

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REABILITAÇÃO FUNCIONAL

Tainara Tolves

**EFEITOS DO MÉTODO PILATES E DO TREINO AERÓBICO EM
SUJEITOS HIPERTENSOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

PPGRF/UFSM, RS

TOLVES, Tainara

Mestre 2018

Santa Maria, RS
2018

Tainara Tolves

**EFEITOS DO MÉTODO PILATES E DO TREINO AERÓBICO EM SUJEITOS
HIPERTENSOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Funcional, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Reabilitação Funcional**.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva

Santa Maria, RS
2018

Tainara Tolves

**EFEITOS DO MÉTODO PILATES E DO TREINO AERÓBICO EM SUJEITOS
HIPERTENSOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Funcional, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Reabilitação Funcional**.

Aprovado em 19 de Julho de 2018:

Antônio Marcos Vargas da Silva, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Rodrigo Della Múa Plentz, PhD. (UFCSPA)

Rodrigo Boemo Jaenisch, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2018

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho ocorreu, principalmente, pelo auxílio, compreensão e dedicação de várias pessoas. Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste estudo e, de uma maneira especial, agradeço:

- a meu orientador, Prof^o Antônio Marcos Vargas da Silva, pela oportunidade concedida, pela confiança em mim depositada, pelo excelente profissional e professor que foste durante esta jornada, grata por toda orientação;

- aos voluntários da pesquisa, pela paciência e dedicação aos treinos;

- aos colaboradores desta pesquisa, Ana Cristina Machado e Clínica do Dr. Glauco Alvarez, Jordana e Daiana equipe do curso de enfermagem da UFSM, Yanaí, Carol Stein e Professor Rafael Noal Moresco e Laboratório de Pesquisa em Bioquímica Clínica (Labiclin) UFSM, pela colaboração com os exames de bioimpedância corporal, coletas de sangue e análises sanguíneas, respectivamente;

- aos colegas do Grupo de Pesquisa em Fisiopatologia e Reabilitação da UFSM, em especial ao professor Luis Ulisses Signori, Angélica Trevisan de Nardi, Edineia de Brito, Natiele Campognora Righi, Geovana de Almeida Righi, Caroline Pippi, Mateus Barros Moreira, Bruno Correa, por todo auxílio e colaboração nas coletas e treinos, além do suporte para que a pesquisa pudesse ter continuidade, gratidão por toda ajuda recebida;

- aos meus familiares, por incentivo e apoio desde antes do início desta etapa até o final dela, em especial à minha mãe Dalva Maria Tolves, não só pela companhia e conselhos do dia-a-dia, mas também por ser o meu suporte nas crises, minha luz nos dias cinzas, minha amiga e companheira de vidas, à minha irmã e meu pai, obrigada pela força e incentivo;

- aos meus amigos, da vida, da fisioterapia, do mestrado, que souberam entender a minha ausência e sempre me deram incentivo para não desistir;

- à Universidade pública, gratuita e de qualidade, pela oportunidade de desenvolver e concretizar este estudo;

- aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Funcional, em especial à funcionária Thaís Becker Ventura, por contribuírem de uma forma ou de outra pela conquista deste título.

Enfim, a todos àqueles que fazem parte da minha vida e que são essenciais para que eu siga no caminho da evolução.

RESUMO

EFEITOS DO MÉTODO PILATES E DO TREINO AERÓBICO EM SUJEITOS HIPERTENSOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

AUTORA: Tainara Tolves

ORIENTADOR: Antônio Marcos Vargas da Silva

A hipertensão arterial (HA) é um problema mundial que vem causando elevados índices de morbimortalidade e prejuízos financeiros às sociedades. No tratamento não farmacológico da HA, as mais diversas diretrizes indicam o treinamento aeróbico como intervenção fundamental para a melhora destes sujeitos. O exercício aeróbico produz inúmeros benefícios na população hipertensa, como: redução da pressão arterial, melhora na aptidão cardiorrespiratória, na variabilidade da frequência cardíaca, no perfil lipídico e metabólico e na qualidade de vida. O método Pilates, tem se mostrado grande aliado não só para melhora no fortalecimento muscular e flexibilidade, como também para melhora da capacidade respiratória de indivíduos saudáveis. Além disso, em hipertensos, têm demonstrado redução na pressão arterial. O objetivo deste ensaio clínico randomizado é comparar os efeitos do exercício aeróbico e do método Pilates em sujeitos com HA. Foram recrutados sujeitos com diagnóstico de HA, sedentários, oriundos da comunidade, em uso de anti-hipertensivo. O estudo foi realizado nos laboratórios de reabilitação, de percepção corporal e de pesquisa em bioquímica clínica, nos prédios 26 e 26-D, da UFSM, e contou com avaliações antropométricas, medidas de pressão arterial (casual e 24 horas), variabilidade da frequência cardíaca, composição corporal e capacidade funcional. Os sujeitos foram randomizados para treinamento com o método Pilates no solo ou com exercício aeróbico em esteira ergométrica, durante oito semanas. Para análise dos dados, foi utilizado o programa GraphPad Prism 5. O ensaio foi registrado no *Clinical Trials*, antes do início das coletas e aceito pelo Comitê de ética e pesquisa da UFSM. Não houve mudanças significativas na pressão arterial casual e no balanço autonômico em ambos os grupos. Houve redução na pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica e média, medida em 24h, no grupo Pilates. O Pilates teve uma redução maior em 24h da PAS em comparação com o exercício aeróbico (diferença média -5,5 mmHg, 95% IC -10,6 a -0,4). O grupo que realizou exercício aeróbico aumentou a capacidade funcional em relação ao grupo Pilates. O método Pilates foi superior ao treino aeróbico no controle da pressão arterial, principalmente a sistólica, quando monitorada por 24 horas, mas apenas o exercício aeróbico melhorou a capacidade funcional.

Palavras-chave: Hipertensão Arterial. Pressão Arterial. Método Pilates. Exercício Aeróbico.

ABSTRACT

EFFECTS OF THE PILATES METHOD AND AEROBIC TRAINING IN HYPERTENSIVE SUBJECTS: RANDOMIZED CLINICAL TRIAL

AUTHOR: Tainara Tolves

ADVISOR: Antônio Marcos Vargas da Silva

Hypertension is a worldwide problem that has been causing high rates of morbimortality and financial losses to the society. In the non-pharmacological hypertension study treatment, the most diverse guidelines indicate aerobic training as a fundamental intervention to the improvement of these subjects. Aerobic exercise produces numerous benefits in the hypertensive population, such as: reduction of blood pressure, improvement in cardiorespiratory fitness, lipid and metabolic profile and autonomic balance. The Pilates method has been shown to be a great ally not only for the improvement of muscle strength and flexibility, but also to improve the respiratory capacity of healthy individuals. In addition, in hypertense subject there was a reduction in blood pressure. The purpose of this clinical trial is to compare the effects of aerobic exercise and Pilates in individuals with hypertension. Subjects with hypertension diagnosis were recruited as well as sedentary ones, from the community, under use of anti hypertensive medicine. The was carried at the laboratories for rehabilitation, body perception and biochemistry research clinic, buildings 26 and 26-D, UFSM, and had anthropometric assessments, measures of blood pressure (casual and 24-hour), heart rate variability, body composition and functional capacity. The subjects were randomised to the training with Pilates method on the ground or with aerobic exercise on the treadmill for eight weeks. To analyse the data, the program GraphPad Prism 5 was used. The trial was registered in the Clinical Trials before the beginning of the collections and accepted by the UFSM Ethics and Research Committee. There were no significant changes in casual blood pressure and autonomic balance in both groups. There was a reduction in systolic blood pressure, diastolic and mean arterial pressure, measured in 24 hours, in the Pilates group. Pilates had a greater 24 h reduction of SBP compared to aerobic exercise (mean difference -5.5 mmHg, 95% CI -10.6 to -0.4). The group that performed aerobic exercise increased the functional capacity compared to the Pilates group. The Pilates method was superior to aerobic training in controlling blood pressure, especially the systolic one, when monitored for 24 hours, but only the aerobic exercise has improved the functional capacity.

Key-words: Hypertension. Blood Pressure. Pilates method. Aerobic Exercise.

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

AVC	Acidente vascular encefálico
ECA	Enzima conversora de angiotensina
DCV	Doença Cardiovascular
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
HA	Hipertensão arterial
HF	Componente de alta frequência
IMC	Índice de massa corporal
LF	Componente de baixa frequência
MAPA	Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial
MP	Método Pilates
NO	Óxido nítrico
PA	Pressão arterial
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
SNA	Sistema nervoso autônomo
SpO2	Saturação periférica de oxigênio
TC6	Teste de caminhada de 6 minutos
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UHF	Componente de ultra alta frequência
VLF	Componente de muito baixa frequência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 ARTIGO	15
ABSTRACT	16
INTRODUCTION	16
METHODS	17
RESULTS.....	21
DISCUSSION	22
REFERENCES	24
3 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	
ANEXO 1- SUBMISSÃO À REVISTA JOURNAL OF PHYSIOTHERAPY	37

1 INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial (HA) tem aumentado nos últimos anos, tendo prevalência em 85,7 milhões de adultos americanos (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2017). No Brasil, a HA é fator contribuinte, direta ou indiretamente, para 50% das mortes por doença cardiovascular, atingindo 32,5% dos brasileiros adultos, e mais de 60% dos idosos (SCALA et al., 2015). Além disso, suas complicações (cardíacas, renais e acidente vascular encefálico) têm impacto elevado na renda familiar e na perda da produtividade do trabalho, estimada em US\$4,18 bilhões entre os anos de 2006 e 2015 (ABEGUNDE et al., 2007).

Em 2018, houve uma nova definição para HA: pressão arterial sistólica (PAS) de 130-139 mmHg ou pressão arterial diastólica (PAD) de 80-89 mmHg (WHELTON et al., 2018). Segundo este *guideline*, a atualização ocorreu devido a vários novos estudos terem encontrado um aumento progressivo do risco de desenvolver doenças cardiovasculares (DCV) em pessoas com a pressão arterial normal, elevada, até hipertensão estágio I (WHELTON et al., 2018). Com isso, há um aumento substancial na prevalência de HA, sendo que em adultos norte-americanos passou de 32% para 46% (WHELTON et al., 2018).

A alta prevalência da doença na população está sendo impulsionada por dois fenômenos: a crescente prevalência de obesidade, que é observada nos países em desenvolvimento e nos países desenvolvidos e o aumento da idade da população. A ingestão elevada de sal na dieta também é um fator importante a ser considerado em algumas sociedades (WEBER et al., 2013). Outras causas podem ser encontradas para o desenvolvimento da HA como: estilo de vida sedentário, fatores genéticos, secundária a doença renal crônica, secreção excessiva de aldosterona no organismo, apnéia do sono (WEBER et al., 2013), raça/etnia, menor escolaridade e nível socioeconômico, uso de tabaco, estressores psicossociais e fatores dietéticos (consumo excessivo de álcool, maior consumo de gorduras, sódio e menor ingestão de potássio) (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2017), entre outras.

A regulação da pressão arterial (PA) é complexa e ocorre por diferentes vias no organismo, as vias rápidas (via neurogênica e miogênica) e por via lenta (sistema renina-angiotensina-aldosterona) (KRIEGER et al., 2013). A via lenta ocorre nos rins, onde a enzima renina é liberada. Essa enzima transforma o angiotensinogênio

liberado pelo fígado, formando angiotensina I, convertida em angiotensina II pela enzima ECA (enzima conversora de angiotensina) (KRIEGER et al., 2013). As ações da angiotensina II no organismo são: vasoconstrição dos vasos sanguíneos periféricos, liberação de óxido nítrico (NO), ativação do sistema nervoso simpático e redução do sistema barorreflexo (SANTOS; FAGUNDES-MOURA; SILVA, 2000). Também age sobre a glândula suprarrenal, para a produção de aldosterona, que estimula a reabsorção de água e sódio no organismo (KRIEGER, et al., 2013). A hiperatividade deste sistema é crucial para o desenvolvimento e manutenção da hipertensão (YAMAZAKI, et al., 1999), além disso, a ação direta da angiotensina II sobre o músculo liso vascular e sobre a regulação do volume por meio da aldosterona e suas ações central e periférica no controle da atividade simpática contribuem para o processo hipertensivo (IRIGOYEN; CONSOLIM-COLOMBO; KRIEGER, 2001).

Na via miogênica, as catecolaminas e o fluxo sanguíneo, atritando contra as paredes do vaso sanguíneo, induzem à respostas bioquímicas que estimulam o endotélio. A ação endotelial ativa a enzima NO sintase, formando NO (óxido nítrico), que sai do endotélio e, na musculatura lisa, promove relaxamento da musculatura e inibe a agregação plaquetária, constituindo um efeito anticoagulante e antitrombótico (KRIEGER et al., 2013). Sendo o NO um potente vasodilatador, assume papel importante no controle da PA (ZAGO; ZANESCO, 2006), com função protetora na HA (VIARO; NOBRE; EVORA, 2000). Na HA há disfunção no endotélio vascular, com impedimento do vaso-relaxamento, causada por menor atividade do NO, devido entre outras causas ao estresse oxidativo, que por formar uma parcela maior de radicais livres, é um desequilíbrio entre os sistemas pró-oxidantes e antioxidantes (VASCONCELOS et al., 2007). Esse excesso de radicais livres por sua vez, ativa a inflamação, aumentando a permeabilidade vascular.

Já na via neurogênica da regulação da PA, há ação de barorreceptores, localizados no arco aórtico e seio carotídeo, que se ligam ao sistema nervoso central através de suas terminações nervosas livres. Os potenciais de ação gerados pelos barorreceptores excitam o sistema nervoso parassimpático, que determina a diminuição da frequência cardíaca (FC), aumento da atividade do nervo vago e queda da resistência vascular periférica, levando à redução da PA (IRIGOYEN; CONSOLIM-COLOMBO; KRIEGER, 2001). O coração recebe inervação de ambas

as divisões do sistema nervoso autônomo (SNA), simpática e parassimpática (COOTE, 2007), sendo o SNA de extrema importância para a coordenação da função cardiovascular. Assim, ele permite, através de suas respostas reflexas, ajustes do débito cardíaco e da resistência vascular periférica, o que contribui para o equilíbrio e manutenção da PA sistêmica durante diferentes situações fisiológicas (IRIGOYEN; CONSOLIM-COLOMBO; KRIEGER, 2001).

Além de colaborar para a regulação da PA, a relação entre a modulação simpática e parassimpática (controle autonômico) determina a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (RIBEIRO, et al., 2000), que contribui para a manutenção da homeostase no organismo (NOVAIS, et al., 2004; VASEGHI; SHIVKUMAR, 2008), e também é uma das mais confiáveis e acessíveis fontes de informação sobre a integridade da modulação do SNA sobre o coração (RIZAS, et al., 2014). Alterações na FC são normais e indicam a habilidade do coração em responder aos múltiplos estímulos ambientais e fisiológicos, caracterizando a VFC (VANDERLEI et al., 2009).

A VFC é uma medida não invasiva, que descreve as oscilações dos intervalos R-R entre os batimentos cardíacos consecutivos (VANDERLEI et al., 2009), sendo considerada um índice de responsividade autonômica (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003). As oscilações entre as ondas R-R, podem ser captadas por instrumentos como conversores analógicos digitais, eletrocardiógrafos, e cardiófrequencímetros, que se localizam em pontos específicos do corpo através de sensores externos colocados nessas regiões (VANDERLEI et al., 2009).

A VFC pode ser analisada no domínio do tempo e da frequência; no domínio do tempo abrange o desvio padrão dos intervalos de pulso normais dentro de um período definido, o número de diferenças de intervalos cardíacos sucessivos maior do que 50 ms divididos pelo número total de intervalos, a média aritmética dos desvios padrão obtida a cada intervalo de 5 minutos durante registro com período de 24 horas e as variações dessas fórmulas (TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY, 1996). Já no domínio da frequência ou análise espectral, ocorre decomposição da VFC em componentes oscilatórios fundamentais, sendo os principais: componente de alta frequência (HF) que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração; componente de baixa frequência (LF) que representa a ação conjunta dos

componentes vagal e simpático sobre o coração com predominância do simpático; componente de muito baixa frequência (VLF) e ultrabaixa frequência (ULF), que parecem estar relacionados ao sistema renina-angiotensina-aldosterona; e a relação LF/HF que reflete as alterações entre os componentes simpático e parassimpático do SNA, caracterizando o balanço autonômico sobre o coração (VANDERLEI et al., 2009).

Estudos demonstraram que em hipertensos a atividade simpática neural basal está aumentada durante os estágios iniciais de desenvolvimento da HA (MANCIA et al., 1993). Estudos também indicaram a diminuição da VFC nesses indivíduos (JÚNIOR; MOREIRA; DAHER, 2004; KARAS et al. 2008). Sabemos que uma alta VFC caracteriza o indivíduo saudável com eficiente SNA, sendo sinal de boa adaptação (ROQUE, 2009), já uma VFC reduzida é fator de previsão importante de complicações arrítmicas, parada cardíaca e de mortalidade (ROBERTS, 2009).

Além das alterações da VFC em hipertensos, a PAS também encontra-se alterada, sendo que ela tem papel fundamental para o diagnóstico da maioria dos hipertensos (WEBER, et al., 2013). Diferenças entre medidas em cada braço desta variável é comumente encontrada e associa-se ao aumento de eventos cardiovasculares futuros (WEINBERG, et al., 2014). Uma diminuição de 10 mmHg na PAS reduz o risco de eventos por DCV grave em 20% e de acidente vascular encefálico (AVC) em 27% (ETTEHAD et al., 2016) além disso, sabe-se que acima de 115/75 mmHg, para cada aumento de 20 mmHg na PAS ou 10 mmHg na PAD, o risco de AVC e eventos cardiovasculares dobra (WEBER et al., 2013).

Medidas de monitorização ambulatoriais da PA são superiores à medidas convencionais em prever eventos cardiovasculares (KIKUYA et al., 2007), uma das formas de monitorização ambulatorial utilizada é a MAPA (Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial) de 24h. Ela apresenta algumas vantagens ao ser utilizada como: poder avaliar a PA durante sono, elevação matinal e durante as atividades de vida diária, atenua o efeito do observador sobre a PA, elimina o viés de registro, entre outras (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2011).

Apesar das abordagens bem estabelecidas para diagnóstico e tratamento, o sucesso do tratamento da hipertensão tem sido limitado em muitas comunidades, sendo que menos da metade de todos os hipertensos têm PA controlada adequadamente (WEBER et al., 2013). Para a prevenção e tratamento da HA,

segundo a 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (2016), recomenda-se o treinamento aeróbico como principal modalidade de intervenção não farmacológica, com frequência mínima de três vezes na semana, durante 30 minutos no mínimo.

Além dos diversos protocolos de treino aeróbico que podem repercutir positivamente na redução dos níveis de pressão arterial (SANTOS et al., 2015) e melhorar a VFC (JÚNIOR et al., 2010), eficiência ventilatória (SAUER; PEREZ; CARLETTI, 2014), entre outros; outras modalidades de exercício físico também têm sido utilizadas na reabilitação de sujeitos com HA, como treino resistido, treino combinado (aeróbico+ resistido) e isométrico, sendo que todas modalidades diminuem PAS e PAD (HERROD et al., 2018).

Dentre as modalidades, o método Pilates (MP) foi recentemente testado em mulheres hipertensas e promoveu redução da pressão arterial avaliada pelas medidas ambulatorial e de 24 horas, tanto em vigília quanto durante o sono (MARTINS- MENEZES et al., 2015). O MP foi desenvolvido por Joseph Pilates e é um método de alongamento e fortalecimento muscular, que utiliza contrações excêntricas, concêntricas e isométricas (MUSCULINO; CIPRIANI, 2004). O método tem como objetivo: melhorar a saúde geral e flexibilidade, enfatizando o fortalecimento do tronco, postura, e combinar a respiração com a execução de movimentos (ISACOWITZ; CLIPPINGER, 2013; LATEY, 2001). É baseado em seis princípios fundamentais: concentração, centro, controle, precisão, fluxo do movimento e respiração (MUSCULINO; CIPRIANI, 2004; ISACOWITZ; CLIPPINGER, 2013).

O MP tem sido uma opção terapêutica utilizada para diversos fins, como para reabilitação, prevenção e condicionamento físico (ANDRADE et al., 2015). Os benefícios do MP estão sendo evidenciados ao longo dos últimos anos, em estudo no qual Giacomini e colaboradores (2016) encontraram que o MP promove hipertrofia muscular da parede abdominal, aumento na força muscular respiratória e melhora do desempenho respiratório. Outros relatos demonstraram os efeitos positivos do MP na função cardiorrespiratória em sedentários (LIBERALINO; SOUSA; SILVA, 2013), na redução do índice de massa corporal de adolescentes (JAGO et al., 2006) e na melhora da capacidade funcional em pacientes com insuficiência cardíaca (GUIMARÃES et al., 2012).

Há poucas evidências quanto aos benefícios do MP em hipertensos até o momento. Já que os programas de exercício físico são essenciais nesta população, o desenho deste estudo permitirá a comparação do exercício aeróbico, amplamente utilizado como padrão-ouro no manejo da HA, com o MP, que poderá se mostrar como uma nova alternativa de terapia não farmacológica a estes pacientes. Por ser um método que utiliza vários exercícios na mesma sessão e que estimula diferentes habilidades do indivíduo, que permite atividades em grupo, podendo beneficiar um maior número de sujeitos, é de baixo custo, possui poucas contraindicações e raras reações adversas, o MP pode se tornar um grande atrativo, elevando a aderência de pacientes ao tratamento.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho foi comparar os efeitos do método Pilates e do treino aeróbico em hipertensos. A seguir será apresentado o primeiro artigo desenvolvido sobre este trabalho, padronizado nas normas da revista ***Journal of Physiotherapy***, fator de impacto 4.542 e Qualis A1(Educação física).

2 ARTIGO

Title: Superior effects of Pilates method vs aerobic exercise on blood pressure in hypertensive patients: a randomised trial

1. Tainara Tolves, Physiotherapist, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Brazil, taitolves@hotmail.com
2. Caroline Montagner Pippi, Physiotherapy student, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Brazil, carolpippi@gmail.com
3. Matheus Barros Moreira, Physiotherapy student, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Brazil, maatheusbmoreira@gmail.com
4. Geovana de Almeida Righi, Physiotherapist, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Brazil, righigeovana@gmail.com
5. Natiele Campognora Righi, Physiotherapist, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Brazil, natirighi@gmail.com
6. Luis Ulisses Signori, Physiotherapy and Rehabilitation Department, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Brazil, l.signori@hotmail.com
7. Antonio Marcos Vargas da Silva, Physiotherapy and Rehabilitation Department, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Brazil, antonio.77@terra.com.br

Abbreviated title: Superior effects of Pilates method vs aerobic exercise on blood pressure in hypertensive.

Key words: Hypertension, Exercise, Blood pressure.

Source(s) of support: This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001 and National Council for Scientific and technological Development (CNPq), for the purchase of equipment used in research.

Acknowledgements: We are grateful to physiotherapists Vanessa Simon and Fabiele Nogueira for their help to Pilates protocol and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001 and National Council for Scientific and technological Development (CNPq), for the funding used in research.

ABSTRACT

Question: Is the Pilates method more effective than the aerobic exercise to reduce blood pressure in hypertensive individuals? **Design:** Randomised trial, concealed allocation, blinded assessor, with 24 participants. **Participants:** Hypertensive, sedentary, with antihypertensive medication. **Intervention:** The aerobic exercise group (AEG) was treated in 8 weeks, three sessions per week, of 60 minutes, with moderate training. The Pilates method group (PMG) received 2 sessions per week, of 60 minutes, during the same period. **Outcome measures:** Primary outcome was casual systolic blood pressure (SBP). Secondary outcomes were ambulatory blood pressure of 24h, 6 minute walk test (6-MWT) and autonomic balance evaluated by heart rate variability. Measures were taken pre and post intervention. **Results:** The groups were similar on admission to the study. There were no significant changes on casual blood pressure in both groups. There was a reduction on SBP, diastolic and mean blood pressure (MBP), measured on 24h, in PMG. There was also a 24h SBP reduction in the AEG. The PMG had a greater reduction on 24h SBP and MBP in comparison to AEG (mean difference -3.4 mmHg, 95% CI -6.6 to -0.2 and -3.3 mmHg, 95% CI -6.3 to -0.3). The PMG had a smaller distance in 6-MWT in comparison to AEG (mean difference -70.6 m, 95% CI -117.1 to -24.1). The autonomic balance not changed in both groups. **Conclusion:** The Pilates method was superior to aerobic training in control blood pressure monitored for 24 hours in hypertensive, but not on functional capacity or autonomic balance. **Trial registration:** NCT03214016.

INTRODUCTION

The most common chronic condition treated with in the primary care is the hypertension,¹ reaching approximately 86 million US adults from 2011 to 2014.² Recently there was an update about the classification of hypertension³ and the control of this disease is important because the studies show that the lowering in blood pressure (BP) decreases the risk of cardiovascular disease (CVD) and death in many groups of patients.⁴

The physical inactivity is an important risk factor for stroke and CVD⁵ and higher physical fitness delayed the time to onset of hypertension moreover decline the rate of rise in systolic blood pressure (SBP) over time.⁶ Less than a half of the

hypertensive patients have the BP under control¹ and the antihypertensive effect of the interventions varies according to the adherence of the patients to the therapies.⁷ The non-pharmacological treatment indicated for hypertensive patients is lifestyle changes,³ like for example, aerobic exercise recommended as a gold standard by lowering BP levels⁸ and preventing cardiovascular events.⁵

Also, evidences have demonstrated that other types of physical exercise are also beneficial to hypertensive, such as resistance, combined exercise and isometric exercise⁹ and slow deep breathing.¹⁰ A therapeutic option, used for various purposes in physiotherapy is the Pilates method (PM),¹¹ a unique method of strengthening and stretching exercises, wrapping concentric, eccentric and isometric contractions.¹² The method was tested in hypertensive women, improving the ambulatories BP and of 24-hour BP (during awake and asleep).¹³ Furthermore, the PM improving cardiorespiratory function in sedentaries,¹⁴ promoted reduction in body mass index (BMI) in obese teens¹⁵ and improved functional capacity and decrease rest diastolic blood pressure (DBP) in patients with heart failure.¹⁶

Until now, no relevant studies have compared a program of usual standard (aerobic exercise) with the Pilates Method, a promising method, on BP (by casual BP and 24-hour ambulatory blood pressure monitoring), autonomic balance and functional capacity in the hypertensive group. Therefore, the aims of this randomised trial were to answer the following questions:

1. Is the Pilates method more effective than the aerobic exercise to reduce blood pressure in hypertensive individuals?
2. Is the Pilates method more effective than the aerobic exercise to improving functional capacity and autonomic balance in hypertensive?

METHODS

Design

This was a randomised, supervised trial with concealed allocation and blinded evaluators; it was approved by the research ethics committee of the university.

The trial compared the aerobic exercise to PM in people with high blood pressure and it was registered on *clinicaltrials.gov*. Randomisation was conducted by an independent person offsite using a site *random.org*, randomly ordered a list of 30 allocations with a 1:1 allocation ratio. The allocations were concealed in sealed,

numbered, opaque envelopes. Participants were randomised for the trial after the first evaluation, once they had met the eligibility criteria, given informed consent, and completed baseline measurement tests. This study started on July 2017 and finished August 2018, and the trial was reported in accordance with the CONSORT guidelines for clinical trials of non-pharmacologic treatment.¹⁷

Participants, therapists, centres

The study participants were hypertensive individuals who were taking antihypertensive medication, older than 18 years and sedentary. Exclusion criteria were body mass index (BMI) ≥ 35 kg/m², diabetics, using beta blockers, smokers or those who interrupted the routine less than 6 months, musculoskeletal diseases in evolution, rheumatologically diseases, other cardiovascular disease, renal disease due to hypertension, neurological, oncological, immunological and haematological diseases.

The study was advertised by posters in the university area, including the university hospital, publications in city newspapers and in social networks. The program was conducted in laboratories of university, *Santa Maria, Brazil*. The intervention was delivered by physiotherapists, participants of search group and all sessions were supervised by them.

Intervention

The participants were allocated to the aerobic exercise group (AEG) or Pilates method group (PMG). The AEG held one-hour sessions, consisting of 10 minutes of stretching and 5 minutes of warm-up on the treadmill, plus 30 minutes of moderate intensity training and after 5 minutes of cooling in the same treadmill and 10 minutes of stretching and relaxation. Individuals should maintain a heart rate (HR) between 40 and 70% of reserve HR during training,¹⁸ monitored continuously by a pulse oximeter. The intervention had duration of 8 weeks, with a frequency of 3 times a week. In the first 4 weeks, the participants have maintained a HR until 60% of reserve HR and the others 4 weeks they have maintained a HR between 60 and 70% of reserve HR.

The PMG, held one-hour sessions, twice a week, during 8 weeks. They have also received two extra sessions for familiarization with exercises. All classes were administered by the same qualified professional on the classic Pilates method, on the

ground. We used the exercise protocol previously¹⁹ and all volunteers performed the same training protocol, with the same fundamentals of the PM (breathing, imprinting, pelvic bowl, knee sway, knee folds/stirs, leg slides, spinal bridging, prone hip extension, head float, ribcage, rotation arms, torso twist, flight, cat) and the same exercises (the hundred, roll down, roll up, single leg circles, rolling like a ball, single leg stretch, double leg stretch, spine stretch forward). Afterwards, the basic and intermediate level phase exercises began (the hundred, the rollup, single leg circles, rolling like a ball, single leg stretch, double leg stretch, single straight leg, double straight leg, criss cross, spine stretch forward, open leg rocker, corkscrew, saw, neckroll, single leg kicks, double leg kicks, neck pull, sidekicks series, small circles, teaser, seal), always taking into account the biological individuality of each participant and with an average of 20 exercises per training session and 3 to 10 repetitions per exercise progression.

Throughout the exercises, the volunteers were advised to associate conscious breathing to movement through the command to inhale during the preparation/initial position phase and, as the movement progressed during the execution of the exercise, slow exhaling was suggested.

Outcome measures

The study outcome measures were obtained at baseline and after 8 weeks for participants in both groups. The evaluators were properly trained and blinded.

Primary outcome: The primary outcome was the casual SBP. Measured was according to technical recommendations of the VII Brazilian Guidelines on Hypertension¹⁸ with auscultatory method.

Secondary outcomes: The casual DBP was made according to technical recommendations of the VII Brazilian Guidelines on Hypertension¹⁸ with method auscultatory. Rest HR was measured with pulse oximeter after 10 minutes of rest, the rate respiratory (RR) measured in breaths per minute.

Height (cm) was measured using an anthropometer (Professional Sanny®) and body weight (kg) was measured using a multi-frequency bio impedance apparatus (InBody520®, Madison, USA). BMI was calculated as weight (kg) divided by height squared (m²).

The autonomic balance was assessed with fasting of 8h, at the same time of day for all participants, by heart rate variability (HRV) and the HR signal was acquired

through a pulse frequency meter mark Polar model 810i.²⁰ The acquisition of ECG signal (sample rate– 1 kHz) of the time series of interval RR was acquired in continuous intervals. Data were transferred to a computer and RR intervals were processed. HRV analysis by software KUBIOS (Kuopio, Finland). HRV was analysed in the time and frequency domain, using the area of greatest stability in RR intervals corresponding to 5 min of recordings (containing at least 256 consecutive beats) during controlled breathing. Volunteers remained in a supine position at rest for 10 min and after wards, data were collected with controlled breathing (12 breaths per minute; I/E:2/3).²¹

In the time domain, the variables were the heart rate (HR), standard deviation of all normal to normal R-R (NN) interval (SDNN), square root of the mean of the squares of successive R-R interval differences (rMSSD), percentage of intervals differing more than 50 ms different from preceding interval (PNN50%) and Triangular Index. At the frequency-domain were total power (TP), low frequency (LF), high frequency (HF) and sympatho-vagal balance ratio (LF/HF). The analysis of frequency domain was performed using the spectral power density. This analysis decomposes the HRV in fundamental oscillatory components: high frequency component (HF) from 0.15 to 0.4 Hz, which corresponds to the respiratory modulation and indicator of the vagus nerve action on heart; low frequency component (LF) from 0.04 to 0.15 Hz, which is due to the joint action of the vagal and sympathetic components on heart, with sympathetic predominance. The LF/HF index reflects the absolute and relative changes between the sympathetic and parasympathetic components of ANS, characterizing the sympatho-vagal balance on heart.²⁰

The 24-hour Ambulatory Blood Pressure Monitoring (ABPM) was measured every 15 min during awake period and every 30 min during asleep period, for 24 hour, by an oscillometric device (ABPM monitor, Micromed, version 5.0.1.52, São Paulo, Brazil), was placed on the non-dominant arm of volunteer according the guideline²². Pre evaluations were conducted before the experimental period and post assessments were performed until 72 hours after the end of the experimental period. The variables analysed were SBP, DBP, mean blood pressure (MBP), HR, mean of all exam.

The Six Minute Walk Test (6-MWT) was used for functional capacity assessment and applied according to the recommendations of the American Thoracic Society.²³

Data analysis

The sample calculation was estimated to obtain a level of significance (alpha) of 5% ($p < 0.05$) and power (beta) of 90%. The sample was estimated in 24 individuals, based on the previously study²⁴, with an effect magnitude of 15.5 mmHg in SBP.

Data analyses were performed using the GraphPad Prism 5. Data were assessed for normality using the Kolmogorov-Smirnov test. Data will be presented in mean and standard deviation (SD) or in percentages. The symmetric distribution data with two measures will be compared by the paired Student T test and the asymmetric data by the Wilcoxon test. Variables with more than two measurements will be compared by two-way ANOVA for repeated measurements, followed by Bonferroni post hoc test. The differences between the groups will be expressed with their respective 95% confidence intervals. The level of significance of 5% will be considered significant ($p < 0.05$).

RESULTS

Flow of participants, therapists, centres through the study

The recruitment occurred from August 2017 to April 2018. The flow of participants through the trial is presented in Figure 1. Ninety four individuals were screened from the community, after seeing the posters about study, contacting the researcher. Only twenty eight individuals were included and randomised. Four participants were lost to follow-up, two in each group.

The groups are similar on anthropometric characteristics, vital signs, peripheral oxygen saturation and medications (Table 1).

Compliance with trial protocol

The blinding of recruiter and measurer was successful. The participants and therapists could not be blinded in this case. All participants had to maintain a minimum frequency of 80% for analysis. Aerobic exercise group received 22.4 ± 1.7 sessions and the Pilates method group 17.1 ± 1.6 sessions on the 8 weeks. No adverse effects were reported by participants in the groups.

Research question 1

At week 8, the groups did not significantly differ on the casual SBP and DBP. The PMG showed a greater reduction on 24-hour SBP and MBP in comparison to AEG. There were a reduction on 24-hour SBP, DBP and MBP in PMG. There was also a decrease on 24-hour SBP in AEG. The travelled distance on 6-MWT was greater in AEG than PMG at week 8 (Table 2).

Research question 2

The outcomes measured by HRV not changed in both groups after 8 weeks and did not demonstrate any significant effects between groups (Table 3).

DISCUSSION

In this randomised clinical trial, we have found improvement in 24-hour SBP and MBP in the PMG compared to the AEG after 8 weeks of training in hypertensive patients. The 24-hour SBP decreased in a both groups. The PMG also reduced 24-hour DBP and MBP. On the other hand, the BP by the casual measure did not differ in any of the groups. The functional capacity improvement in AEG and showed a superior effect to PMG. The autonomic balance did not change after training in both groups.

The 24h ABPM is a more accurate measure, allows the values to be obtained closer to the patient's usual values and to establish a better prognosis of major cardiovascular events.²⁵ As an expected effect of aerobic training in hypertensive patients, there was a reduction of SBP in 24 hours, as showed in the metanalysis.^{8,9,26} We observed improvement in 24-hour SBP, DBP and MBP after 8 weeks of PM. In addition, we have found a more evident drop in the 24-hour SBP and MBP in PMG than AEG. This can be explained due to the type of exercise used in PM, which uses slow and deep breathing as the basis for performing the movements. The study¹⁰ found that slow and deep breathing decreased systolic and diastolic BP in hypertensive individuals after 8 weeks of training. Other studies have also found a decrease in BP with breathing training,^{27,28} as well as the training of Pilates in hypertensive patients measured for 24-hour.¹³ However, this is the first clinical trial that showed the superior effect of PM compared to aerobic exercise training on BP. As previously suggested the breathing control during Pilates allows a greater expansion of the ribcage and also generates an intrathoracic negative

pressure, both of which can activate the pulmonary stretching receptors and the Hering Breuer reflex, reducing systemic vascular resistance and attenuating the BP.¹⁰

Other hypotheses could be related the neural pathways, but in our study, we did not find differences in HRV. Some studies have demonstrated that different types of exercise improve HRV by improving autonomic nervous system response,²⁹ however our sample calculation was performed for the primary outcome, so our results may have found no differences in these variables as we would require a larger sample. In addition, the 8 week period of intervention may have been an attenuating factor for the improvement of autonomic balance control. Our finding goes to that of in another study,³⁰ that after aerobic activity performed for 10 weeks, also did not find any change in the autonomic balance in healthy.

The casual BP measurement did not change in any group. This measure may present some disadvantages, it is sensitive to the observer and there may be a registration bias,²² even with care in the standardization of the evaluation, the individual may be under various stimuli at isolated moment of the measurement. So, it is suggested that the casual measure may not have been sensitive enough to detect differences after the intervention period or that the 8-week training period was not sufficient to change the BP measurement by auscultatory method.

A decrease of 10 mmHg in SBP reduces the risk of events due to severe cardiovascular disease by 20% and stroke by 27%.⁴ Reductions of 5-7 mmHg in BP with aerobic exercise, reflected in a decrease in mortality by 7%, risk of stroke by 14% and coronary heart disease by 9%,³¹ therefore our results are clinically important.

Our findings demonstrated that the group that exercised on the treadmill obtained greater distance 6-MWT, as expected by the greater specificity of this intervention in comparison with PM. This finding is confirmed in other studies, in which aerobic activity increases functional capacity,³² however some studies with PM found an increase in functional capacity, differing from our results. As has been noted previously,¹⁶ has found improvement in functional capacity in the Pilates group when compared to the conventional group in patients with heart failure. This difference can be explained by the different populations evaluated, with more severe disease than in our study, and it was carried out in the initial phase of rehabilitation, inside the hospital.

Moreover, a biochemical analysis of blood could promote a better understanding of the mechanisms involved in our findings and the measure of casual BP could be measured with multiparametric monitor being more accurate. In conclusion, the PM has superior effect in reducing BP measured by 24-hour ABPM, in individuals with hypertension. The PM may prove to be a promising adjunctive therapy to pharmacological intervention. The aerobic training should be also encouraged since it attenuated SBP of 24h and improved the functional capacity.

REFERENCES

1. Weber MA, Schiffrin EL, White WB, Mann S, Lindholm LH, Kenerson JG, et al. Clinical Practice Guidelines for the Management of Hypertension in the Community A Statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2014; 16 (1): 14- 26. doi: 10.1111/jch.12237.
2. Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2017 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2017; 135 (10): e146- e603. doi: 10.1161/CIR.0000000000000485.
3. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey de Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Pr. *J Am Coll Cardiol*. 2018; 71 (19): e127- e248. doi: 10.1016/j.jacc.2017.11.006.
4. Ettehad D, Emdin CA, Kiran A, Anderson SG, Callender T, Emberson J, et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2016; 387 (10022): 957- 967. doi: 10.1016/S0140-6736(15)01225-8.
5. Artinian NT, Fletcher GF, Mozaffarian D, Kris-Etherton P, Horn LV, Lichtenstein AH, et al. Interventions to promote physical activity and dietary lifestyle changes for cardiovascular risk factor reduction in adults: A scientific statement from the american heart association. *Circulation*. 2010; 122 (4): 406- 441. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181e8edf1.
6. Liu J, Sui X, Lavie CJ, Zhou H, Park YM, Cai B, et al. Effects of Cardiorespiratory Fitness on Blood Pressure Trajectory With Aging in a Cohort of Healthy Men. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 64 (12): 1245- 1253. doi: 10.1016/j.jacc.2014.06.1184.
7. 2003 World Health Organization (WHO)/International Society of Hypertension (ISH) statement on management of hypertension. *J Hypertens*. 2003; 21 (11): 1983- 1992. doi: 10.1097/00004872-200311000-00002.
8. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Metaanalysis. *J Am Heart Assoc*. 2013; 2 (e004473): 1- 68. doi: 10.1161/JAHA.112.004473.
9. Herrod PJJ, Doleman B, Blackwell JEM, et al. Exercise and other nonpharmacological strategies to reduce blood pressure in older adults: a systematic

review and meta-analysis. *J Am Soc Hypertens*. 2018; 12 (4): 248- 267. doi: 10.1016/j.jash.2018.01.008.

10. Jones CU, Sangthong B, Pachirat O. An inspiratory load enhances the antihypertensive effects of home-based training with slow deep breathing: A randomised trial. *J Physiother*. 2010; 56 (3): 179- 186. doi: 10.1016/S1836-9553(10)70023-0.

11. Sarmiento LA, Pinto JSST, da Silva APP, Cabral CMN, Chiavegato LD. Effect of conventional physical therapy and Pilates in functionality, respiratory muscle strength and ability to exercise in hospitalized chronic renal patients: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017; 31 (4): 508- 520. doi: 10.1177/0269215516648752.

12. Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and the “powerhouse”- I. *J Bodyw Mov Ther*. 2004; 8 (1): 15- 24. doi: 10.1016/S1360-8592(03)00057-3

13. Martins-Meneses DT, Antunes HKM, De Oliveira NRC, Medeiros A. Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using antihypertensive medications. *Int J Cardiol*. 2015; 179: 262- 268. doi: 10.1016/j.ijcard.2014.11.064.

14. Liberalino EST, de Sousa TCC, da Silva VRL. Influência dos exercícios do método Pilates sobre o sistema cardiorrespiratório. *REBES (Pombal – PB, Brasil)*. 2013; 1 (3): 59- 64.

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBES/article/view/2352/1837>. Jul-set, 2013. Accessed June 12, 2018.

15. Jago R, Jonker ML, Missaghian M, Baranowski T. Effect of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls. *Prev Med (Baltim)*. 2006; 42 (3): 177- 180. doi: 10.1016/j.ypmed.2005.11.010.

16. Guimarães GV, Carvalho VO, Bocchi EA, d’Avila VM. Pilates in Heart Failure Patients: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Cardiovasc Ther*. 2012; 30 (6): 351- 356. doi: 10.1111/j.1755-5922.2011.00285.x

17. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 explanation and elaboration: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Int J Surg*. 2012; 10 (1): 28- 55. doi: 10.1016/j.ijsu.2011.10.001.

18. Malachias MVB, Souza WKSB, Plavnik FL, Rodrigues CIS, Brandão AA, Neves MFT, et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol* 2016; 107 (3.Supl.3): 1- 83. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2011001800001>.

19. Giacomini MB, da Silva AMV, Weber LM, Monteiro MB. The Pilates Method increases respiratory muscle strength and performance as well as abdominal muscle thickness. *J Bodyw Mov Ther*. 2016; 20 (2): 258- 264. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.11.003.

20. Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 Heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc*. 2006; 38 (5): 887- 893. doi: 10.1249/01.mss.0000218135.79476.9c

21. Stein C, Dal Lago P, Ferreira JB, Casali KR, Plentz RDM. Transcutaneous electrical nerve stimulation at different frequencies on heart rate variability in healthy subjects. *Auton Neurosci Basic Clin*. 2011; 165 (2): 205- 208. doi: 10.1016/j.autneu.2011.07.003.

22. V Diretrizes Brasileiras de Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial (MAPA) e III Diretrizes Brasileiras de Monitorização Residencial da Pressão Arterial (MRPA III). Sociedades Brasileiras de Cardiologia, Hipertensão e Nefrologia. *Arq Bras Cardiol* 2011; 97 (3 Supl 3): 1- 24. doi: 10.1590/S0066-

782X2011001800003.

23. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, Macintyre NR, McKay RT, et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am Thorac Soc*. 2002; 166 (1): 111- 117. doi: 10.1164/rccm.166/1/111.

24. Galdino G, Silva AM, Angelo J, Junior JAB, de Oliveira MPB, Araújo HAG, et al. Association between respiratory muscle strength and reduction of arterial blood pressure levels after aerobic training in hypertensive subjects. *J Phys Ther Sci*. 2016; 28 (12): 3421- 3426. doi: 10.1589/jpts.28.3421.

25. Verdecchia P. Prognostic value of ambulatory blood pressure: current evidence and clinical implications. *Hypertension*. 2000; 35 (3): 844- 851. doi: 10.1161/01.HYP.35.3.844.

26. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of Aerobic Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. *Ann Intern Med*. 2002; 136 (7): 493- 503. <http://annals.org/aim/article-abstract/715201/effect-aerobic-exercise-blood-pressure-meta-analysis-randomized-controlled-trials?volume=136&issue=7&page=493>. April 2, 2002. Accessed July 15, 2018.

27. Viskoper R, Shapira I, Priluck R, Mindlin R, Chornia L, Laszt A, et al. Nonpharmacologic treatment of resistant hypertensives by device-guided slow breathing exercises. *Am J Hypertens*. 2003; 16 (6): 484- 487. doi: 10.1016/S0895-7061(03)00571-5.

28. Howorka K, Pumplra J, Tamm J, Schabmann A, Klomfar S, Kostineak E, et al. Effects of guided breathing on blood pressure and heart rate variability in hypertensive diabetic patients. *Auton Neurosci Basic Clin*. 2013; 179 (1-2): 131- 137. doi: 10.1016/j.autneu.2013.08.065.

29. Sales ARK, Silva BM, Neves FJ, et al. Diet and exercise training reduce blood pressure and improve autonomic modulation in women with prehypertension. *Eur J Appl Physiol*. 2012; 112 (9): 3369-3378. doi: 10.1007/s00421-012-2315-y.

30. Cornelissen VA, Verheyden B, Aubert AE, Fagard RH. Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability. *J Hum Hypertens*. 2010; 24 (3): 175-182. doi: 10.1038/jhh.2009.51.

31. Sabbahi A, Arena R, Elokda A, Phillips SA. Exercise and Hypertension: Uncovering the Mechanisms of Vascular Control. *Prog Cardiovasc Dis*. 2016; 59 (3): 226- 234. doi: 10.1016/j.pcad.2016.09.006.

32. Póvoa TIR, Jardim PCBV, Sousa ALL, Jardim T de SV, de Souza WKSB, Jardim LSV. Treinamento aeróbio e resistido, qualidade de vida e capacidade funcional de hipertensas. *Rev Bras Med do Esporte*. 2014; 20 (1): 36-40. doi: 10.1590/S1517-86922014000100007.

Table 1 Characteristics of the groups on admission to the study.

Characteristic	PMG (n=12)	AEG (n=12)
Age (yr), mean (SD)	55.3 (10.9)	49 (11.8)
Sex (F/M), n	9/3	9/3
BMI (kg/m ²), mean (SD)	27.8 (3.4)	27.2 (3.8)
SBP (mmHg), mean (SD)	137.2 (16.3)	136.2 (20.1)
DBP (mmHg), mean (SD)	90.7 (11.1)	90.4 (16)
Resting HR (bpm), mean (SD)	72.9 (12.2)	70.6 (15.4)
RR (cpm), mean (SD)	16.3 (4.2)	14.7 (2.8)
SpO ₂ (%), mean (SD)	97.2 (1.5)	98.2 (0.6)
Medications, n (%)		
ACE inhibitor	2 (16.7)	2 (16.7)
Diuretic	3 (25)	8 (66.7)
Anticoagulant	2 (16.7)	1 (8.3)
Angiotensin receptor antagonista	10 (83.3)	7 (58.3)
Calcium channel blockers	2 (16.7)	1 (8.3)

PMG = Pilates method group, AEG = aerobic exercise group, F = female, M = male, BMI = body mass index, SBP = systolic blood pressure, DBP = diastolic blood pressure, HR = heart rate, RR = respiratory rate, SpO₂ = peripheral capillary oxygen saturation, ACE = angiotensin-converting-enzyme inhibitor.

Table 2 Mean (SD) of each group, mean (SD) difference within each group, and mean (95% CI) difference between groups for casual blood pressure, 24-hour ambulatory blood pressure monitoring and 6-minute walking distance.

Outcomes	Groups				Difference within groups		Difference between groups
	Week 0		Week 8		Week 8 minus Week 0		PMG minus AEG
	PMG (n=12)	AEG (n=12)	PMG (n=12)	AEG (n=12)	PMG (n=12)	AEG (n=12)	
Casual SBP (mmHg)	137.2 (16.4)	136.2 (20.1)	132.1 (18.8)	129 (12.8)	-5.1 (18.7)	-7.2 (26.1)	2.1 (-16.1 to 20.3)
Casual DBP (mmHg)	90.7 (11.1)	90.4 (16)	86.3 (8.3)	83.4 (12.5)	-4.4 (11.4)	-7 (20.5)	2.6 (-10.7 to 15.9)
24-hour SBP (mmHg)	130.7 (11.6)	126.6 (7.3)	124.3 (12.1)	123.7 (7.1)	-6.3 (5.2)	-2.9 (2.2)	-3.4 (-6.6 to -0.2)
24-hour DBP (mmHg)	79.8 (8.8)	77.8 (6.7)	75.8 (8.1)	77.2 (6.7)	-3.9 (4.3)	-0.7 (4.1)	-3.2 (-6.6 to 0.2)
24-hour MBP (mmHg)	96.7 (9)	94.1 (6.6)	92 (8.5)	92.7 (6)	-4.7 (4.4)	-1. (2.9)	-3.3 (-6.3 to -0.3)
24-hour HR (mmHg)	75 (12.9)	73.2 (8.9)	74.7 (11.8)	74 (9.9)	-0.3 (10.9)	0.8 (5.8)	-0.5 (-7.5 to 6.5)
6-MWD (m)	532.8 (78)	523 (69.6)	550 (70.2)	611 (86.5)	17.7 (54.9)	88.3 (61.1)	-70.6 (-117.1 to -24.1)

PMG = Pilates method group, AEG = aerobic exercise group, SBP = systolic blood pressure, DBP = diastolic blood pressure, MBP = mean blood pressure, HR = heart rate, 6-MWD = 6-minute walking distance.

Table 3 Mean (SD) of each group, mean (SD) difference within each group, and mean (95% CI) difference between groups for heart rate variability.

Outcome	Groups				Difference within groups		Difference between groups
	Week 0		Week 8		Week 8 minus Week 0		PMG minus AEG
	PMG	AEG	PMG	AEG	PMG	AEG	
Time domain							
HR (<i>bpm</i>)	69.4 (8.1)	68.7 (9.1)	66.4 (8.1)	67.6 (8.9)	-3 (7.1)	-1.1 (6.8)	-1.9 (-7.5 to 3.7)
SDNN (<i>ms</i>)	30.7 (10.6)	39.1 (17.2)	29.4 (9.5)	36.3 (14.2)	-1.3 (9.2)	-2.8 (13)	1.5 (-7.5 to 10.5)
rMSSD (<i>ms</i>)	24.2 (10.9)	26 (15.1)	20.7 (8.5)	23.2 (9.1)	-3.6 (11)	-2.9 (13.9)	-0.7 (-10.7 to 9.3)
pNN50 (%)	7.3 (9.1)	7.4 (12.5)	4.2 (6.2)	5.3 (6.3)	-3.1 (10.8)	-2.2 (12.2)	-0.9 (-10.1 to 8.3)
Triangular Index	8.2 (2.3)	9.9 (3.3)	8.1 (2.2)	9.4 (3)	-0.1 (2.2)	-0.6 (2.3)	0.5 (-1.3 to 2.3)
Frequency domain							
TP (<i>ms²</i>)	961.6 (662.4)	1601.4 (1319.8)	886.4 (500.4)	1513.3 (1326.2)	-75.2 (607)	-88.1 (1060.4)	12.9 (-678.4 to 704.2)
LF (<i>ms²</i>)	248.9 (244.2)	259.3 (467.1)	125.7 (78.9)	307.8 (298.7)	-123.3 (236.6)	-51.5 (455.8)	-71.8 (-362.4 to 218.8)
HF (<i>ms²</i>)	346.1 (256.4)	348.2 (321.1)	287.3 (260.2)	362.2 (272.4)	-58.8 (291.7)	14 (378.4)	-72.8 (-343.1 to 197.5)
LF (<i>n.u.</i>)	41.3 (15.2)	43.7 (17.7)	33.7 (13.9)	44.1 (12.8)	-7.6 (20.6)	0.4 (19.2)	-8 (-23.9 to 7.9)
HF (<i>n.u.</i>)	58.7 (15.2)	56.3 (17.7)	66.3 (13.9)	55.9 (12.8)	7.6 (20.6)	-0.4 (19.2)	8 (-7.9 to 23.9)
LF/HF ratio	0.8 (0.6)	1 (0.9)	0.6 (0.4)	0.9 (0.6)	-0.3 (0.8)	-0.1 (1)	-0.2 (-0.9 to 0.5)

PMG = Pilates method group, AEG = aerobic exercise group, HR = heart rate, SDNN = standard deviation of all normal RR intervals recorded in a time interval, rMSSD = root means square of successive differences, pNN50 = percentage of adjacent RR intervals whose difference lasts greater than 50 ms, TP = total power, LF = low frequency, HF = high frequency, LF/HF = relationship between LF and HF component.

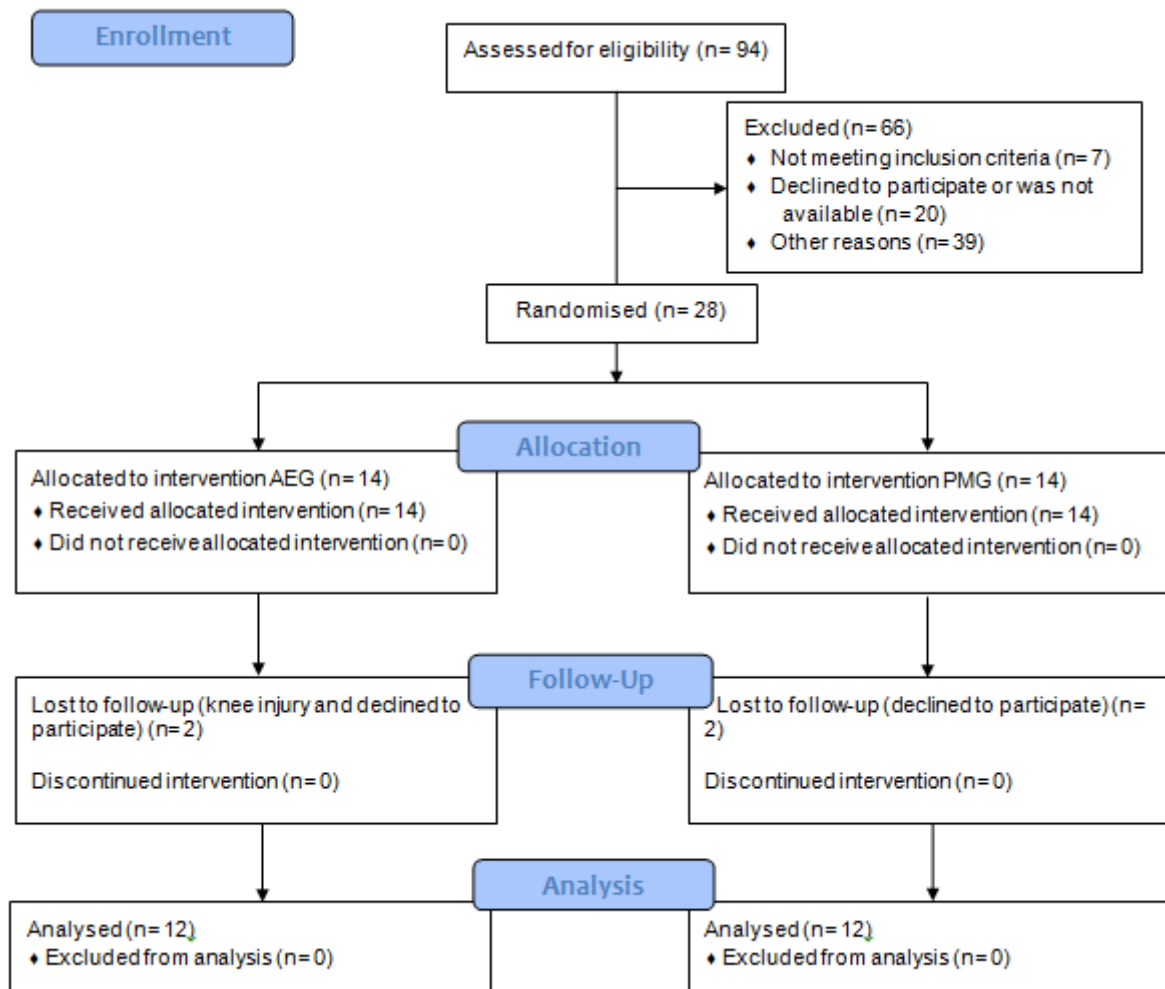


Figure 1. Design and flow of participants through the trial.

3 CONCLUSÃO

A partir da realização desse ensaio clínico, é possível afirmar que o treinamento com método Pilates tem potencial para ser usado como uma modalidade de prevenção e tratamento em indivíduos hipertensos controlados sedentários.

O MP comparado ao EA de moderada intensidade proporcionou melhora da pressão arterial de 24 horas (sistólica, diastólica e média), o que representa importância clínica, pois pode ser utilizado como uma terapia não-farmacológica coadjuvante nesta população, ajudando a diminuir o risco de eventos cardiovasculares maiores. O inverso ocorreu na capacidade funcional, em que o EA foi mais benéfico do que o MP, devido ao treinamento em esteira ser mais específico para este tipo de teste. Não houve mudanças na variabilidade da frequência cardíaca, porém o cálculo amostral não foi realizado para estas variáveis e também, a via neural é apenas uma das vias de regulação da pressão arterial. Sugere-se que em estudos futuros, pesquise-se outras vias que também podem influenciar no controle da PA.

A falta de tempo é um dos principais motivos a não adesão e à prática de atividade física regular; o que dificulta a realização de exercício três vezes por semana, conforme recomendado para este perfil de população. Sendo assim, ofertar programas de treinamento supervisionados que possam ser realizados em duas vezes na semana, é uma estratégia interessante e adequada para a promoção da saúde, prevenção e tratamento de indivíduos hipertensos. Além da eficiência temporal, o Pilates é considerado uma estratégia segura, com boa aceitação, com resultados cardiometabólicos similares ao exercício aeróbico e superiores sobre a pressão arterial de 24 horas.

Dessa forma, acredito ter encerrado esta etapa da minha vida acadêmica contribuindo com o meio científico no que tange o uso do MP em hipertensos. Saliento a imensa satisfação com a realização e o resultado deste trabalho, o qual me proporcionou grandes desafios e grande aprendizado. Acredito que deparar-se com novas informações e conteúdos é sempre uma estratégia para o crescimento pessoal e profissional. Além disso, a interação com pesquisadores, pós-graduandos, acadêmicos, contribuiu de maneira inigualável para a produção do conhecimento e desenvolvimento da ciência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEGUNDE, D.O. et al. The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. **The Lancet**. Reino Unido, v. 370, n. 9603, p. 1929-38, 2007.

ACHTEN, J. E.; JEUKENDRUP, A. E. Heart Rate Monitoring Applications and Limitations. **Sports Med**. v. 33, n. 7, p. 517-538, 2003.

ANDRADE, L.S. et al. Application of Pilates principles increases paraspinal muscle activation. **J. Bodyw. Mov. Ther**. v. 19, n. 1, p. 62-66, 2015.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Heart Disease and Stroke Statistics—2017 Update: A Report From the American Heart Association, **Circulation**, Dallas, Texas; v. 135, n. 10, p. 1-5, 2017.

COOTE, J. H. Landmarks in understanding the central nervous control of the cardiovascular system. **Exp Physiol**. v. 92, n. 1, p. 3-18, 2007.

ETTEHAD, D. et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death : a systematic review and meta-analysis. **Lancet**. v. 387, n. 10022, p. 957-967, 2016.

GIACOMINI, M. B. et al. The Pilates Method increases respiratory muscle strength and performance as well as abdominal muscle thickness. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**. v. 20, n. 2, p. 258- 264, 2015.

GUIMARÃES, G. V. et al. Pilates in Heart Failure Patients: A Randomized Controlled Pilot Trial. **Cardiovascular Therapeutics**. v. 30, n. 6, p. 351–356, 2012.

HERROD, P. J. J. et al. Exercise and other nonpharmacological strategies to reduce blood pressure in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Society of Hypertension**. v. 12, n. 4, p. 248-267, 2018.

IRIGOYEN, M. C.; CONSOLIM-COLOMBO, F. M.; KRIEGER, E. M. Controle Cardiovascular: Regulação Reflexa E Papel Do Sistema Nervoso Simpático. **Rev Bras Hipertens**. v. 8, n. 1, p. 55-62, 2001.

ISACOWITZ, R.; CLIPPINGER, K. **Anatomia do Pilates**. São Paulo: Manole, p. 204, 2013.

JAGO, R. et al. Effect of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls. **Preventive Medicine**. v. 42, n. 3, p. 177- 180, 2006.

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

JÚNIOR, F P. et al. Influência do treinamento aeróbio nos mecanismos fisiopatológicos da hipertensão arterial sistêmica. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, Florianópolis, v. 32, n. 2-4, p. 229-244, dez. 2010.

KARAS, M. et al. J. Attenuation of autonomic nervous system functions in hypertensive patients at rest and during orthostatic stimulation. **J Clin Hypertens (Greenwich)**. v. 10, n. 2, p. 97-104, 2008.

KIKUYA, M. et al. Diagnostic Thresholds for Ambulatory Blood Pressure Monitoring Based on 10-Year Cardiovascular Risk. **Hypertension**. v. 115, n. 16, p. 2145-52, 2007.

KRIEGER, E. M. et al. **Hipertensão Arterial. Bases Fisiopatológicas e Prática Clínica**. Editora: Atheneu; Edição: 1ª, São Paulo, 2013.

LATEY, P. The Pilates method: History and philosophy. **J Bodyw Mov Ther.** v. 5, n. 4, p. 275-282, 2001.

LIBERALINO, E. S. T.; SOUSA, T.C.C.; SILVA, V. R. L. Influência dos exercícios do método Pilates sobre o sistema cardiorrespiratório. **REBES**. v. 3, n. 3, p. 59-64, 2013.

MALACHIAS, M.V.B. et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arq Bras Cardiol**. v. 107, n. 3, Supl. 3, p. 1-83, 2016.

MANCIA, G. et al. A. Evaluating sympathetic activity in human hypertension. **J Hypertension**. v. 11, n. 5, p. S13- S19, 1993.

MARTINS- MENEZES, D. T. et al. Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using antihypertensive medications. **International Journal of Cardiology**. v. 179, n.1, p. 262–268, 2015.

MUSCOLINO, J. E.; CIPRIANI, S. Pilates and the “powerhouse”—I. **J Bodyw Mov Ther.** v. 8, n. 1, p. 15-24, 2004.

NOVAIS, L. D. et al. Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em repouso de homens saudáveis sedentários e de hipertensos e coronariopatas em treinamento físico. **Rev. bras. fisioter.** v. 8, n. 3, p. 207-213, 2004.

RIBEIRO, T.F. et al. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) a partir dos intervalos R-R de voluntários de meia-idade, saudáveis e coronariopatas: relato de caso. **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**. Suppl A, p. 1-1, 2000.

RIZAS, K. D. et al. Clinical Medicine Sympathetic Activity – Associated Periodic Repolarization Dynamics Predict Mortality Following Myocardial Infarction. **Clin Med**. v. 124, n. 4, p. 1770-80, 2014.

ROBERTS, W. Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function. **Cleveland Clinic Journal of Medicine**. v. 76, Suppl 2, p. S37-S40, 2009.

ROQUE, J. M. A. **Variabilidade da frequência cardíaca**. 2009. 31 p. Trabalho de conclusão de curso, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2009.

SANTOS, R. A. S.; FAGUNDES-MOURA, C. R.; SILVA, A.S. Efeitos cardiovasculares e renais do sistema renina-angiotensina. **Rev Bras Hipertens**. v. 7, n. 3, p. 227-136, 2000.

SANTOS, R. Z. et al. Treinamento aeróbio intenso promove redução da pressão arterial em hipertensos. **Rev Bras Med Esporte**. v. 21, n. 4, p. 292-296, 2015.

SAUER, D.; PEREZ, A. J.; CARLETTI, L. Efeito do treinamento sobre a eficiência ventilatória de indivíduos saudáveis. **Rev Bras Med Esporte**. v. 20, n. 6, p. 470- 473, 2014.

SCALA, L.C.; MAGALHÃES, L.B.; MACHADO, A. **Epidemiologia da hipertensão arterial sistêmica**. In: Moreira SM, Paola AV; Sociedade Brasileira de Cardiologia. Livro Texto da sociedade Brasileira de Cardiologia. 2ª. ed. São Paulo: Manole; p. 780-5, 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. V Diretrizes Brasileiras de Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial (MAPA). **Rev Bras Hipertens**. v. 18, n. 1, p.7-17, 2011.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY and the north american society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Circulation**. v. 93, p. 1043-1065, 1996.

VANDERLEI, L. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Rev Bras Cir Cardiovasc**. v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

VASCONCELOS, S. M. L. et al. A. M. Hipótese oxidativa da hipertensão arterial: uma minirrevisão. **Rev Bras Hipertens**. v. 14, n. 4, p. 269-274, 2007.

VASEGHI, M.; SHIVKUMAR, K. The Role of the Autonomic Nervous System in Sudden Cardiac Death. **NIH**. v. 50, n. 6, p. 404-19, 2008.

VIARO, F.; NOBRE, F.; EVORA, R.B. Expressão da óxido nítrico sintase na fisiopatologia das doenças. **Arq Bras Cardiol**. v. 74, n. 4, p. 365- 379, 2000.

WEBER, M. A. et al. Clinical Practice Guidelines for the Management of Hypertension in the Community A Statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. **ASH/ISH Hypertensio Guidelines**. Brooklyn, NY, p.1-13, 2013.

WEINBERG, I. et al. The Systolic Blood Pressure Difference Between Arms and Cardiovascular Disease in the Framingham Heart Study. **The American Journal of Medicine**, v. 127, n. 3, 2014.

WHELTON, P.K. et al. Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Pr. **J Am Coll Cardiol.** v. 71, n. 19, p. e127-e248, 2018.

YAMAZAKI, T. et al. The renin-angiotensin system and cardiac hypertrophy. **Heart.** v. 76, Suppl 3, p. 33-5, 1999.

ZAGO, A. S. e ZANESCO, A. Óxido Nítrico, Doenças Cardiovasculares e Exercício Físico. **Arq Bras Cardiol.** v. 87, n. 6, p. e264-e270, 2006.

ANEXOS

ANEXO 1 SUBMISSÃO À REVISTA JOURNAL OF PHYSIOTHERAPY

Submission Confirmation

Journal of Physiotherapy <eesserver@eesmail.elsevier.com>

ter 25/09/2018 23:06

Para: antonio.77@terra.com.br <antonio.77@terra.com.br>;

Cc: carolpippi@gmail.com <carolpippi@gmail.com>; maatheusbmoreira@gmail.com <maatheusbmoreira@gmail.com>; righigeovana@gmail.com <righigeovana@gmail.com>; natirighi@gmail.com <natirighi@gmail.com>; lsignori@hotmail.com <l.signori@hotmail.com>; taitolves@hotmail.com <taitolves@hotmail.com>;

*** Automated email sent by the system ***

Dear Professor Antonio Marcos Vargas da Silva,

We have received your article "Superior effects of Pilates method vs aerobic exercise on blood pressure in hypertensive patients: a randomised trial" for consideration for publication in Journal of Physiotherapy.

Your manuscript will be given a reference number once an editor has been assigned.

To track the status of your paper, please do the following:

1. Go to this URL: <https://ees.elsevier.com/jphys/>
2. Log in as an Author
3. Click [Submissions Being Processed]

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Elsevier Editorial System
Journal of Physiotherapy

Please note that the editorial process varies considerably from journal to journal. For more information about the submission-to-publication lifecycle, click here: http://help.elsevier.com/app/answers/detail/p/7923/a_id/160

For further assistance, please visit our customer support site at <http://help.elsevier.com/app/answers/list/p/7923>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions and learn more about EES via interactive tutorials. You will also find our 24/7 support contact details should you need any further assistance from one of our customer support representatives.

Tolves, Tainara
Efeitos do método Pilates e do treino aeróbico em
sujeitos hipertensos: ensaio clínico randomizado /
Tainara Tolves.- 2018.
39 p.; 30 cm

Orientador: Antônio Marcos Vargas da Silva
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós
Graduação em Reabilitação Funcional, RS, 2018

1. Hipertensão arterial 2. Pressão arterial 3. Método
Pilates 4. Exercício aeróbico I. Vargas da Silva, Antônio
Marcos II. Título.