Recebido em: 27/02/2009 Emitido parece em: 17/03/2009 Artigo original

TREINAMENTO FÍSICO ATENUA PRESSÃO ARTERIAL E MELHORA A VARIABILIDADE CARDIOVASCULAR EM RATAS GESTANTES ESPONTANEAMENTE HIPERTENSAS

Octávio Barbosa Neto[1], Débora Tavares de Resende e Silva Abate[1], Luiz Antônio Silva Campos[2], Marlene Antônia dos Reis[3], Valdo José Dias da Silva[4].

RESUMO

Desordens hipertensivas que acometem as gestantes podem provocar sérias complicações na gestação, inclusive, levando o feto à morte. Estudos que avaliem a atividade física no meio líquido, e que abordem os efeitos deste tipo de treinamento em inúmeras variáveis de gestantes. Portanto, o presente estudo tem como objetivo de avaliar o efeito do treinamento físico (TF) por natação na pressão arterial (PA) e na variabilidade da pressão arterial (VPA) e da frequência cardíaca (VFC). Quatorze ratas SHR com (240±02 dias) de idade e pesando (230±12g) foram submetidas ou não a um protocolo de treinamento físico de natação por 09 semanas resultando em dois grupos experimentais: hipertensas gestantes sedentárias (HGS, n=07) e hipertensas gestantes treinadas (HGT, n=07). Ao término do protocolo, todos os animais foram anestesiados com Pentobarbital Sódico (40 mg/kg i.p.) e cânulas (PE-10) foram introduzidas na artéria femoral para registro direto da PA e da frequência cardíaca (FC). Após 24 horas a PA e FC foram continuamente registradas em condições basais por 30 minutos. Séries temporais de PA sistólica (PAS) e intervalo de pulso (IP) foram extraídas do sinal de PA e analisadas por meio de análise espectral autorregressiva. A pressão arterial média (PAM) nas ratas hipertensas gestantes treinadas foi significativamente menor (107±4,0mmHg) quando comparadas com as ratas hipertensas gestantes sedentárias (133±2,5mmHg, p=0,013). O registro da banda de baixa frequência (BF) da VPA no grupo HGT apresentou valores de densidade espectral significativamente menor quando comparado com o grupo HGS (6,85±2,14 mmHg vs 16,57±3,15 mmHg; p<0,05). Todavia, a banda de alta frequência (AF) da VPA do grupo treinado foi significativamente maior (7,69±0,55mmHg) em relação ao grupo sedentário (4,69±0,47mmHg, p=0,006). Concluímos que os dados deste presente estudo indicam que o treinamento físico por natação provoca uma diminuição no componente simpático vascular e um desvio do balanço modulatório simpato-vagal cardíaco em direção a uma predominância parassimpática, o que poderia contribuir para uma atenuação da pressão arterial em ratas gestantes hipertensas.

Palavras chave: Treinamento físico, variabilidade cardiovascular, gestação, análise espectral.

ABSTRACT

The hypertensive disorders that affect women can cause serious complications in pregnancy, including carrying the fetus to death. Studies that value the physical activity in the liquid environment, and that board the effects of this type of training in countless variables of pregnant women. So, the present study has like objective to assess the effects of exercise training by swimming on arterial pressure (AP), arterial pressure (APV) and heart rate variabilities (HRV). Fourteen female rats SHRs with 240±02 days-old and weighing 230±12g were submitted or not to a swimming protocol during 09 weeks resulting in two experimental groups: pregnant hypertensive sedentary (PHS, n=07) and pregnant hypertensive trained (PHT, n=07) rats. At the end of the protocol, all the animals were anaesthetized by sodium pentobarbital (40 mg / kg i.p.) and cannulas (PE-10) were introduced into the femoral artery to directly record AP and heart rate (HR). After twenty-four hours, AP and HR were continuously recorded in baseline conditions during 30 minutes. Temporal series of systolic AP (SAP) and pulse interval (PI) were extracted of the AP sign and analysed through autoregressive spectral analysis. The baseline mean arterial pressure (MAP) in pregnancy hypertensive trained rats was significantly lower (107±4,0mmHg) when compared to pregnancy hypertensive sedentary rats (133±2,5mmHg, p=0,013). Regarding to APV, low frequency (LF) band of PHT group showed power spectral density values significantly lower than that observed in PHS (6,85±2,14 mmHg vs 16,57±3,15 mmHg; p<0,05). However, the high frequency band (HF) of the APV in trained group was significantly higher (7,69±0,55mmHg) regarding the sedentary group (4,69±0,47mmHg, p=0,006). We conclude that the data of this present study indicate that the exercise training for swimming

cause a reduction in sympathetic vascular component and a diversion of the modulated cardiac sympato-vagal balance towards a predominance parasympathetic, which might contribute to the reduction of arterial pressure in pregnancy hypertensive rats.

Key words: Exercise training, cardiovascular variability, gestation, power spectrum analysis.

INTRODUÇÃO

Desordens hipertensivas podem acometer aproximadamente 3% a 10% de todas as gestações (SAFTLAS et al., 1990). Estas desordens são uma das principais causas de morbi-mortalidade pré-natal mundial, por causa de complicações tais como pré-eclampsia, eclampsia, retardamento do crescimento fetal ou nascimento prematuro (BARRON et al., 1990). O diagnóstico de hipertensão crônica durante a gravidez se refere aos antecedentes de hipertensão e a persistência dos níveis tensóricos elevados durante a gestação (SOSA, 2000). Riscos maternos associados com hipertensão crônica incluem pré-eclampsia/eclampsia, pré-eclampsia sobreposta à hipertensão crônica, hipertensão gestacional, deterioração de função renal, acidentes cerebrovasculares e cardiovasculares, insuficiência cardíaca congestiva, hemorragia secundária e interrupção placentária. Estes eventos são vistos frequentemente em pacientes com graus mais severos de hipertensão (SIBAI e ANDERSON, 1986).

De acordo com o *American College of Obstetricians and Gynecologists* (2002), frente à ausência de complicações obstétricas, recomenda-se que a atividade física desenvolvida durante a gestação, tenha por características exercícios de intensidade regular e moderada, com o programa voltado para o período gestacional em que se encontra a mulher, com as atividades centradas nas condições de saúde da gestante, na experiência em praticar exercícios físicos e na demonstração de interesse e necessidade da mesma.

Na atualidade não há um modelo animal bem estabelecido para a maioria das desordens hipertensivas na gravidez, pois nenhuma espécie de laboratório desenvolve hipertensão espontaneamente durante gestação (AHOKAS et al., 1987).

O rato espontaneamente hipertenso (SHR) é extensivamente usado como um modelo animal para hipertensão crônica ou essencial, pois suas características hemodinâmicas e endócrinas comparam-se aos observados na hipertensão humana (YAMORI, 1994).

Segundo Tipton (1983), o exercício físico realizado de forma regular provoca melhoras em SHR fêmeas não grávidas, indicando que este modelo animal pode ser apropriado para estudos nos efeitos do exercício em grávidas com hipertensão crônica.

Entretanto, poucos estudos têm demonstrado os potenciais efeitos benéficos do exercício regular em SHR fêmeas grávidas.

O possível papel benéfico do treinamento físico no tratamento de pacientes grávidas hipertensas não foi experimentalmente determinado, provavelmente por várias razões. Primeiro, está bem estabelecido que a hipertensão durante a gravidez ameaça a vida do feto em desenvolvimento e, em situações extremas, a mãe. Obstetras têm prescrito repouso e às vezes medicamentos anti-hipertensivos para pacientes grávidas hipertensas, em uma tentativa de atenuar a pressão sanguínea para dentro de níveis normais. Poucos estudos têm sido conduzidos a respeito da prática do exercício físico em mulheres hipertensas grávidas (MORRIS et al., 1956). Um estudo epidemiológico que avaliou a relação entre atividade física materna e o desenvolvimento de hipertensão induzida pela gravidez demonstrou que o treinamento físico durante a primeira metade da gravidez reduz o risco de hipertensão induzida pela gravidez (RAURAMO e FORSS, 1988). Segundo, um modelo animal que desenvolva espontaneamente a hipertensão induzida pela gravidez não foi descrito.

Parati et. al. (2006), relata que variabilidade das mensurações cardiovasculares contém informações importantes sobre o controle autonômico da circulação. Quantificando estas flutuações durante o repouso provê informação sobre o regulamento cardiovascular sem requerer estímulos que podem interferir com os parâmetros medidos.

Variações cíclicas na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e da pressão arterial (VPA) são decorrentes dos impulsos parassimpáticos e simpáticos sobre o sistema cardiovascular (SAYERS, 1973). Além disso, o sistema nervoso central (SNC) tem um impacto essencial na VFC e VPA (HEDMAN et al., 1992). Fatores periféricos como volume corrente e frequência respiratória afetam a amplitude da VFC e VPA.

Um elegante estudo realizado por ENEROTH-GRIMFORS et. al. (1994), demonstrou-se que a variabilidade da banda de baixa frequência (BF) mantém-se inalterada no segundo trimestre de gravidez. Todavia, em uma pequena população VFC na faixa da banda de alta frequência (AF) tende também a ser menor no terceiro trimestre de gestação quando comparado com o estado não gestacional. Estas mudanças observadas refletem possivelmente uma diminuição do controle vagal sobre o coração (HAYANO et al., 1991).

O presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito do treinamento físico (TF) por natação sobre os parâmetros da FC, PA, VPA e na VFC em SHRs fêmeas gestantes.

DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

Amostras

Quatorze ratas SHR pareadas pela idade (240±02 dias) e pelo peso (230±12g) foram obtidas do biotério da disciplina de Fisiologia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e divididas em dois grupos de animais experimentais: hipertensas gestantes sedentárias (HGS, n=07) e hipertensas gestantes treinadas (HGT, n=07). Os animais foram mantidos em condições estáveis no biotério em caixas separadas e identificadas, onde tiveram livre acesso à água e ração. Todos os procedimentos experimentais empregados neste projeto estiveram de acordo com o *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals* publicado pelo the US National Institutes of Health (NIH publication No. 85-23, revised 1996).

PROTOCOLOS UTILIZADOS

Natação

Os animais do grupo treinado foram submetidos a sessões de treinamento físico por natação em uma frequência de cinco vezes por semana durante nove semanas consecutivas com um tempo de treinamento progressivo com início de 10 minutos na primeira semana e 120 minutos na última semana de treinamento. Este treinamento foi realizado em um tanque medindo 100cm x 50cm x 60cm, contendo água aquecida em 30ºC ± 1ºC a uma profundidade de 40cm, suficiente para evitar que os animais encostassem a cauda no fundo do mesmo. Em cada sessão de treinamento, seis ratas foram colocadas simultaneamente para nadar no mesmo tanque, evitando assim que os animais apenas flutuem o que pode ser evidenciado quando os animais são submetidos isoladamente à natação (TANNO, 2002). Os animais do grupo sedentário foram colocados no tanque de natação e permanecidos lá por um período de 30 segundos para efetivar o efeito do treinamento físico e não por uma possível alteração decorrente do estresse aquático.

Identificação da gestação

O estudo do ciclo estral de ratas permite conhecer a fisiologia reprodutiva específica desta espécie. Na rata o ciclo é dividido em proestro, estro, metaestro, e diestro, tendo a duração de quatro a seis dias. Em virtude do curto período de duração, constitui bom modelo para o estudo das alterações que ocorrem na fase reprodutiva destes animais, que ocorre quando a fêmea está no diestro, no qual introduzimos o rato macho na caixa de cada rata para que ocorresse o acasalamento (MARCONDES, 1996). A fase pode ser identificada através das células mais superficiais do epitélio vaginal. A duração da gestação é de 21 dias, ocorrendo nossa intervenção no vigésimo dia para a realização do estudo.

Análise da variabilidade cardiovascular

Ao término do protocolo de natação, todos os animais foram anestesiados com Pentobarbital Sódico (40 mg/kg *i.p.*) e cânulas (PE-10) foram introduzidas na artéria femoral para registro direto da PA e FC. Após 24 horas a cânula arterial foi ligada a um transdutor de PA e a um amplificador de sinais (Model 8805A, Hewlett-Packard, USA), o sinal convertido por placa anólogo-digital (com frequência de amostragem - 1000Hz) por um sistema computadorizado de aquisição de dados (Aqdados, Lynx Tec. Eletron. SA, São Paulo, Brasil) e posteriormente armazenados em computador. O animal permaneceu em ambiente tranquilo por um período de adaptação de 15 minutos e posteriormente a PA e FC foram

continuamente registradas em condições basais por 30 minutos. Os parâmetros de variabilidade cardiovascular coletados foram estimados no domínio do tempo pelo cálculo da variância e no domínio da frequência pelo cálculo das densidades espectrais nas bandas BF, AF e muito baixa frequência (MBF), empregando-se o algorítimo de análise espectral autoregressiva (PAGANI et al., 1986). A partir dos sinais de PA digitalmente adquiridos pelo sistema de aquisição de dados, séries temporais de PA sistólica (PAS), diastólica (PAD), média (PAM) e intervalo de pulso (IP) foram geradas por software.

Análise estatística

Todos os parâmetros foram expressos como média ± erro padrão da média (±epm). O efeito do treinamento físico sobre os diversos parâmetros medidos foi avaliado pelo teste "t" de student para medidas independentes ou de Mann-Whitney de acordo com presença ou não de normalidade de distribuição e/ou homogeneidade da variância, respectivamente, tanto no grupo treinado quanto no grupo sedentário. A diferença entre os parâmetros foi considerada significativa quando $p<0,05$.

DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

A figura 1A demonstra que o treinamento físico por natação não provocou alterações significativas nos parâmetros da FC entre os grupos HGS e HGT (401±27 bpm vs 372±15 bpm; respectivamente, p=0,074). Todavia, a PAM das ratas hipertensas gestantes treinadas foi significativamente menor (107±4,0 mmHg) quando comparadas com as ratas hipertensas gestantes sedentárias (133±2,5 mmHg, p=0,013), demonstrada na figura 1B.

Figura 1A. Valores médios (±epm) da frequência cardíaca em ratas HGS e HGT.

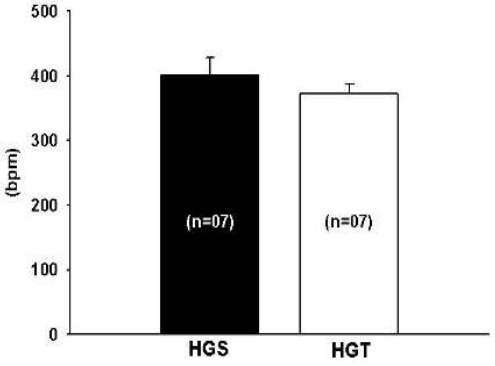
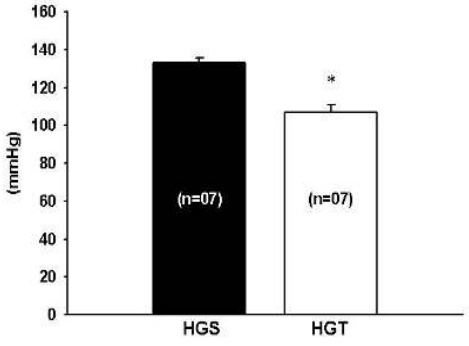


Figura 2A. Valores médios (±epm) da pressão arterial média em ratas HGS e HGT.



(*p=0,013)

HGS: ratas hipertensas gestantes sedentárias; HGT: ratas gestantes treinadas.

Nossos dados evidenciam que não ocorreram diferenças significativas entre os animais do grupo treinando quando comparados com os animais do grupo sedentário em relação às análises dos componentes espectrais das bandas BF e AF e da VFC.

Entretanto, quanto às análises dos componentes espectrais das bandas BF e AF e da variabilidade da pressão arterial diastólica (VPAD), na tabela 1 observa-se que o treinamento físico por natação provocou uma diminuição na pressão arterial diastólica (PAD) no grupo HGT (77,94±7,14 mmHg) em relação ao grupo HGS (108,45±0,58 mmHg; p=0,029). A tabela 1 também demonstra que o componente da banda de BF na VPAD sofreu uma atenuação no grupo de ratas que praticaram treinamento físico por nove semanas (6,99±0,75 mmHg) quando comparadas com o grupo de ratas sedentárias (11,92±1,16 mmHg; p=0,012), onde também pode ser evidenciada um aumento significativo no componente da banda de AF na VPAD no grupo HGT (6,33±0,23 mmHg) quando comparado com o grupo HGS (2,75±0,43 mmHg; p=0,001). A relação das bandas BF/AF apresenta-se significativamente atenuada no grupo treinado (1,10±0,11) em relação ao grupo sedentário (4,46±0,34; p=0,029).

A tabela 2 demonstra as análises dos componentes espectrais das bandas BF e AF e da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS), onde podemos observar que o treinamento físico por natação não provocou diferenças significativas nos valores basais da pressão arterial sistólica (PAS). Todavia, pode-se observar na tabela 2 uma diminuição significativa nos valores do componente espectral da banda de BF no grupo HGT (6,85±2,14 mmHg) em relação ao grupo HGS (16,57±3,15 mmHg; p=0,043). O componente espectral da banda AF sofreu um aumento significativo nas ratas hipertensas gestantes treinadas quando comparadas com as ratas hipertensas gestantes sedentárias, respectivamente (7,59±0,5 mmHg vs 4,69±0,47 mmHg; p=0,006), o que também pode ser evidenciado na relação das bandas BF/AF do grupo de ratas treinadas (0,97±0,37) e de ratas sedentárias (3,46±0,38; p=0,003) tabela 2.

Tabela 1. Valores médios (±epm) do componente espectral de BF e AF e da variabilidade da pressão arterial diastólica (VPAD) em ratas HGS e HGT.

	HGS (n=07)	**HGT (n=07)**
PAD	108,45 ± 0,58	77,94 ± 7,14 *
Variância (mmHg)	18,03 ± 3,05	22,00 ± 4,59
BF (mmHg)	11,92 ± 1,16	6,99 ± 0,75 *
BF (nu)	71,15 ± 2,13	71,86 ± 5,16
AF (mmHg)	2,75 ± 0,43	6,33 ± 0,23 *
AF (nu)	26,22 ± 2,21	26,87 ± 4,78
Relação BF / AF	4,46 ± 0,34	1,10 ± 0,11 *

HGS = ratas hipertensas gestantes sedentárias; HGT = ratas hipertensas gestantes treinadas; PAD = pressão arterial média; BF = baixa frequência, BF (nu) = baixa frequência normalizada; AF = alta frequência; AF (nu) = alta frequência normalizada (*p<0,05 vs HGS).

Tabela 2. Valores médios (±epm) do componente espectral de BF e AF e da variabilidade da pressão arterial sistólica (VPAS) em ratas HGS e HGT.

	HGS (n=07)	**HGT (n=07)**
PAS	189,34 ± 2,39	167,30 ± 10,48
Variância (mmHg)	32,06 ± 7,75	20,81 ± 3,52
BF (mmHg)	16,57 ± 3,15	6,85 ± 2,14 *
BF (nu)	53,75 ± 6,17	49,56 ± 7,94
AF (mmHg)	4,69 ± 0,47	7,69 ± 0,55 *
AF (nu)	45,03 ± 6,15	58,39 ± 8,09
Relação BF / AF	3,46 ± 0,38	0,97 ± 0,37 *

HGS = ratas hipertensas gestantes sedentárias; HGT = ratas hipertensas gestantes treinadas; PAS = pressão arterial média; BF = baixa frequência, BF (nu) = baixa frequência normalizada; AF = alta frequência; AF (nu) = alta frequência normalizada (*p<0,05 vs HGS).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O primeiro propósito do presente estudo foi de avaliar a influência do treinamento físico aeróbio por meio de um protocolo de natação nos níveis basais de FC e PA. Nossos resultados indicam que apesar de uma tendência a diminuição, não houve uma mudança significativa na FC basal com o

treinamento físico em ratas espontaneamente hipertensas gestantes. Provavelmente, este fato pode ter ocorrido por um número reduzido de ratas utilizadas nesse estudo.

Dados da literatura demonstram que tanto em animais experimentais como os SHR e como os seres humanos com hipertensão essencial, a bradicardia em repouso após treinamento físico, foi observada por alguns autores (HOFFMANN et al., 1987). e não observada por outros (TIPTON, 1999). Essa discrepância pode ser explicada pelos diferentes protocolos de treinamento físico os quais integram diferentes intensidades de exercício (NEGRÃO et al., 1992).

Em nosso presente estudo, demonstramos que o treinamento físico realizado de forma crônica ocasionou uma significativa redução nos níveis pressóricos de ratas espontaneamente hipertensas gestacionais comparadas com ratas sedentárias desta linhagem. Esses dados estão de acordo com relatos da literatura de que o treinamento físico leva à diminuição da pressão arterial de repouso, tanto em animais experimentais (BRUM et at., 2000) como em seres humanos portadores de hipertensão (FORJAZ et al., 2000).

O treinamento físico realizado em intensidade leve a moderada, correspondente a 55% do VO_2 de pico, atenuou a hipertensão arterial de ratos com hipertensão severa quando comparados a ratos sedentários e treinados em 85% do VO_2 de pico. O mecanismo hemodinâmico envolvido na atenuação da hipertensão nesses animais foi a redução do débito cardíaco associada à bradicardia de repouso (JUDY et al., 1995) e redução do tônus simpático cardíaco (GAVA et al., 1995).

Uma possível redução do tônus simpático vascular poderia também contribuir para a redução da PA em SHRs treinados. Esta hipótese pode ser evidenciada por nosso estudo, já que o grupo de ratas gestantes hipertensas treinadas apresentaram redução da modulação BF da variabilidade da PAS, um marcador sensível da modulação simpática vascular periférica (MALLIANI et al., 1991).

Menor variabilidade dos parâmetros cardiovasculares é indício de menor modulação autonômica para o coração e os vasos sanguíneos. Entretanto, a variabilidade total, é uma medida que não nos permite identificar padrões de variabilidade (MALLIANI et al., 1991). É sabido que a modulação tônica do sistema nervoso autônomo sobre o aparelho cardiovascular, imprime ritmos de variabilidade à PA e à FC. Assim, apesar de uma certa complexidade, e da falta de padronização metodológica, a análise espectral da VPA e VFC tem se mostrado uma ferramenta extremamente útil, para a quantificação da modulação simpática e parassimpática sobre o sistema cardiovascular (PAGANI et al., 1986).

A magnitude do componente de BF da pressão arterial dos animais hipertensos apresenta-se elevada, o que sugere um aumento da modulação simpática vascular (FAZAN Jr. et al., 2001). Esse componente oscilatório da PA corresponde às ondas de Mayer, situadas em torno de 0,4 Hz em ratos (CERUTTI et al., 1991). Essa interpretação é apoiada por achados de literatura onde o componente de BF é quase abolido após o bloqueio farmacológico agudo do simpático, ou pela simpatectomia química crônica (JAPUNDZIC et al., 1990). Os resultados de Fazan Jr., (2001) sugerem que a modulação simpática vascular está aumentada no hipertenso. Esses achados se assemelham aos de Bernardi et. al. (1997), os quais mostraram um aumento da vasomotricidade espontânea da microcirculação, devido a uma hiperfunção simpática em pacientes hipertensos.

Após o treinamento físico, fomos capazes de demonstrar em ratas gestantes SHR uma melhora no controle modulatório (aumento do componente de AF e diminuição do componente de BF da VPA), indicativos fortes de uma melhora da função autonômica após o treinamento físico.

Podemos concluir no presente estudo, ao avaliar a variabilidade cardiovascular em ratas gestantes espontaneamente hipertensas submetidas ao treinamento físico por natação demonstramos que as mesmas sofreram uma atenuação no componente simpático, o que pode estar contribuindo para a diminuição da pressão arterial em repouso.

REFERÊNCIAS

AHOKAS, R.A.; REYNOLDS, S.L.; ANDERSON, G.D.; LIPSHITZ, J. Uteroplacental blood flow in the hypertensive, term pregnant, spontaneously hypertensive rat. **American Journal of Obstetric Gynecologic, vol. 156 n. 4**, p. 1010-1015, 1987.

AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS. Diagnosis and management of preeclampsia and eclampsia. **American College of Obstetricians and Gynecologists, ACOG practice bulletin, vol. 33**, 2002.

BARRON, W.M.; MURPHY, M.B.; LINDHEIMER, M.D. Management of hypertension during pregnancy. In: LARAGH, G.H.; BRENNER, B.M. **Hypertension : Pathophysiology, Diagnosis and Management**. New York: Raven, 1990. p. 1809-1827.

BERNARDI, L.; HAYOZ, D.; WENZEL, R.; PASSINO, C.; CALCIATI, A.; WEBER, R.; NOLL, G. Synchronous and baroceptor-sensitive oscillations in skin microcirculation: evidence for central autonomic control. **American Journal of Physiology, vol. 273 n. 4**, p. 1867-1878, 1997.

BRUM, P.C.; Da SILVA, G.J.; MOREIRA, E.D.; IDA, F.; NEGRÃO, C.E.; KRIEGER, E.M. Exercise training increases baroreceptor gain sensitivity in normal and hypertensive rats. **Hypertension, vol. 36 n. 6**, p. 1018-1022, 2000.

CERUTTI, C.; GUSTIN, M.P.; PAULTRE, C.Z.; Lo, M.; JULIEN, C.; VINCENT, M.; SASSARD, J. Autonomic nervous system and cardiovascular variability in rats: a spectral analysis approach. **American Journal of Physiology, vol. 261 n. 30**, p. 1292-1299, 1991.

ENEROTH-GRIMFORS, E.; WESTGREN, M.; ERICSON, M.; IHRMAN-SANDAHL, C.; LINDBLAD, L.E. Autonomic cardiovascular control in normal and pre-eclamptic pregnancy. **Acta Obstretic Gynecologyc Scandinavian, vol. 73 n. 9**, p. 680-684, 1994.

FAZAN Jr, R.; DIAS DA SILVA, V.J.; SALGADO, H.C. Modelos de hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão, Vol. 8,** p. 19-29, 2001.

FORJAZ, C.L.; TINUCCI, T.; ORTEGA, K.C.; SANTAELLA, D.F.; MION Jr, D.; NEGRÃO, C.E. Factors affecting post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive humans. **Blood Pressure Monitoring, Vol. 5 n. 5-6,** p. 255-262, 2000.

GAVA, N.S.; VERAS-SILVA, A.S.; NEGRÃO, C.E.; KRIEGER, E.M. Low-intensity exercise training attenuates cardiac beta-adrenergic tone during exercise in spontaneously hypertensive rats. **Hypertension, vol. 26 n. 6**, p. 1129-1133, 1995.

HAYANO, J.; SAKAKIBARA, Y.; YAMADA, A.; YAMADA, M.; MUKAI, S.; FUJINAMI, T.;WATANABE, Y.; TAKATA, K. Accuracy of assessment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects. **American Journal of Cardiology, vol. 67 n. 2**, p. 199-204, 1991.

HEDMAN, A.E.; HARTIKAINEN, J.E.K.; TAHVANAINEN, K.U.O.; HAKUM', M.O.K. Power spectral analysis of heart rate and blood pressure variability in anaesthetized dogs. **Acta Physiology Scandinavian, vol. 146 n. 1**, p. 155-164, 1992.

HOFFMANN, P.; FRIBERG, P.; ELY, D.; THORÉN, P. Effect of spontaneous running on blood pressure, heart rate and cardiac dimensions in developing and established spontaneous hypertension in rats. **Acta Physiology Scandinavian, vol. 129 n. 4**, p. 535-542, 1987.

JAPUNDZIC, N.; GRICHOIS, M.L.; ZITOUN, P.; LAUDE, D.; ELGHOZI, J.L. Spectral analysis of blood pressure and heart rate in conscious rats: effects of autonomic blockers. **Journal Autonomic Nervous System, vol. 30 n. 2**, p. 91-100, 1990.

JUDY, W.V.; WATANABE, A.M.; HENRY, D.P.; BESCH JR, H.R.; MURPHY, W.R.; GAVA, N.S.; VÉRAS-SILVA, AS.; NEGRÃO, C.E.; KRIEGER, E.M. Low-intensity exercise training attenuates cardiac beta-adrenergic tone during exercise in spontaneously hypertensive rats. **Hypertension, vol. 26**, p. 1129-1133, 1995.

MALLIANI, A.; PAGANI, M.; LOMBRADI, F.; FURLAN, R.; GUZZETTI, S.; CERUTTI, S. Spectral analysis to assess increased sympathetic tone in arterial hypertension. **Hypertension, vol. 17 n. 4**, p. 36-42, 1991.

MARCONDES, F.K.; VANDERLEI, L.C.M.; LANZA, L.L.B.; SPADARI-BRATFISCH, R.C. Stress-induced subsensitivity to catecholamines depends on the estrous cycle. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, vol. 74 n. 6**, p. 663-669, 1996.

MORRIS, N.; OSBORN, S.R.; WRIGHT, H.P.; HART, A. Effective uterine blood flow during exercise in normal and pre-eclamptic pregnancies. **Lancet, vol. 2**, p. 481-484, 1956.

NEGRÃO, C.E.; MOREIRA, E.D.; SANTOS, M.C.; FARAH, V.M.; KRIEGER, E.M. Vagal function impairment after exercise training. **Journal Applied of Physiology, vol. 72 n. 5**, p. 1749-1753, 1992.

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

PARATI, G.; MANCIA, G.; DI RIENZO, M.; CASTIGLIONI, P. Counterpoint: Cardiovascular variability is/is not an index of autonomic control of circulation. **Journal Applied of Physiology, vol. 101 n. 2,** p. 676-681, 2006.

RAURAMO, I.; FORSS, M. Effect of exercise on placental blood flow in pregnancies complicated by hypertension, diabetes or intrahepatic cholestasis. **Acta Obstretic Gynecologyc Scandinavian, vol. 67 n. 1**, p. 15-20, 1988.

SAFTLAS, A.F.; OLSON, D.R.; FRANKS, L.; ATRASH, A.K.; POKRAS, R. Epidemiology of preeclampsia and eclampsia in the United States 1979-86. **American Journal of Obstetric Gynecologic, vol. 163 n. 2**, p. 460-465, 1990.

SAYERS, B.M. Analysis of heart rate variabilities. **Ergonomics, vol. 16 n. 1**, p. 17-32, 1973.

SIBAI, B.M.; ANDERSON, G.D. Pregnancy outcome of intensive therapy in severe hypertension in first trimester. **American Journal of Obstetric Gynecologic, vol. 67 n. 4,** p. 517-522, 1986.

SOSA, E.G. Transtornos hipertensivos durante el embarazo. **Revista cubana de obstetrícia y ginecología, v.26 n.2**, p. 99-114, 2000.

TANNO, A.P.; BIANCHI, F.J.; COSTA SAMPAIO MOURA, M.J.; MARCONDES F.K. Atrial supersensitivity to noradrenaline in stressed female rats. **Life Science, vol. 71 n. 25**, p. 2973-2981, 2002.

TIPTON, C.M.; MATTHES, R.D.; MARCUS, K.D.; ROWELTT, K.A.; LEININGER, J.R. Influences of exercise, intensity, age, and medication on resting systolic pressures of SHR populations. **Journal Applished Physiology, vol. 55 n. 4**, p. 1305-1310, 1983.

TIPTON, C.M Exercise training for treatment of hypertension: a review. **Clinical Journal Sports of Medicine, vol. 9 n. 2**, p. 104-118, 1999.

YAMORI, Y. Developmentof the spontaneously hypertensive rats (SHR) and of various spontaneous rat models and their implications. In: JONG, W. **Handbook of Hypertension: Experimental and Genetic Models of Hypertension**. New York: Elsevier, 1984. v.4, p.54-80.

[1] Departamento de Ciências Biológicas – UFTM
prof_octavio@hotmail.com
[2] UFTM – luizmono@netsite.com.br
[3] ADEFU – janapessato@hotmail.com.
[4] Departamento de Ciências Biológicas – UFTM – valdo@mednet.com.br