

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**UMA ÚNICA SESSÃO DE MAT PILATES NÃO REDUZ A PRESSÃO
ARTERIAL APÓS EXERCÍCIO EM MULHERES NA PÓS MENOPAUSA**

JAQUELINE PONTES BATISTA

UBERLÂNDIA

2016

JAQUELINE PONTES BATISTA

**UMA ÚNICA SESSÃO DE MAT PILATES NÃO REDUZ A PRESSÃO
ARTERIAL APÓS EXERCÍCIO EM MULHERES NA PÓS MENOPAUSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Orientador: Guilherme Morais Puga

UBERLÂNDIA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

B333u
2016 Batista, Jaqueline Pontes, 1990
 Uma Única sessão de mat pilates não reduz a pressão arterial após
 exercício em mulheres na pós menopausa / Jaqueline Pontes Batista. -
 2016.
 50 f. : il.

 Orientador: Guilherme Morais Puga.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.
 Inclui bibliografia.

 1. Ciências médicas - Teses. 2. Menopausa - Teses. 3. Pilates,
 Método - Teses. 4. Pressão arterial - Teses. I. Puga, Guilherme Morais.
 II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
 Ciências da Saúde. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Jaqueline Pontes Batista.

Uma única sessão de Mat Pilates não reduz a pressão arterial após exercício em mulheres na pós menopausa.

Presidente da banca (orientador): Prof. Dr. Guilherme Morais Puga

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Banca Examinadora

Titular: Prof. Dr. Fábio Lera Orsatti

Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Titular: Profa. Dra. Ana Paula Magalhães Resende

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

DEDICATÓRIA

A Deus pela oportunidade e a meus pais por toda a dedicação e abdicação em virtude da minha formação.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Guilherme Morais Puga, pela orientação, confiança e oportunidade cedida para realização deste trabalho. Muito obrigada!

Aos meus colegas do Laboratório de Fisiologia Cardiorespiratória e Metabólica pela parceria.

A todos os funcionários, professores e técnicos da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia por todo suporte oferecido.

Aos profissionais do Laboratório de Genética e Bioquímica pelo aprendizado e colaboração para elaboração desta pesquisa.

A todas as voluntárias que acreditaram na minha pesquisa e reservaram seu tempo para participar de toda intervenção.

Agradeço a minha família, em especial meus pais Roberto e Jane pela oportunidade, amor, dedicação e por lutarem dia a dia junto a mim em meus sonhos. Obrigada pela confiança. Aos meus irmãos Janaina e Juninho pelo afeto e apoio. A vocês a minha eterna gratidão.

Aos meus amigos, em especial aos da minha turma de graduação 69ª Turma de Educação Física UFU, a minha parceira de laboratório Larissa e as amigas antigas de Araxá e Uberlândia. Obrigada por se fazerem sempre presentes e por todo carinho e cuidado que tiveram comigo nesta jornada. O carinho de vocês foi fundamental pra esse percurso.

A todos que participaram e contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

*“A mente que se abre a uma
nova idéia jamais volta ao seu tamanho
original”.*

Albert Einstein

RESUMO

Introdução: O exercício físico pode proporcionar reduções na pressão arterial (PA) após sua execução, com valores abaixo dos níveis de repouso. Esta estratégia é importante no tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares (DCV) principalmente em mulheres após a menopausa, que possuem maiores incidência de DCV nessa fase da vida. Uma das explicações para redução da PA é a biodisponibilidade de substâncias como o óxido nítrico, um importante vasodilatador. O controle do sistema autonômico também é uma maneira de verificar a redução da PA pós exercício. Uma das maneiras utilizadas para controlar esta variável é em verificar as respostas da variabilidade da frequência cardíaca e também da concentração de Proteína Total. Estes atuam nas respostas do estresse autonômico e como biomarcador de intensidade respectivamente. No método Pilates, as respostas cardiovasculares ainda não estão bem esclarecidas, além disso, a procura por este tipo de exercício vem aumentando principalmente entre as mulheres na pós menopausa. **Objetivos:** verificar as respostas hemodinâmicas após exercício Pilates no solo em mulheres pós menopausadas normotensas. **Material e métodos:** Participaram 16 mulheres pós menopausadas normotensas ($55,3 \pm 6,9$ anos, $27,7 \pm 3,4$ Kg/m²), submetidas a quatro sessões experimentais de forma randomizada (sorteio) e cruzada: PILATES: 10 exercícios no solo durante 35 minutos entre 11 e 14 de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE); AERÓBIO: 35 minutos na esteira ergométrica entre 60% e 70% da frequência cardíaca de reserva; RESISTIDO: exercícios resistidos a 60 % de 1RM; CONTROLE: sem exercício físico. A PA (Omron – HEM-7200) foi avaliada em repouso e durante 60 minutos após a intervenção assim como a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (Polar® RS800CX). Foram coletadas amostras de saliva em repouso, imediatamente após, 30 e 60 minutos pós treino para análise da concentração de nitrito (NO₂⁻) e de proteínas totais na saliva (PT). **Resultados:** A área abaixo da curva da variação da PA após exercício foi reduzida ($p < 0,05$) nas sessões aeróbia e resistido, e não foi alterada no Pilates, em relação ao controle. Em relação à concentração de NO₂⁻ salivar, houve um aumento de sua concentração uma hora após o fim de todas as sessões e não ocorreu alteração na concentração de PT. A VFC também foi maior na sessão resistido em relação às demais sessões. Como esperado, observamos queda pressórica nas sessões aeróbia e resistido. **Conclusão:** Estes resultados indicam que a sessão Pilates não foi capaz de diminuir a pressão arterial após sua prática em mulheres na pós menopausa.

Palavras-chave: Hipotensão Pós Exercício, Pilates, Saliva, Menopausa

ABSTRACT

Background: Exercise can provide reductions in blood pressure (BP) after its execution, with values below resting levels. This strategy is important in the treatment and prevention of cardiovascular diseases (CVD), especially in postmenopausal women, who have a higher incidence of CVD in this phase of life. One of the explanations for BP reduction is the bioavailability of substances such as nitric oxide, which plays an important role as a vasodilator. Autonomic system control is also a way of verifying the reduction of BP post-exercise. One of the ways to control this variable is to verify the responses of heart rate variability and also Total Protein concentration. These act on autonomic stress responses and as intensity biomarker, respectively. In the Pilates method, cardiovascular responses are still not well understood, and the demand for this type of exercise has been increasing mainly among postmenopausal women. **Aim:** The aim of this study was to verify hemodynamic responses after Mat Pilates exercises. **Material and Methods:** The study counted on 16 participants, all normotensive postmenopausal women (55.3 ± 6.9 years, 27.7 ± 3.4 Kg/m²), who were submitted to four experimental sessions in random order and crossover design. These being, PILATES: ten floor exercises during 35 minutes, with a Rate of Perception of Exertion (RPE) between 11 and 14; AEROBIC: 35 minutes on the treadmill between 60 and 70% of heart rate reserve; RESISTANCE: resistance exercises at 60% of 1RM; CONTROL: no physical exercise. BP (Omron – HEM-7200) and heart rate variability (HRV) (Polar® RS800CX) were evaluated at rest and during 60 minutes after the intervention. Samples of saliva were collected at rest and immediately, 30 and 60 minutes after exercise for analysis of nitrite concentration (NO₂⁻) and total proteins (TP). **Results:** The area under the curve (AUC) of BP variation was used to compare all sessions. Systolic, diastolic and mean BPs AUCs were lower ($p < 0.05$) in both aerobic and resistance exercises sessions but not Pilates session comparing with control session NO₂⁻ concentrations in saliva were higher one hour after the end of all exercises sessions comparing with control session, which did not occur in the TP concentration. The HRV was higher after resistance session in relation to all other sessions. **Conclusion:** These results indicate that acute Mat Pilates session was not capable of decreasing arterial blood pressure after training.

Keywords: Post-exercise hypotension (PEH), Pilates, Saliva, Menopause

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Desenho experimental do estudo.....	40
Figura 2. Valores referentes à variação da pressão arterial sistólica - PAS (A) e sua respectiva área abaixo da curva – AUC (B). Valores referentes à variação da pressão arterial diastólica (C) e sua respectiva área abaixo da curva (D). Valores referentes à variação da pressão arterial média (E) e sua respectiva área abaixo da curva (F).....	41
Figura 3. Valores referentes à concentração de nitrito (A) nos pontos repouso (Rep), 30 minutos (30') e 60 minutos (60') após a realização dos exercícios e sua respectiva área abaixo da curva – AUC (B). Valores referentes à concentração de Proteínas Totais (C) e sua respectiva área abaixo da curva – AUC (D).....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores da variabilidade da frequência cardíaca (VFC)	43
Tabela 2. Variação da concentração salivar de Proteínas Totais	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

1RM One repetition maximum

AUC Area under the curve

BP Blood pressure

DBP Diastolic blood pressure

HF High frequency zone

HPE Hipotensão pós exercício

HR max Heart rate maximum

Hr rest Heart rate rest

HRR Heart rate reserve

HRV Heart rate variability

LF Low frequency zone

MAP Mean arterial pressure

MAPA Monitorização ambulatorial da pressão arterial

NO Óxido nítrico

NO Nitric oxide

NO₂⁻ Nitrite concentration

PEH Post-exercise hypotension

PGI₂ Prostaciclina

pNN50 The ratio between the number of times in which the difference between successive R-R intervals presented a duration higher than 50 ms in relation to the total number of R-R intervals

RMSSD The square root of the mean square differences of successive R-R intervals

RPE Rating of Perceived Exertion

SBP Systolic blood pressure

SDMNN The standard deviation of R-R intervals

TP Total proteins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Menopausa e exercício	15
2.2 Hipotensão pós exercício	16
2.3 Pilates e Menopausa	19
3 OBJETIVOS	22
4 ARTIGO	23
REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

A menopausa é caracterizada pela falência total da função ovariana em produzir hormônios esteróides e ovulação nas mulheres, acarretando em amenorréia permanente. Essa falha na produção hormonal acarreta diversas alterações físicas e metabólicas como o aumento da massa gorda, diminuição da massa óssea, alterações no perfil lipídico e acometimento de diversas doenças metabólicas bem como aumento na incidência de hipertensão arterial e outras doenças cardiovasculares (FREITAS, 2001; RECKELHOFF, 2001). O estrógeno desempenha função cardioprotetora no organismo das mulheres, portanto a deficiência deste hormônio no período após a menopausa está relacionada com aumento da incidência de doenças cardiovasculares, principalmente a hipertensão (COYLEWRIGHT et. al., 2008; ZANESCO et. al., 2009).

Devido a essas alterações endócrinas metabólicas na mulher nesse período, a reposição hormonal tem sido bastante utilizada para reduzir os sintomas associados a esse período, porém estudos recentes mostram que essa reposição pode não reduzir o risco de doenças cardiovasculares ou até mesmo aumentar a incidência de hipertensão arterial (SCUTERI, 2001; COYLEWRIGHT et. al., 2008; ZANESCO et. al., 2009). Sendo assim, estratégias alternativas e não medicamentosas faz-se necessário para o tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares, em especial no controle da pressão arterial para mulheres no período pós menopausa. Uma dessas alternativas é a prática de exercícios físicos que são capazes de reduzir os valores da pressão arterial de repouso de maneira crônica e de proporcionar reduções agudas da pressão arterial abaixo dos valores de repouso após sua realização. Essa redução aguda é denominada como hipotensão pós exercício (HPE) e tem uma importância clínica fundamental no tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares (MACDONALD, 2002; ANUNCIAÇÃO & POLITO, 2011; CORNELISSEN, 2013). Um dos possíveis mecanismos causadores da HPE é o aumento da liberação de substâncias vasodilatadoras, em especial o aumento da biodisponibilidade do óxido nítrico (NO) que melhora a disfunção endotelial decorrente do *shear stress* e ativação de proteínas sensíveis ao fluxo sanguíneo presentes nas células endoteliais. O NO está diretamente ligado a vasodilatação e, conseqüentemente, a melhora da função endotelial durante o exercício físico (GOTO et. al., 2007).

A hipotensão pós exercício pode ocorrer em exercícios aeróbios, resistidos ou combinados (MACDONALD, 2002; ANUNCIAÇÃO & POLITO, 2011; CORNELISSEN, 2013) e em mulheres pós menopausada, essa redução da pressão arterial vem sendo estudada

em diferentes tipos de exercícios (COYLEWRIGHT, 2008). Uma modalidade bastante praticada recentemente, porém ainda pouco estudado é o método Pilates. Esse método é composto por um programa completo de condicionamento físico e mental, uma técnica dinâmica que visa trabalhar força, alongamento, flexibilidade e equilíbrio, preocupando-se em manter as curvaturas fisiológicas do corpo. Para prática destes exercícios de baixo impacto recomendam-se seis princípios imprescindíveis: concentração, controle, precisão, fluidez do movimento, respiração e utilização do centro de força (MARINDA et. al., 2013). O Pilates foi proposto por Joseph Pilates e Miller (PILATES, 1998), e apesar desses autores afirmarem que os exercícios do método são capazes de fornecer melhorias no sistema cardiovascular, poucos são os estudos que demonstram esses benefícios, principalmente nas respostas hemodinâmicas em mulheres pós menopausadas (MARINDA et. al., 2013; MENESES et. al., 2015). Pelo crescimento da prática clínica do método e a falta de evidências científicas sobre o Pilates principalmente nas respostas hemodinâmicas, que é necessário a investigação dessas respostas no método em mulheres pós menopausadas, população a qual vem procurando bastante a prática do Pilates como sua forma de exercício.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Menopausa e exercício

O período do climatério representa o período de transição fisiológica da fase reprodutiva para não reprodutiva da mulher. Dentro desse período encontra-se a menopausa que é quando há falência parcial da função ovariana em ovular e produzir hormônios esteróides seguido de amenorréia de no mínimo 12 meses. Todo período após esse evento é denominado de pós menopausa (HURD, 1998; FREITAS et. al., 2001; RECKELHOFF, 2001). Muitas são as mudanças decorrentes do declínio dos níveis de estrogênios, dentre as quais se destacam alterações no perfil lipídico (OLIVEIRA, 2005; ESHTIAGHI, 2012) que potencializa o aumento da adiposidade central e o desenvolvimento da obesidade, que é considerada um fator de risco cardiovascular independente (ORSATTI, 2008).

O estrogênio apresenta importante função no controle cardiovascular através da modulação da função endotelial (WASSERTHEIL-SMOLLER et. al., 2000) elevando a produção de óxido nítrico através de receptores específicos no endotélio vascular (CARDOSO JR et. al., 2007; ZANESCO & ZAROS, 2009) e de prostaciclina (PGI₂), que são substâncias vasodilatadoras dependentes do endotélio. Além disso, parece que os estrógenos podem modular negativamente a síntese de endotelina, que é um potente vasoconstritor (FREITAS

et. al., 2001). Acredita-se que a falta desse hormônio tenha mudado a prevalência de hipertensão arterial entre os gêneros. Observa-se que as mulheres, até a menopausa, apresentam menores índices de hipertensão arterial e doenças relacionadas ao coração do que o sexo masculino e após esse período as mulheres passam a ter uma prevalência igual a dos homens (ZANESCO & ZAROS, 2009). Além da falta do estrógeno, acredita-se que isso ocorra devido à alteração do perfil lipídico, ao ganho de peso e ao sedentarismo em mulheres pós menopausadas com relação às mulheres pré menopausadas (COYLEWRIGHT et. al., 2008). Apesar disso, a reposição hormonal em mulheres após a menopausa quando utilizados para redução de valores pressóricos arteriais e na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares mostrou-se ineficaz (SCUTERI, 2001). Sendo assim, métodos alternativos de prevenção e tratamento das doenças cardiovasculares, principalmente da hipertensão arterial, faz-se relevante para essa população.

A prática regular de exercícios físicos é considerada medida terapêutica e preventiva ao desenvolvimento de fatores de risco cardiovasculares, contribuindo para a prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis, bem como para a redução do risco de morte prematura (CHAGAS, 2015). Através do exercício as mulheres pós menopausadas conseguem reverter quadros clínicos relevantes nesta faixa etária como o aumento do acúmulo de gordura, que pode acarretar a alteração no perfil lipídico, além de reduzir os sintomas climatéricos e melhorar a qualidade de vida dessas mulheres. Nesta perspectiva, além desses benefícios para esta população, o exercício físico vem sendo investigado como forma preventiva de diversas doenças crônicas e em diferentes tipos de intervenções (ZANESCO & ZAROS, 2009). Há estudos sobre efeito protetor dos exercícios aeróbio e resistido praticado regularmente, contínuo ou intermitente, sobre o sistema cardiovascular em mulheres pós menopausadas, porém pouco se sabe sobre os efeitos nas respostas hemodinâmicas nessas mulheres com o método Pilates (COYLEWRIGHT, 2008).

2.2. Hipotensão pós exercício

O exercício físico vem sendo uma estratégia não medicamentosa importante na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, principalmente na regulação da pressão arterial. Os benefícios da prática de exercício físico podem ser observados tanto de forma crônica, decorrente do treinamento, quanto aguda, pois há uma redução da pressão arterial abaixo dos níveis iniciais de repouso apenas com uma sessão de exercício físico (FORJAZ et. al., 2000; MACDONALD, 2002; ANUNCIAÇÃO & POLITO, 2011). Tanto nos exercícios aeróbios quanto resistidos é observado redução dos valores de repouso da pressão arterial logo

após exercício, contribuindo no controle da pressão arterial, o que torna a hipotensão pós exercício um importante mecanismo para prevenção de doenças cardiovasculares.

Esse mecanismo de redução da pressão após realização de exercício físico pode ser verificado tanto em uma população normotensa e saudáveis quanto nos hipertensos, sendo mais evidentes em indivíduos hipertensos (MACDONALD, 2002; ANUNCIAÇÃO e POLITO, 2011). Isso devido ao fato de as normotensas já terem o nível basal da pressão arterial normal o que impede a magnitude da queda pressórica a níveis menores que os basais. Estudos demonstram que em pessoas normotensas a hipotensão pós exercício ocorre menos consistente e com menor magnitude que em indivíduos hipertensos. Isto pode ocorrer devido a mecanismos de compensação, tais como o barorreflexo, que são ativados em normotensos, e impedem que o grau de hipotensão pós exercício afete a tolerância ortostática (MACDONALD, 2002). Porém, apesar de ser menos evidente que em pacientes hipertensos, diversos estudos mostram a HPE em pacientes normotensos, e essa redução da pressão arterial tem um significado clínico muito importante, pois o exercício físico nessa população contribui para a prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares e de eventos cardiovasculares futuros tais como infarto do miocárdio e doença arterial encefálica (MACDONALD, 2002; ANUNCIAÇÃO & POLITO, 2011). Além disso, a prática de exercício físico em normotensos dentro da perspectiva de respostas hemodinâmicas funciona para que picos de pressão ao longo do dia sejam evitados, ou seja, além da possível redução pressórica, o exercício também pode prevenir que a pressão arterial aumente, evitando assim a hipertensão arterial e o mais importante que é a manutenção da pressão arterial em valores basais (MACDONALD, 2002; CHEN & BONHAN, 2010; ANUNCIAÇÃO & POLITO, 2011).

Duas variáveis que deve-se levar em consideração para modulação da hipotensão pós exercício parece ser intensidade e volume do exercício. Apesar de alguns estudos demonstrarem que a intensidade do esforço não influencia na resposta hipotensora pós-exercício (MACDONALD, 1999), outras pesquisas demonstraram que a intensidade do exercício pode influenciar na duração de tal resposta (POLITO et. al., 2003) assim como a magnitude ser dependente da duração do exercício (FORJAZ, 1998). A literatura mostra HPE com intensidades e durações diversas nos exercícios aeróbios e/ou resistidos em diferentes populações (COYLEWRIGHT, 2008; ANUNCIAÇÃO & POLITO, 2011) o que demonstra que tais modulações ainda são contraditórias. A redução da pressão arterial após exercício, principalmente no aeróbio, começa no primeiro minuto podendo estender-se por algumas horas após sua execução (BRONW et. al., 1994; MACDONALD et. al., 1999;

MACDONALD, 2002; ANUNCIAÇÃO & POLITO, 2011). A maioria dos estudos acabam verificando apenas as primeiras horas de hipotensão pós exercício devido à dificuldade mensurar e monitorar as atividades de vida diária dos indivíduos. Apesar disso, novas evidências vêm demonstrando que a redução da pressão arterial pode prolongar por até 24 horas após intervenção do exercício físico (MACDONALD, 2002; CORNELISSEN, 2013). Para tal mensuração, utiliza-se da monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA), uma técnica de análise já incorporada à prática clínica pela efetividade de prognósticos e tratamentos de doenças cardiovasculares (NOBRE, 1998) que nos possibilita visualizar as variações pressóricas durante 24 horas e nos períodos de sono e vigília. Em alguns estudos, verificamos a redução da pressão arterial pós exercício com magnitudes que perduram um período prolongado de 24 horas em sessões agudas (BRUM, 2004; MENESES, 2015; MORAIS, 2015).

Estudos para apurar os mecanismos que reduzem a pressão arterial após qualquer trabalho muscular para abaixo dos valores de repouso vem sendo realizados (MACDONALD, 2002; ANUNCIAÇÃO & POLITO, 2011; HALLIWILL et. al., 2013). A liberação de substâncias vasodilatadoras derivados do endotélio como óxido nítrico, por exemplo, é um dos mecanismos humorais que interferem no controle da pressão arterial após exercício, pois essas substâncias podem diminuir a resistência periférica por várias horas após exercício (HALLIWILL, 2001; MACDONALD, 2002; HALLIWILL, 2013). A formação de NO está ligada ao estímulo por substâncias agonistas como a acetilcolina, bradicinina, insulina, adenosina, dentre outras, e também pela força mecânica exercida pelo fluxo sanguíneo na parede dos vasos - chamada de *shear stress* ou força de cisalhamento (ZANESCO & ANTUNES, 2007; FRANCIS et. al., 2010). A ação vasodilatadora do NO através do exercício está bem descrito na literatura, porém sua ação na redução da pressão arterial ainda não está bem esclarecida. O aumento da biodisponibilidade de NO está sendo sugerido em alguns estudos pela suplementação de Larginina, seu precursor, agindo no aumento do fluxo sanguíneo e na diminuição da resistência periférica (GOKCE, 2004; BORGER, 2007; PUGA et. al., 2011).

Outros mecanismos importantes para a redução da pressão arterial após o exercício são os centrais, principalmente os envolvidos nos ajustes do barorreflexo e inibição da atividade simpática no sistema nervoso central (CHEN & BONHAN 2010; HALLIWILL et. al., 2013). Na função normal do barorreflexo, com o aumento da pressão arterial, os barorreceptores são ativados aumentando a atividade neuronal no núcleo do trato solitário que processa informações como a pressão nos vasos, a frequência cardíaca, a atividade cardíaca, a

composição química do sangue, entre outras. O aumento dessa atividade neuronal, por sua vez, aumenta a atividade neuronal gaba érgicos na medula ventral lateral caudal resultando na diminuição do disparo dos neurônios na medula rostral ventrolateral e diminuição da atividade do sistema nervoso simpático, que retorna a pressão arterial para o nível de controle normal. (CHEN & BONHAN, 2010). Além do controle barorreflexo, outros estudos especulam que o sistema serotoninérgico pode também contribuir para a redução da pressão arterial após o exercício físico, pois tanto a inibição dos receptores de vasopressina no sistema nervoso central, quanto à diminuição de serotonina cerebral, atenua a diminuição da pressão arterial após o exercício físico (CHEN & BONHAN 2010; HALLIWILL, 2013). Por todos esses mecanismos de regulação da pressão pós exercício e pela escassez de relação entre eles e de investigação em diferentes modalidades de exercício que se faz relevante o estudo das respostas hemodinâmicas em diferentes intervenções com exercício físico.

2.3. Pilates e Menopausa

O método Pilates foi criado por Joseph Pilates um estudioso em anatomia e praticante de yoga, ginástica artística, dança e artes marciais. O método surgiu como uma alternativa de reabilitação nos campos de guerra em meados da Primeira Guerra Mundial. A partir daí, toda sua metodologia foi incorporada e levada para os Estados Unidos da América onde Joseph montou seu primeiro estúdio (KLOUBEC, 2011). De acordo com o criador, o método é a total coordenação do corpo, mente e espírito para promoção do desenvolvimento uniforme do corpo (CRUZ-FERREIRA, 2011). É uma metodologia que trabalha em diferentes valências e de forma conjunta tais como força, flexibilidade, resistência e que para isso utiliza da contração a todo o momento dos músculos do core (PILATES, 1998). Nos dias atuais, o método do exercício Pilates pode ser desenvolvido tanto em solo quanto em aparelhos próprios do método desenvolvido por Joseph (LANGE, 2000).

O método tradicional engloba seis princípios básicos para execução de qualquer exercício, sendo eles: centralização, concentração, controle, precisão, fluidez e respiração (WELLS, 2012). A centralização é o princípio que visa o trabalho muscular do que é chamado de “*power house*”, que são os grupos musculares da região da caixa torácica e do assoalho pélvico. Toda esta região deve estar sendo trabalhada em todos os exercícios executados no Pilates (WELLS, 2012). A concentração é a atenção cognitiva necessária para a realização dos exercícios. O controle que é o princípio que rege o alinhamento postural necessário no movimento durante os exercícios. A precisão, que nada mais é que a acurácia da técnica do

exercício. A fluidez que é o princípio responsável pela transição suave dos movimentos dentro de uma determinada sequência de exercícios. Por último, a respiração que é o movimento do ar para dentro e para fora dos pulmões em coordenação com o exercício. Neste princípio vale ressaltar que este processo de coordenação combina-se a fase excêntrica do movimento com a inspiração e a concêntrica com a expiração visando uma maior contração dos músculos da região do “*power house*” (LATEY, 2002). Cabe salientar que todos estes seis princípios devem ser trabalhados de forma conjunta e harmoniosa. Outra ponderação importante é que enquanto exercício físico entende-se sua execução quanto à carga atribuída as tensões das molas quando executados nos aparelhos e ao peso corporal quando no solo e as repetições preconizadas em apenas dez em cada exercício, pois o criador acreditava que era número de repetições suficientes para um trabalho bem executado sem nenhuma perda nos seis princípios (PILATES, 1998).

Por partir desses princípios os primeiros praticantes de Pilates foram os dançarinos (LATEY, 2001) que necessitavam de um maior controle corporal. Porém, o método também ganhou forças na qualidade de reabilitação, o que se é trabalhado até hoje, principalmente em indivíduos com que sofrem de dores na coluna ou patologias mais graves na mesma. Isso devido ao seu foco na ativação dos músculos estabilizadores do tronco fazendo aumentar a força muscular desta região e com isso diminuindo a dor local (ANDERSON, 2000). O cenário atual da metodologia demonstra que não só da área de reabilitação o Pilates se insere. A sua extensão como alternativa de atividade física vem sendo utilizada em vários contextos e necessidades individualizadas (WELLS, 2012).

Diversos estudos vêm demonstrando a eficácia do método Pilates para tratamento e prevenção de dores na lombar (PATTI, 2015). Além disso, a relação de doenças respiratórias com método também tem sido objeto de estudo devido ao princípio da respiração incorporado no método (FRANCO, 2014; LOPES, 2014; JESUS, 2015). Outros autores verificaram o uso do método como melhora da mobilidade funcional, força muscular, flexibilidade, ganho de equilíbrio e qualidade de vida em idosos, que tem todas essas valências comprometidas (IREZ, 2011; HYUN, 2014; GEREMIA, 2015; OLIVEIRA, 2015). Além disso, analisar a mudança na composição corporal e perfil lipídico em intervenções com exercícios físicos é bastante comum e não seria diferente no Pilates. No estudo de Vaquero-Cristobal (2015) um programa de 16 semanas de Pilates no solo em mulheres adultas destreinadas foi capaz de melhorar o perfil antropométrico. Em crianças, Jago (2006) também conseguiu diminuir o percentual de gordura com 4 semanas de treinamento. Em um grupo mais específico como o de diabéticos tipo 1, 12 semanas de treino do método não foi capaz de proporcionar melhoras

no perfil lipídico de um grupo de crianças. (TUNAR, 2012). No estudo de Kim (2014), mulheres universitárias também não otimizou o perfil lipídico também não havendo melhoras no perfil inflamatório dessas voluntárias com 8 semanas de treino Pilates.

Quando analisamos as mulheres na pós menopausa verificamos alguns estudos que demonstram a eficácia do Pilates em diversos aspectos. Um grupo de mulheres pós menopausadas na Itália foi submetido ao programa de 12 semanas de treinamento de Pilates no solo, duas vezes na semana a fim de melhorar a força muscular, controle postural e composição corporal. Desses, apenas o aumento de força muscular de membro superior e abdominal foi encontrado (BERGAMIN, 2015). Em outro estudo, com duração de um ano de intervenção do método duas vezes semanais aplicados em mulheres pós menopausadas com osteoporose, encontrou-se melhora na qualidade de vida, mas sem melhoras na mobilidade funcional e prevenção de quedas (KUÇUKCAKIR, 2013). Já Angin (2015), encontrou melhoras na qualidade de vida, densidade mineral óssea, diminuindo a intensidade de dor no grupo de mulheres nessa fase do climatério estudada e com osteoporese. Cruz-Diaz (2016) investigou também mulheres na pós menopausa e dor na coluna e concluiu que a adição do Pilates parece ter um efeito mais prolongado no tratamento da dor crônica na coluna do que a fisioterapia sozinha. Analisando a caminhada nórdica e o Pilates, Hagner-Derengowska (2015) verificou que as duas intervenções tiveram efeito positivo para composição corporal, níveis de glicose e perfil lipídico em mulheres sobrepesos e obesas na pós menopausa.

O efeito do Pilates nas respostas cardiometabólicas foi visto no estudo de Marinda (2013) que submeteu mulheres acima de 60 anos a oito semanas de um programa de exercícios de Pilates no solo. Neste estudo, houve diminuição da pressão arterial sistólica e dos valores de glicose, sem alteração na pressão arterial diastólica, colesterol total e triglicérides. Meneses (2015) também analisou as respostas hemodinâmicas no Pilates e encontrou diminuição do duplo produto de repouso, pressão arterial sistólica, diastólica e média em repouso, 24 horas sono e vigília em mulheres entre 30 e 50 anos hipertensas. Apesar desses estudos repercutirem diversas variáveis dentro da parte corporal e metabólica, verificamos uma escassez quanto a estudos no sistema cardiovascular para o método Pilates. O método engloba diversos efeitos benéficos quanto à composição corporal, flexibilidade, força, melhora da qualidade de vida em mulheres na pós menopausa. Estudos em relação às respostas hemodinâmicas nesta população devem ser averiguados.

3. OBJETIVOS

Verificar se a pressão arterial reduz após a realização do exercício Mat Pilates em mulheres normotensas na pós menopausa.

Objetivos específicos

Comparar as respostas hemodinâmicas do Mat Pilates com os exercícios aeróbios e resistidos.

Verificar as respostas da concentração salivar de óxido nítrico após exercício Mat Pilates em mulheres normotensas na pós menopausa;

Verificar as respostas da variabilidade da frequência cardíaca após exercício Mat Pilates em mulheres normotensas na pós menopausa;

Verificar as respostas da concentração salivar de proteínas totais após exercício Mat Pilates em mulheres normotensas na pós menopausa.

4. ARTIGO

“The acute effect of Mat Pilates on hemodynamic responses after exercise in postmenopausal women”

ABSTRACT

The aim of this study was to verify hemodynamic responses after Mat Pilates exercises. The study counted on 16 participants, all normotensive postmenopausal women (55.3 ± 6.9 years, 27.7 ± 3.4 Kg/m²), who were submitted to four experimental sessions in random order and crossover design. These being, PILATES: ten floor exercises during 35 minutes, with a Rate of Perception of Exertion (RPE) between 11 and 14; AEROBIC: 35 minutes on the treadmill between 60 and 70% of heart rate reserve; RESISTANCE: resistance exercises at 60% of 1RM; CONTROL: no physical exercise. Blood pressure (BP) (Omron – HEM-7200) and heart rate variability (HRV) (Polar® RS800CX) were evaluated at rest and during 60 minutes after the intervention. Samples of saliva were collected at rest and immediately, 30 and 60 minutes after exercise for analysis of nitrite concentration (NO₂⁻) and total proteins (TP). The area under the curve (AUC) of BP was used to compare all sessions. Systolic, diastolic and mean BPs AUCs were lower ($p < 0.05$) in both aerobic and resistance exercises sessions but not Pilates session comparing with control session. NO₂⁻ concentrations in saliva were higher one hour after the end of all exercises sessions comparing with control session, which did not occur in the TP concentration. The HRV was higher after resistance session in relation to all other sessions. These results indicate that acute Mat Pilates session was not capable of decreasing arterial blood pressure after training.

Keywords: Post-exercise hypotension (PEH), Pilates, Saliva, Menopause

INTRODUCTION

It is estimated that physical inactivity is an independent risk factor for chronic diseases, as well as contributing in approximately 1.9 million deaths per year over the whole world (39). Highlighted among such are cardiovascular diseases, however, exercise beyond the regular can reduce systemic blood pressure levels (2), thus avoiding hypertension, which is considered one of the main factors related to morbidity risk and cardiovascular mortality (37).

When compared to the prevalence of arterial hypertension among the genres, one observes that women until menopause present less prevalence for arterial hypertension and related diseases than men (11). However, after menopause, this prevalence in women becomes higher than in men (40), which can be explained by the deficiency of Estrogens, alterations to the lipid profile, weight gain and levels of sedentary behaviour within this population (22).

Post exercise hypertension (PEH) has clinical importance in the prevention and treatment of these diseases (14). In normotensive individuals, besides avoid the pressure peaks that occur throughout the day, regulates the pressure, this phenomenon also prevents hypertension is developed (10). One of the mechanisms used for PEH is the bioavailability of nitric oxide (NO), which improves endothelial dysfunction that results from the increase in shear stress and the activation of proteins sensitive to blood flow present in endothelial cells (16). The presence of NO is directly linked to vasodilatation, and consequently, the improvement to the endothelial function during physical exercise (16). The concentration of this biomarker can be measured through saliva, thus allowing for the monitoring of alterations arising from physical exercise (1). The collection through salivate fluid is one of the simplest diagnostic methods, being safe and non-invasive in relation to blood sample collecting. Studies have already demonstrated that both NO salivate and sanguineous increase during exercise (33).

Hypotension after training can occur with aerobic, resistance exercises or their combination (2, 24). Even though aerobic exercises are the most practiced, the Pilates method has been indicated as an alternative to physical activity for women in post menopause, due to the beneficial effect related to the body composition of these women (15). The method is a complete programme of physical and mental conditioning, a dynamic technique that aims at working force, stretching, flexibility and balance, orientated toward maintaining good body posture (27, 34). Although Joseph Pilates and Miller (34) affirm that the exercises from the

method are capable of providing improvements to the cardiovascular system, few studies have demonstrated such benefits (25, 26). In normotensive women during the post menopause period, the cardiovascular responses still have not been studied after acute training of Mat Pilates floor exercises. Therefore, the proposal of this study was to check the acute hemodynamic responses after the performing Mat Pilates exercises in postmenopausal normotensive women.

METHODS

Experimental approach to the problem

The study consisted of the participation of four acute sessions, performed on alternate days in random order and in crossover form. The sessions consisted of resistance exercises, aerobic on treadmill, floor exercise with Mat Pilates, and a control session. All volunteer did not participate in any type of exercise program during experimental sessions (figure 1). All the sessions were instructed through professional trainers and enabled for each type of intervention.

FIGURE 1 HERE

Participants

16 women considered eligible with an age of 55.3 ± 6.9 years, 67.2 ± 9.1 Kg, 27.7 ± 3.4 Kg/m², normotensive according with Brazilian Hypertension Society (13) (systolic blood pressure at rest 111 ± 11 mmHg and diastolic pressure at rest 71 ± 8 mmHg), with 6.4 ± 5.4 years after menopause, characterized by amenorrhea of at least 12 months, and able to take part in physical exercise on treadmill, resistance (weight lifting) and floor exercises for Mat Pilates. The participants signed the Informed Consent form, and the study was sent to and approved by Local ethic committee of the Federal University of Uberlândia under the number 002095/2015. Excluded criteria were those women who were diabetic, hypertensive, that were under hormonal replacement therapy, dyslipidemic, smokers, that have been through treatment for cancer or who had any pathology that could impede the practice of physical activity.

Procedures

Initially, two weeks of familiarization were performed, with two days for adaptation on the treadmill, two days with weights divided into a session of recognition of the apparatus

and a session for evaluating the intensity of the resistance exercise through the maximum repetition test (1RM) according to Nieman (30). In addition, two explicative classes on the principles of Pilates were administered in order to become familiar with the method. Each training session was performed during 35 minutes and with a maximum of two volunteers per day. Arterial pressure and heart rate were measured before the exercise session with a 20-minute of rest, and immediately after the session every 15 minutes for one-hour period post training. In order to perform the measurements, the patients remained in a seated position in a calm and silent environment. BP were analyzed three times and the average of measures were used for analysis. From the arterial pressure measurements, the variation for arterial pressure was calculated through the subtraction of the analysed point by the arterial pressure at rest. During all these experimental sessions, saliva samples were collected before, immediately after, as well as 30 and 60 minutes after the end of exercise. In the control session, the same procedures were adopted with the difference of maintaining 35 minutes of sat rest instead of taking part in physical activity. In every session, the heart rate monitor was placed on the volunteer in order to measure variation in heart rate for the moments of rest, as well as exercise and the 60 minutes after each session.

Aerobic Exercise

Aerobic exercises were performed on the ergonomic treadmill (Moviment R250), starting with five minutes of warm up at a speed of 5.5 km/h and 1% of inclination, and another 30 minutes of exercise at an intensity between 60 and 70 % the heart rate reserve (HRR) estimated by the calculation of equation heart rate reserve (HRR): $HRR = \text{maximal HR} - \text{rest HR}$, followed by $HR \text{ during training} = (\text{percentage of target zone} \times \text{reserve HR}) + \text{basal HR}$ (20). The intensity of the exercise was imposed only on the increase of the treadmill inclination, remaining throughout the whole 30 minutes at a fixed speed of 5.5 km/h in accordance with the protocol by Puga et al. (36).

Resistance Exercises

The resistance exercises were composed of seven exercises on weight lifting apparatus and executed in circuit; Leg press 45°, bench press, peck deck, seated row, lat pull-down, squat on the Swiss ball and abdominals. Each exercise was performed during 45 seconds, lasting approximately 3 seconds of the complete phases (eccentric and concentric phases) totalling around 20 repetitions, for each resistance exercise.

The intensity of the resistance exercise was evaluated and prescribed based on the test of one-repetition-maximum (1RM). The exercise circuits were performed at 60% of 1 RM with a 45-second interval between the exercises and 2 minutes between circuits. In total three complete circuits were performed, giving a total of approximately 35 minutes of session with resistance exercises.

Mat Pilates Exercises

The session on Mat Pilates was performed with a duration of 35 minutes, where the first 5 minutes were warm up and in each exercise the execution of 10 repetitions was followed by 45 seconds of rest between one exercise and the other. To perform the exercise only floor mats, body weight and the force of gravity were employed as factors of resistance and the Rating of Perceived Exertion (RPE) of Borg (5) was employed for obtaining intensity parameters. The exercises were chosen from a selection of classic exercises as classified by the creator of the method Joseph Pilates (34). Among these are: *roll up (adapted to a lower hip angle range)*; *one leg circle*; *spine stretch*; *the saw*; *the swan dive*; *the shoulder bridge*; *the shoulder bridge with one leg*; *the hundred (adapting the isometrics of the movement in accordance with voluntary muscle strength up to ten deep breaths)*; *the swimming*; *push up*, all performed on the floor. The ten exercises on Mat Pilates were conducted in order that the RPE values remained between 11 and 14 on its scale.

During the sessions, the volunteers were instructed to breathe correctly without performing the Valsalva manoeuvre. Noteworthy here is that the Pilates method in addition to breathing, it is important to maintain body control during the execution of each exercise, as well as respect the limitation of each individual in executing the move, which were both instructed and monitored.

Monitoring Blood Pressure

In order to measure systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and heart rate, the automatic blood pressure monitor OMRON HEM – 7113 was used, which was properly calibrated and validated for these measurements. Across all measurements, blood pressure was checked three times, respecting one minute between measurements, while taking into consideration the final value as the average of these measurements. The measurements from arterial blood pressure were always measured in a seated position and preceded by five minutes of complete rest. Through the results from SBP and DBP, we also calculated the mean arterial pressure (MAP) for each volunteer.

Evaluation of Heart Rate Variability (HRV)

The HRV was monitored using the heart rate monitor (Polar® RS800CX). The R-R intervals were monitored (1000Hz) during fifteen minutes of rest before each BP measurement in a seated position, and considering the last five minutes of each evaluated point as in the BP reading. After taking the measurements, the data were transferred to the computer using the Polar Pro software trainer5® and exported to Excel files (Microsoft®). The analyses for HRV were performed using the programme Kubios HRV 2.2, and validated for this analysis by Tarvainen et al. (38). The data analysis was performed in two forms: 1 – in the time domain (RMSSD, SDMNN and pNN50); 2 – frequency domain (normalized high frequency zone – HF, normalized low frequency zone – LF).

Saliva Analysis

To perform saliva collection, the volunteer arrived at the laboratory adhering to a one hour fast and teeth brushed. Twenty-four hours before the sample collection, the volunteers did not perform any intense physical activity, and did not drink alcoholic or caffeinated beverages. For the unstimulated saliva collection (29), the patients performed a distilled water rinse immediately before the collection. The saliva was collected into plastic tubes (Falcon) of 15mL during two minutes, where 30 seconds were for the stimulation of accumulated saliva production and one and a half minutes spitting, the sample was maintained in ice immediately after the collection. The samples were centrifuged at a temperature of 4° C, at 3500rpm during fifteen minutes and then divided into two microtubes in aliquot parts of 1.5mL and stored at -80 ° C.

The total protein dose for the samples was performed in accordance with the Bradford protocol (6) adapted to the microplate. Added to each portion of the microplate were 5µL of saliva, 95 µL of deionized water and 200 µL of Bradford reagent. The whole process was performed in duplicate and with a 595nm reading at room temperature.

The salivary nitric oxide concentration was determined by the total nitrite dose by the Granger et al. (17) method. Use was made through the Griess colorimetric of a solution composed of N- (1-Naphthyl) ethylenediamine and sulfanilamide 0.1% to 1% phosphoric acid 2.5%, for measuring the nitrite sub-product. The nitrite dosing was performed on microplates with 50 µL of saliva. The doses were determined at 570nm on the microplate readers (Molecular Devices, Menlo Park, CA, USA). The nitrate content was calculated based on a

standard curve, constituted of NANO2 in concentrations of 400, 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 and 3.12 μM .

Statistical analysis

The detailed results are presented in mean \pm standard deviation, and all other results in mean \pm standard error. In order to verify the normality of the results the Shapiro-Wilk normality test was used. The area under the curve (AUC) was calculated using the trapezoidal method (integration), in order to evaluate the behaviour of the variables in relation to time; use was made of the software Graph Pad Prism version 4. When the variables were analysed in relation to time during the four sessions, the variance analysis ANOVA (two way) for repeated measurements was used, and when a difference between the variables was found, the post hoc Newman-Keuls test was applied. For the comparison of the AUC between the experimental sessions, the variance analysis ANOVA (one way) was applied for repeated measurements, and in case there arose a difference between the variables, the post hoc Newman-Keuls test was applied. All the analyses were performed using the statistical software version 10.0. The adopted level of significance was $p < 0.05$.

RESULTS

In the 1 RM test, the volunteers obtained an average load on Leg press 45°, bench press, lat pull-down, peck deck, seated row of 152 ± 20 ; 27 ± 5 ; 32 ± 5 ; 21 ± 6 ; 62 ± 10 kg respectively.

Figure 2 presents the variation of SBP and DBP and their respective areas under the curve (AUC) in relation to time. The two way ANOVA did not demonstrate any difference in the variation of arterial pressure in the Pilates sessions when compared to the other exercise sessions. In the aerobic sessions the variation of SBP was lower ($p < 0.05$) at the 15', 30', 45' and 60' marks (-5.6 ± 1.6 ; -3.7 ± 1.7 ; -1.9 ± 2.1 ; -1.5 ± 1.5 mmHg respectively), in relation to control for the same time marks (1.9 ± 1.2 ; 3.7 ± 1.7 ; 3.6 ± 1.3 ; 3.3 ± 1.7 mmHg). The variation of DBP on the 15' and 30' marks (-1.6 ± 1.1 ; -1.1 ± 1.1 mmHg respectively) were also lower ($p < 0.05$) when compared to control (2.17 ± 0.92 ; 3.69 ± 1.03 mmHg). Concerning the MAP the 15', 30' and 45' marks (-2.94 ± 1.10 ; -1.94 ± 1.06 ; -0.94 ± 1.36 mmHg respectively) were also lower ($p < 0.05$) when compared to the control day (2.17 ± 0.92 ; 3.69 ± 1.03 ; 3.02 ± 0.97 mmHg). For the resistance there was also lower blood pressure variation on the 15, 30' and 45' marks, in systolic pressure (-2.5 ± 2.2 ; -2.8 ± 2.2 ; -1.6 ± 2.0 mmHg) in relation to control. The variation for DBP was lower ($p < 0.05$) on the 15, 30' and

45' marks (-3.3 ± 2.0 ; -2.3 ± 1.7 ; -1.7 ± 1.2 mmHg) in relation to control (2.17 ± 0.92 ; 3.69 ± 1.03 ; 3.02 ± 0.97 mmHg) as with the variation of mean blood pressure (-3.04 ± 1.85 ; -2.46 ± 1.70 ; -1.65 ± 1.32 mmHg). When compared to the aerobic exercise on the 15', 30' and 60' marks for SBP there was a significant difference in relation to Pilates (1.0 ± 1.3 ; 2.2 ± 1.9 ; 2.9 ± 1.5 mmHg, respectively), as on the 15' mark (0.67 ± 0.93 mmHg) of MAP. For resistance there was significant difference on the 30' mark for systolic pressure, 15' mark (0.5 ± 0.9 mmHg) for diastolic pressure and 15' and 30' mark (0.67 ± 0.93 ; 1.19 ± 1.13 mmHg) for the mean pressure also in relation to Pilates. In the analysis for AUC of the BP delta, there was seen on SDP, DBP and MAP a lower AUC on aerobic day (-179 ± 78 , -41 ± 51 , -88 ± 53 mmHg.60min) and for resistance (-105 ± 106 , -107 ± 78 , -106 ± 79 mmHg.60min) in relation to control (161 ± 57 , 154 ± 42 , 157 ± 44 mmHg.60min). The results for AUC delta was also lower on aerobics in comparison to Pilates for SBP (72 ± 67 mmHg.60min) and MAP (53 ± 40 mmHg.60min).

FIGURE 2 HERE

The salivary concentrations of nitrite (NO_2^-) during the four experimental sessions over the rest periods (Rest), immediately 30' and 60' mark after the period of performing physical exercise as with the concentrations of total proteins (TP) are all represented in figure 3. There was a difference in the concentrations of NO_2^- at the 60' mark across all interventions: aerobic: (210.24 mM), resistance (223.84 mM) and Pilates (228.63 mM) when compared to the control session (145.74 mM). On the AUC of NO_2^- there was a difference in the Aerobic sessions (2414 ± 1151 mM.60min), Resistance (4677 ± 1366 mM.60min) and Pilates (4860 ± 1286 mM.60min) in relation to the control session (1723 ± 806 mM.60min). There was no difference in the AUC for the concentration of Total Protein.

FIGURE 3 HERE

Table 1 shows the values for HR over the four sessions. On SDNN at the 45' mark there was a difference in the control session in relation to rest. In the aerobics session there was a significant difference in the values of RMSSD, LF and HF at the 15' mark in relation to rest. In the resistance session, there was a difference in values of RMSSD and pNN50 at the 15' mark and LF, and HF across every time mark in relation to rest. However, for Pilates there was a difference only on SDNN at the 60' mark in relation to rest. When comparing the time marks between sessions we found significant differences on SDNN at the 15' and 45' marks for the aerobics and resistance sessions and on the RMSSD at the same time marks in

the aerobic session and at the 15' mark on resistance in relation to control sessions. At the 60' mark of Pilates, there was also a significant difference on SDNN in relation to control. In the resistance session, there was a difference in the LF and HF variables at rest in relation to control.

TABLE 1 HERE

Table 2 shows the values for the salivary concentration of Total Proteins (TP). The results for TP. The values of TP immediately after every session were significantly higher in relation to TP values at rest. In the TP variation, the resistance session was significantly higher in relation to the control session and Pilates.

TABLE 2 HERE

DISCUSSION

The results from the present study demonstrate that there did not occur a reduction in arterial pressure after a single session of Mat Pilates; however, as expected in the aerobic and resistance exercise session these reductions were noted. These responses occur even with the increase in NO_2^- concentrations, similar to that seen in the Pilates, aerobic, and resistance sessions in relation to the control session. The concentration of salivary TP was higher at the moment immediately after the exercise in relation to rest across every session, which indicates that there is effort expressed in every session. The TP variation was higher in the resistance session in relation to control sessions and Pilates, where it was perceived as being more intense than in the other sessions. By analysing the HRV, it was noted that there were greater alterations for the time domain, as well as for the frequency of the aerobic and resistance sessions at the 15' mark after the exercise. However, only in the resistance session did LF and HF remain higher during the whole 60' post exercise period, which followed the TP values indicating that this session was more intense than the other training sessions.

One of the explanations for the occurrence of PEH is based on the bioavailability of substances such as nitric oxide, which is an important hemodynamic and metabolic regulator. This substance, during physical exercise aids in physiological process mainly in the relaxation of smooth muscle (4). This relaxation can be hampered if there is a deficiency in the production or availability of NO, which characterizes an endothelial dysfunction that seems to be more common during old age (8). In order to get round this dysfunction, physical exercise has shown itself as being efficient, due to the regular increase of effort exercised by the blood

on the vascular wall. Consequently, there is an increase in perfusion that exercise imposes, which aids in the liberation of NO (18).

It is noteworthy that although PEH was not found in every session, the concentration of nitric oxide, represented here by salivary NO_2^- continued to increase after training, where it became most significant, after one hour, across every exercise in relation to control. In this manner, other mechanisms different to the bioavailability of nitric oxide, may also be involved with the reduction of arterial pressure after exercises in the aerobic and resistance sessions. It is possible that the fall in BP after exercise period analysis is due to the decrease in peripheral vascular resistance, which could also be related to thermoregulatory mechanisms, a reduction in sympathetic activity, baroreflex activity and reduced cardiac output, due mainly to the decrease in systolic volume (2, 14, 24).

Highlighted here is that our findings on hypotension post exercise for Mat Pilates referred to a single acute session and performed with a normotensive population. The baseline blood pressure was already normal and this prevents the magnitude of the pressure from dropping lower than baseline levels. Studies demonstrate that in normotensive individuals, PEH occurs in a less consistent manner, and with lower magnitude than in hypertensive individuals (24). This may occur due to compensation mechanisms, such as baroreflex, which are activated in normotensive individuals, and prevent the degree to which PEH affects orthostatic tolerance (24). Another important characteristic that should be highlighted concerns the BP values having increased over time during the control session through the influence of the circadian cycle (7).

The study of Marinda et al. (25) confirmed that systolic arterial pressure decreased from a chronic state without altering diastolic pressure in old women, when exposed to three sessions of floor training per week over 8 weeks. When the PEH was analysed in a prolonged fashion through ambulatory blood pressure monitoring in hypertensive women, the training over 16 weeks given on a twice-weekly basis, all reduced their values for SBP, DBP and MAP at rest, as well as over the 24-hour periods, sleep and wakefulness (26).

In the aerobic session, we noted the PEH for the values of SBP as well as for the DBP and MAP as being more prolonged on the SBP and reflected in their respective AUC. The drop in pressure after resistance training also occurred, where it was more evident in the DBP values. A number of studies have demonstrated this reduction in blood pressure readings taken from normotensive individuals, after a single session of exercise, being these either resistance or aerobic (2, 24). By analysing the difference between blood pressure readings obtained through the comparison of the Pilates session between aerobic and resistance, we

verified a higher AUC in the Pilates training, or be it, the temporal analysis for blood pressure was higher, in relation to both aerobics and resistance.

The Pilates method is defined as resistance where it involves integrated and controlled exercises, which give emphasis to respiration (25). In order to reach Pilates contrology, the isometric contractions are essential for activating, which is denominated in Pilates as, power centre (27). These specific characteristics of the method can be reflected in the hemodynamic responses obtained in this study, as in other studies that also investigate such responses in isometric exercises (3, 31).

Noteworthy here is that in our study the group of women that where submitted to the sessions were not trained in the Pilates method, which limited us when it came to exercises with greater amplitude of movement and even support the isometric contraction. Even with familiarization sought before the start of sessions, it did not seem to be efficient for an effective body consciousness, and this may have reflected in the intensity parameters delineated by RPE.

Even though some studies show that the effort intensity does not influence the post-exercise hypotension (23), other research has demonstrated that the intensity of the exercise can influence the duration of such a response (35), as well as in the magnitude being independent to the duration of the exercise (14). In our study, for the duration of the training as well as its intensity was moderated, since we verified a measurement for rate of perceived exertion between 11 and 14. On the other hand, the literature shows PEH with similar intensities and durations to those used in our study. However, with the aerobic and/or resistance exercises performed in different populations (2, 11).

In this study, to aid in the understanding of the obtained hemodynamic responses and intensity parameters, we analysed the autonomic behaviour through use of heart rate variability and the salivary concentration of total proteins. Different to NO, the salivary concentration of TP did not present significant alterations in the moments of post-exercise in none of the sessions. There are studies that show that the salivary concentration of the TP, of electrolytes levels (especially Na^+) and the activity of salivary alpha-amylase on saliva can be indirect markers of the intensity and stress caused by exercise similar to lactate concentration (9, 32). In addition, these concentrations seem to be directly related to autonomic balance and alterations to sympathetic and parasympathetic activity. Our results did not find this relationship at post-exercise moments over the different sessions, even with alterations in BP and on the HR indexes for the aerobic and resistance sessions. The variation for TP was higher immediately after the resistance session in relation to the control and Pilates sessions,

which demonstrated a higher increase in the salivary concentration of TP in this session. This corroborated the findings in the literature that demonstrate the correlation between the increase in the TP concentration and the increase in exercise intensity (32). In addition, this higher stress caused by the exercise may have reflected upon the higher autonomic post-exercise stress as demonstrated on the HR domains after the resistance sessions. Besides not demonstrating any significant difference in the TP concentration for the aerobic session there was a tendency ($p = 0.08$) of greater variance also for aerobics in relation to control and Pilates sessions.

Through an analysis of HR, one observes greater alterations for time domain as for frequency of aerobic and resistance sessions at the 15' after exercise mark. However, only in the resistance session, the LF and HF continually increase during the 60' post-exercise period. These responses can reflect in higher autonomic stress, demonstrated mainly in the resistance session (19). By analysing these values, we were able to verify the existence of a higher cardiovascular stress principally in the resistance, but also in the aerobic sessions through the increase in heart rate variation. This observation was made in the time domain variables as for frequency, which shows a predominance of sympathetic activation in these sessions different to those for Mat Pilates that did not demonstrate change in terms of behaviour in variability.

Besides the HPE having been found in only a few studies when applied to Pilates (25, 26), evidence to its benefits in terms of improvements to body composition (12, 28), lipid profile (21) have been demonstrated, which can be a means that chronically reflects on the control and reduction of BP.

Therefore, a single acute session of Mat Pilates was not capable of reducing post-exercise arterial blood pressure, different to aerobic and resistance sessions on healthy postmenopausal women. This response occurred even with the increase of bioavailability of NO being equal across every exercise, thus indicating another blood pressure regulating mechanism at work in aerobic and resistance exercises.

PRACTICAL APPLICATIONS

The referent study analysed the hemodynamic response after a Mat Pilates session in post menopause normotensive women and verified that this exercise was unable to reduce arterial blood pressure after participation. Different to Mat Pilates, aerobic (60 to 70% of FCR) and resistance (60% of 1 RM) exercises performed at moderate intensities promote a reduction in systolic and diastolic pressure, in this manner, these modalities can bring greater benefits than Mat Pilates in the hemodynamic associated with this population.

REFERENCE

1. Akimoto, T, Kumai, Y, Akama, T, Hayashi, E, Murakami, H, Soma, R, Kono, I. Effects of 12 months of exercise training on salivary secretory IgA levels in aged subjects. *Br J Sports Med* 37(1): 76-9, 2003.
2. Anunciação, PG, Polito, MD. Hypotension after resistance exercise: a literature review. *Arq Bras Cardiol* 96(5): 100-109, 2011.
3. Araújo, CGS, Duarte, CV, Gonçalves, FA, Medeiros, HBO, Lemos, FA, Gouvêa, AL. Hemodynamic responses to an isometric handgrip training protocol. *Arq Bras Cardiol* 97(5): 413-419 2011.
4. Bogdan, C. Nitric oxide and the immune response. *Nat Immunol* 2(10): 907-16, 2001.
5. Borg, GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise* 14(5): 377-381, 1982.
6. Bradford, MM. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem* 72: 248-254, 1976.
7. Brito, LC, Rezende, RA, Silva, ND, Tinucci, T, Casarini, DE, Neto, JC, Forjaz, CLM. Post-Exercise Hypotension and Its Mechanisms Differ after Morning and Evening Exercise: A Randomized Crossover Study. *Plos One* 10(7), 2015.
8. Cai, H, Harrison, DG. Endothelial dysfunction in cardiovascular diseases: the role of oxidant stress. *Cir Res* 87: 840-844, 2000.
9. Chicharro, JL, Lucia, A, Perez, M, Vaquero, AF, Urena, R. Saliva composition and exercise. *Sports Med* 26(1): 17-27, 1998.
10. Cornelissen, VA, Smart, NA. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Am Heart Assoc* 2, 2013.
11. Coylewright, M, Reckelhoff, JF, Ouyang, P. Menopause and hypertension: an age-old debate. *Hypertension* 51(4): 952-9, 2008.
12. Cristobal, RV, Alacid, F, Ros, FE, Muyor, JM, Minarro, PAL. Efectos de un programa de 16 semanas de Pilates mat sobre las variables antropométricas y la composición corporal em

mujeres adultas activas tras un corto proceso de desentrenamiento. *Nutr Hosp* 31(4): 1738-1747, 2015.

13. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão VI, *Arq Bras Cardiol* 95(1): 1-51, 2016.

14. Forjaz, CLM, Santaella, DF, Rezende, LO, Barretto, ACP, Negrão, CE. Exercise Duration Determines the Magnitude and Duration of Post-Exercise Hypotension. *Arq Bras Cardiol* 70 (2): 99-104, 1998.

15. Fourie, M, Gildenhuis, GM, Shaw, I, Shaw, BS, Toriola, AL, Goon, DT. Effects of a mat Pilates programme on body composition in elderly women. *West Indian Med J* 62(6): 524-8, 2013.

16. Goto, C, Nishioka, K, Umemura, T, et al. Acute moderate-intensity exercise induces vasodilation through an increase in nitric oxide bioavailability in humans. *Am J Hypertens* 20: 825-830, 2007.

17. Granger, DL, Taintor, RR, Boockvar, KS, Hibbs, JBJ. Determination of nitrate and nitrite in biological samples using bacterial nitrite reductase coupled with the Griess reaction. *Methods: A Comp Meth Enz* 7: 78-83, 1995.

18. Green, DJ, Maiorana, A, O'Driscoll, G, Taylor, R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in human. *J Physiol* 15(561): 1-25, 2004.

19. Heffernan, KS, Kelly, EE, Collier, SR, Fernhall, B. Cardiac Autonomic modulation during recovery from acute endurance versus resistance exercise. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* 13(1): 80-86, 2006.

20. Karvonen, M, Kentala, K, Mustajoki, O. The effect of training on heart rate. A longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 35: 307-315, 1957.

21. Kim, HJ, Kim, J, Kim, CS. The effects of pilates exercise on lipid metabolism and inflammatory cytokines mRNA expression in female undergraduates. *J Exerc Nutr Biochem* 18(3): 267-275, 2014.

22. Maas, AHM, Franke, HR. Women's health in menopause with a focus on hypertension. *Netherlands Heart Journal* 17(2), 2009.

23. MacDonald, JR, MacDougall, JD, Hogben, CD. The effects of exercise intensity on post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension* 13: 527-531, 1999.
24. MacDonald, JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension* 16: 225-236, 2002.
25. Marinda, F, Magda, G, Ina, S, Brandon, S, Abel, T, Goon, DT. Effects of a mat pilates program on cardiometabolic parameters in elderly women. *Pak J Med Sci* 9(2), 2013.
26. Meneses, DTM, Antunes, HKM, Oliveira, NRC, Medeiros, A Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using anti hypertensive medications. *International Journal of Cardiology* 179: 262-268, 2015.
27. Miranda, LB, Moraes, PDC. Changes in the body composition and flexibility levels of Pilates Method performers. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício* 3(13): 16-21, 2009.
28. Montero, PJR, Rodriguez, AC, Mikalacki, M, Nebojsa, C, Korovljiev, D. 24-weeks Pilates-aerobic and educative training to improve body fat mass in elderly Serbian women. *Clinical Interventions in Aging* 9, 2014.
29. Navazesh, M. Methods for collecting saliva. *Annals of the New York Academy of Sciences* 694: 72-77, 1993.
30. Nieman, D.C. Exercise testing and prescription. A health related approach. *New York: McGraw-Hill*, 2002.
31. Olher, RRV, Bocalini, DS, Bacurau, RF, Rodriguez, D, Figueira, AJ, Pontes, FLJ, Navarro, F, Simões, HG, Araújo, RN, Moraes, MR. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. *Clinical Interventions in Aging, Macclesfield* 8: 649-655, 2013.
32. Oliveira, VN, Bortolini, MJ, Reis, IT, Lamounier, RPMS, Espindola, FS. Salivary Biomarkers for evaluation of anaerobic threshold. *Fitness Perform J* 4(2): 85-89, 2005.
33. Panossian, AG, Oganessian, AS, Ambarstsumian, M, Gabrielian, ES, Wagner, H, Wikman, G. Effects of heavy physical exercise and adaptogens on nitric oxide content in human saliva. *Phytomedicine* 6(1): 17-26, 1999.

34. Pilates, JH, Miller, WJ. Return to life through controllogy. *Presentation Dynamics* 2, 1998.
35. Polito, MD, Simão, R, Senna, GW, Farinatti, PTV. Efeito hipotensivo do exercício de força realizado em intensidades diferentes e mesmo volume de trabalho. *Rev Bras Med Esporte* 9(2), 2003.
36. Puga, GM, Campbell, CSG, Nakamura, FY, Kokubun, E, Simões, HG. Aerobic Fitness Evaluation during Walking Tests Identifies the Maximal Lactate Steady State. *The Scientific World Journal* 26: 52-57, 2012.
37. Sociedade brasileira de cardiologia. VI. Diretrizes de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol* 95:1-51; 2010.
38. Tarvainen, MP, Niskanen, JP, Lipponen, JA, Ranta-Aho, PO, Karjalainen, PA. Kubioshrv – a software for advanced heart rate variability analysis. *Ifmbe proceedings* 22: 1022–1025, 2008.
39. World health organization (2003). WHO Global strategy on diet, physical activity and health: *World Health Organization* 2003.
40. Zanesco, A, Zaros, PR. Exercício Físico e menopausa. *Rev Bras Ginecol Obstet* 31(5): 254-61, 2009.

ACKNOWLEDGEMENTS

We appreciate the collaboration of Genetic and Biochemistry Institute Federal University of Uberlândia we helped as the biochemical analysis and laboratory technicians of the Faculty of Physical Education, Federal University of Uberlândia. This work was funded by the Foundation for Research of the State of Minas Gerais - FAPEMIG (APQ-00750-14) and National Council for Scientific and Technological Development - CNPq (456443 / 2014-2) / CNPq (794078/2013).

Figure legends:

Figure 1: Experimental design

Figure 2. Values of the variation in systolic blood pressure - SBP (A) and its respective area under the curve - AUC (B). Values of the variation in diastolic blood pressure (C) and its respective area under the curve (D). Values of the variation in mean arterial pressure (E) and its respective area under the curve (F) * $p < 0.05$ in Aerobic session compared to control.; # $P < 0.05$ in Resistance session compared to control; \$ $P < 0.05$ in relation to Pilates session Aerobic; £ $p < 0.05$ in Pilates session in relation to Resistance.

Figure 3. Values for the concentration of nitrite (A) in the rest points (Rep), 30 minutes (30 ') and 60 minutes (60') after the exercises and their respective area under the curve - AUC (B). Amounts related to the concentration of Total Protein (C) and its respective area under the curve - AUC (D) * $p < 0.05$ in Aerobic compared to control.; # $P < 0.05$ in Resistance compared to control; & $P < 0.05$ Pilates compared to control; § $p < 0.05$ relative control.

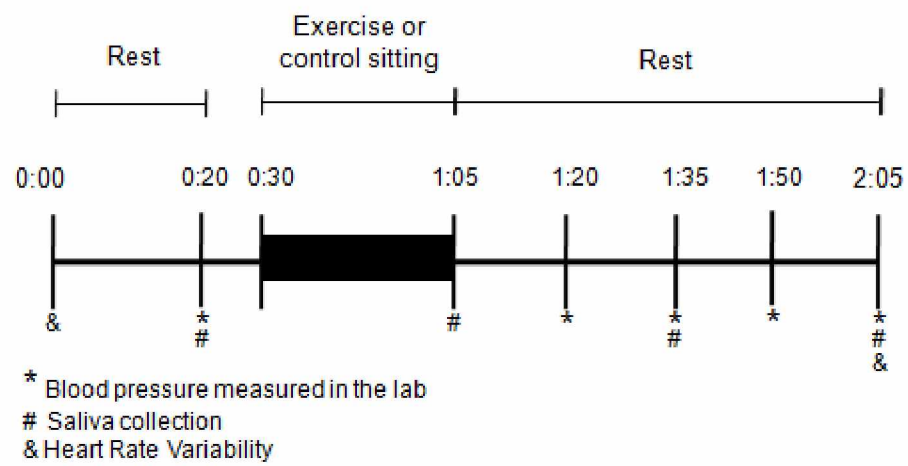
FIGURE 1:

FIGURE 2:

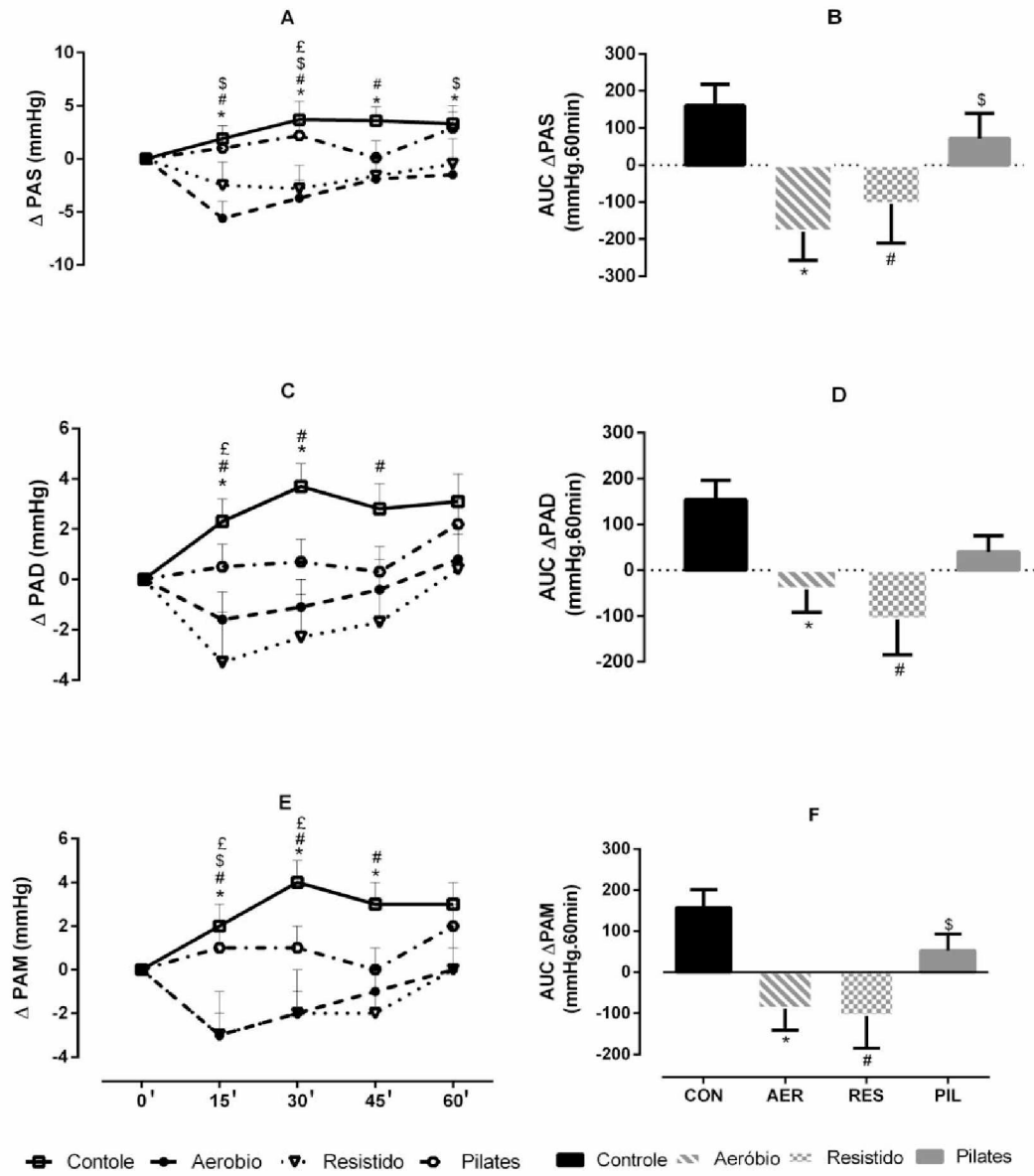


FIGURE 3:

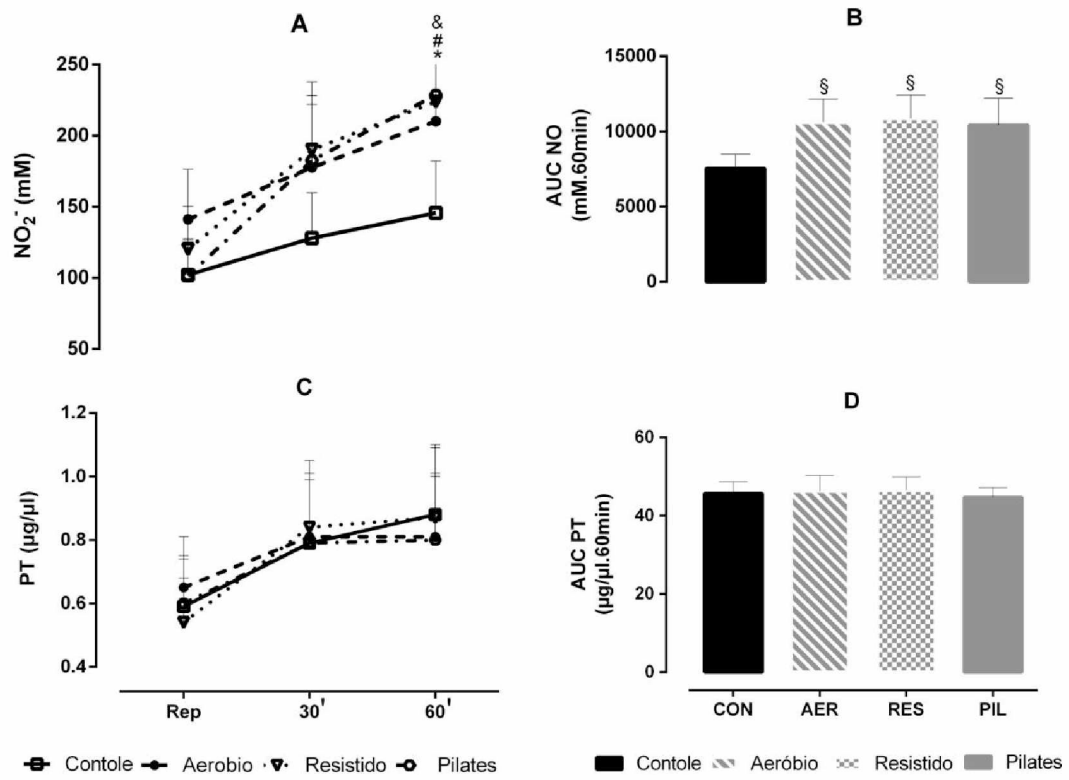


TABLE 1:**Table 1. Values of heart rate variability (HRV)**

		Rest	15'	30'	45'	60'
Control	SDNN	27,3 ± 4,0	32,0 ± 3,6	32,3 ± 2,8	37,0 ± 3,7 *	24,1 ± 2,6
	RMSSD	21,3 ± 3,5	24,1 ± 3,3	24,1 ± 2,6	27,7 ± 3,3	26,6 ± 3,9
	pNN50	5,7 ± 2,5	5,8 ± 2,0	6,1 ± 1,8	7,8 ± 2,4	7,7 ± 2,9
	LF	77,5 ± 3,3	73,6 ± 2,9	77,5 ± 2,5	76,8 ± 3,4	75,9 ± 2,6
	HF	22,5 ± 3,3	26,4 ± 2,9	22,5 ± 2,5	23,2 ± 3,4	24,1 ± 2,6
Aerobic	SDNN	24,4 ± 3,0	19,3 ± 2,2 #	25,2 ± 2,6	28,7 ± 3,3 #	29,0 ± 2,9
	RMSSD	21,5 ± 3,9	11,2 ± 1,8 *#	17,3 ± 2,4	19,5 ± 3,0#	22,2 ± 3,9
	pNN50	6,5 ± 3,2	0,6 ± 0,3	2,5 ± 1,0	4,1 ± 1,5	4,9 ± 2,0
	LF	68,1 ± 4,2	86,5 ± 2,0 *	80,9 ± 2,8	79,7 ± 3,8	76,1 ± 4,3
	HF	31,9 ± 4,2	13,5 ± 2,0 *	19,1 ± 2,8	20,3 ± 3,8	23,9 ± 4,3
Resistance	SDNN	26,5 ± 3,4	20,4 ± 2,2 #	24,9 ± 2,6	28,5 ± 2,5 #	30,8 ± 3,5
	RMSSD	24,2 ± 4,0	14,0 ± 1,9 *#	18,0 ± 2,0	22,7 ± 2,6	23,8 ± 3,1
	pNN50	7,8 ± 3,1	1,1 ± 0,4 *	2,8 ± 1,2	4,1 ± 1,1	6,3 ± 2,2
	LF	59,7 ± 4,2 #	83,4 ± 2,3 *	77,6 ± 3,0 *	77,3 ± 2,4 *	77,3 ± 2,5 *
	HF	40,3 ± 4,2 #	16,6 ± 2,3 *	22,4 ± 3,0 *	22,7 ± 2,4 *	22,7 ± 2,5 *
Pilates	SDNN	27,5 ± 3,2	32,0 ± 3,4	33,4 ± 3,2	33,6 ± 3,1	36,1 ± 3,5 *#
	RMSSD	23,5 ± 3,7	22,3 ± 2,7	26,2 ± 3,2	25,9 ± 3,1	29,2 ± 3,8
	pNN50	7,0 ± 2,8	4,8 ± 1,6	5,5 ± 1,5	6,3 ± 1,8	8,9 ± 2,6
	LF	72,0 ± 3,1	79,0 ± 3,2	80,5 ± 2,6	76,8 ± 3,6	75,9 ± 2,7
	HF	28,0 ± 3,1	21,0 ± 3,2	19,5 ± 2,6	23,2 ± 3,6	24,1 ± 2,7

Values of heart rate variability in the time domain (RMSSD, SDNN and pNN50); and the frequency domain (area normalized high frequency -HF, area normalized low frequency - LF) at times of rest, 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes and 60 minutes after each session. * p <0.05 compared to rest; # p <0.05 compared to control.

TABLE 2:

Table 2 - Changes in salivary concentration of Total Protein.

(µg/µl)	PT repouso	PT imediatamente após	ΔPT
Control	0,59 ± 0,15	0,80 ± 0,20*	0,22 ± 0,05
Aerobic	0,65 ± 0,16	0,97 ± 0,24*	0,32 ± 0,08
Resistance	0,54 ± 0,14	0,92 ± 0,23*	0,37 ± 0,09 #
Pilates	0,60 ± 0,15	0,79 ± 0,20*	0,19 ± 0,05 £

* p <0.05 at the point immediately after in relation to rest; # p <0.05 in Resistance session

compared to control; £ p <0.05 in Pilates session in relation to Resistance

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, B.D.; SPECTOR, A. Introduction to Pilates-based rehabilitation. **Orthop. Phys. Ther. Clin. N. Am.** v.9, pp. 395-410, 2000.
- ANGIN, E.; ERDEN, Z.; CAN, F. The effects of clinical pilates exercises on bone mineral density, physical performance and quality of life of women with postmenopausal osteoporosis. **J. Back. Musculoskelet. Rehabil.** v.28, n. 4, pp. 849-58, 2015.
- ANUNCIACÃO, P.G.; POLITO, M.D. Hipotensão Pós-exercício em Indivíduos Hipertensos: uma Revisão. **Arq. Bras. Cardiol.** v.96, n.5, pp. 100-109, 2011.
- BERGAMIN, M.; GOBBO, S.; BULLO, V.; ZANOTTO, T.; VENDRAMIN, B.; DUREGON, F.; CUGUSI, L.; CAMOZZI, V.; ZACCARIA, M.; NEUNHAEUSERER, D.; ERMOLAO, D. Effects of a Pilates exercise program on muscle strength, postural control and body composition: results from a pilot study in a group of post-menopausal women. **AGE.** v.37, n.6, pp. 118, 2015.
- BORGER, R.H. The pharmacodynamics of L-arginine. **J. Nutr.** v.137, n.6, pp. 1650S-165S, 2007.
- BROWN, S.P.; CLEMONS, J.M.; HE, Q.; LIU, S. Effects of resistance exercise and cycling on recovery blood pressure. **J. Sports Sci.** v.12, pp.463-468, 1994.
- BRUM, P.C.; FORJAZ, C.L.M.; TINUCCI, T.; NEGRÃO, C.E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Rev. paul. Educ. Fís.** v.18, pp. 21-31, 2004.
- CARDOSO JR, C.G.; FORJAZ, C.L.M.; ONEDA, B.; MORIYAMA, C.K.; TINUCCI, T.; FONSECA, A.M. Climatério, Hipertensão arterial e qualidade de vida. **Hipertensão.** v. 10, pp. 144-151, 2007.
- CHAGAS, E.F.B.; BONFIM, M.R.; BRONDINO, N.C.M.; MONTEIRO, H.L. Physical exercise and cardiovascular risk factors in obese women in the postmenopausal period. **Rev. Bras. Med. Esporte.** v.21, n.1, 2015.
- CHEN, C.Y.; BONHAM, A.C. Post exercise hypotension: Central Mechanisms. **Exerc. Sport. Sci. Rev.** v.38, n.3, pp. 122-127, 2010.

CORNELISSEN, V.A.; SMART, N.A. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. **J. Am. Heart. Assoc.** v.2, 2013.

COYLEWRIGHT, M.; RECKELHOFF, J.F.; OUYANG, P. Menopause and hypertension: an age-old debate. **Hypertension.** v.51, n.4, pp. 952-9, 2008.

CRUZ-DÍAZ, D.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; OSUNA-PÉREZ, M.C.; TORRE-CRUZ, M.J.; HITA-CONTRERAS, F. Short- and long-term effects of a six-week clinical Pilates program in addition to physical therapy on postmenopausal women with chronic low back pain: a randomized controlled trial. **Disabil. Rehabil.** v. 38, n. 13, pp. 1300-8, 2016.

CRUZ-FERREIRA, A.; FERNANDES, J.; LARANJO, L.; BERNARDO, L.M.; SILVA, A. A systematic review of the effects of Pilates method of exercise in healthy people. **Arch. Phys. Med. Rehabil.** v.92, pp. 2071-81, 2011.

ESHTIAGHI R.; ESTEGHAMATI, A.; NAKHJAVANI, M. Menopause is an independent predictor of metabolic syndrome in Iranian women. **Maturitas.** v.65, n.3, pp. 262-6, 2012.

FORJAZ, C.L.M.; SANTAELLA, D.F.; REZENDE, L.O.; BARRETTO, A.C.P.; NEGRÃO, C.E. A Duração do Exercício Determina a Magnitude e a Duração da Hipotensão Pós-Exercício. **Arq. Bras. Cardiol.** v.70, n.2, pp.99-104, 1998.

FORJAZ, C.L.M.; 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.** v.5, pp. 255-262, 2000.

FRANCIS, S.H.; BUSCH, J.L.; CORBIN, J.D. cGMP-Dependent Protein Kinase and Cgmp Phosphodiesterases in nitric oxide and cGMP action. **Pharmacological Reviews.** v.62, n.3, pp. 525-63, 2010.

FRANCO, C.B.; RIBEIRO, A.F.; MORCILLO, A.M.; ZAMBON, M.P.; ALMEIDA, M.B.; ROZOV, T. Effects of Pilates mat exercises on muscle strength and on pulmonary function in patients with cystic fibrosis. **J. Bras. Pneumol.** v.40, n.5, pp. 521-527, 2014.

FREITAS, F. **Rotinas em Ginecologia.** 4ª edição. Porto alegre: Artmed Editora, 2001.

GEREMIA, J.M.; ISKIEWICZ, M.M.; MARSCHNER, R.A.; LEHNEN, T.E.; LEHNEN, A.M. Effect of a physical training program using the Pilates method on flexibility in elderly subjects. **AGE**. v.37, pp. 119, 2015.

GOKCE, N. L-arginine and hypertension. **J. Nutr.** v.134, n. 10, pp. 2741S-2897S, 2004.

GOTO, C. et. al. Acute moderate-intensity exercise induces vasodilation through an increase in nitric oxide bioavailability in humans. **Am J Hypertens.** v.20, pp. 825-830, 2007.

HAGNER-DERENGOWSKA, M.; KALUZNY, K.; KOCHANSKI, B.; HAGNER, W.; BORKOWSKA, A.; CZAMARA, A.; BUDZYNSKI, J. Effects of Nordic Walking and Pilates exercise programs on blood glucose and lipid profile in overweight and obese postmenopausal women in an experimental, nonrandomized, open-label, prospective controlled Trial. **Menopause: The Journal of The North American Menopause Society**. v.22, n. 11, pp. 1215-1223, 2015.

HALLIWILL, J.; BUCK, T.M.; LACEWELL, A.N.; ROMERO, S.A. Post-exercise hypotension and sustained post-exercise vasodilation: what happens after we exercise? **Exp Physiol.** v.98, n.1, pp.7-18, 2013.

HALLIWILL, J.R. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. **Exerc. Sport. Sci.** v.29, pp.65–70, 2001.

HYUN, J.; HWANGBO, K.; CHAE-WOO, L. The Effects of Pilates Mat Exercise on the Balance Ability of Elderly Females. **J. Phys. Ther. Sci.** v. 26, n. 2, 2014.

IREZ, G.B.; OZDEMIR, R.A.; EVIN, R.; IREZ, S.G.; KORKUSUZ, F. Integrating Pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.10, pp. 105-111, 2011.

JAGO, R.; JONKER, M.L.; MISSAGHIAN, M.; BARANOWSKI, T. Effect of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls. **Preventive Medicine**. v. 42, pp. 177– 180, 2006.

JESUS, L.T.; BALTIERI, L.; OLIVEIRA, L.G.; ANGELI, L.R.; ANTONIO, S.P.; PAZZIANOTTO-FORTI, E.M. Effects of the Pilates method on lung function, thoracoabdominal mobility and respiratory muscle strength: non-randomized placebo-controlled clinical Trial. **Fisioter. Pesq.** v.22, n.3, pp. 213-22, 2015.

KIM, H.J.; KIM, J.; KIM, C.S. The effects of pilates exercise on lipid metabolism and inflammatory cytokines mRNA expression in female undergraduates. **J. Exerc. Nutr. Biochem.** v.18, n.3, pp. 267-275, 2014.

KLOUBEC, J. Pilates: how does it work and who needs it? **Muscles, Ligaments and Tendons Journal.** v.1, n. 2, pp. 61-66, 2011.

KUÇUKCAKIR, N.; ALTAN, L.; KORKMAZ, N. Effects of Pilates exercises on pain, functional status and quality of life in women with postmenopausal osteoporosis. **Journal of Bodywork & Movement Therapies.** v.17, n.2, pp. 204-211, 2013.

LANGE, C.; UNNITHAN, V.; LARKAM, E.; LATTA, P. Maximizing the benefits of Pilates-inspired exercise for learning functional motor skills. **J. Body. Mov. Ther.** v.4, pp. 99-108, 2000.

LATEY, P. The Pilates method: history and philosophy. **J. Bodyw. Mov. Ther.** v.5, pp. 275-82, 2001.

LATEY, P. Updating the principles of the Pilates method. **J. Bodyw. Mov. Ther.** v.6,n. 2 94-101, 2002.

LOPES, E.D.S.; RUAS, G.; PATRIZZI, L.J. Effects of the Pilates method exercises in respiratory muscle strength of elderly women: a clinical Trial. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.** v.17, n.3, pp. 517-523, 2014..

MACDONALD, J.R. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. **Journal of Human Hypertension.** v.16, pp. 225-236, 2002.

MACDONALD, J.R.; MACDOUGALL, J.D.; HOGBEN, C.D. The effects of exercise intensity on post exercise hypotension. **Journal of Human Hypertension.** v.13, pp. 527-531, 1999.

MARINDA, F.; MAGDA, G.; INA, S.; BRANDON, S.; ABEL, T.; GOON, D.T. Effects of a mat pilates program on cardiometabolic parameters in elderly women. **Pak. J. Med. Sci.** v.9, n.2, 2013.

MENESES, D.T.M.; ANTUNES, H.K.M.; OLIVEIRA, N.R.C.; MEDEIROS, A. Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using anti hypertensive medications. **International Journal of Cardiology** v.179, pp. 262-268, 2015.

MORAIS, P.K.; SALES, M.M.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, D.A.; SOUSA, C.V.; SIMÕES, H.G. Effects of aerobic exercise intensity on 24-h ambulatory blood pressure in individuals with type 2 diabetes and pre hypertension. **J. Phys. Ther. Sci.** v.27, pp. 51-56, 2015.

NOBRE, F.; MION JR, D. MAPA – Monitorização ambulatorial da pressão arterial. **Rev. Ass. Med. Brasil.** v.44, n.2, pp.123-6, 1998.

OLIVEIRA, A.; MANCINI FILHO, J. Perfil nutricional e lipídico de mulheres na pós-menopausa com doença arterial coronariana. **Arq. Bras. Cardiol.** v.84, n.4, pp. 325-9, 2005.

OLIVEIRA, L.C.; OLIVEIRA, R.G.; OLIVEIRA, D.A.A.P. Effects of Pilates on muscle strength, postural balance and quality of life of older adults: a randomized, controlled, clinical Trial. **J. Phys. Ther. Sci.** v.27, pp. 871-876, 2015.

ORSATTI, F.L.; NAHAS, E.A.P.; NAHAS-NETO, J.; MAESTÁ, N.; PADOANI, N.P.; ORSATTI, C.L. Indicadores antropométricos e doenças crônicas não transmissíveis em mulheres na pós-menopausa da região Sudeste do Brasil. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.** v.30, n.4, pp.182-9, 2008.

PATTI, A.; BIANCO, A.; PAOLI, A.; MESSINA, G.; MONTALTO, M.A.; BELLAFFIORE, M.; BATTAGLIA, G.; IOVANE, A.; PALMA, A. Effects of Pilates Exercise Programs in People With Chronic Low Back Pain. A Systematic Review. **Medicine.** v.94, n.4, 2015.

PILATES, J.H.; MILLER, W.J. Return to life trough contrology, **Presentation Dynamics.** v. 2, 1998.

POLITO, M.D.; SIMÃO, R.; SENNA, G.W.; FARINATTI, P.T.V. Efeito hipotensivo do exercício de força realizado em intensidades diferentes e mesmo volume de trabalho. **Rev.Bras.Med. Esporte.** v. 9, n.2, 2003.

PUGA, G.M.; NOVAIS, I.P.; ZANESCO, A. Efeitos terapêuticos da suplementação de L-arginina nas doenças cardiovasculares e endócrino-metabólicas. **Arq. Med.** v.25, n. 3, pp. 107-114, 2011.

RECKELHOFF, J.F. Gender difference in the regulation of blood pressure. **Hypertension**. v.37, pp.1199-1208, 2001.

SCUTERI, A.; BOS, A.J.; BRANT, L.J.; TALBOT, L.; LAKATTA, E.G.; FLEG, J.L. Hormone replacement therapy and longitudinal changes in blood pressure in postmenopausal women. **Ann. Intern. Med.** v.135, pp. 229-238, 2001.

TUNAR, M.; OZEN, S.; GOKSEN, D.; ASAR, G.; BEDIZ, C.S.; DARCAN, S. The effects of Pilates on metabolic control and physical performance in adolescents with type 1 diabetes mellitus. **Journal of Diabetes and Its Complications**. v.26, pp. 348-351, 2012.

VAQUERO-CRISTOBAL, R.; ALACID, F.; ESPARZA-ROS, F.; MUYOR, J.M.; LOPEZ-MINARRO, P.A. Efectos de un programa de 16 semanas de Pilates mat sobre las variables antropométricas y la composición corporal en mujeres adultas activas tras un corto proceso de desentrenamiento. **Nutr Hosp.** v. 31, n. 4, pp. 1738-1747, 2015.

WASSTHEIL-SMOLLER, S.; ANDERSON, G.; PSATY, B.M.; BLACK, H.R.; MANSON, J.; WONG, N. Hypertension and its treatment in postmenopausal women: baseline data from the Women's Health Initiative. **Hypertension**. v.36, n.5, pp.780-789, 2000.

WELLS, C.; KOLT, G.; BIALOCERKOWSKI, A. Defining Pilates exercise: A systematic review. **Complementary Therapies in Medicine**. v. 20, pp. 253-262, 2012.

ZANESCO, A.; ANTUNES, E. Effets of exercise training on the cardiovascular system: Pharmacological approaches. **Pharmacol. Ther.** v.114, pp.307-17, 2007.

ZANESCO, A.; ZAROS, P. Exercício físico e menopausa. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.** v.31, n.5, pp. 254-61, 2009.