e o treinamento físico aeróbio em longo prazo.

Além disso, a resistência de força, que é a capacidade de resistir à fadiga em condições de desempenho prolongado da força (FLECK & KRAEMER, 2006) promovida por determinados tipos de exercício de treinamento, também pode ser considerado um fator contribuindo para essa falta de diferença entre os grupos BP e AP, uma vez que esta variável do treinamento é independente do $VO_{2máx}$, e o grau de adaptação envolve tipos e quantidade de fibras musculares predominantes (DI PRAMPERO et al, 1986; PERONNET & THIBAUT, 1989; GREEN et al, 2003). Em adição, outra justificativa para estes achados pode estar relacionada aos diferentes desenhos de estudo, níveis de aptidão ou diferentes intensidades de treinamento físico empregado, o que pode gerar resultados de aumento, nenhuma mudança ou diminuição da VFC, VPAS e SBR. Por essas razões, são necessárias investigações adicionais a respeito dos resultados apresentados sobre a modulação autonômica, uma vez que a confirmação da relação entre resistência aeróbia e controle autonômico cardiovascular pode modificar as recomendações sobre a prescrição de atividade física existente atualmente.

Com relação à comparação entre os sexos sobre os parâmetros de VFC durante o repouso (supino), pode-se observar que os homens apresentaram um balanço autonômico favorável à modulação simpática, tanto na análise linear quanto na análise simbólica, caracterizada por maiores oscilações da banda de LF e de 0V%, independentemente do grau de condicionamento físico. Em contrapartida, as

mulheres apresentaram um balanço autonômico favorável às oscilações da banda de HF, de 2UV% e 2V% (modulação parassimpática).

Esses resultados apontam que o sexo pode influenciar essa diferença de resposta observada na modulação autonômica cardíaca, corroborando com estudos prévios que demonstraram que mulheres apresentam maiores variações nos índices espectrais da VFC e menores valores de PA em condições de repouso quando comparadas a homens na mesma faixa etária. Isto indica que as mulheres apresentam estímulos predominantemente vagais, evidenciadas por maiores oscilações da banda de HF, que influencia a atividade cardíaca gerando menor entrada simpática na regulação vascular (LIAO et al, 1995; HUIKURI et al, 1996; KUO et al, 1999; EVANS et al, 2001; PERSEGUINI et al, 2011; DUTRA et al, 2013; SCHAFER et al, 2015; SAMMITO & BÖCKELMANN, 2016; REULECKE et al, 2016). Entretanto, esta discrepância nos parâmetros espectrais da VFC é diminuída entre os sexos quando o fator idade é levado em consideração, como observado em sujeitos com mais de 50 anos (KUO et al, 1999). Uma possível justificativa pode estar relacionada aos hormônios sexuais femininos, especialmente o β -estradiol (TEZINI et al, 2009), devido seu conhecido efeito facilitador na função cardíaca vagal (DU et al, 1994). Desta forma, mulheres acima de 50 anos possuiriam redução da dominância modulatória vagal, devido a diminuição dos hormônios sexuais femininos (DU et al, 1994). Em contrapartida, os índices elevados da modulação autonômica simpática nos homens pode ser atribuído principalmente à constituição física, além de maior atividade nervosa simpática muscular (ETTINGER et al, 1996) e número elevado de neurônios ganglionares simpáticos quando comparado com as mulheres

(BEASTON-WIMMER & SMOLEN, 1991; HUIKURI et al, 1996; PERSEGUINI et al, 2011).

Já em relação à VPAS, um estudo envolvendo indivíduos saudáveis de ambos os sexos mostrou que mulheres apresentam oscilações de LF e razão LF/HF significativamente inferior a dos homens (KAPPUS et al, 2015). Por outro lado, Laitinen e cols. (1999) demonstraram que as mulheres possuem valores de variância e oscilações de LF superior a dos homens. No entanto, não foi observada diferença na comparação entre os sexos no presente estudo, sugerindo semelhança na regulação autonômica cardiovascular entre homens e mulheres.

De fato, há poucos estudos relacionando a VPA e as diferenças entre os sexos, e a causa precisa dos resultados observados na modulação autonômica no presente estudo necessita de investigações adicionais. Porém, assim como a modulação da VFC, a regulação da VPAS em relação a diferença entre os sexos também envolve a função exercida pelos hormônios sexuais, bem como a composição corporal e equilíbrio de fluidos corporais, uma vez que estes fatores podem influenciar a função vasomotora periférica (BENJAMIN & CHRISTIANS 2002; THOM et al, 2006), apesar de tais mecanismos ainda não serem totalmente elucidados.

A interpretação dos parâmetros da VFC possui uma complexidade maior que a VPA, independentemente das situações estudadas, uma vez que é influenciada por efeito antagonista simultâneo dos ramos simpático e vagal, enquanto que a VPA só é influenciada pelo controle simpático. No presente estudo, observamos que homens e mulheres não se diferiram em relação à SBR basal, do mesmo modo quando realizada a comparação entre os graus de performances, provavelmente devido à

falta de diferença entre os sexos nos parâmetros de variância e banda de LF da VPAS demonstrado. Vários estudos que compararam as diferença entre os sexos durante o repouso relataram que a SBR está reduzida em mulheres jovens (ABDELRAHMAN et al, 1994; CONVERTINO, 1998; LAITINEN et al, 1998; BESKE et al, 2001), de forma contrária a outros estudos que não observaram diferenças na SBR de repouso entre homens e mulheres (LINDBLAD, 1977; GUASTI et al, 1999; COOKE et al, 2002; TANK et al, 2005). Essas divergências podem ser justificadas pelas variações nas concentrações hormonais ovarianas (estrogênio e progesterona). Deste modo, as mulheres poderiam apresentar diferenças entre as fases folicular ou lútea (TANAKA et al, 2003), e ainda, as diferenças entre os métodos de avaliação do barorreflexo empregada nesses estudos, com abordagens farmacológicas ou não farmacológicas. Entretanto, mais estudos são necessários para a compreensão do dimorfismo sexual do sistema nervoso autonômico sobre a modulação da VFC, VPAS e SBR espontânea em sujeitos saudáveis de diferentes níveis de condicionamento físico aeróbio.

ESTUDO 2

Posição Ortostática (Tilt Test) – Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), Variabilidade da Pressão Arterial Sistólica (VPAS) e Sensibilidade Barorreflexa (SBR)

No presente estudo também foram investigadas as diferenças no controle autonômico cardiovascular, nos parâmetros da análise espectral e simbólica da VFC, análise espectral da VPAS e inclusive a análise da sequência da SBR dos voluntários de ambos os sexos durante a situação de estresse ortostático (Tilt Test).

O Tilt Test é uma manobra utilizada para avaliar a reorganização do balanço autonômico cardiovascular frente ao estímulo de mudança postural, por exemplo, da posição supina para a posição ortostática. Esta manobra promove reduções no retorno venoso e na PA, e consequentemente, aumento imediato da FC por ativação simpática reflexa e retirada vagal mediada pelo barorreflexo cardiopulmonar e arterial (MONTANO et al, 1994). Portanto, essa provocação é uma ferramenta clínica importante para avaliar o estado do sistema nervoso autonômico cardiovascular.

Em nosso estudo, avaliamos a hipótese de que o condicionamento físico aeróbio e o sexo poderiam influenciar o padrão das respostas modulatórias autonômicas cardiovasculares ao tilt test. Em nossa avaliação, todos os grupos de ambos os sexos apresentaram a mesma resposta frente à mudança postural (tilt test) quando comparados ao repouso na posição supina (basal), seja pela análise espectral e simbólica da VFC, análise espectral da VPAS e da sequência da SBR, independentemente do condicionamento físico. Ou seja, todos os grupos apresentaram aumento da modulação simpática e diminuição da modulação parassimpática na VFC. Contudo, na avaliação por meio da análise simbólica, as mulheres do grupo AP apresentaram maior modulação vagal da VFC na posição ortostática e aumento da variância e das oscilações de LF na VPAS em relação ao grupo de BP. Além disso, todos os grupos apresentaram redução da SBR durante o tilt test em comparação à posição supina, e novamente as mulheres do grupo de AP foram diferentes do grupo de BP, apresentando maior SBR. Este resultado foi esperado, uma vez que o grupo de AP apresentou maior modulação vagal pela análise simbólica, e tendência a menor variância da VPAS em relação ao grupo de BP.

De fato, as respostas da VFC e principalmente da VPA em indivíduos treinados e não treinados frente a manobras que reduzem o retorno venoso, caso do Tilt Test ativo e passivo, não estão bem elucidadas e, portanto, os resultados permanecem inconclusivos. Nesse sentido, em estudos cujos participantes eram apenas homens, assim como parte de nosso estudo, foi demonstrado que as adaptações induzidas pelo aumento no condicionamento físico aeróbio não estavam associadas com as alterações na resposta autonômica cardíaca frente ao estresse ortostático entre sujeitos sedentários e atletas (DIXON et al, 1992; MARTINELLI et al, 2005; MOLINA et al, 2013). Diferentemente, outros estudos mostraram que voluntários atletas ou melhores condicionados apresentavam maior responsividade ao estresse ortostático, ou seja, maior modulação simpática e retirada vagal, representado pelas oscilações de LF e razão LF/HF mais elevadas e oscilações de HF reduzidas, quando comparados durante a mudança de posição (FURLAN et al, 1993; GRANT et al, 2009). O mesmo foi demonstrado em estudo envolvendo indivíduos do sexo feminino, onde aumentos nos volumes e intensidades de treinamento promoveram alterações na atividade vagal da VFC durante o Tilt Test. Contudo, em mulheres com baixo nível de exercício, o mesmo não foi observado, indicando que a resposta da VFC após a mudança de posição pode ser modulado pelo volume de atividade física (GILDER & RAMSBOTTOM, 2008), se assemelhando ao encontrado no presente estudo na análise da VFC simbólica, mas não na análise espectral da VFC.

Um trabalho que avaliou atletas corredores de elite mostrou um aumento da variância e das oscilações de LF da VPA durante o tilt-test em relação à posição supina, o que se assemelha ao presente estudo, uma vez que todos os grupos

também apresentaram aumento desses parâmetros (PORTIER et al, 2001). Entretanto, o autor também avaliou os parâmetros de VPA após o período de treinamento intenso desses atletas (12 semanas), e observaram que esse aumento se encontrava atenuado, indicando que volumes intensos de treinamento físico podem influenciar para baixo os parâmetros de VPA, diferentemente do observado em nosso estudo, em que todos os grupos apresentaram VPA semelhantes durante o Tilt Test.

Sabe-se que o teste de inclinação ortostática impõe aumento da VPA, e sua análise se faz importante na compreensão dos mecanismos de regulação da PA, a qual sofre queda imediata ao tilt test. Uma variação restrita da pressão arterial é de suma importância na preservação de níveis ótimos de perfusão tecidual (MICHELINI, 1999), sendo os barorreceptores importantes contribuintes na prevenção de grandes flutuações na pressão arterial (LA ROVERE et al, 2008). Após a mudança postural, há uma diminuição da pressão arterial venosa central e volume sistólico, e consequentemente, diminuição dos disparos dos barorreceptores arteriais e cardiopulmonares, levando à ativação simpática neural reflexa e concomitante retirada vagal, provocando o aumento da FC, contratilidade cardíaca e resistência vascular sistêmica (SMITH et al, 1994; FURLAN et al, 2009). Esse mecanismo explica a redução da SBR em respostas ao Tilt Test observada nos voluntários do presente estudo.

Com relação aos parâmetros de SBR, nossos resultados mostram que os voluntários do grupo de AP, independentemente do sexo, apresentam menor número de rampas barorreflexas, resultante da FC e do débito cardíaco reduzido. Além disso, homens e mulheres do grupo de AP apresentaram maior SBR, sendo

diferente estatisticamente no sexo feminino, e uma tendência ao mesmo no sexo masculino. Por outro lado, alguns estudos sugerem que a capacidade de resposta do barorreflexo pode estar atenuada durante o teste de inclinação nesses indivíduos altamente treinados, por possuírem menor sensibilidade barorreflexa, maior capacidade máxima de vasodilatação de membros inferiores e maior declínio do volume sistólico, que em conjunto seriam responsáveis pela menor tolerância ortostática desses indivíduos (LEVINE et al, 1991; OGOH et al, 2003).

Contrariamente ao observado em jovens, estudo envolvendo idosos sedentários e submetidos ao treinamento físico por um longo período de tempo mostrou que os idosos treinados apresentam maior SBR durante a posição ortostática quando comparados aos idosos sedentários (UENO & MORITANI, 2003). Além disso, outro estudo envolvendo indivíduos jovens saudáveis treinados e sedentários comparando antes e após uma sessão de 60 minutos de exercício físico encontrou que indivíduos treinados possuem maior SBR, identificada pela razão $\Delta FC/\Delta PAM$, avaliada na posição ortostática (SUGAWARA et al, 2014). Uma possível justificativa para a maior SBR em atletas é que esses indivíduos apresentam maior aumento da FC induzido pelo ortostatismo quando comparados a indivíduos sedentários, mecanismo que ocorre para compensar a redução do volume sistólico e neutralizar de forma rápida as variações da PAS. O aumento da FC pode ser decorrente da translocação de sangue para as veias periféricas que ocorre pela gravidade, causando alterações de pressão nos barorreceptores do seio carotídeo e da aorta, levando à ativação simpática neural reflexa e concomitante retirada vagal (KORNER, 1971). E dessa forma, promoveria a estimulação dos barorreceptores carotídeos que exercem influências importantes na SBR arteriais durante o estresse

hipovolêmico, melhorando o barorreflexo arterial (PAWELCZYK & RAVEN, 1989). Em adição, essa discrepância entre os achados pode ser devido a diferenças de idade e volume total de exercício físico realizado pelos indivíduos estudados.

Quando realizamos a comparação entre os sexos, levando em consideração o percentual de alteração frente ao estímulo postural em cada grupo estudado, nós encontramos menor responsividade da VFC e VPAS por parte das mulheres, representada pelo maior componente simpático através das oscilações de LF (principalmente em unidades normalizadas), maior componente vagal através das oscilações de HF(un) na análise espectral e pelo componente 2UV% na análise simbólica da VFC, associado a menor variância e oscilações de LF na VPAS. Apesar dessas diferenças, a SBR foi semelhante entre os sexos. No entanto, na comparação das posições supino (basal) e Tilt Test, observamos que durante o ortostatismo ambos os sexos apresentaram aumento do componente simpático, caracterizado principalmente pelas oscilações de LF (nu) na análise espectral e do componente 0V% da análise simbólica da VFC. Também foi observado uma inibição vagal, representada pela diminuição de HF (ms² e nu) na análise espectral e diminuição de 2LV%, 2UV% e 2V% na análise simbólica da VFC.

Em relação a VPAS, ambos os sexos apresentaram aumento significativo na variância, no componente simpático representado pelas oscilações de LF e na atividade vasomotora (HF) em relação ao repouso na posição supina. Porém, esses aumentos aconteceram em proporções diferentes, o que levou a uma diferença significativa entre os sexos durante o Tilt Test. Adicionalmente, ambos os sexos apresentaram diminuição da SBR durante o Tilt Test quando comparados com o repouso na posição supina. Nesse sentido, a literatura aponta uma possível

influência da posição do corpo sobre a VFC, sugerindo que durante o ortostatismo ocorre diminuição da VFC, aumento da atividade simpática e retirada vagal, principalmente em indivíduos do sexo masculino, observadas tanto pela abordagem da análise espectral como pela análise simbólica (TULPPO et al, 2001; FU et al, 2005; BARANTKE et al, 2008; HART & JOYNER, 2010; YOUNG & LEICHT, 2011; REULECKE et al, 2016), o que pode explicar os resultados aqui apresentados.

Além disso, um estudo envolvendo ambos os sexos mostrou que os homens, assim como as mulheres, apresentam aumento da atividade simpática durante o ortostatismo, embora esse aumento parecer ocorrer de maneira diferente entre os sexos. Aparentemente as mulheres apresentam atividade simpática e vagal mais equilibrada no início do tilt test e vão se desviando ao final, embora a magnitude da mudança simpática nas mulheres não atinja níveis semelhantes ao dos homens (REULECKE et al, 2016). Possivelmente, esses ajustes ocorrem devido à sensibilidade do barorreflexo e os regulamentos previstos pelos receptores arteriais e cardiopulmonares (LOIMAALA et al, 2000; PERINI & VEICSTEINAS, 2003; BARANTKE et al, 2008; YOUNG & LEICHT, 2011), considerando que a maior atividade simpática em homens está associada à maior resistência vascular periférica total (HART et al, 2009). Já as mulheres parecem apresentar menor capacidade de resposta dos mecanismos específicos de controle da PA, como menor volume de ejeção, levando supostamente a um menor enchimento cardíaco durante a ortostase, e isto levaria à sobrecarga da reserva vasomotora disponível para a vasoconstrição, resultando na intolerância ortostática (CONVERTINO, 1998; FU et al, 2005; COTE et al, 2010).

Nessa perspectiva, o aumento da atividade simpática observada no presente estudo pelos componentes da VFC pode ter sido decorrente do aumento da VPAS na mesma situação, refletindo uma maior vasoconstrição periférica acompanhada por sensibilidade dos barorreceptores diminuída, mantendo desta forma a pressão sanguínea durante a posição ortostática (LAITINEN et al, 2004; STEWART et al, 2006; GROOTHUIS et al, 2008; Reulecke et al, 2016). E ainda, já foi relatado em indivíduos saudáveis que a alteração da VPAS da posição supina para ortostática ocorre devido ao predomínio da atividade simpática, o que leva a um aumento da complexidade da VPA (SINGH et al, 2016; SINGH et al, 2016). Por outro lado, a complexidade da VFC é maior na posição supina do que na posição ortostática, e isso ocorre devido ao predomínio do tônus simpático sobre o tônus vagal (inibição parassimpático) e retorno venoso reduzido durante a mudança postural de supino para a posição ereta (SINGH et al, 2016; SINGH et al, 2016).

ESTUDO 3

Recuperação Pós Teste de Esforço Máximo – Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), Variabilidade da Pressão Arterial Sistólica (VPAS) e Sensibilidade Barorreflexa (SBR)

Por fim, realizamos análise da VFC, VPAS e SBR durante a recuperação pós teste de esforço máximo tanto na comparação entre as performances como entre os sexos. Em relação à análise espectral e simbólica da VFC todos os grupos, baixa, média e alta performance foram semelhantes em todos os parâmetros, enquanto que na comparação entre os sexos as mulheres foram predominantemente vagal e os homens predominantemente simpático. Na VPAS não foi encontrada diferenças

na comparação entre performances e entre os sexos. Em contrapartida, as mulheres apresentaram maior SBR e não houve diferença entre as performances.

Estudos prévios apontam que o exercício físico pode ter efeito significativo sobre a modulação autonômica cardíaca de repouso (HAUTALA et al, 2001; CURTIS & O'KEEFE JR, 2002), e este efeito parece ser diferente entre os sexos. Contudo, a investigação desses parâmetros autonômicos durante a recuperação da FC imediatamente após o exercício físico máximo também merece atenção, uma vez que uma queda atenuada da FC nessa situação é considerada preditora de arritmia severa e morte súbita cardíaca (COLE et al, 1999). A queda da FC imediatamente após o esforço máximo, comumente chamada de frequência cardíaca de recuperação, é caracterizada pela rápida restauração vagal e retirada simpática (KAPPUS et al, 2015) nos primeiros minutos logo após a interrupção do esforço máximo, e suspeita-se que essa resposta também seja diferente entre os sexos.

Em nosso estudo, todos os grupos apresentaram valores semelhantes nos parâmetros da análise espectral e simbólica da VFC, VPAS e SBR quando comparado os diferentes níveis de condicionamento físico durante a recuperação do exercício máximo. Quando comparamos as respostas entre o repouso na posição supina (basal) e a fase de recuperação do exercício máximo, observamos diminuição de todos os parâmetros, exceto a potência da banda de LF (nu) e razão LF/HF que aumentaram, mostrando que a retirada vagal permaneceu acentuada durante a recuperação.

Os resultados observados na análise simbólica da VFC reafirmam o que foi encontrado na análise espectral, ou seja, na recuperação há mais oscilações simpáticas e diminuição menos oscilações parassimpáticas. Sobre os parâmetros da

VPAS, observamos respostas semelhantes as encontradas na VFC, a qual os valores da variância de recuperação após teste de esforço máximo foi semelhante à variância na posição supina (basal) em ambos os sexos. Além disso, houve aumento das oscilações da banda de LF nos grupos BP e AP formado apenas por homens, e diminuição das oscilações da banda de HF nos grupos BP e AP formado apenas por mulheres. Entretanto, as diferenças na VPAS não foram influenciadas pelo nível de condicionamento físico.

Durante a fase de recuperação após o teste de esforço máximo, foi encontrada uma redução da SBR em comparação ao repous na posição supina (basal) em todos os grupos estudados. Por outro lado, o grupo de AP, independentemente do sexo, apresentou menor número de rampas barorreflexas, resultante da FC e débito cardíaco diminuídos, tanto durante o repouso na posição supina como durante o Tilt Test.

É certo que durante o exercício ocorrem mudanças autonômicas significativas, como queda acentuada na potência espectral total, retirada vagal e aumento da excitabilidade simpática, culminando em aumento da FC (MACIEL et al, 1986; IELLAMO, 2001). Já na fase de recuperação do exercício, a queda da FC é acompanhada do retorno vagal e concomitante retirada simpática (PERINI et al, 1989; IMAI et al, 1994).

Em nosso estudo, curiosamente, as respostas da VFC após o teste de esforço máximo ocorreu independentemente da aptidão física (VO_{2pico}), diferentemente da recuperação da FC, corroborando com estudo prévio na literatura (KAPPUS et al, 2015). Estas discrepâncias podem ser atribuídas às diferenças existentes entre os dois parâmetros avaliados, uma vez que a VFC reflete mudanças

fásicas na retirada vagal, enquanto a recuperação da FC reflete a sinalização colinérgica média na junção do nó sino atrial (DEWLAND et al, 2007).

Diferentemente dos nossos resultados, estudos que compararam a VFC em indivíduos saudáveis praticantes e não praticantes de exercício físico antes e após um programa de treinamento de resistência, mostraram que o treinamento físico exerceu efeito positivo sobre a modulação vagal após o exercício físico, caracterizado pela reativação parassimpática mais rápida nos indivíduos treinados (DIXON et al, 1992; YAMAMOTO et al, 2001; PEÇANHA et al, 2013). Por outro lado, um estudo que também comparou indivíduos também saudáveis, que na ocasião realizaram sessões de 1 e 4 'Wingates' (exercícios supramáximos realizados em cicloergômetro), foi observado uma diminuição do tônus vagal imediatamente após o exercício, cujo retorno aos níveis de repouso ocorreu após 2 horas de recuperação na posição supina (STUCKEY et al, 2012). Entretanto, este estudo não comparou as diferenças entre indivíduos com diferentes níveis de performance.

Já o estudo realizado por Tulppo e cols. (1998) não observou diferenças na VFC durante o repouso entre os grupos de diferentes níveis de aptidão física, apesar das diferenças significativas na FC de repouso. Além disso, o grupo de alta aptidão física demonstrou função vagal reforçada durante o exercício em comparação com o grupo de baixa aptidão física. Contudo os parâmetros de VFC foram avaliados apenas durante o exercício, e não no período de recuperação após o exercício máximo como investigado em nosso estudo.

De fato, poucos estudos investigam a VFC de recuperação em indivíduos atletas e sedentários, que aliadas às diferenças metodológicas empregadas nesses trabalhos, dificulta o completo entendimento do fenômeno, em parte, devido à

recuperação do sistema nervoso autonômico após uma atividade física variar de acordo com o tipo e intensidade do exercício (JAMES et al, 2002; MOUROT et al, 2004; RACZAK et al, 2005). Além disso, o tempo de recuperação empregado no presente estudo parece não ter sido insuficientemente capaz de promover diferenças entre os graus performances, o que sugere que um tempo mais prolongado poderia fornecer resultados diferentes do que foi observado.

Por essa razão, há a necessidade de investigações mais aprofundadas sobre os parâmetros de VFC de recuperação no domínio da frequência, devido os resultados serem conflitantes em relação á análise espectral para sua interpretação (ARAI et al, 1989; OIDA et al, 1997; PAREKH & LEE, 2004; MARTINMAKI & RUSKO, 2008). O que se sabe é que uma maior participação vagal, sobretudo imediatamente após a interrupção de um esforço máximo, reflete efeitos satisfatórios sobre o coração, a exemplo, redução do trabalho cardíaco (BUCH et al, 2002). E ainda, quanto mais rápida for a restauração vagal após essa condição de esforço, mais protegido o indivíduo estará de lesões cardíacas, uma vez que um balanço simpatovagal apropriado é considerado cardioprotetor.

Em relação aos parâmetros de variabilidade da pressão arterial, um estudo prévio na literatura que analisou a VPAS e VPAD de recuperação após o exercício de 1 e 4 'Wingates' por 1 à 2 horas, encontraram um aumento da razão LF/HF na VPAS e tendência à mesma resposta na VPAD. Os autores sugeriram que o balanço autonômico estava alterado, não somente para o coração, mas também para os vasos sanguíneos, com predomínio da atividade simpática (STUCKEY et al, 2012). Contudo, não foram encontrados estudos que relacionassem a recuperação da VPAS em indivíduos saudáveis e de diferentes performances. O que se sabe é que

o componente LF da VPAS reflete apenas a atividade simpática aos receptores alfa-adrenérgicos da vasculatura (JAPUNDZIC et al, 1990), enquanto que o componente HF provavelmente reflete o efeito mecânico da respiração sobre a pressão sanguínea sistólica (COTTIN et al, 1999). Além disso, é conhecido que durante o exercício físico de intensidade moderada ocorre aumento da VPAS, ao contrário da VFC, que diminui, sugerindo que a VPAS poderia ser contrabalançada no repouso por meio da VFC (barorreflexo) (MACOR et al, 1996; COTTIN et al, 1999; BARTELS et al, 2006). Adicionalmente, estudos apontaram que as oscilações da banda de LF da VFC, que são mediadas em parte pelo componente autonômico simpático, dependem da integridade do barorreflexo (MALPAS & NINOMIYA, 1992; TASK FORCE, 1996), sugerindo que o prejuízo na modulação autonômica cardíaca seja decorrente da redução da sensibilidade do barorreflexo.

Embora nenhum estudo tenha investigado a resposta da SBR após o teste de esforço máximo em indivíduos saudáveis de diferentes performances, foi encontrado uma SBR aumentada em até 1 hora após exercício de baixa intensidade (RACZAK et al, 2005), e em até 3 horas após exercício de intensidade moderada (HALLIWILL et al, 1996), ambos após uma única sessão de exercício aeróbio em indivíduos saudáveis não treinados. Contrariamente, em outro estudo também envolvendo indivíduos saudáveis levemente ativos, foi observado que a SBR permaneceu diminuída até 2 horas após a interrupção do exercício supramáximo (STUCKEY et al, 2012), o que se assemelha mais ao que foi observado no presente estudo.

Na posição supina, quando os barorreceptores são estimulados os potenciais de ação gerado atingem o SNC e fazem sinapse no NTS (ACCORSI-MENDONÇA et al, 2005; AIRES, 2008). No entanto, durante o exercício, os possíveis mecanismos

envolvidos na diminuição da resposta barorreflexa nesta condição poderia ser decorrente da influência de neurônios GABAérgicos, que participa do reflexo pressórico do exercício, bem como da ação inibitória dos neurônios vasopressinérgicos do PVN (núcleo paraventricular), ambos projetados para o NTS, promovendo uma menor resposta do sistema barorreflexo, ou seja, atenuando a ativação das vias parassimpato-excitatória e simpato-inibitória e consequentemente impedindo a redução da FC. Além disso, os neurônios geradores da atividade simpática localizados no RVLM (medula ventro-lateral rostral) podem ser excitados, promovendo a manutenção do tônus simpático e promovendo o aumento da FC (MICHELINI et al, 2015). Partindo dessa premissa, nossa hipótese é de que durante o período de recuperação após o exercício esses mecanismos continuariam atuando, apesar de em nosso estudo o tempo de registro da VFC e da VPAS pode não ter sido suficientemente capaz de promover a restauração da SBR.

Nossos achados sobre os parâmetros de VFC, VPAS e SBR nos grupos de BP, MP e AP foram todos semelhantes durante a recuperação após exercício máximo, possivelmente ocorreu devido ao fato de que os indivíduos incluídos em nosso estudo são todos saudáveis. Nesse caso, a capacidade aeróbia aumentada, como observada em sujeitos treinados e atletas, não é capaz de promover melhoras adicionais uma vez que esse sistema que já se encontra adequado. Já em relação à comparação entre os sexos durante a recuperação do exercício, tanto na análise espectral quanto na análise simbólica da VFC, os homens apresentaram maior participação simpática (LFnu e 0V%) e menor participação vagal (HFms², HFnu, 2LV%, 2UV% e 2V%) em relação às mulheres.

Quando comparamos a posição supina (basal) com a fase de recuperação, tanto os homens quanto as mulheres apresentaram a mesma resposta em relação a todos os parâmetros analisados da VFC, ou seja, aumento da participação simpática e redução da participação vagal, corroborando com pesquisas anteriores (PICHON et al, 2004; KAPPUS et al, 2015). Porém, na análise espectral da VPAS, homens e mulheres apresentaram valores semelhantes de variância, LF e HF, com tendência a aumento de LF e diminuição de HF do repouso para a recuperação, e aparente predomínio de LF no sexo masculino. Na análise da SBR pelo método da sequência, durante a recuperação, as mulheres apresentaram maior SBR em comparação aos homens, o que pode indicar que as mulheres se recuperam mais rapidamente após o exercício intenso.

Ainda sobre as mulheres, elas apresentaram maiores de valores de HF (ms^2 e nu) e 2V% na VFC durante a fase de recuperação, indicando que possuem maior reativação vagal após o exercício, ao passo que os homens apresentaram maiores valores de LF (nu) e 0V% durante a recuperação, indicando maior excitação simpática durante o exercício, cujo valor permaneceu aumentado durante a fase de recuperação. Desta forma, nossos dados sugerem que homens são mais sensíveis ao exercício máximo por possuírem flutuação mais intensas de LF e 0V% quando comparados às mulheres.

Um estudo envolvendo indivíduos saudáveis de ambos os sexos, não praticantes de exercício físico regular, mostrou que as mulheres apresentaram menores valores de HF após uma única sessão de exercício supramáximo, em comparação com os homens (MENDONÇA et al, 2010). Além disso, as mulheres demonstraram maior alteração da razão LF/HF do que os homens em resposta ao

exercício supramáximo, sugerindo que o balanço simpatovagal nas mulheres é mais afetado (PAGANI et al, 1986; HAUTALA et al, 2003; MENDONÇA et al, 2010). Em contrapartida, um outro estudo semelhante mostrou que as mulheres apresentavam valores de HF mais elevados durante a recuperação do esforço máximo em relação aos homens, sugerindo uma maior reativação vagal após exercício máximo no sexo feminino (KAPPUS et al, 2015), corroborando com o presente estudo.

Este mesmo estudo analisou ainda a diferença entre os sexos sobre os parâmetros de VPAS durante a recuperação, e demonstraram que os homens não apresentaram alterações significativas das bandas de LF, com ligeira diminuição deste parâmetro, enquanto que as mulheres apresentaram aumento significativo de LF após o exercício, eliminando quaisquer diferenças entre os sexos, observado inicialmente em repouso. Assim sendo, as mulheres demonstraram aumento da atividade simpática, enquanto que os homens mantiveram seus valores após exercício (KAPPUS et al, 2015). De forma diferente, no presente estudo observamos que ambos os sexos apresentaram aumento de LF na VPAS, e assim como em repouso, homens e mulheres permaneceram com valores de LF semelhantes durante a recuperação, mostrando que neste período pós-exercício o fator sexo não exerce nenhuma influência.

Com relação a SBR, não foi encontrado estudos que analisaram as diferença entre os sexos durante a recuperação após exercício físico máximo. Contudo, associamos a maior VFC encontrada nas mulheres no presente estudo a uma maior SBR que as mesmas apresentaram neste período de recuperação, uma vez que a SBR representa predominantemente a regulação vagal cardíaca, e desta forma possui correlação direta com a VFC (LAITINEN et al, 1999).

Por essa razão, os resultados sobre a VFC e SBR do presente estudo sugerem que a diferença entre os sexos pode exercer um impacto significativo sobre esses parâmetros após o exercício físico máximo, e que a proteção cardíaca presente nas mulheres no período de repouso também ocorre no período pós exercício, o qual é um período crítico para a recuperação autonômica. Todavia, o mesmo não ocorre sobre a VPAS, mostrando que neste período após o exercício, o fator sexo não possui influência. Porém, há poucos estudos que envolvem a análise da VPAS durante a recuperação, o que dificulta o entendimento mais aprofundado desses achados.

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que os homens apresentaram um balanço modulatório autonômico cardíaco da VFC mais favorável às oscilações de LF e índices 0V, enquanto que nas mulheres as oscilações de HF e índices 2LV, 2UV e 2V são mais determinantes, caracterizando uma atuação maior da atividade simpática nos homens e parassimpática nas mulheres. Também, na VPAS as respostas autonômicas são diferentes entre homens e mulheres, onde o sexo masculino apresentou maiores oscilações de LF e o sexo feminino maiores oscilações de HF. Ambos resultados, VFC e VPAS, foi independente do nível de condicionamento físico e do momento analisado (basal, ortostatismo, recuperação). Diferentemente, homens e mulheres parecem possuir atividade barorreflexa semelhantes quando em repouso ou na posição ortostática, porém, após o teste de esforço máximo, mulheres apresentaram maior SBR em relação aos homens.

Desta forma, concluímos que o sexo é fator determinante nas respostas cardiovasculares e autonômicas da VFC e VPAS quando os indivíduos estão em repouso ou são submetidos ao estresse ortostático e exercício. Porém, na avaliação da SBR o fator sexo somente se apresentou determinante no período de recuperação. Por fim, o nível de condicionamento físico não apresentou influência sobre nenhum dos parâmetros analisados e, sugerimos como possível justificativa, o fato de todos os voluntários avaliados serem considerados saudáveis e, desta forma, o exercício físico ser incapaz de promover melhoras em um sistema que já se encontra adequado.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ABDEL-RAHMAN AR, MERRILL RH, WOOLLES WR. Gender-related differences in the baroreceptor reflex control of heart rate in normotensive humans. **J Appl Physiol** 77: 606-613, 1994.

ACCORSI-MENDONÇA D, CAALMADO CEL, FERNANDES LG, MACHADO BH. Controle neural da circulação e hipertensão arterial. **Rev Bras Hipertens** 12(4): 235-241, 2005.

AIRES MARGARIDA M. **Fisiologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

AKKAD AA, HALLIGAN AW, ABRAMS K, AL-AZZAWI F. Differing responses in blood pressure over 24 hours in normotensive women receiving oral or transdermal estrogen replacement therapy. **Obstet Gynecol** 89: 97-103, 1997.

AKSELROD S, GORDON D, UBEL FA, SHANNON DC, BERGER AC, COHEN RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. **Science** 213: 220-222, 1981.

AKSELROD S. Components of heart rate variability: basic studies. in Heart Rate Variability, eds Malik M, Camm AJ. (Futura, Armonk, NY). p 147-163, 1995.

ANTILA K. Quantitative characterization of heart rate during exercise. **J Clin Lab Invest** 80: 153-5, 1979.

AOKI K, STEPHENS DP, JOHNSON JM. Diurnal variation in cutaneous vasodilator and vasoconstrictor systems during heat stress. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol** 281(2):R591-5, 2001.

ARAI Y, SAUL JP, ALBRECHT P, HARTLEY LH, LILLY LS, COHEN RJ, COLUCCI WS. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 256: H132-H141, 1989.

ARAÚJO MB, GOBATTO FBR, VOLTARELLI FA, RIBEIRO C, MOTA CSA, GOBATTO CA, MELLO MAR. Efeitos do treinamento de corrida em diferentes intensidades sobre a capacidade aeróbia e produção de lactato pelo músculo de ratos wistar. **Rev Bras Med Esporte** 15(5): 365-369, 2009.

ARRIARÁN S, AGNELLI S, SABATER D, REMESAR X, FERNÁNDEZ-LÓPEZ JA, ALEMANY M. Evidences of basal lactate production in the main white adipose tissue sites of rats. Effects of sex and a cafeteria diet. **PLoS One** 3 e0119572, 2015.

AUBERT AE, BECKERS F, RAMAEKERS D. Short-term heart rate variability in young athletes. **J Cardiol** 37: S85-8. 52, 2001.

AUBERT AE, SEPS B, BECKERS F. Heart rate variability in athletes. **Sports Med** 33(12): 889-919, 2003.

BARANTKE M, KRAUSS T, ORTAK J, LIEB W, REPEL M, BURGDORF C, et al. Effects of gender and aging on differential autonomic responses to orthostatic maneuvers. **J Cardio-vasc Electrophysiol** 19: 1296-1303, 2008.

BARTELS MN, JELIC S, NGAI P, GATES G, NEWANDEE D, REISMAN SS, BASNER RC, DE MEERSMAN RE. The effect of ventilation on spectral analysis of heart rate and blood pressure variability during exercise (Abstract). **Respir Physiol Neurobiol** 144: 93, 2006.

BEARDEN SE, MOFFATT RJ. Leg electromyography and the VO₂-power relationship during bicycle ergometry. **Med Sci Sports Exerc** 33(7):1241-5, 2001.

BEASTON-WIMMER P, SMOLEN AJ. Gender differences in neurotransmitter expression in the rat superior cervical ganglion. **Brain Res Dev Brain Res** 58(1):123-128, 1991.

BENJAMIN IJ, CHRISTIANS E. Exercise, estrogen, and ischemic cardioprotection by heat shock protein 70. **Circ Res** 90(8):833-5, 2002.

BESKE SD, ALVAREZ GE, BALLARD TP, DAVY KP. Gender difference in cardiovagal baroreflex gain in humans. **J Appl Physiol** 91:2088-2092, 2001.

BIGGER JT, FLEISS JL, STEINMAN RC, ROLNITZKY LM, KLEIGER RE, ROTTMAN JN. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. **Circulation** 85: 164-171, 1992.

BILLAT LV. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. **Sports Med** 22:157-75, 1996.

BILLMAN GE. The heart rate variability - a historical perspective. **Frente Physiol** 29(2): 86, 2011.

BONADUCE D, PETRETTA M, CAVALLARO V, APICELLA C, IANNICIELLO A, ROMANO M, et al. Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes. **Med Sci Sports Exerc** 30: 691-6, 1998.

BOSQUET L, GAMELIN FX, BERTHOIN S. Is aerobic endurance a determinant of cardiac autonomic regulation? **Eur J Appl Physiol** 100(3): 363-369, 2007.

BOTEK M, MCKUNE AJ, KREJCI J, et al. Change in performance in response to training load adjustment based on autonomic activity. **Int J Sports Med** 35: 482-488, 2014.

BOYETT MR, D'SOUZA A, ZHANG H, MORRIS GM, DOBRZYNSKI H, MONFREDI O. Viewpoint: Is the resting bradycardia in athletes the result of remodeling of the sinoatrial node rather than high vagal tone? **J Appl Physiol**, 114(9): 1351-5, 2012.

BRAGA AN, DA SILVA LM, DA SILVA JR, FONTES WR, DOS SANTOS RA. Effects of angiotensins on day-night fluctuations and stress-induced changes in blood pressure. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol** 282(6): R1663-71, 2002.

BRAY GA. Barriers to the treatment of obesity. **Ann Intern Med**, 115: 152-153, 1991.

BROOKS GA. Intra- and extra-cellular lactate shuttles. **Med Sci Sports Exerc** 32(4): 790-9, 2000.

BRUNETTO AF, ROSEGUINI BT, SILVA BM, HIRAI DM, GUEDES DP. Effects of gender and aerobic fitness on cardiac autonomic responses to head-up tilt in healthy adolescents. **Pediatr Cardiol** 26(4): 418-24, 2005.

BUCH A, COOTE J, TOWNEND J. Mortality, cardiac vagal control and physical training – what's the link? **Experimental Physiology** 87: 423-35, 2002.

BYRNE EA, FLEG JL, VAITKEVICIUS PV, WRIGHT J, PORGES SW. Role of aerobic capacity and body mass index in the age-associated decline in heart rate variability. **J Appl Physiol** 81(2):743-50, 1996.

CAMM AJ, FEI L. Risk stratification following myocardial infarction: Heart rate variability and other risk factors. In: Malik M, Camm AJ, eds. **Heart rate variability**. Armonk: Futura 369-92, 1995.

CARNETHON MR, GULATI M, GREENLAND P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. **JAMA** 294(23): 2981-8, 2005.

CARTER JB, BANISTER EW, BLABER AP. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. **Sports Med** 33 (1): 33-46, 2003.

CHASE NL, SUI X, LEE DC, BLAIR SN. The association of cardiorespiratory fitness and physical activity with incidence of hypertension in men. **Am J Hypertens** 22: 417-424, 2009.

CHEN J, WASMUND SL, HAMDAN MH. Back to the future: the role of the autonomic nervous system in atrial fibrillation. **Pacing Clin Electrophysiol** 29:413-421, 2006.

CHRISTOU DD, JONES PP, JORDAN J, DIEDRICH A, ROBERTSON D, SEALS DR. Women have lower tonic autonomic support of arterial blood pressure and less effective baroreflex buffering than men. **Circulation** 111(4): 494-8, 2005.

CLAUSEN JP. Effect of physical training on cardiovascular adjustments to exercise in man. **Physiol Rev** 57: 779-815, 1977.

COLE CR, BLACKSTONE EH, PASHKOW FJ, SNADER CE, LAUER MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. **N Engl J Med**. 341(18): 1351-7, 1999.

COLLIER SR, KANALEY JA, CARHART R JR, FRECHETTE V, TOBIN MM, BENNETT N, LUCKENBAUGH AN, FERNHALL B. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with pre-hypertension. **Acta Physiol (Oxf)** 195(3): 339-48, 2009.

CONVERTINO VA. Gender differences in autonomic functions associated with blood pressure regulation. **Am J Physiol** 275(6 Pt 2): R1909-20, 1998.

COOKE WH, LUDWIG DA, HOGG PS, ECKBERG DL, CONVERTINO VA. Does the menstrual cycle influence the sensitivity of vagally mediated baroreflexes? **Clin Sci (Lond)** 102: 639-644, 2002.

CORNELISSEN VA, FAGARD RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. **Hypertension** 46: 667-75, 2005.

COTE AT, PHILLIPS AA, BREDIN SS, WARBURTON DE. A practical review of acute orthostatic intolerance. **Health Fitness J** 3: 44-51, 2010.

COTTIN F, PAPELIER Y, ESCOURROU P. Effects of exercise load and breathing frequency on heart rate and blood pressure variability during dynamic exercise. **Int J Sports Med** 20: 232-238, 1999.

COUTINHO MHP. Correlação entre curvas de lactato sanguíneo e potência muscular absoluta de membros inferiores em atletas com predominância de fibras de contração lenta (S.T.) e rápida (F.T.). **Fitness and Performance Journal** 3: 41-46, 2004.

COZZA IC, DI SACCO TH, MAZON JH, SALGADO MC, DUTRA SG, CESARINO EJ, SOUZA HC. Physical exercise improves cardiac autonomic modulation in hypertensive patients independently of angiotensin-converting enzyme inhibitor treatment. **Hypertens Res** 35(1): 82-7, 2012.

CURTIS BM, O'KEEFE JR JH. Autonomic tone as a cardiovascular risk factor: the dangers of chronic fight or flight. **Mayo Clin Proc** 77(1): 45-54, 2002.

DART AM, DU XJ, KINGWELL BA. Gender, sex hormones and autonomic nervous control of the cardiovascular system. **Cardiovascular Research** 53: 678-687, 2002.

DAVY KP, DE SOUZA CA, JONES PP, SEALS DR. Elevated heart rate variability in physically active young and older adult women. **Clin Sci (Lond)** 94(6): 579-84, 1998.

DAVY KP, MINICLIER NL, TAYLOR JA, STEVENSON ET, SEALS DR. Elevated heart rate variability in physically active postmenopausal women: a cardioprotective effect? **Am J Physiol** 271(2 Pt 2): H455-60, 1996.

DE FREITAS V, PEREIRA L, DE SOUZA E, et al Sensitivity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test and cardiac autonomic responses to training in futsal players. **Int J Sports Physiol Perform** 10: 553-558, 2014.

DE MEERSMAN RE. Heart rate variability and aerobic fitness. **Am Heart J** 125(3): 726-31, 1993.

DELP MD, MCALLISTER RM, AND LAUGHLIN MH. Exercise training alters endothelium-dependent vasoreactivity of rat abdominal aorta. **J Appl Physiol** 75: 1354-1363, 1993.

DENADAI BS. Indices fisiológicos de avaliação aeróbia. Ribeirão Preto: B.S.D., 1999.

DESAI MY, WATANABE MA, LADDU AA, HAUPTMAN PJ. Pharmacologic modulation of parasympathetic activity in heart failure. **Heart Fail Rev** 16(2): 179-93, 2011.

DEWLAND TA, ANDRONE AS, LEE FA, LAMPERT RJ, KATZ SD. Effect of acetylcholinesterase inhibition with pyridostigmine on cardiac parasympathetic

function in sedentary adults and trained athletes. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 293(1): H86-92, 2007.

DI BELLO V, TALARICO L, DI MURO C, SANTORO G, BERTINI A, GIORGI D, et al. Evaluation of maximal left ventricular performance in elite bicyclists. **Int J Sports Med** 16(8): 498-506, 1995.

DI PRAMPERO, PE, ATCHOU, G, BRÜCKNER, JC, MOIA, C. The energetics of endurance running. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol** 55(3): 259-66, 1986.

DIXON EM, KAMATH MV, MCCARTNEY N, FALLEN EL. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. **Cardiovascular Research** 26(7): 713-719, 1992.

DONOVAN CM, BROOKS GA. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. **Am J Physiol** 244(1): E83-92, 1983.

DU N, BAI S, OGURI K, et al. Heart rate recovery after exercise and neural regulation of heart rate variability in 30-40 year old female marathon runners. **J Sports Sci Med** 1;4(1): 9-17, 2005.

DU XJ, DART AM, RIEMERSMA RA. Sex differences in the parasympathetic nerve control of rat heart. **Clin Exp Pharmacol Physiol** 21(6): 485-93, 1994.

DUTRA SGV, PEREIRA APM, TEZINI GCSV, MAZON JH, PINGE MCM, SOUZA HCD. Cardiac Autonomic Modulation Is Determined by Gender and Is Independent of Aerobic Physical Capacity in Healthy Subjects. **Plos One** Issue 10 e77092, 2013.

ETTINGER SM, SILBER DH, COLLINS BG, GRAY KS, SUTLIFF G, WHISLER SK, et al. Influences of gender on sympathetic nerve responses to static exercise. **J Appl Physiol** 80(1): 245-251, 1996.

EVANS JM, ZIEGLER MG, PATWARDHAN AR, OTT JB, KIM CS, LEONELLI FM, KNAPP CF. Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal, and hemodynamic indexes. **J Appl Physiol** 91(6): 2611-8, 2001.

EWING DJ, MARTIN CN, YOUNG RJ, CLARKE BF. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes. **Diabetic Care** 8: 491-498, 1985.

FAGARD RH, CORNELISSEN VA. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil** 14(1): 12-7, 2007.

FAULKNER JA. Physiology of swimming and diving. In: Falls H. Exercise physiology. Baltimore. **Academic Press** 415-446, 1968.

FIGUEROA A, BAYNARD T, FERNHALL B, CARHART R, KANALEY JA. Endurance training improves post-exercise cardiac autonomic modulation in obese women with and without type 2 diabetes. **Eur J Appl Physiol** 100: 437-444, 2007.

FIGUEROA A, BAYNARD T, FERNHALL B, CARHART R, KANALEY JA. Impaired postexercise cardiovascular autonomic modulation in middle-aged women with type 2 diabetes. **Eur J of Cardiovasc Prev & Rehabil** 14: 237, 2007.

FLECK SJ, KRAEMER WJ. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3ª edição, São Paulo: Artmed, p. 46; 2006.

FRANCO F, MORROW MJ, ZUCKERMAN JH, ZHANG R, PESHOCK RM, LEVINE BD. Right ventricular enlargement precedes left ventricular enlargement during long term endurance training. **Circulation** 98: 1-85, 1998.

FU Q, WITKOWSKI S, OKAZAKI K, LEVINE BD. Effects of gender and hypovolemia on sympathetic neural responses to orthostatic stress. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol** 289(1): R109-16, 2005.

FURLAN R, BARBIC F, CASELLA F, SEVERGNINI G, ZENONI L, MERCIERI A, MANGILI R, COSTANTINO G, PORTA A. Neural autonomic control in orthostatic intolerance. **Respir Physiol Neurobiol** 169 Suppl 1: S17-20, 2009.

FURLAN R, PIAZZA S, DELL'ORTO S, GENTILE E, CERUTTI S, PAGANI M & MALLIANI, A. Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. **Cardio Research** 27: 482-488, 1993.

GENOVESI S, ZACCARIA D, ROSSI E, VALSECCHI MG, STELLA A, STRAMBA-BADIALE M. Effects of exercise training on heart rate and QT interval in healthy young individuals: are there gender differences? **Europace** 9(1): 55-60, 2007.

GILDER M, RAMSBOTTOM R. Change in heart rate variability following orthostasis relates to volume of exercise in healthy women. **Auton Neurosci** 143(1-2): 73-6, 2008.

GILDER M, RAMSBOTTOM R. Measures of cardiac autonomic control in women with differing volumes of physical activity. **J Sports Sci** 26(7): 781-6, 2008.

GOLDBERG AP, HAGBERG JM, DELMEZ JA, HAYNES ME, HARTER HR. Metabolic effects of exercise training in hemodialysis patients. **Kidney Int** 18(6): 754-61, 1980.

GOLDBERGER JJ, KIM YH, AHMED MW, KADISH AH. Effect of graded increases in parasympathetic tone on heart rate variability. **J Cardiovasc Electrophysiol** 7: 594-602, 1996.

GOULOPOULOU S, BAYNARD T, FRANKLIN RM, FERNHALL B, CARHART R JR, WEINSTOCK R, KANALEY JA. Exercise training improves cardiovascular

autonomic modulation in response to glucose ingestion in obese adults with and without type 2 diabetes mellitus. **Metabolism** 59(6): 901-10, 2010.

GRANT CC, CLARK JR, VAN RENSBURG DC, VILJOEN M. Relationship between exercise capacity and heart rate variability: supine and in response to an orthostatic stressor. **Auton Neurosci** 151(2): 186-8, 2009.

GREEN H, HALESTRAP A, MOCKETT C. Increases in muscle MCT are associated with reductions in muscle lactate after a single exercise session in humans. **Am J Physiol** 282: E154-60, 2002.

GREEN JM, CREWS TR, BOSAK AM, PEVELER WW. A comparison of respiratory compensation thresholds of anaerobic competitors, aerobic competitors and untrained subjects. **Eur J Appl Physiol** 90: 608–613, 2003.

GROOTHUIS JT, THIJSEN DH, KOOIJMAN M, PAULUS R, HOPMAN MT. Attenuated peripheral vasoconstriction during an orthostatic challenge in older men. **Age Ageing** 37: 680-4, 2008.

GUASTI L, GRIMOLDI P, MAINARDI LT, PETROZZINO MR, PIANTANIDA E, GARGANICO D, et al. Autonomic function and baroreflex sensitivity during a normal ovulatory cycle in humans. **Acta Cardiol** 54: 209-213, 1999.

GUYTON AC, HALL JE. Regulação Nervosa da Circulação e o Controle Rápido da Pressão Arterial. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p 213–222.

GUZZETTI S, BORRONI E, GARBELLI PE, et al. Symbolic Dynamics of Heart Rate Variability: A Probe to Investigate Cardiac Autonomic Modulation. **Circulation** 112: 465-70, 2005.

HAGBERG JM, MONTAIN SJ, MARTIN WH 3rd, EHSANI AA. Effect of exercise training in 60- to 69-year-old persons with essential hypertension. **Am J Cardiol.** 64: 348–353, 1989.

HALLIWILL JR, TAYLOR JA, HARTWIG TD, ECKBERG DL. Augmented baroreflex heart rate gain after moderate intensity, dynamic exercise. **Am J Physiol** 270: R420-R426, 1996.

HARRISON-BERNARD LM, RAIJ L. Postmenopausal hypertension. **Curr Hypertens Rep** 2(2): 202-7, 2000.

HART EC, CHARKOUDIAN N, WALLIN BG, CURRY TB, EISENACH JH, JOYNER MJ. Sex differences in sympathetic neural-hemodynamic balance implications for human blood pressure regulation. **Hypertension** 53: 571-6, 2009.

HART EC, JOYNER MJ. The curse of the sympathetic nervous system: are men or women more unfortunate? **J Physiol** 15;588(Pt 22): 4345-6, 2010.

HAUTALA A, TULPPO MP, MAKIKALLIO TH, LAUKKANEN R, NISSILA S, HUIKURI HV. Changes in cardiac autonomic regulation after prolonged maximal exercise. **Clin Physiol** 21(2): 238-45, 2001.

HAUTALA AJ, MÄKIKALLIO TH, KIVINIEMI A, LAUKKANEN RT, NISSILÄ S, HUIKURI HV, TULPPO MP. Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 285(4): H1747-H1752, 2003.

HAUTALA AJ, MAKIKALLIO TH, SEPPANEN T, HUIKURI HV, TULPPO MP. Short-term correlation properties of R-R interval dynamics at different exercise intensity levels. **Clin Physiol Funct Imaging** 23(4): 215-223, 2003.

HEDMAN AE, HARTIKAINEN JEK, TAHVANAINEN KUO, HAKUMÄKI MOK. Power spectral analysis of heart rate and blood pressure variability in anaesthetized dogs. **Acta Physiol Scand** 146: 155-164, 1992.

HON EH, LEE ST. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death, further observations. **Am J Obstet Gynec** 87: 814-826, 1965.

HOWLEY ET, POWERS SK. **Fisiologia do exercício - teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 8 ed. São Paulo: Manole, 2014.

HUIKURI HV, PIKKUJÄMSÄ SM, AIRAKSINEN KE, IKÄHEIMO MJ, RANTALA AO, KAUMA H, LILJA M, KESÄNIEMI YA. Sex-Related Differences in Autonomic Modulation of Heart Rate in Middle-aged Subjects. **Circulation** 94: 122-125, 1996.

IELLAMO F. Neural mechanisms of cardiovascular regulation during exercise. **Auton Neurosc** 90: 66-75, 2001.

IMAI K, SATO H, HORI M, KUSUOKA H, OZAKI H, YOKOYAMA H, TAKEDA H, INOUE M, KAMADA T. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. **J Am Coll Cardiol** 24(6): 1529-1535, 1994.

IWASAKI K, ZHANG R, ZUCKERMAN JH, LEVINE BD. Dose-response relationship of the cardiovascular adaptation to endurance training in healthy adults: how much training for what benefit? **J Appl Physiol (1985)** 95(4): 1575-83, 2003.

JACOBS I. Blood lactate. Implications for training and sports performance. **Sports Med** 3: 10-25, 1986.

JAMES DV, BARNES AJ, LOPES P, WOOD DM. Heart rate variability: response following a single bout of interval training. **Int J Sports Med** 23: 247-251, 2002.

JAMES GD, SEALEY JE, MULLER F, ALDERMAN M, MADHAVAN S, LARAGH JH. Renin relationship to sex, race and age in normotensive population. **J Hypertens** 4(suppl 5): S387-S389, 1986.

JAPUNDZIC N, GRICHOIS ML, ZITOUN P, LAUDE D, ELGHOZI JL. Spectral analysis of blood pressure and heart rate in conscious rats: effects of autonomic blockers. **J Auton Nerv Sys** 30: 91-100, 1990.

JONES AM, CARTER H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. **Sports Med** 29(6): 373-86, 2000.

KAPPUS RM, RANADIVE SM, YAN H, LANE-CORDOVA AD, COOK MD, SUN P, HARVEY IS, WILUND KR, WOODS JA, FERNHALL B. Sex differences in autonomic function following maximal exercise. **Biol Sex Differ** 1;6: 28, 2015.

KAWECKA-JASZCZ K, CZARNECKA D, OLSZANECKA A, RAJZER M, JANKOWSKI P. The effect of hormone replacement therapy on arterial blood pressure and vascular compliance in postmenopausal women with arterial hypertension. **J Hum Hypertens** 16(7): 509-16, 2002.

KIENITZ T, QUINKLER M. Testosterone and blood pressure regulation. **Kidney Blood Press Res** 31(2): 71-9, 2008.

KINGWELL BA, SHERRARD B, JENNINGS GL, DART AM. Four weeks of cycle training increases basal production of nitric oxide from the forearm. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 272: H1070-H1077, 1997.

KIVINIEMI AM, HAUTALA AJ, KINNUNEN H, TULPPO MP. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. **Eur J Appl Physiol** 101(6): 743-51, 2007.

KIVINIEMI AM, TULPPO MP, HAUTALA AJ, VANNINEN E, UUSITALO AL. Altered relationship between R-R interval and R-R interval variability in endurance athletes with overtraining syndrome. **Scand J Med Sci Sports** 24(2): e77-85, 2014.

KLEIGER RE, MILLER JP, BIGGER JT, MOSS AJ. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. **Am J Cardiol** 59(4): 256-262, 1987.

KODAMA S, SAITO K, TANAKA S, MAKI M, YACHI Y, ASUMI M. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. **JAMA** 301: 2024-2035, 2009.

KOKKINOS P, MYERS J, KOKKINOS JP, PITTARAS A, NARAYAN P, MANOLIS A. Exercise capacity and mortality in black and white men. **Circulation** 117: 614-622, 2008.

KORNER PI. Integrative neural cardiovascular control. **Physiol Rev** 51: 312-367, 1971.

KUO TB, LIN T, YANG CC, LI CL, CHEN CF et al. Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate. **Am J Physiol** 277: H2233-H2239, 1999.

LA ROVERE MT, PINNA GD, RACZAK G. Baroreflex sensitivity: measurement and clinical implications. **Ann Noninvasive Electrocardiol** 13: 191-207, 2008.

LA ROVERE MT, PINNA GD, MAESTRI R, MORTARA A, CAPOMOLLA S, FEBBO O, et al. Short-term heart rate variability strongly predicts sudden cardiac death in chronic heart failure patients. **Circulation** 107(4): 565-70, 2003.

LAITINEN T, HARTIKAINEN J, NISKANEN L, GEELEN G, LÄNSIMIES E. Sympathovagal balance is major determinant of short-term blood pressure variability in healthy subjects. **Am J Physiol** 276(4 Pt 2): H1245-52, 1999.

LAITINEN T, HARTIKAINEN J, VANNINEN E, NISKANEN L, GEELEN G, LANSIMIES E. Age and gender dependency of baroreflex sensitivity in healthy subjects. **J Appl Physiol** 84: 576-583, 1998.

LAITINEN T, NISKANEN L, GEELEN G, LÄNSIMIES E, HARTIKAINEN J. Age dependency of cardiovascular autonomic responses to head-up tilt in healthy subjects. **J Appl Physiol (1985)** 96(6): 2333-40, 2004.

LAZOGLU AH, GLACE B, GLEIM GW, COPLAN NL. Exercise and heart rate variability. **Am Heart J** 131(4): 825-6, 1996.

LEE DC, SUI X, ORTEGA FB, KIM YS, CHURCH TS, WINETT RA. Comparisons of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness as predictors of all-cause mortality in men and women. **Br J Sports Med in press** 45(6): 504-10, 2010.

LEVINE BD, LANE LD, BUCKEY JC, FRIEDMAN DB, BLOMQVIST CG. Left ventricular pressure-volume and Frank-Starling relations in endurance athletes. Implications for orthostatic tolerance and exercise performance. **Circulation** 84: 1016-1023, 1991.

LEVY MN. Autonomic interactions in cardiac control. **Ann N Y Acad Sci** 601: 209-21, 1990.

LIAO DP, BARNES RW, CHAMBLESS LE, SIMPSON RJ, SORLIE P, HEISS G. Age, race, and sex-differences in autonomic cardiac-function measured by spectral-analysis of heart-rate-variability - the aric study **Am J Cardiol** 76: 906-12, 1995.

LINDBLAD LE. Influence of age on sensitivity and effector mechanisms of the carotid baroreflex. **Acta Physiol Scand** 101: 43-49, 1977.

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** 89: 1825-1829, 2000.

LOMBARDI F, MALLIANI A, PAGANI M, CERUTTI S. Heart rate variability and its sympatho-vagal modulation. **Cardiovasc Res** 32(2): 208-16, 1996.

LOMBARDI F, SANDRONE G, PERNPRUNER S, SALA R, GARIMOLDI M, CERUTTI S, BASELLI G, PAGANI M, MALLIANI A. Heart rate variability as an index of sympathovagal interaction after acute myocardial infarction. **Am J Cardiol** 1;60(16): 1239-45, 1987.

LOMBARDI F. The uncertain significance of reduced heart rate variability after myocardial infarction. **Eur Heart J** 18(8): 1204-6, 1997.

LONGO A, FERREIRA D, CORREIA MJ. Variability of heart rate. **Rev Port Cardiol** 14(3): 241-62, 1995.

MACIEL BC, GALLO L JR, MARIN NETO JA, LIMA FILHO EC, MARTINS LE. Autonomic nervous control of the heart rate during dynamic exercise in normal man. **Clin Sci (Lond)** 71: 457-460, 1986.

MACOR F, FAGARD R, AMERY A. Power spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: comparison between cyclists and controls. **Int J Sports Med** 17: 175-181, 1996.

MADER A. Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results. **J Sports Med Phys Fitness** 31: 1-19, 1991.

MALIK M, FARRELL T, CRIPPS T, CAMM AJ. Heart rate variability in relation to prognosis after myocardial infarction: selection of optimal processing techniques. **Eur Heart J** 10: 1060-74, 1989.

MALLIANI A, PAGANI M, LOMBARDI F, CERUTTI S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. **Circulation** 84(2): 482-492, 1991.

MALPAS SC, MALING TJ. Heart-rate variability and cardiac autonomic function in diabetes. **Diabetes** 39(10): 1177-81, 1990.

MALPAS SC, NINOMIYA I. The amplitude and periodicity of synchronized renal sympathetic nerve discharges in anesthetized cats: differential effect of baroreceptor activity. **J Auton Nerv Syst** 40(3): 189-98, 1992.

MANCIA G, FERRARI A, GREGORINI L, PARATI G, POMIDOSSI G, BERTINIERI G, et al. Blood pressure and heart rate variabilities in normotensive and hypertensive human beings. **Circ Res** 53(1): 96-104, 1983.

MARQUES NETO SR, SILVA AH, SANTOS MCP, FERRAZ EF, NASCIMENTO JHM. The blockade of angiotensin AT1 and aldosterone receptors protects rats from synthetic androgen-induced cardiac autonomic dysfunction. **Acta Physiol** 208: 166-171, 2013.

MARTINELLI FS, CHACON-MIKAHIL MPT, MARTINS LEB, LIMA-FILHO EC, GOLFETTI R, PASCHOAL MA, GALLO-JUNIOR L. Heart rate variability in athletes

and nonathletes at rest and during head-up tilt. **Braz J Med Biol Res** 38: 639-647, 2005.

MARTINMAKI K, RUSKO H. Time-frequency analysis of heart rate variability during immediate recovery from low and high intensity exercise. **Eur J Appl Physiol** 102: 353-360, 2008.

MATSUMOTO T, MIYAWAKI T, UE H, KANDA T, ZENJI C, MORITANI T. Autonomic responsiveness to acute cold exposure in obese and non-obese young women. **Int J Obes Relat Metab Disord** 23(8): 793-800, 1999.

MATTACE-RASO FU, VAN DEN MEIRACKER AH, BOS WJ, VAN DER CAMMEN TJ, WESTERHOF BE, ELIAS-SMALE S, et al. Arterial stiffness, cardiovagal baroreflex sensitivity and postural blood pressure changes in older adults: the Rotterdam Study. **J Hypertens** 25: 1421-1426, 2007.

McARDLE WD, KATCH FL, KATCH VL. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MELANSON EL. Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. **Med Sci Sports Exerc** 32(11): 1894-901, 2000.

MELLEROWICZ H. **Ergometria**. 3ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A, 1984. p 110-111.

MENDONÇA GV, HEFFERNAN KS, ROSSOW L, GUERRA M, PEREIRA FD, FERNHALL B. Sex differences in linear and nonlinear heart rate variability during early recovery from supramaximal exercise. **Appl Physiol Nutr Metab** 35(4): 439-46, 2010.

MEYER T, LUCÍA A, EARNEST CP, KINDERMANN W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas

exchange parameters – Theory and application. **Int J Sports Med** 26(1): s38-s48, 2004.

MICHELINI LC, O'LEARY DS, RAVEN PB, NÓBREGA AC. Neural control of circulation and exercise: a translational approach disclosing interactions between central command, arterial baroreflex, and muscle metaboreflex. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 1;309(3): H381-92, 2015.

MICHELINI LC. **Fisiologia Cardiovascular**. In: Aires MM, editor. Fisiologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p 473.

MIDDLETON N, DE VITO G. Cardiovascular autonomic control in endurance-trained and sedentary young women. **Clin Physiol Funct Imaging** 25(2): 83-89, 2005.

MOLINA GE, PORTO LG, FONTANA KE, JUNQUEIRA LF Jr.. Unaltered R-R interval variability and bradycardia in cyclists as compared with non-athletes. **Clin Auton Res** 23(3): 141-8, 2013.

MONODERO J, DONNE B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. **Int J Sports Med** 21: 593-7, 2000.

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** 90(4): 1826-31, 1994.

MOUROT L, BOUHADDI M, TORDI N, ROUILLON JD, REGNARD J. Short- and long-term effects of a single bout of exercise on heart rate variability: comparison between constant and interval training exercises. **Eur J Appl Physiol** 92: 508-517, 2004.

NAFZ B, WAGNER CD, PERSSON PB. Endogenous nitric oxide buffers blood pressure variability between 0.2 and 0.6 Hz in the conscious rat. **Am J Physiol.** 272(2 Pt 2): H632-7, 1997.

NEGRÃO CE, JANOT DE MATOS LD, BRAGA VA, COOTE JH, SOUZA HD. Commentaries on Viewpoint: Is the resting bradycardia in athletes the result of remodeling of the sinoatrial node rather than high vagal tone? **J Appl Physiol (1985)** 114(9): 1356-7, 2013.

NEGRÃO CE, MOREIRA ED, SANTOS MC, FARAH VM, KRIEGER EM. Vagal function impairment after exercise training. **J Appl Physiol** 72: 1749-1753, 1992.

NELSON L, ESLER MD, JENNINGS GL, KORNER PI. Effect of changing levels of physical activity on blood-pressure and haemodynamics in essential hypertension. **Lancet** 2: 473-476, 1986.

NELSON ME, REJESKI WJ, BLAIR SN, DUNCAN PW, JUDGE JO, KING AC, MACERA CA, CASTANEDA-SCEPPA C. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; AMERICAN HEART ASSOCIATION. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation** 116(9): 1094-1105, 2007.

NEVES VFC, DeSÁ MFS, GALLO JR L, CATAI AM, MARTINS LEB, CRESCÊNCIO JC, PERPETUOS NM, SILVA E. Autonomic modulation of heart rate of young and postmenopausal women undergoing estrogen therapy. **Bras J of Med and Bio Research** 40: 491-499, 2007.

NOHARA K, WARAICH RS, LIU S, FERRON M, WAGET A, MEYERS MS, KARSENTY G, BURCELIN R, MAUVAIS-JARVIS F. Developmental androgen

excess programs sympathetic tone and adipose tissue dysfunction and predisposes to a cardiometabolic syndrome in female mice. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 304: E1321-E1330, 2013.

NOVAIS LD, SAKABE DI, TAKAHASHI ACM, GONGORA H, TACIRO C, MARTINS LEB, et al. Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em repouso de homens saudáveis sedentários e de hipertensos e coronariopatas em treinamento físico. **Rev Bras Fisioter** 8(3): 207-13, 2004.

OGOH S, VOLIANITIS S, NISSEN P, WRAY DW, SECHER NH, RAVEN PB. Carotid baroreflex responsiveness to head-up tilt-induced central hypovolaemia: effect of aerobic fitness. **J Physiol** 551: 601-608, 2003.

OIDA E, MORITANI T, YAMORI Y. Tone-entropy analysis on cardiac recovery after dynamic exercise. **J Appl Physiol** 82: 1794-1801, 1997

ORMAZABAL P, ROMERO C, QUEST AF, VEJA M. Testosterone modulates the expression of molecules linked to insulin action and glucose uptake in endometrial cells. **Horm Metab Res** 45(9): 640-5, 2013.

OVERTON JM, WILLIAMS TD, CHAMBERS JB, RASHOTTE ME. Cardiovascular and metabolic responses to fasting and thermoneutrality are conserved in obese Zucker rats. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol** 280(4): R1007-15, 2001.

PAGANI M, LOMBARDI F, GUZZETTI S, RIMOLDI O, FURLAN R, PIZZINELLI P, SANDRONE G, Malfatto G, DELL'ORTO S, PICCALUGA E, et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. **Circ Res** 59(2): 178-193, 1986.

PAGANI M, MONTANO N, PORTA A, MALLIANI A, ABBOUD FM, BIRKETT C, SOMERS VK. Relationship between spectral components of cardiovascular variabilities and direct measures of muscle sympathetic nerve activity in humans. **Circulation** 95: 1441-1448, 1997.

PARATI G, POMIDOSSI G, CASADEI R, GROPELLI A, TRAZZI S, DI RIENZO M, MANCIA G. Role of heart rate variability in the production of blood pressure variability in man. **J. Hypertens** 5: 557-560, 1987.

PARATI G, ULIAN L, SANTUCCIU C, TORTORICI E, VILLANI A, DI RIENZO M, MANCIA G. Clinical value of blood pressure variability. **Blood Press Suppl.** 2: 91-96, 1997.

PAREKH A, LEE CM. Heart rate variability after isocaloric exercise bouts of different intensities. **Med Sci Sports Exerc** 37: 599-605, 2004.

PAWELCZYK JA, RAVEN PB. Reductions in central venous pressure improve carotid baroreflex responses in conscious men. **Am J Physiol** 257: H1389-H1395, 1989.

PEÇANHA T, DE PAULA-RIBEIRO M, NASARIO-JUNIOR O, DE LIMA JR. Post-exercise heart rate variability recovery: a time-frequency analysis. **Acta Cardiol** 68(6): 607-13, 2013.

PERCIACCANTE, A, FIORENTINI, A, PARIS, A, SERRA, P, TUBANI, L. Circadian rhythm of the autonomic nervous system in insulin resistant subjects with normoglycemia, impaired fasting glycemia, impaired glucose tolerance, type 2 diabetes mellitus. **BMC Cardiovascular Disorders** 6: 19, 2006.

PERINI R, FISHER N, VEICSTEINAS A, PENDERGAST DR. Aerobic training and cardioascular response at rest and during exercise in older men and women. **Med Sci Sports Exerc** 34(4): 700-708, 2002.

PERINI R, ORIZIO C, COMANDÈ A, CASTELLANO M, BESCHI M, VEICSTEINAS A. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in men. **Eur J Appl Physiol** 58: 879-83, 1989.

PERINI R, VEICSTEINAS A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. **Eur J Appl Physiol** 90: 317-325, 2003.

PÉRONNET F, THIBAUT G. Mathematical analysis of running performance and world running records. **J Appl Physiol** 67(1): 453-65, 1989.

PERSEGUINI NM, TAKAHASHI AC, REBELATTO JR, SILVA E, BORGHI-SILVA A, PORTA A, MONTANO N, CATAI AM. Spectral and symbolic analysis of the effect of gender and postural change on cardiac autonomic modulation in healthy elderly subjects. **Braz J Med Biol Res** 44(1): 29-37, 2011.

PERSOON PB, BAUMANN JE, EHMKE H, NAFZ B, WITTMANN U, KIRCHHEIM HR. Phasic and 24-h blood pressure control by endothelium-derived relaxing factor in conscious dogs. **Am J Physiol** 262: 1395-400, 1992.

PICHON AP, DE BISSCHOP C, ROULAUD M, DENJEAN A, PAPELIER Y. Spectral analysis of heart rate variability during exercise in trained subjects. **Med Sci Sports Exerc** 36(10): 1702-8, 2004.

PICHOT V, ROCHE F, GASPOZ JM, et al . Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. **Med Sci Sports Exerc** 32: 1729-1736, 2000.

PIOTROWICZ E, BARANOWSKI R, PIOTROWSKA M, ZIELINSKI T, PIOTROWICZ R. Variable effects of physical training of heart rate variability, heart rate recovery and heart rate turbulence in chronic heart failure. **Pacing Clin Electrophysiol** 32 (suppl 1): S113-115, 2009.

POMERANZ B, MACAULAY RJ, CAUDILL MA, KUTZ I, ADAM D, GORDON D, KILBORN KM, BARGER AC, SHANNON DEC, COHEN RJ. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. **Am J Physiol** 248(1 Pt 2): H151-153, 1985.

PORTA A, GUZZETTI S, MONTANO N, et al. Entropy, Entropy Rate, and Pattern Classification as Tools to Typify Complexity in Short Heart Period Variability Series. **IEEE Trans Biomed Eng** 48:1282-91, 2001.

PORTA A, TOBALDINI E, GUZZETTI S, et al. Assessment of Cardiac Autonomic Modulation During Graded Head-up Tilt by Symbolic Analysis of Heart Rate Variability. **Am J Physiol, Heart Circ Physiol** 293, 2007.

PORTER GA JR, RIVKEES SA. Ontogeny of humoral heart rate regulation in the embryonic mouse. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol** 281(2): R401-7, 2001.

PORTIER H, LOUISY F, LAUDE D, BERTHELOT M, GUÉZENNEC CY. Intense endurance training on heart rate and blood pressure variability in runners. **Med Sci Sports Exerc** 33(7): 1120-5, 2001.

PRIPP U, HALL G, CSEMICZKY G, EKSBERG S, LANDGREN BM, SCHENCK-GUSTAFSSON K. A randomized trial on effects of hormone therapy on ambulatory blood pressure and lipoprotein levels in women with coronary artery disease. **Hypertension** 17: 1379-1386, 1999.

PUMPRLA J, HOWORKA K, GROVES D, CHESTER M, NOLAN J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **Int J Cardiol** 84(1): 1-14, 2002.

RACZAK G, DANIŁOWICZ-SZYMANOWICZ L, KOBUSZEWSKA-CHWIROT M, RATKOWSKI W, FIGURA-CHMIELEWSKA M, SZWOCH M. Long-term exercise training improves autonomic nervous system profile in professional runners. **Kardiologia Pol** 64(2): 135-40, 2006.

RACZAK G, PINNA GD, LA ROVERE MT, MAESTRI R, DANIŁOWICZ-SZYMANOWICZ L, RATKOWSKI W, et al. Cardiovascular response to acute mild exercise in young healthy subjects. **Circ J** 69(8): 976-80, 2005.

RECKELHOFF JF, ZHANG H, GRANGER JP. Testosterone exacerbates hypertension and reduces pressure-natriuresis in male spontaneously hypertensive rats. **Hypertension** 31: 435-439, 1998.

RECKELHOFF JF, ZHANG H, SRIVASTAVA K. Gender differences in the development of hypertension in SHR: role of the renin-angiotensin system. **Hypertension** 35: 480-483, 2000.

RECKELHOFF JF. Gender differences in the regulation of blood pressure. **Hypertension** 37(5): 1199-208, 2001.

REULECKE S, CHARLESTON-VILLALOBOS S, VOSS A, GONZÁLEZ-CAMARENA R, GONZÁLEZ-HERMOSILLO J, GAITÁN-GONZÁLEZ MJ, et al. Men and women should be separately investigated in studies of orthostatic challenge due to different gender-related dynamics of autonomic response. **Physiol Meas** 37(3): 314-332, 2016.

RIBEIRO TF, AZEVEDO GD, CRESCÊNCIO JC, MARÃES VRFS, PAPA V, CATAL AM, VERZOLA RMM, OLIVEIRA L, DESÁ MFS, GALLO JR L, SILVA E. Heart rate variability under resting conditions in postmenopausal and young women. **Bras J of Med and Bio Research** 34: 871-877, 2001.

ROBERGS RA, ROBERTS SO. **Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde**. São Paulo: Phorte Editora, 2002.

ROGERS J, SHERIFF DD. Role of estrogen in nitric oxide- and prostaglandin-dependent modulation of vascular conductance during treadmill locomotion in rats. **J Appl Physiol (1985)** 97(2): 756-63, 2004.

ROSAMOND W, FLEGAL K, FURIE K, GO A, GREENLUND K, HAASE N, et al. Heart disease and stroke statistics--2008 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. **Circulation** 117(4): 25-146, 2008.

ROTHWELL PM, HOWARD SC, DOLAN E, O'BRIEN E, DOBSON JE, DAHLOF B, et al. Prognostic significance of visit-to-visit variability, maximum systolic blood pressure, and episodic hypertension. **Lancet** 375(9718): 895-905, 2010.

RUBINI R, PORTA A, BASELLI G, CERUTTI S, PARO M. Power spectrum analysis of cardiovascular variability monitored by telemetry in conscious unrestrained rats. **J Auton Nerv Syst** 45(3): 181-90, 1993.

SALEH MC, CONNELL BJ, SALEH TM. Autonomic and cardiovascular reflex responses to central estrogen injection in ovariectomized female rats. **Brain Research** 879: 105-114, 2000.

SAMMITO S, BÖCKELMANN I. Reference values for time- and frequency-domain heart rate variability measures. **Heart Rhythm**. 12: S1547-5271, 2016.

SCHÄFER D, GJERDALEN G, SOLBERG E, KHOKHLOVA M, BADTIEVA V, HERZIG D, TRACHSEL L, NOACK P, KARAVIRTA L, ESER P, SANER H AND WILHELM M. Sex differences in heart rate variability: a longitudinal study in international elite cross-country skiers. **Eur J Appl Physiol** 115: 2107-14, 2015.

SEELY EW, WALSH BW, GERHARD MD, WILLIAMS GH. Estradiol with or without progesterone and ambulatory blood pressure in postmenopausal women. **Hypertension** 33: 1190-1194, 1999.

SENITKO AN, CHARKOUDIAN N, HALLIWILL JR. Influence of endurance exercise training status and gender on postexercise hypotension. **J Appl Physiol** (1985) 92(6): 2368-74, 2002.

SHERWOOD A, PARK SB, HUGHES JW, BLUMENTHAL JA, HINDERLITER A, TRIVEDI R, MCFETRIDGE-DURDLE J. Cardiovascular hemodynamics during stress in premenopausal versus postmenopausal women. **Menopause** 17(2): 403-9, 2010.

SHIN K, MINAMITANI H, ONISHI S, YAMAZAKI H, LEE M. Assessment of training-induced autonomic adaptations in athletes with spectral analysis of cardiovascular variability signals. **Jpn J Physiol**. 45(6): 1053-69, 1995.

SHIN K, MINAMITANI H, ONISHI S, YAMAZAKI H, LEE M. Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. **Med Sci Sports Exerc** 29(11): 1482-1490, 1997.

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** 281(5): H2028-35, 2001.

SINGH A, SAINI BS, SINGH D. An adaptive technique for multiscale approximate entropy (MAEbin) threshold (r) selection: application to heart rate variability (HRV) and systolic blood pressure variability (SBPV) under postural stress.

Australas Phys Eng Sci Med 39(2): 557-69, 2016.

SINGH A, SAINI BS, SINGH D. An alternative approach to approximate entropy threshold value (r) selection: application to heart rate variability and systolic blood pressure variability under postural challenge. **Med Biol Eng Comput** 54(5): 723-32, 2016.

SLOAN RP, SHAPIRO PA, DEMEERSMAN RE, BAGIELLA E, BRONDOLO EN, MCKINLEY PS, SLAVOV I, FANG Y, MYERS MM. The effect of aerobic training and cardiac autonomic regulation in young adults. **Am J Public Health** 99(5): 921-8, 2009.

SMITH JJ, PORTH CM, ERICKSON M. Resposta hemodinâmica à postura ereta. **J Clin Pharmacol** 34(5): 375-386, 1994.

SMITH M, HUDSON D, GRAITZER H, RAVEN P. Exercise training bradycardia: the role of autonomic balance. **Med Sci Sports Exerc** 21: 40-44, 1989.

SOUZA HC, BALLEJO G, SALGADO MC, DA SILVA VJ, SALGADO HC. Cardiac sympathetic overactivity and decreased baroreflex sensitivity in L-NAME hypertensive rats. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 280(2): 844-50, 2001.

SOUZA HCD, DE ARAUJO JE, MARTINS-PINGE MC, COZZA IC, MARTINS-DIAS DP. Nitric oxide synthesis blockade reduced the baroreflex sensitivity in trained rats. **Auton Neurosci Basic Clin** 150(1-2): 38-44, 2009.

SPALDING TW, JEFFERS LS, PORGES SW, HATFIELD BD. Vagal and cardiac reactivity to psychological stressors in trained and untrained men. **Med Sci Sports Exerc** 32: 581-91, 2000.

STAUSS HM, MROWKA R, NAFZ B, PATZAK A, UNGER T, PERSSON PB. Does low frequency power of arterial blood pressure reflect sympathetic tone? **J Auton Nerv Syst.** 4;54(2): 145-54, 1995.

STAUSS HM. Heart rate variability. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.** 285(5): R927-931, 2003.

STAUSS HM. Identification of blood pressure control mechanisms by power spectral analysis. **Clin Exp Pharmacol Physiol.** 34(4): 362-368, 2007.

STEWART JM, MEDOW MS, CHERNIACK NS, NATELSON BH. Postural hypocapnic hyperventilation is associated with enhanced peripheral vasoconstriction in postural tachycardia syndrome with normal supine blood flow. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 291: H904-13, 2006.

STUCKEY MI, TORDI N, MOUROT L, GURR LJ, RAKOBOWCHUK M, MILLAR PJ, TOTH R, MACDONALD MJ, KAMATH MV. Autonomic recovery following sprint interval exercise. **Scand J Med Sci Sports** 22(6): 756-63, 2012.

SUGAWARA J, KOMINE H, MIYAZAWA T, IMAI T, OGOH S. Influence of regular exercise training on post-exercise hemodynamic regulation to orthostatic challenge. **Front Physiol** 24;5: 229, 2014.

SVERRISDOTTIR YB, MOGREN T, KATAOKA J, JANSON PO, VICTORIN ES. Is polycystic ovary syndrome associated with high sympathetic nerve activity and size at birth? **Am J Physiol Endocrinol Metab** 294: E576-E581, 2008.

SZTAJZEL J, JUNG M, SIEVERT K, BAYES DE LUNA A. Cardiac autonomic profile in different sports disciplines during all-day activity. **J Sports Med Phys Fitness** 48(4): 495-501, 2008.

TANAKA M, SATO M, UMEHARA S, NISHIKAWA T. Influence of menstrual cycle on baroreflex control of heart rate: comparison with male volunteers. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol** 285: R1091-1097, 2003.

TANK J, DIEDRICH A, SZCZECHE E, LUFT FC, JORDAN J. Baroreflex regulation of heart rate and sympathetic vasomotor tone in women and men. **Hypertension** 45: 1159-1164, 2005.

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**. 93(5): 1043–1065, 1996.

TAYLOR AD, BRONKS R. Electromyographic correlates of the transition from aerobic to anaerobic metabolism in treadmill running. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol** 69(6): 508-15, 1994.

TEZINI GC, SILVEIRA LC, VILLA-CLÉ PG Jr, JACINTO CP, DI SACCO, TH, SOUZA HC. The effect of aerobic physical training on cardiac autonomic control of rats submitted to ovariectomy. **Menopause** 16(1): 110-116, 2009.

TEZINI GCSV, BECARI C, ZANOTTO CZ, SALGADO MCO, PASSAGLIA RCAT, SOUZA HCD. Ageing is the main determinant of haemodynamics and autonomic cardiac changes observed in post-menopausal female rats. **Auton Neurosci Basic Clin** 174: 36-41, 2013.

THAMES MD, MILLER BD, ABOUD FM. Baroreflex regulation of renal nerve activity during volume expansion. **Am J Physiol** 243(5): H810-4, 1982.

THAWORNKAIWONG A, PREAWNIM S, WATTANAPERMPOOL J. Upregulation of h1-adrenergic receptors in ovariectomized rat hearts. **Life Sciences** 72: 1813-1824, 2003.

THOM T, HAASE N, ROSAMOND W, HOWARD VJ, RUMSFELD J, MANOLIO T, et al. Heart disease and stroke statistics-2006 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. **Circulation** 113(6): e85-151, 2006.

TIPTON CM, SEBASTIAN LA, OVERTON JM, WOODMAN CR, WILLIAMS SB. Chronic exercise and its hemodynamic influences on resting blood pressure of hypertensive rats. **J Appl Physiol** 71: 2206-2210, 1991.

TRIEDMAN JK, SAUL PS. Blood pressure modulation by central venous pressure and respiration. Buffering effects of the heart rate reflexes. **Circulation** 89: 169-179, 1994.

TULPPO MP, HAUTALA AJ, MAKIKALLIO TH, LAUKKANEN RT, NISSILÄ S, HUGHSON RL, HUIKURI HV. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. **J Appl Physiol** 95(1): 364-372, 2003.

TULPPO MP, HUGHSON RL, MAKIKALLIO TH, AIRAKSINEN KE, SEPPANEN T, HUIKURI HV. Effects of exercise and passive head-up tilt on fractal and complexity properties of heart rate dynamics **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 280: H1081-7, 2001.

TULPPO MP, MÄKIKALLIO TH, SEPPÄNEN T, LAUKKANEN RT, HUIKURI HV. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 274(2 Pt 2): H424-H429, 1998.

UENO LM, MORITANI T. Efeitos do treinamento físico de longo prazo sobre as atividades nervosas autonômicas cardíacas e sensibilidade do barorreflexo. **Eur J Appl Physiol** 89(2): 109-14, 2003.

UUSITALO AL, LAITINEN T, VÄISÄNEN SB, LÄNSIMIES E, RAURAMAA R. Effects of endurance training on heart rate and blood pressure variability. **Clin Physiol Funct Imaging** 22(3): 173-9, 2002.

UUSITALO AL, UUSITALO AJ, AND RUSKO HK. Heart rate and blood pressure variability during heavy training and overtraining in the female athlete. **Int J Sports Med** 21: 45-53, 2000.

VAN DE BORNE P, MONTANO N, PAGANI M, OREN R, SOMERS VK. Absence of low-frequency variability of sympathetic nerve activity in severe heart failure. **Circulation** 95(6): 1449-54, 1997.

VAN ITTERSUM FJ, VAN BAAL WM, KENEMANS P, MIJATOVIC V, DONKER AJ, VAN DER MOOREN MJ, STEHOUWER CD. Ambulatory - not office - blood pressures decline during hormone replacement therapy in healthy postmenopausal women. **Am J Hypertens** 11:1147-1152, 1998.

WASSERMAN K. The anaerobic threshold: definition, physiological significance and identification. **Adv Cardiol** 35: 1-23, 1986.

WIINBERG N, HOEGHOLM A, CHRISTENSEN HR, et al. 24-h ambulatory blood pressure in 352 normal Danish subjects, related to age and gender. **Am J Hypertension** 8: 978-986, 1995.

WILMORE JH, COSTILL DL, KENNEDY LW. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 5 ed. São Paulo: Manole, 2013.

YAMAMOTO K, MIYACHI M, SAITOH T, YOSHIOKA A, ONODERA S. Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. **Med Sci Sports Exerc** 33(9): 1496-502, 2001.

YOUNG FL, LEICHT AS. Short-term stability of resting heart rate variability: influence of position and gender. **Appl Physiol Nutr Metab** 36: 210-218, 2011.

ZAGATTO AM, CAVALCANTE WS, MORAES WM. O uso da máscara contra gases na determinação dos testes de velocidade crítica, 12 minutos, Wingate e Rast. **Rev. Ed. Física** 139: 4-12, 2007.