

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ASSOCIADO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA – UEM/UEL

GUSTAVO HENRIQUE DE OLIVEIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE E DO TREINAMENTO
CONTÍNUO DE INTENSIDADE
MODERADA SOBRE PARÂMETROS
HEMODINÂMICOS CENTRAIS E
RIGIDEZ ARTERIAL EM
MULHERES OBESAS**

Maringá
2020

GUSTAVO HENRIQUE DE OLIVEIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE E
DO TREINAMENTO CONTÍNUO DE
INTENSIDADE MODERADA SOBRE
PARÂMETROS HEMODINÂMICOS
CENTRAIS E RIGIDEZ ARTERIAL EM
MULHERES OBESAS**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação
Associado em Educação Física –
UEM/UEL, para obtenção do título de
Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Wendell Arthur Lopes

Maringá
2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

O48e

Oliveira, Gustavo Henrique de

Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade e do treinamento contínuo de intensidade moderada sobre Parâmetros Hemodinâmicos Centrais e RIG / Gustavo Henrique de Oliveira. -- Maringá, PR, 2020.
94 f.figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Wendell Arthur Lopes.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física, Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, 2020.

1. Treinamento aeróbio. 2. Treinamento intervalado. 3. Pressão arterial. 4. Velocidade de onda de pulso. 5. Obesidade . I. Lopes, Wendell Arthur, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Educação Física. Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL. III. Título.

CDD 23.ed. 796.42

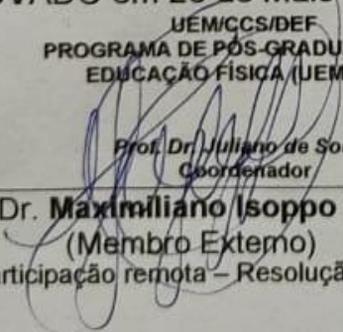
GUSTAVO HENRIQUE DE OLIVEIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE E
DO TREINAMENTO CONTÍNUO DE
INTENSIDADE MODERADA SOBRE
PARÂMETROS HEMODINÂMICOS
CENTRAIS E RIGIDEZ ARTERIAL EM
MULHERES OBESAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, na área de concentração: Desempenho Humano e Atividade Física, para obtenção do título de Mestre.

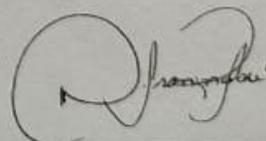
APROVADO em 26 de Maio de 2020

UEM/CCS/DEF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA (UEM/UEL)


Prof. Dr. **Juliano de Souza**
Coordenador

Prof. Dr. **Maximiliano Isoppo Schaun**
(Membro Externo)

Participação remota – Resolução nº 013/2018-CEP



Prof. Dr. **Wilson Rinaldi**
(Membro Interno)



Prof. Dr. **Wendell Arthur Lopes**
(Orientador)

Dedicatória

Este trabalho é dedicado à minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica e da vida. Sem o apoio deles este trabalho não seria possível.

Agradecimentos

Agradeço principalmente ao meu pai, minha mãe “*In Memoriam*” e ao meu irmão por todo o suporte e apoio durante esse período de formação acadêmica. Esse momento da minha vida foi muito conturbado por problemas pessoais, porém devido aos conselhos do meu irmão sempre conseguia pensar em uma solução para os problemas, o meu pai sempre me ensinou a ser persistente nos meus objetos e minha mãe toda vida me ensinou a ser guerreiro e nunca desistir. Muito obrigado!

À Fundação Araucária pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa e a CAPES pela bolsa de estudos para a realização do mestrado.

Ao professor Dr. Pedro Paulo Deprá que durante todo o período da graduação me incentivou a continuar a vida acadêmica. Ao meu orientador, professor Dr. Wendell Arthur Lopes por aceitar me orientar durante o mestrado. Sou muito grato ao meu orientador por todos os ensinamentos e orientações para minha formação como profissional. Ao Dr. Rogério Toshiro Passos Okawa e toda sua equipe da BioCor por proporcionar parceria, disposição e conhecimento. Ao Grupo GPHARV, Carol, João, Higor e Victor por toda ajuda e amizade que construímos, pessoas que serão levadas por toda a vida.

A minha namorada por todo apoio, carinho, compreensão e parceria. Aos meus amigos de infância, Lucas, Bruno, Bruno, Guilherme, Geraldo, Victor, Gian, Gabriel, Diego e Adriano pelo companheirismo e amizade que mantemos até a vida adulta. Aos amigos conquistados durante a graduação Wagner, Guilherme, Fellipe e Caio por toda a parceria. Aos colegas da salinha da pós, muito obrigado pelos momentos de descontração e diversão.

OLIVEIRA, Gustavo Henrique. **Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade e do treinamento contínuo de intensidade moderada sobre parâmetros hemodinâmicos centrais e rigidez arterial em mulheres obesas**. 2020. 95f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Ciências da Saúde. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

RESUMO

Introdução: A obesidade é considerada uma pandemia global e fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCVs). Evidências recentes sugerem que a pressão arterial central (Pac) está fortemente associada com as DCVs. O aumento da rigidez arterial (RA) é o principal fator associado ao aumento da Pac. O treinamento aeróbio é capaz de promover a redução da Pac. Entretanto, pouco se sabe sobre o impacto de diferentes modalidades de treinamento aeróbio sobre a Pac. O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) tem sido considerado uma alternativa ao treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) tendo em vista sua superioridade na melhora da aptidão cardiorrespiratória e de outros parâmetros de saúde. Contudo, a superioridade do HIIT na melhora da Pac ainda precisa ser elucidada. Portanto, os objetivos da presente dissertação foram: 1. Revisar os efeitos crônicos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) *versus* o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) sobre a Pac; 2. Investigar os efeitos do HIIT *versus* MICT sobre a Pac e rigidez arterial em mulheres obesas jovens.

Métodos: A revisão sistemática e meta-análise foi conduzida conforme o PRISMA e registrado no PROSPERO (CRD42018111573). A busca dos ensaios clínicos randomizados foi realizada em cinco bases de dados eletrônicas (Pubmed/Medline, Web of Science, Cochrane, Lilacs e Scielo). Foi pesquisado estudos que compararam os efeitos crônicos do HIIT *versus* o MICT sobre a Pac, também foi extraído destes estudos os valores para a PAp, RA e $VO_{2máx}$. A meta-análise foi conduzida no software Review Manager® e os dados foram apresentados como diferença média padronizada (SMD), com seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Utilizamos o modelo de efeitos aleatórios para reduzir a influência da heterogeneidade e comparar as alterações da Pac, PAp, RA e $VO_{2máx}$ após HIIT e MICT. Para o estudo experimental de design paralelo, participaram 25 mulheres jovens com obesidade grau I e II. Foram avaliadas as medidas antropométricas, composição corporal e aptidão cardiorrespiratória. As principais medidas de rigidez arterial mensuradas foram a velocidade da onda de pulso (VOP) carótida-femoral, *Augmentation Index* (Aix), Aix@75 e também a pressão arterial periférica e central, sendo, sistólica, diastólica e de pressão de pulso pelo equipamento SphygmoCor®. As avaliações foram realizadas antes e após o período de treinamento de 8 semanas. As voluntárias foram alocadas aleatoriamente em dois grupos: HIIT (4 estímulos de 4 minutos de exercício na intensidade entre 85 e 95% da $FC_{máx}$, alternados por períodos de 3 minutos de recuperação ativa na intensidade entre 65 e 75% da $FC_{máx}$) ou MICT (41 minutos na intensidade entre 65 e 75% da $FC_{máx}$). Para a comparação entre os grupos (HIIT e MICT) e entre os momentos de avaliação (pré e pós) foi utilizada a ANOVA para

medidas repetidas, seguido da correção de Bonferroni. Adotou-se o valor de $p < 0,05$ para significância estatística.

Resultados: Inicialmente, 1409 artigos foram identificados para compor a revisão sistemática com meta-análise. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, sete artigos envolvendo 196 participantes foram incluídos na meta-análise. Ao comparar as mudanças pré e pós HIIT e MICT, não houve diferença significantativa para a pressão arterial sistólica central (PASC) (SMD -0,13 [IC95%, -0,47 a 0,21], $p = 0,45$, $I^2 = 25\%$) e para a PADc (SMD 0,15 [IC95%, -0,15 a 0,46], $p = 0,32$, $I^2 = 20\%$). Quanto as variáveis secundárias, não houve diferença significativa para a pressão arterial sistólica periférica (PASp) (SMD -0,23 [IC95%, -0,52 a 0,06], $p = 0,12$, $I^2 = 10\%$), pressão arterial diastólica periférica (PADp) (SMD -0,02 [IC95%, -0,30 a 0,27], $p = 0,91$, $I^2 = 11\%$), velocidade de onda de pulso (SMD 0,18 [IC95%, -0,12 a 0,48], $p = 0,24$, $I^2 = 4\%$) e *augmentation index* (AIX) (SMD -0,27 [IC95%, -0,75 a 0,21], $p = 0,27$, $I^2 = 46\%$). No estudo experimental, tanto o HIIT como o MICT reduziram significativamente a VOP ($\Delta = -0,37 \pm 0,2$, $p < 0,001$ e $\Delta = -0,35 \pm 0,3$, $p < 0,001$, respectivamente). Além disso, houve redução significativa na PAc sistólica ($\Delta = -6,6 \pm 6,8$, $p = 0,010$, no *augmentation pressure* (AP) ($\Delta = -3,0 \pm 5,1$, $p = 0,033$) e tendência à redução no Alx ($\Delta = -6,4 \pm 14,8$, $p = 0,092$) e Alx @ 75 ($\Delta = -7,6 \pm 15,1$, $p = 0,053$) após o HIIT e da PAc diastólica ($\Delta = -3,6 \pm 5,0$, $p = 0,026$) após o MICT.

Conclusão: Com base nos achados da revisão sistemática com meta-análise, o HIIT e MICT foram similares na redução da PAc, PAp e RA na população saudável ou em condição especial de saúde. Dessa forma, ambos os TA podem ser utilizados na melhora dos parâmetros hemodinâmicos centrais e na saúde arterial. De forma similar, no estudo experimental, ambos os protocolos HIIT e MICT reduziram a RA em mulheres jovens obesas. Contudo, apenas o HIIT foi capaz de reduzir a PAc e a amplificação da pressão, sugerindo que o HIIT poderia ser superior ao MICT na melhora dos parâmetros hemodinâmicos centrais nessa população.

Palavras-Chave: treinamento aeróbio. treinamento intervalado. pressão arterial. onda refletida. velocidade de onda de pulso. saúde vascular. Índice de amplificação. potência aeróbia. excesso de peso.

OLIVEIRA, Gustavo Henrique. **Effects of high intensity interval training and moderate-intensity continuous training on central hemodynamic parameters and arterial stiffness in obese women**. 2020. 95p. Dissertation (Masters in Physical Education) – Health Sciences Center. State University of Maringá, Maringá, 2020.

ABSTRACT

Introduction: The obesity is considered a global pandemic being also a risk factor for the development of cardiovascular diseases (CVDs). Evidence suggests that the central blood pressure (cBP) is strongly associated with the CVDs. The increase in the arterial stiffness (AS) is the main factor associated with an increase in the cBP. The aerobic training is capable to promote the reduction of cBP. However, little is known about the impact of different aerobic training modalities on the cBP. The high-intensity interval training (HIIT) has been currently considered as an alternative to the moderate-intensity continuous training (MICT), mostly by virtue of its superiority in enhancing cardiorespiratory fitness and other health-related parameters. Nevertheless, the superiority of HIIT in promoting greater improvements on cBP still needs to be further explored. Thus, the aims of the present master's degree thesis were: 1. To revise the chronic effects of HIIT versus MICT on cBP; 2. To investigate the effects of HIIT versus MICT on cBP and AS in young obese women.

Methods: The systematic review and meta-analysis was carried out according to PRISMA guideline and previously registered on PROSPERO (CRD42018111573). Search of randomized controlled trials occurred in five different electronic databases (Pubmed/Medline, Web of Science, Cochrane, Lilacs and Scielo). Studies which compared the chronic effects of HIIT versus MICT on central blood pressure (cBP) were considered for inclusion. Data regarding peripheral blood pressure (pBP), arterial stiffness (AS) and maximal oxygen uptake (VO_{2max}) were also extracted from the included studies. The meta-analysis was performed with the aid of the software Review Manager[®] and data was presented as standard mean deviation (SMD), with a confidence interval of 95%. We used the random effect model in order to reduce the heterogeneity and also compare the changes on cBP, pBP, AS and VO_{2max} after HIIT and MICT. Regarding the experimental study design, 25 young obese women (body mass index between 30 and 39.9 kg/m²) participated in the study. Anthropometric, body composition and cardiorespiratory measurements were collected. The main variables of AS were the carotid-femoral pulse wave velocity (PWV), augmentation index (AIx), AIx adjusted for 75 bpm (AIx@75) and also central e peripheral blood pressures as well as pulse pressure. The hemodynamic assessments were performed by the SphygmoCor[®]. The evaluations were performed before and after the 8-week training period. Volunteers were randomly allocated in two groups: HIIT (four exercise bouts of four minutes each with the intensity ranging from 85% and 95% of $maxHR$, interspersed by 3-minute periods of active recovery with the intensity between 65% and 75% of $maxHR$), or MICT (41 minutes between 65% and 75% of $maxHR$). Data concerning the comparison between groups (HIIT vs. MICT) and between moments (pre and post intervention) were analysed using the ANOVA for repeated measures, followed by the Bonferroni correction. A significance level of $P < 0.05$ was adopted.

Results: Primarily, after the key terms were uniformly applied in all electronic databases, 1409 references were found for screening. After references screening according to the previous established eligibility criteria, seven references, including altogether 196 individuals, were included in the present systematic review and meta-analysis. After comparing the baseline and post intervention changes for HIIT and MICT, there were no significant differences on central systolic blood pressure (cSBP) (SMD -0,13 [IC95%, -0,47 a 0,21], $p = 0,45$, $I^2 = 25\%$) and central diastolic blood pressure (cDBP) (SMD 0,15 [IC95%, -0,15 a 0,46], $p = 0,32$, $I^2 = 20\%$). As regards to the secondary variables, there were no significant differences for peripheral systolic blood pressure (pSBP) (SMD -0,23 [IC95%, -0,52 a 0,06], $p = 0,12$, $I^2 = 10\%$), peripheral diastolic blood pressure (pDBP) (SMD -0,02 [IC95%, -0,30 a 0,27], $p = 0,91$, $I^2 = 11\%$), PWV (SMD 0,18 [IC95%, -0,12 a 0,48], $p = 0,24$, $I^2 = 4\%$), and Aix (SMD -0,27 [IC95%, -0,75 a 0,21], $p = 0,27$, $I^2 = 46\%$). In the experimental study, both HIIT and MICT significantly reduced the PWV ($\Delta = -0,37 \pm 0,2$, $p < 0,001$ and $\Delta = -0,35 \pm 0,3$, $p < 0,001$, respectively). Moreover, there were significant reductions on cSBP ($\Delta = -6,6 \pm 6,8$, $p = 0,010$), and augmentation pressure (AP) ($\Delta = -3,0 \pm 5,1$, $p = 0,033$) and a tendency to reduction on Aix ($\Delta = -6,4 \pm 14,8$, $p = 0,092$) and Aix@75 ($\Delta = -7,6 \pm 15,1$, $p = 0,053$) after HIIT and on cDBP ($\Delta = -3,6 \pm 5,0$, $p = 0,026$) after MICT.

Conclusion: According to the findings from the meta-analysis, HIIT and MICT were similar in reducing cBP, pBP, and AS in healthy and chronically diseased individuals. Therefore, both aerobic trainings can be applied for the improvement of the central hemodynamic parameters as well as for arterial health. Likewise, in the experimental study, both aerobic training protocols reduced the AS in young obese women. Nevertheless, only HIIT was able to reduce the cBP and the pressure amplification. This suggests that HIIT might be superior to MICT in enhancing the central hemodynamic parameters in this population.

Keywords: aerobic training. Interval training. blood pressure. wave reflection. pulse wave velocity. vascular health. amplification index. aerobic power. excess weight.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fluxograma do estudo	13
Figura 2 -	Ilustração do protocolo HIIT.....	15
Figura 3 -	Ilustração do protocolo MICT.....	15
Figura 4 -	Ilustração da obtenção da medida da VOP pelo Sistema SphygmoCor® XCEL	19
Figura 5 -	Velocidade da onda de pulso (VOP).....	20
Figura 6 -	<i>Augmentation index (Alx)</i>	21
Artigo 1		
Figura 1 -	Fluxograma do estudo.....	29
Figura 2 -	Gráfico forest plot da meta-análise com modelo de efeitos aleatórios comparando os efeitos do HIIT versus MICT sobre a pressão arterial sistólica central.....	36
Figura 3-	Gráfico forest plot da meta-análise com modelo de efeitos aleatórios comparando os efeitos do HIIT versus MICT sobre a pressão arterial diastólica central.....	36
Artigo 2		
Figura 1-	Carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV), augmentation pressure (AP), augmentation index (Alx) and augmentation index adjusted for 75 beats per minute (Alx@75) measures before and after eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT).....	55
Supplementary Figure 1	CONSORT flow diagram of study.....	56

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1 -	Avaliação da qualidade dos estudos incluídos e risco de viés.....	31
Tabela 2-	Principais características clínicas dos estudos incluídos na revisão sistemática e meta-análise.....	34
Tabela 3 -	Comparação da diferença média e diferença média padronizada do HIIT e MICT sobre parâmetros de pressão arterial central, rigidez arterial e aptidão cardiorrespiratória.....	37

Artigo 2

Tabela 1 -	Brachial, and central blood pressure, and heart rate measures before and after eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT).....	54
Supplementary Table 1	Participant characteristics at baseline.....	56

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CC	Circunferência de Cintura
DCV'S	Doenças Cardiovasculares
FC	Frequência Cardíaca
HIIT	Grupo Treinamento Intervalado de Alta Intensidade
MICT	Grupo Treinamento Contínuo de Intensidade Moderada
IMC	Índice de Massa Corporal
MC	Massa Corporal
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UEM	Universidade Estadual de Maringá
VOP	Velocidade de onda de pulso
AIX	<i>Augmentation index</i>
PASp	Pressão arterial sistólica periférica
PADp	Pressão arterial diastólica periférica
PASc	Pressão arterial sistólica central
PADc	Pressão arterial diastólica central
PPc	Pressão de pulso central
FC_{máx}	Frequência Cardíaca Máxima
PSE	Percepção subjetiva de esforço
VO₂_{máx}	Consumo máximo de oxigênio
PA	Pressão Arterial
RA	Rigidez Arterial
AS	<i>Arterial Stiffness</i>
AE	<i>Aerobic Exercise</i>
TA	Treinamento aeróbio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	07
3 MÉTODOS	08
4 RESULTADOS	22
4.1 Artigo 1.....	22
4.2 Artigo 2	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	56
ANEXOS	65
APÊNDICES	75

INTRODUÇÃO

Nos últimos 10 anos, houve um aumento de 60% da obesidade no Brasil sendo que 54% da população adulta entre homens e mulheres apresentam excesso de peso e 16,7% são obesos (VIGITEL, 2017). Estima-se que no ano de 2025, a prevalência de obesidade no mundo será de 18% entre os homens e 15% entre as mulheres, sendo que a obesidade grave ultrapassará 6% e 9% em homens e mulheres, respectivamente (NCD, 2016). Segundo o *ranking* mundial de países com a maior prevalência de obesidade, o Brasil ocupa a 5ª posição (NCD, 2016).

A obesidade é caracterizada por um excesso de gordura corporal, resultado de um balanço energético positivo (WHO, 2000). Pessoas com obesidade possuem mais chances de desenvolver fatores de risco para doenças cardiovasculares (DCVs), como consequência das comorbidades associadas a obesidade como hipertensão arterial, dislipidemias, diabetes tipo 2, síndrome metabólica, entre outras (ROGER et al., 2012).

As doenças cardiovasculares (DCVs) são as principais causas de mortes no mundo (LIM et al., 2010), sendo responsável por cerca de 17,5 milhões de mortes em 2005, e até 2030, estima-se que esse número poderá atingir aproximadamente 23,6 milhões de pessoas (MOZAFFARIAN et al., 2016). As principais DVCs são a doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca, fibrilação atrial e alterações endoteliais (MANDVIWALA et al., 2016).

Um importante preditor de risco cardiovascular é a rigidez arterial, pois representa a saúde e a integridade dos vasos. Com o aumento da rigidez arterial ocorre o aumento da pressão arterial central e periférica causando danos em órgãos-alvo, tais como rins, retina, coração e cérebro (ZEBEKAKIS et al., 2005; YANG et al., 2014; LAURENT et al., 2001; LAURANT & CROCKCROFT, 2015).

A rigidez arterial é caracterizada pelo remodelamento estrutural e funcional da parede da artéria, reduzindo a complacência dos vasos

sanguíneos, especificamente na camada média (LAURENT; MARAIS; BOUTOUYRUE, 2016). A diminuição da complacência reduz a capacidade das artérias elásticas em amortecer a pulsatilidade da ejeção ventricular, levando a uma reflexão antecipada das ondas sistólicas, aumentando a pressão sistólica central aórtica e reduzindo a pressão diastólica central e, conseqüentemente, a perfusão coronariana (BOUTOUYRIE & BRUNO, 2018; LAURANT & CROCKCROFT, 2015; VLACHOPOULOS et al., 2010; O'ROURKE & HASHIMOTO et al., 2008). A rigidez arterial é um processo natural do envelhecimento, e é caracterizada principalmente pela redução de elastina e aumento de colágeno nas paredes dos vasos sanguíneos, sendo que doenças crônicas, tais como obesidade, hipertensão arterial sistêmica e diabetes tipo 2 podem maximizar esses efeitos negativos aumentando a rigidez arterial (LAURENT; MARAIS; BOUTOUYRUE, 2016).

O método “padrão-ouro” para avaliação da rigidez arterial é a velocidade de onda de pulso (VOP) carótida-femoral, sendo definida como a velocidade de deslocamento de um pulso entre dois locais ao longo dos vasos sanguíneos a cada contração cardíaca (O'ROURKE et al., 2008). Um aumento de 1,0 m/s na VOP representa um aumento de 14% nos riscos relativos de eventos cardiovasculares (VLACHOPOULOS et al., 2010).

Outro parâmetro utilizado para avaliação da rigidez arterial é a análise da onda refletida através do *augmentation index* (Alx). O Alx é calculado como o pico máximo da onda de pulso sistólico menos a pressão de pulso periférica e seu valor é expresso em percentual, e representa as alterações no tônus e na estrutura de pequenas artérias (LAURENT et al., 2006). Essa variável é um importante preditor de risco cardiovascular como aterosclerose e possíveis eventos cardíacos (HANSSEN et al., 2018; CHIRINOS et al., 2005).

A onda de pressão é propagada ao longo do leito vascular e a cada encontro da onda com uma parede vascular ou ramificação dos vasos ocorre a propagação e ampliação das ondas. Dessa forma, a velocidade de onda de pulso nos vasos periféricos é maior em relação as artérias centrais, isso é chamado de “fenômeno de amplificação” (LAURANT & CROCKCROFT, 2015). Por isso, a pressão arterial periférica (PAP) e a pressão de pulso periférica

(pPP) não representam de maneira adequada os valores centrais da pressão arterial central aórtica sistólica, já que a periferia sofre à amplificação da onda (LAURANT & CROCKCROFT, 2015). Contudo, a pressão arterial periférica ainda é um dos principais fatores de risco modificáveis para DCVs (WILLIAMS et al., 2018).

A hemodinâmica central representada principalmente pela pressão central aórtica pode ser avaliada por função de transferência generalizada, que é validado pela literatura (SHARMAN et al., 2006). Este método afere e calibra a pressão arterial periférica, transforma os valores de pressão em ondas através da equação de *Fourier*, então, a partir desses dados é possível estimar os valores da pressão central aórtica (LAURANT & CROCKCROFT, 2015). Com essa análise, obtêm-se os valores de pressão arterial sistólica central (PASc), pressão arterial diastólica central (PADc) e pressão de pulso central (PPc). A PPc é a diferença entre a PASc e a PADc. A pressão arterial central aórtica possui uma grande relevância clínica, pois representa a verdadeira carga que o coração vai impor aos órgãos internos, principalmente ao cérebro, rins e no remodelamento das grandes artérias, por isso está mais fortemente associada com eventos cardiovasculares do que a PAp (LAURANT & CROCKCROFT, 2015; McENIERY et al., 2014; MANCIA et al., 2014; VLACHOPOULOS et al., 2010).

O treinamento aeróbio (TA) vem sendo fortemente recomendado para a prevenção e controle da PAp (PESCATELLO et al., 2015). Revisões sistemáticas e meta-análises tem demonstrado os efeitos positivos do TA sobre a PAp (COSTA et al., 2018; SOSNER et al., 2013; JOHNSON et al., 2014; CORNELISSEN et al., 2013; CORNELISSEN; BUYS; SMART, 2013). Com o desenvolvimento de equipamentos para avaliação da função de transferência mais acurados e acessíveis para estimativa da PAc, vários estudos investigaram o papel de diferentes modalidades de treinamento físico sobre a PAc (ZHANG et al., 2018; ZEIGLER et al., 2018; EVANS et al., 2019; CLARK et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020). A meta-análise de Zhang et al. (2018) mostrou que o TA é capaz de reduzir o a PAc sistólica em 5,9mmHg. Um

estudo realizado em homens com sobrepeso e obesidade também encontrou que o TA é capaz de reduzir a PAc sistólica e diastólica (CLARK et al., 2020).

Os mecanismos pelos quais o TA poderia reduzir a PAc ainda não foram devidamente esclarecidos. Contudo, acredita-se que as mudanças na PAc que ocorrem devido ao TA estejam relacionadas com as mudanças na RA. O TA tem efeito antioxidante e anti-inflamatório (ASHOR et al., 2014), e também é capaz de promover o aumento da produção de óxido nítrico como consequência do maior estresse de cisalhamento (*shear stress*) no endotélio vascular (ASHOR et al., 2014; ADAMS et al., 2017), melhorando a função endotelial (PEDRALLI et al., 2018) e reduzindo a resistência vascular periférica (PADILHA et al., 2008). Existem outros fatores que também poderiam explicar a redução da RA com o TA, como aumento de prostaglandinas e redução de angiotensina II e endotelina-1 (DI FRANCESCO MARINO et al., 2009), bem como diminuição da atividade autonômica simpática vascular (GREEN et al., 2018). Com a redução da RA ocorre o aumento da complacência dos vasos que reduz a amplificação das ondas, e conseqüentemente, redução da PAc. Este fator pode ser explicado por mudanças estruturais como o aumento da presença de elastina na parede das grandes artérias (LAURANT & CROCKCROFT, 2015; McENIERY et al., 2014).

Em relação aos efeitos do TA sobre parâmetros de rigidez arterial (RA), evidências consistentes na literatura indicam que o TA é capaz de promover melhora significativa sobre a RA (ASHOR et al., 2014; HUANG et al., 2016). Ashor et al. (2014), numa revisão sistemática com meta-análise, reportaram uma redução significativa na VOP (MD=-0,63 m/s, IC95%=-0,90 a -0,35) e no Alx (MD=-2,63%, IC95%=-5,25 a -0,02) com o treinamento aeróbio. De forma similar, Huang et al (2016) também verificaram redução significativa na VOP (MD=-0,67 m/s, IC95%=-0,97 a -0,38) após treinamento aeróbio. Nas análises de subgrupos, verificou-se que maiores valores da VOP no *baseline* (>8 m/s) e programas de treinamento mais longos foram as variáveis que mais se relacionaram com a redução na VOP após o treinamento aeróbio. Além disso,

o TA realizado em maiores intensidades parece ser mais efetivo para redução do Alx e da VOP (ASHOR et al., 2014; HUANG et al., 2016).

Em obesos, numa meta-análise conduzida por Montero et al. (2014) verificou-se que o TA não foi capaz de reduzir significativamente a VOP (MD=0,02, IC95%=-0,28 a 0,53) e que parece que o treinamento aeróbio leve seria mais efetivo para reduzir a VOP nessa população. Entretanto, os estudos incluídos nesta revisão foram conduzidos com indivíduos obesos de meia-idade e idosos, de ambos os sexos, e muitos com presença de outras comorbidades, como hipertensão arterial, intolerância à glicose, dislipidemias e insuficiência cardíaca. Além disso, diferentes técnicas e sítios de avaliação da VOP foram utilizados nos estudos, o que limita a interpretação dos achados desta revisão. Estudos recentes utilizando o TA com intensidade moderada ou vigorosa em homens com sobrepeso e obesidade também não encontraram redução significativa da VOP (ZEIGLER et al., 2018; CLARK et al., 2020). Contudo, a RA apresenta diferentes respostas de acordo com o sexo, mulheres podem reduzir o Alx duas vezes mais que os homens (YAN et al., 2014). Esse achado pode ser resultado da maior sensibilidade ao receptor β -adrenérgico que as mulheres possuem devido aos efeitos do estrogênio, que de forma direta ou indireta aumentam a biodisponibilidade de óxido nítrico (HART et al., 2011). Em estudo recente realizado com mulheres jovens obesas verificou redução significativa do Alx após sessão aguda de TA (HORTMANN et al., 2020).

As recomendações atuais de atividade física para adultos preconizam a realização de pelo menos 150 minutos de atividades físicas aeróbias de intensidade moderadas ou 75 minutos de atividades físicas vigorosas (WHO, 2010). Entretanto, apenas 26% dos homens e 19% das mulheres atingem esta recomendação (USDHHS, 2018). As principais barreiras citadas para os baixos níveis de atividade física são a falta de tempo, a baixa motivação e a baixa aderência aos exercícios físicos (GODIN et al., 1994; REICHERT et al., 2007).

O *high intensity interval training* (HIIT) tem sido cada vez mais indicado não apenas para população geral, mas também em situações especiais de saúde, com uma alternativa ao treinamento aeróbio tradicional. O HIIT é

definido como períodos alternados de TA breves e de intensidade muito alta ($\geq 85\%$ $FC_{\text{máx}}$) separados por períodos de recuperação com exercícios de menor intensidade ou repouso (WESTON et al., 2014). Algumas meta-análises conduzidas nos últimos anos têm mostrado que o HIIT é uma estratégia similar ou as vezes superior em aprimorar alguns fatores de risco para DCVs como a composição corporal (KEATING et al., 2017; WEWEGE et al., 2017), aptidão cardiorrespiratória (WESTON et al., 2014; ; MILANOVIC et al., 2015), função cardíaca (TUCKER et al., 2019) e a função vascular (RAMOS et al., 2014). , sendo considerado uma modalidade *time-efficient* em relação ao MICT (CASSIDY et al., 2017).

Contudo, os efeitos do HIIT sobre os parâmetros hemodinâmicos e rigidez arterial ainda não foram totalmente esclarecidos. Costa et al. (2018) não verificaram diferenças significativas entre HIIT e MICT sobre a PASp e PADp em pré-hipertensos e hipertensos. Corroborando com este resultado, Leal et al. (2020) numa meta-análise recente verificaram que ambos os protocolos HIIT e MICT reduziram significativamente a PASp e a PADp em hipertensos. Em outra meta-análise, Way et al. (2018) não encontraram diferença significativa sobre os parâmetros de rigidez arterial entre HIIT e MICT. Contudo, verificou-se superioridade do HIIT em induzir redução na PA de 24h no período noturno e uma tendência no diurno quando comparado ao MICT. Na meta-análise de Zhang et al. (2018) mostrou que o TA foi capaz de reduzir 5,9 mmHg na PASc . Contudo, a superioridade do HIIT comparado ao MICT sobre a PAc ainda não foi revisado sistematicamente. Além disso, ainda não foi adequadamente investigado os efeitos do HIIT *versus* MICT sobre a PAC e RA de mulheres obesas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e do treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) sobre parâmetros hemodinâmicos centrais e de rigidez arterial em mulheres obesas.

2.2 Objetivos Específicos

- Revisar os efeitos crônicos de diferentes modalidades de treinamento aeróbio (HIIT e MICT) sobre a pressão arterial central.
- Verificar os efeitos crônicos do HIIT e do MICT sobre os parâmetros hemodinâmicos centrais e de rigidez arterial em mulheres obesas.

3 MÉTODOS

A presente dissertação foi elaborada com base no modelo escandinavo, sendo dividida em dois artigos principais. O primeiro artigo será uma revisão sistemática com meta-análise para verificar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) versus o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) sobre a pressão arterial central. O segundo artigo será um estudo original, que irá verificar os efeitos crônicos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) versus o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) sobre a rigidez arterial e pressão arterial em mulheres obesas jovens.

3.1 MÉTODOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE

A presente revisão sistemática com meta-análise foi realizada seguindo as orientações propostas pelo PRISMA (MOHER et al., 2009). Além disso, esta pesquisa possui registro no Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (PROSPERO) com o número de registro CRD42018111573.

3.1.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A busca por possíveis ensaios clínicos randomizados que avaliaram o efeito do HIIT e do MICT sobre a PAc compreendeu cinco bancos de dados eletrônicas (Pubmed/Medline, Web of Science, Cochrane, Lilacs e Scielo), nos quais os mesmos termos-chave foram aplicados uniformemente a todos os bancos de dados por dois pesquisadores (GHO e VHSM), de forma independente, para verificar se o mesmo número de referências foi alcançado. Os termos utilizados nas pesquisas foram os seguintes: “central blood pressure”; “central hemodynamic”; “aortic systolic blood pressure”; “aortic blood pressure”; “arterial stiffness”; “pulse wave velocity” e “augmentation index” combinados com “high intensity interval training”;

“moderate intensity continuous training”; “HIIT” e “MICT”. A busca abrangeu todas as referências disponíveis desde o início das publicações do tema até abril de 2020. Além disso, foi realizada uma busca manual a partir da lista de referências dos artigos incluídos para a identificação de qualquer outro estudo relevante.

3.1.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Os estudos foram considerados para inclusão, uma vez que atendiam aos seguintes critérios de elegibilidade estabelecidos: (1) estudos que apresentassem medidas basais e pós-intervenção da pressão arterial sistólica central (PASc) ou da pressão arterial diastólica central (PADc); (2) estudos que realizaram ambos os treinamentos HIIT e MICT; (3) estudos com tempo mínimo de intervenção de duas semanas.

3.1.2 TRIAGEM DO ESTUDO E EXTRAÇÃO DOS DADOS

As referências foram inicialmente sistematizadas com o auxílio de um software de gerenciamento de referência específico (Mendeley®) para triagem de referências. Dois pesquisadores realizaram a triagem dos estudos de forma independente (GHO e VHSM). Os estudos cujos escopos estavam fora do objetivo do presente estudo, bem como os estudos duplicados em mais de uma base de busca na qual a busca foi realizada, foram excluídos da análise. Inicialmente foram realizadas análises por título e resumo dos artigos, e aqueles considerados incluídos, posteriormente foram avaliados o texto na íntegra. Em caso de desacordo, os dois pesquisadores tentaram chegar a um consenso explicando seu ponto de vista. Se o conflito persistisse, foi solicitada uma opinião de um terceiro pesquisador (JCL), para chegar a uma decisão final. Em sequência, os dados referentes ao desenho do estudo, características gerais da amostra, procedimentos metodológicos, modalidade de exercício físico, protocolo de intervenção e resultados principais foram extraídos dos estudos incluídos.

3.1.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESTUDOS INCLUÍDOS

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos foi composta por 14 questões que contemplaram as questões metodológicas que poderiam representar risco potencial de viés. As perguntas permitiram cinco respostas diferentes (por exemplo, sim, não ou não reportado). Para cada pergunta cuja resposta é sim, uma pontuação foi atribuída. A pontuação global variou de zero a 14, na qual a última era a melhor pontuação possível. Portanto, quanto mais o estudo chegasse mais perto de receber 14 pontos, melhor era sua qualidade metodológica, representando menor risco de viés. A ferramenta de avaliação mencionada foi aplicada individualmente em todos os estudos incluídos. Essa natureza de avaliação é um método confiável para verificar a força das evidências científicas, identificando a probabilidade de risco de viés. No entanto, não foi utilizado como critério de exclusão. Portanto, mesmo os artigos com baixa qualidade metodológica permaneceram para análises e discussões adicionais.

3.1.4 META-ANÁLISE

Os dados foram inseridos e analisados no software (Review Manager®, versão 5.3, colaboração Cochrane, Oxford, Reino Unido). Os dados foram apresentados em diferença média padronizada (SMD) para às variáveis PASC, PADc, pressão arterial sistólica periférica (PASP), pressão arterial diastólica periférica (PADp), velocidade de onda de pulso (VOP) e *augmentation index* (Aix) devido a utilização de diferentes métodos para obtenção dessas variáveis. Para o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), foi utilizado a diferença média (MD). Adotamos os intervalos de confiança de 95% (IC95%). O modelo de efeitos aleatórios foi utilizado para minimizar as influências da heterogeneidade dos estudos incluídos. Gráficos de *forest plot* foram criados para quantificar os efeitos dos protocolos HIIT e MICT sobre as variáveis PASC, PADc. A análise de sensibilidade foi realizada para examinar o efeito individual de cada estudo sobre o efeito geral das comparações de subgrupos. Foi adotado o nível de

significância de $p \leq 0,05$. A heterogeneidade foi avaliada, na qual valores de 25%, 50% e 75% foram considerados como indicando baixa, moderada e alta heterogeneidade, respectivamente (MELSEN, et al., 2014). Gráficos de funil foram utilizados com o objetivo de verificar o risco potencial de viés por inspeção visual.

3.2 MÉTODOS DO ARTIGO EXPERIMENTAL

3.2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Este estudo caracteriza-se como um delineamento experimental com *design* paralelo, controlado e randomizado (THOMAS, NELSON & SILVERMAN, 2012).

3.2.2 SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O tamanho da amostra para o presente estudo foi calculado pelo programa G Power® 3.1 utilizando a fórmula para o cálculo de amostra de medidas repetidas. Foram estipulados um poder estatístico de 80%, nível de significância de 5%, tamanho do efeito para VOP de 0,58 (ASHOR et al, 2014). Deste modo, o número mínimo de indivíduos foi definido em 16, sendo necessário 8 em cada grupo. Considerando possíveis desistências ao longo do estudo, iniciamos o estudo com 44 indivíduos, sendo 22 em cada grupo.

Foram adotados os seguintes critérios para inclusão no estudo: ser do sexo feminino; ter idade entre 18 e 35 anos; apresentar um quadro de obesidade de acordo com a classificação proposta pela Organização Mundial da Saúde (IMC: $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ a $\leq 40 \text{ kg/m}^2$) (OMS, 1995), indivíduos com peso corporal estabilizado/estabelecido há pelo menos 12 semanas; que não tenham participado de programas para redução de peso anteriormente; não portadores de cardiopatias, diabetes e/ou hipertensão e doenças endócrinas; não fumantes; que não estejam fazendo uso de medicamentos que possam alterar sistemas cardiorrespiratório e neuromuscular; com disponibilidade para participar das avaliações e intervenções; e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Com relação aos critérios de exclusão, definem-se: voluntárias que apresentarem na avaliação clínica (exame físico geral, cardiológico, eletrocardiográfico e ergometria) e/ou nos exames laboratoriais qualquer patologia ou outros complicadores que possam ser fatores de risco ou adesão para a prática regular da atividade física proposta, tais como: diabetes tipo 1 ou 2, dislipidemia, hipo ou hipertireoidismo ou obesidade incontrollada devido à desordens endocrinológicas, asma severa, uso de medicação para tratamento de obesidade, tratamento cirúrgico prévio para a obesidade, conhecida ou suspeita de abuso de álcool, drogas ou entorpecentes, infecções recentes ou presença de doença inflamatória aguda ou crônica, e qualquer outra condição que pudesse interferir com o teste e/ou intervenção. O fluxograma do estudo com os detalhes da seleção da amostra está demonstrado na figura 1.

Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá, sob o CAAE nº 08935419.5.0000.0104 com parecer de aprovação nº 3.268.455. A pesquisa também está registrada nos Registros Brasileiros de Ensaios Clínicos (ReBEC) com o número de registro: U1111-1231-9753.

3.2.3 DESENHO DO ESTUDO

O estudo investigou o efeito de 8 semanas de intervenção com HIIT e MICT sobre parâmetros hemodinâmicos e de rigidez arterial em mulheres obesas. A coleta de dados foi realizada no Departamento de Educação Física (DEF), da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e na clínica BioCor. Os treinamentos de caminhada e/ou corrida foram realizados na pista de atletismo do DEF da UEM.

O convite para participação na pesquisa foi feito através da imprensa local, e aqueles que demonstraram interesse foram recrutados. Inicialmente, os sujeitos interessados em participar do estudo realizaram uma triagem de risco cardiovascular a fim de garantir a elegibilidade de inclusão no estudo. Nessa triagem, um médico cardiologista realizou uma anamnese clínica e exames para avaliar a função cardíaca (eletrocardiograma de repouso). Na triagem médica, foram obtidos dados do histórico de saúde, medicamentos e medidas

antropométricas. Em uma visita posterior, sempre no horário matutino foi realizado a avaliação da composição corporal.

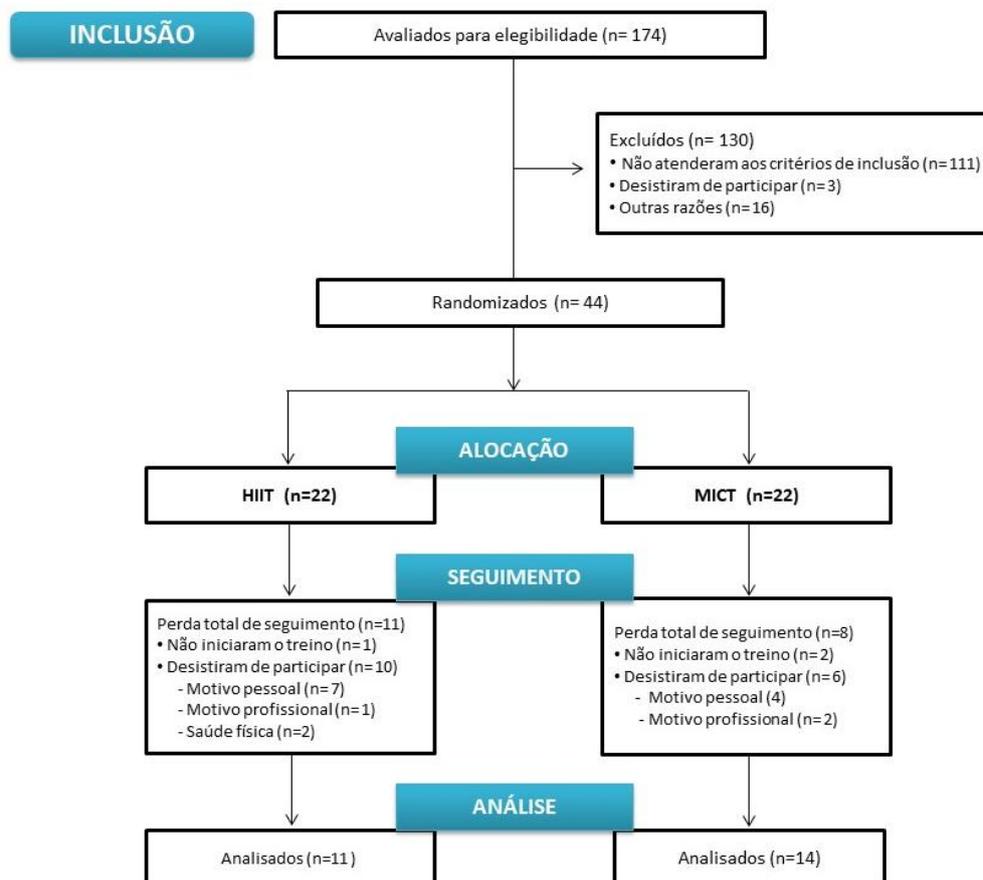


Figura 1 – Fluxograma do estudo.

3.2.3 Intervenção

Os sujeitos foram alocados de forma aleatória através de um programa de randomização para definir qual grupo cada voluntário iria participar. Dessa forma, os sujeitos foram randomizados em dois grupos experimentais: treinamento intervalado de intensidade moderada (HIIT) e treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT). A intervenção teve duração de 8 semanas, foi realizado três sessões de treino por semana, sempre realizados no período noturno. Inicialmente foram realizadas avaliações cardíacas, vasculares, antropométricas, de composição corporal e aptidão física, posteriormente, os participantes foram submetidos a oito semanas de treinamento em uma das

condições experimentais (HIIT ou MICT), após as voluntárias realizarem as 8 semanas de treinamento foi realizado novamente as avaliações descritas anteriormente.

3.2.4 Protocolos Experimentais

Os protocolos experimentais de treinamento foram propostos de acordo com as recomendações do American College of Sports Medicine (GARBER et al., 2011), o qual considera que para promover e manter a saúde é necessário a prática de atividades aeróbias em intensidade moderada por, no mínimo 30 minutos, 5 dias por semana ou atividades intensas, pelo menos, 20 minutos, 3 vezes por semana, ou combinações entre atividades moderadas e intensas a fim de atingir esta recomendação. Ambos os protocolos de treinamento propostos foram padronizados para garantir fossem isocalóricos (ROGNMO et al., 2004). Os protocolos de treinamento deste estudo já foram testados e comprovados em um estudo agudo (HORTMANN et al., 2020).

3.2.4.1 Treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT)

O protocolo HIIT consistiu em caminhada e/ou corrida numa pista de atletismo num total de 40 minutos de duração. Inicialmente foi realizado 10 minutos de aquecimento, sendo 5 minutos na intensidade entre 55 e 65% $FC_{máx}$, seguido de 5 minutos na intensidade entre 65 e 75% da $FC_{máx}$. Em seguida, foram realizados 4 estímulos de 4 minutos de exercício na intensidade entre 85 e 95% da $FC_{máx}$, alternados por períodos de 3 minutos de recuperação ativa na intensidade entre 65 e 75% da $FC_{máx}$. Ao final, foi realizado 5 minutos de desaquecimento, sendo 3 minutos na intensidade entre 65 e 75% da $FC_{máx}$, seguido de 2 minutos finais na intensidade entre 55 e 65% da $FC_{máx}$. A ilustração do protocolo HIIT é apresentado na figura 2.

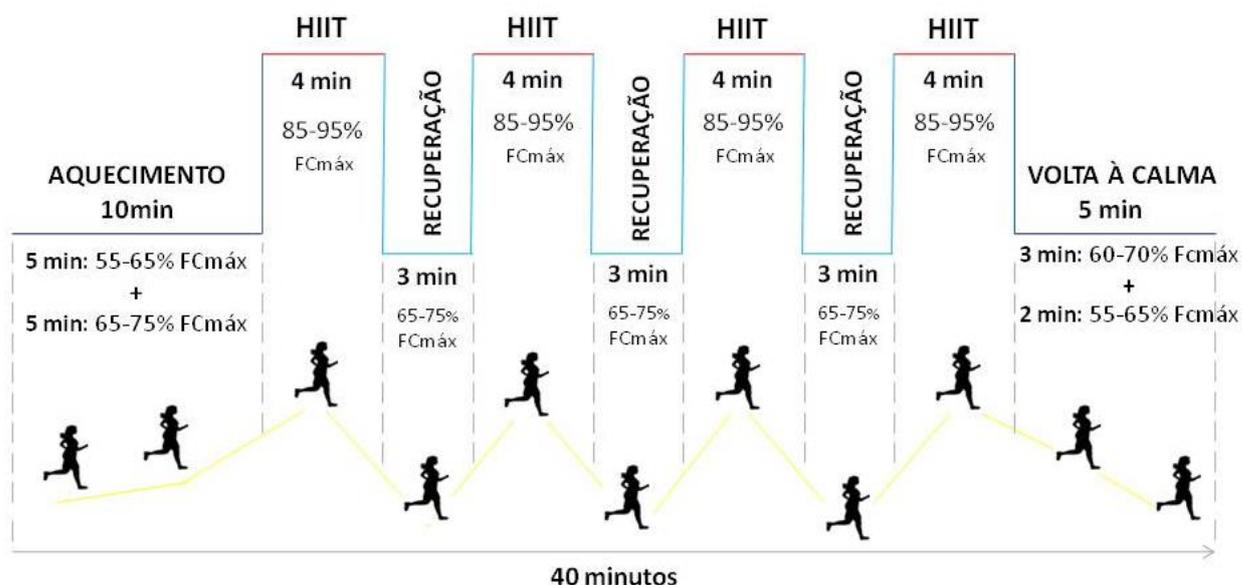


Figura 2 - Ilustração do protocolo HIIT.

3.2.4.2 Treinamento Contínuo de intensidade moderada (MICT)

O protocolo MICT consistiu em caminhada e/ ou corrida numa pista de atletismo num total de 48 minutos de duração. Inicialmente foi realizado 5 minutos de aquecimento na intensidade entre 55 e 65% da $FC_{máx}$, seguido de 41 minutos na intensidade entre 65 e 75% da $FC_{máx}$. Ao final, foi realizado 2 minutos de desaquecimento na intensidade entre 55 e 65% da $FC_{máx}$. A ilustração do protocolo MICT é apresentado na figura 3.

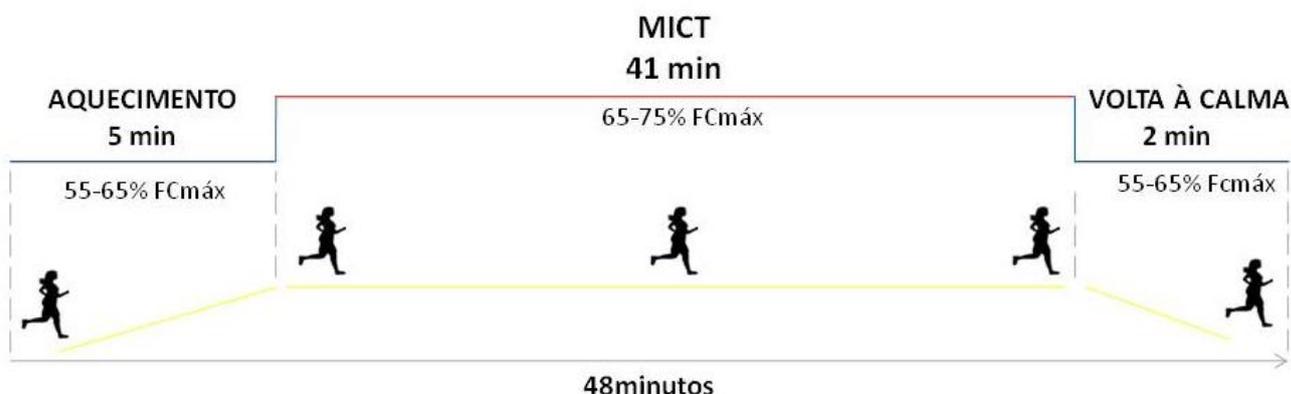


Figura 3 - Ilustração do protocolo MICT.

Cada sessão de treino foi monitorada durante todo o tempo por profissional capacitado e a Percepção subjetiva de Esforço e a FC foram

obtidas e registradas. A FC foi monitorada por meio de monitor cardíaco da marca Polar, modelo H10 e registrada no programa *Polar Team* instalado em dispositivo IPAD®.

3.2.5 Instrumentos e Procedimentos

3.2.5.1 Avaliação antropométrica e de composição corporal

As avaliações foram realizadas por profissionais da Educação Física com experiência neste tipo de avaliação na clínica Biocor. A massa corporal foi aferida em balança antropométrica mecânica (Cauduro®), com precisão de 0,1 kg e capacidade máxima de 150 kg. A estatura foi mensurada por meio de um estadiômetro de parede, com precisão de 0,1cm e amplitude de 220 cm. As voluntárias permaneceram em posição ortostática, descalços, com os braços ao longo do corpo, os calcanhares unidos, as pontas dos pés ligeiramente afastadas, a cabeça voltada para frente e calcanhares, glúteos e ombros adequadamente posicionados, de acordo com o plano de Frankfurt (FRAGOSO & VIEIRA, 2014).

A circunferência de cintura foi aferida com uma fita métrica inelástica (Sanny®), com resolução de 0,1 cm e amplitude de 2m, com a voluntária em jejum, em posição ortostática, no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca (LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1988).

Para a avaliação da composição corporal, foi utilizado o aparelho de bioimpedância da marca BF-900 (Maltron, Reino Unido) seguindo as recomendações de Heyward (2006). A voluntária foi posicionada deitada, em decúbito dorsal, em uma maca, sem portar relógio ou qualquer outro objeto metálico e com as mãos e as pernas ligeiramente afastadas, em seguida foi colocado os eletrodos com gel, sendo dois eletrodos na mão e dois eletrodos no pé. As voluntárias foram aconselhadas a evitar a prática de qualquer exercício extenuante, assim como o consumo de bebidas cafeinadas por pelo menos 24 horas antes das coletas, bem como foram instruídos a não consumir nenhum alimento pelo menos 2 horas antes das avaliações.

3.2.5.2 Avaliação da Aptidão Física

3.2.5.2.1 Aptidão cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada mediante a realização de um teste incremental de esforço máximo em esteira, com o intuito de definir os valores máximos de frequência cardíaca (FC) e o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), variáveis utilizadas para definir as cargas de treino. O teste foi realizado na clínica Biocor, com monitoramento eletrocardiográfico e acompanhamento de um médico Cardiologista.

O teste incremental foi realizado utilizando um protocolo de rampa em uma esteira ergométrica (Micromed®, Centurion 300, Brasília, Brasil). O teste iniciou com a participante caminhando a uma velocidade de 3 km/h, seguido por incrementos de 0,35 km/h a cada minuto, com uma inclinação fixa de 1%. Ao final de cada minuto a FC foi monitorada através de um monitor cardíaco (Polar H7®), e a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi verificada através da escala de Borg de 6-20 pontos (BORG, 1982) foi avaliada a cada 2 minutos de teste. A espirometria de circuito aberto foi utilizada para medir a $VO_{2máx}$ através de um analisador de gases (Metalyzer, Cortex, EUA). Nesse procedimento, o indivíduo respira por meio de uma válvula de baixa resistência com seu nariz ocluído (ou por uma máscara de material diferente do látex), enquanto são auferidas a ventilação pulmonar e as frações expiradas de oxigênio (O_2) e de dióxido de carbono (CO_2). O teste foi mantido até a fadiga como a PSE de 20 e o coeficiente de troca respiratório (RER) $<1,1$ (RAMOS-JIMÉNEZ et al., 2008; BINDER et al., 2008). As voluntárias foram encorajadas verbalmente a se manterem em esforço pelo maior tempo possível (MACHADO et al., 2013). Como critério para finalização do teste de esforço a voluntária deveria atingir a

3.2.5.3 Medidas cardiológicas

As medidas cardiológicas foram realizadas por um médico Cardiologista com experiência e certificação para este tipo de avaliação na clínica Biocor. As

avaliações foram realizadas em uma clínica particular, em uma sala calma e ambiente controlado.

3.2.5.3.1 Avaliação da pressão arterial periférica

A aferição da pressão arterial (PA) foi realizada no membro superior esquerdo por um esfigmomanômetro automático digital (Omron®, modelo HEM-907). As voluntárias foram instruídas a não se exercitarem nas 12 horas anteriores ao exame. As medidas foram realizadas seguindo as recomendações da Diretriz da Sociedade Europeia de Cardiologia/ Sociedade Europeia de Hipertensão- 2018 (WILLIAMS et al., 2018).

3.2.5.3.3 Avaliação da Rigidez Arterial

3.2.5.3.2 Avaliação da Pressão Arterial Central

O método oscilométrico com a braçadeira posicionada na artéria braquial foi a técnica utilizada para avaliação da Pressão Arterial Central (PAsC). O sistema SphygmoCor® XCEL (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Austrália) registra a amplitude das oscilações de pressão nas artérias periféricas (braquial) criadas pela expansão das paredes da artéria cada vez que o sangue passa, e a medida é feita através da “*transfer function*” (função de transferência) (BUTLIN & QASEM, 2016; MCENIERY et al., 2013). A função de transferência é realizada através do método de transferência de ondas de *Fourier*, através dos valores da pressão arterial braquial o equipamento decompõe esse sinal periódico em forma de ondas de pressão, essas ondas passam por um logarítmico no qual é possível estimar os valores centrais de pressão do coração (LAURANT & CROCKCROFT, 2015).

3.2.5.3.3 Avaliação da Velocidade de Onda de Pulso

Para a avaliação da Velocidade de Onda de Pulso (VOP) carotídeo-femoral, foi utilizado o dispositivo SphygmoCor XCEL (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Austrália), que permite a aquisição simultânea do pulso carotídeo e femoral através da medida do pulso femoral por deslocamento volumétrico, por meio de um manguito colocado ao redor da parte superior da coxa, e tonometria na região cervical lateral, sobre o pulso carotídeo (figura 4).

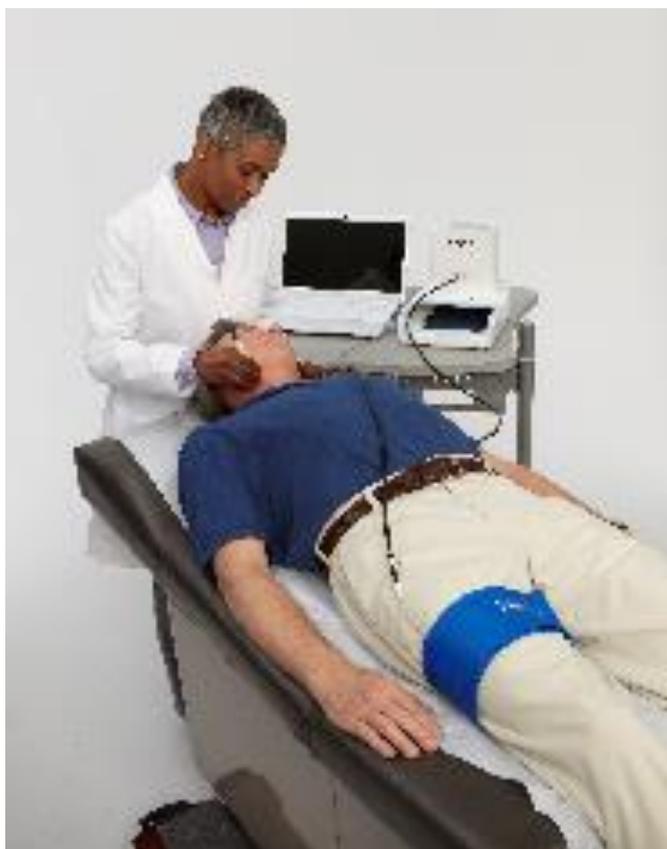


Figura 4 – Ilustração da obtenção da medida da VOP pelo Sistema SphygmoCor® XCEL (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Austrália).

Fonte: <http://atcormedical.com/healthcare-professionals/products/>

A medida da distância entre os transdutores é usada para calcular a VOP aórtica, como a razão da distância entre os dois transdutores e o intervalo de tempo entre as duas ondas, sendo este valor expresso em metros por segundo (m/seg) (BUTLIN; QASEM, 2016). As formas de onda são obtidas sequencialmente das artérias carótida e femoral direita, usando-se a tonometria de aplanção arterial. A VOP é estimada como a distância entre os locais de

amostragem de carótida e femoral, D , dividido pelo tempo de atraso entre as duas formas de onda, ΔT . $VOP = D/\Delta T$, em ms, a figura 5 ilustra a medida da VOP.

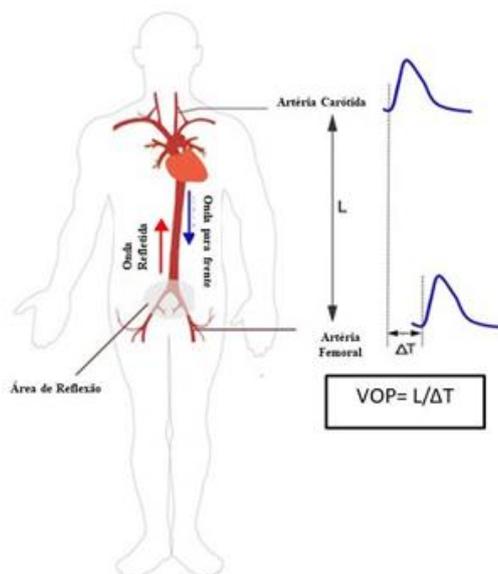


Figura 5 - Velocidade da onda de pulso (VOP).

3.2.5.3.4 *Augmentation index*

A avaliação do *Augmentation Index* (Aix) foi realizada pelo equipamento SphygmoCor® XCEL (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Austrália), este equipamento registra o deslocamento volumétrico relacionado ao volume da artéria braquial por meio de um manguito inflado ao redor do braço. A função de transferência geral é aplicada ao sinal periférico adquirido não invasivamente para calcular a forma de onda aórtica. O Aix é uma medida do grau em que o pico de uma onda de pressão medida é excedido e acima do pico da onda de pressão incidente devido à adição da pressão refletida da onda, sendo esse valor expresso em porcentagem (%). A medida do Aix foi corrigida para 75 batimentos por minuto (Aix@75), usando uma regressão para a dependência da frequência cardíaca da população (BUTLIN & QASEM, 2016). O Aix é obtido pela relação entre o *augmentation pressure* (AP) e a pressão de pulso, multiplicado por 100, $AIX = AP/PP \times 100$, conforme apresentado na Figura 6.

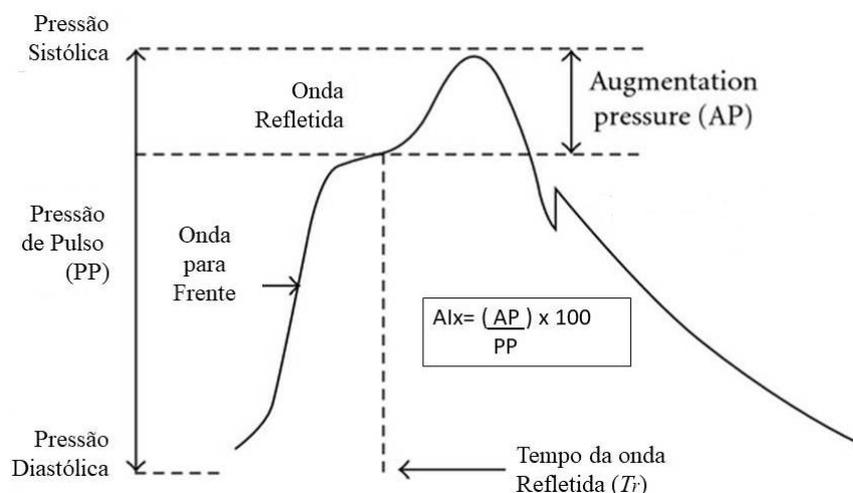


Figura 6 - *Augmentation index* (AIx) ou índice de amplificação.

3.2.6 Análise estatística

Para análise estatística foi utilizado o *Statistical Package for the Social Sciences* versão 23 (SPSS, Chicago, Illinois). A normalidade de dados foi atestada a partir do teste de *Shapiro-Wilk*. Os dados foram apresentados em forma de média e desvio padrão ou erro padrão. Para a comparação entre os grupos (HIIT e MICT) e entre os momentos (pré e pós) foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas, desde que atendido o pressuposto de esfericidade de Mauchly's, seguido da correção de *Bonferroni*, quando apropriado. O nível de significância estatística adotado em todas as análises será de $p \leq 0,05$. A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito. Um tamanho do efeito de 0,20-0,49 foi considerado pequeno, 0,50-0,79 moderado e $\geq 0,80$ grande (COHEN, 2013).

4 Resultados

ARTIGO 1

EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) VERSUS O TREINAMENTO CONTÍNUO DE INTENSIDADE MODERADA (MICT) SOBRE A PRESSÃO ARTERIAL CENTRAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE

RESUMO

Introdução O treinamento aeróbio (TA) é capaz de reduzir os valores de pressão arterial central (Pac), porém, existem dúvidas quanto ao papel da intensidade do TA sobre a Pac. Desta forma, a presente revisão sistemática com meta-análise tem como objetivo comparar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) versus o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) sobre a Pac na população aparentemente saudável ou em situação especial de saúde.

Métodos Esta revisão sistemática seguiu as diretrizes do PRISMA e possui registro no PROSPERO (CRD42018111573). A busca dos ensaios clínicos randomizados foi realizada em cinco bases de dados eletrônicas (Pubmed/Medline, Web of Science, Cochrane, Lilacs e Scielo). Foram selecionados estudos que compararam os efeitos crônicos do HIIT versus o MICT sobre a pressão arterial central (Pac). A qualidade dos estudos foi verificada para reduzir o risco potencial de viés. A meta-análise foi conduzida no *software* Review Manager® (versão 5.3, Cochrane, Oxford, UK) e os dados foram apresentados como diferença média padronizada (SMD), com seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Utilizamos o modelo de efeitos aleatórios para comparar as alterações da Pac pré e pós HIIT e MICT.

Resultados A busca resultou inicialmente em 1409 artigos. Após a avaliação dos critérios de elegibilidade, sete artigos envolvendo 196 participantes foram incluídos na meta-análise. Ao comparar as mudanças pré e pós HIIT e MICT, não houve diferença significativa para a pressão arterial sistólica central (PAsc) (SMD -0,13 [IC95%, -0,47 a 0,21], $p = 0,45$, $I^2 = 25\%$) e para a pressão arterial diastólica central (PADc) (SMD 0,15 [IC95%, -0,15 a 0,46], $p = 0,32$, $I^2 = 20\%$). Quanto as variáveis secundárias, não houve diferença significativa para a pressão arterial sistólica periférica (PASp) (SMD -0,23 [IC95%, -0,52 a 0,06], $p = 0,12$, $I^2 = 10\%$), pressão arterial diastólica periférica (PADp) (SMD -0,02 [IC95%, -0,30 a 0,27], $p = 0,91$, $I^2 = 11\%$), velocidade de onda de pulso (SMD 0,18 [IC95%, -0,12 a 0,48], $p = 0,24$, $I^2 = 4\%$) e *augmentation index* (SMD -0,27 [IC95%, -0,75 a 0,21], $p = 0,27$, $I^2 = 46\%$). Houve diferença significativa para o $VO_{2máx}$, sendo maior para o HIIT do que o MICT (MD 2,27 [IC95%, 1,06 a 3,48], $p < 0,0002$, $I^2 = 10\%$).

Conclusão HIIT e MICT foram similares na redução da PAc. Dessa forma, ambos os protocolos de TA podem ser recomendados para a melhora dos parâmetros hemodinâmicos centrais. Futuros ensaios clínicos deveriam investigar os efeitos do HIIT e do MICT sobre a PAc em diferentes populações, bem como em diferentes condições de saúde.

Registro

Registro no Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (PROSPERO): CRD42018111573.

Pontos Chaves do estudo

- O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) reduzem de forma similar a pressão arterial central;
- O HIIT e o MICT reduzem igualmente a pressão arterial periférica e os parâmetros de rigidez arterial (velocidade de onda de pulso e *augmentation index*);
- O HIIT foi superior ao MICT na melhora da aptidão cardiorrespiratória.

1. INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCVs) são as principais causas de mortes no mundo (LIM et al., 2010), sendo responsável por cerca de 17,5 milhões de mortes em 2005, e até 2030, estima-se que esse número poderá atingir aproximadamente 23,6 milhões de pessoas (MOZAFFARIAN et al., 2016).

A pressão arterial periférica (PAp) elevada é considerada um dos principais fatores de risco modificáveis para DCVs (WILLIAMS et al., 2018). Os valores de PAp sistólica ≥ 115 e diastólica ≥ 75 mmHg foram responsáveis por 49% das doenças coronarianas e por 62% dos acidentes vasculares encefálicos (LEWINGTON et al., 2002). Contudo, evidências mais recentes sugerem que a pressão arterial central (PAc) está mais fortemente associada com eventos cardiovasculares do que a PAp (WILLIAMS et al., 2006; ROMAN et al., 2007; PINI et al., 2008; SHARMAN et al., 2008; VLACHOPOULOS et al., 2010; HUANG et al., 2011; McENIERY et al., 2014), além de responder diferentemente a certas medicações anti-hipertensivas (MCENIERY et al., 2014; BRANDÃO et al., 2017).

A rigidez arterial (RA) tem sido apontada na literatura como o principal fator associado ao aumento do PAc (BOUTOUYRIE et al., 2018). O aumento da RA, devido ao remodelamento estrutural e funcional da parede arterial, resulta tanto no aumento da onda de pressão propagada ao longo da árvore arterial como no aumento da reflexão da onda de pressão a partir de pontos de bifurcação e estreitamento vascular (BOUTOUYRIE et al., 2018; McENIERY, et al., 2014). Esta onda refletida chega precocemente na raiz da aorta durante a sístole, resultando numa amplificação da PAc sistólica (PASc) (McENIERY, et al., 2014). A onda refletida é um determinante crucial da hemodinâmica central, sendo considerada um determinante do *cross-talk* entre a micro e a macro circulação e um possível preditor de DCVs (McENIERY, et al., 2014).

O treinamento aeróbio (TA) tem sido fortemente recomendado para a prevenção e controle da PAp aumentada (PESCATELLO et al., 2015). Revisões sistemáticas e meta-análises tem demonstrado os efeitos positivos do TA sobre a PAp (SOSNER et al., 2013; JOHNSON et al., 2014; CORNELISSEN et al., 2013; CORNELISSEN; BUYS; SMART, 2013).

Cornelissen et al (2013) reportaram que o TA é capaz de reduzir 3,5 mmHg e 2,5 mmHg da PAp sistólica e diastólica, respectivamente. Além disso, as reduções da PAp sistólica foram superiores entre os hipertensos (-8,3 mmHg) do que entre indivíduos normotensos (-0,75 mmHg) (CORNELISSEN et al., 2013).

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) tem sido considerado uma modalidade alternativa de TA capaz de proporcionar benefícios similares ou até mesmo superiores ao treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) em certos desfechos de saúde (BATACAN et al., 2017), como composição corporal (KEATING et al., 2017; WEWEGE et al., 2017), função endotelial (RAMOS et. al., 2015), aptidão cardiorrespiratória (WESTON et al., 2014; MILANOVIC et al., 2015) e função cardíaca (TUCKER et al., 2019), sendo considerada uma modalidade *time-efficient* em relação ao MICT (CASSIDY et al., 2017).

No entanto, os efeitos do HIIT sobre a PA ainda não foram totalmente esclarecidos. Numa meta-análise conduzida por Costa et al. (2018), não foi verificado diferença significativa entre HIIT e MICT sobre a PAp sistólica e diastólica em indivíduos pré-hipertensos ou hipertensos. De forma similar, Leal et al. (2020) numa meta-análise recente verificaram que ambos os protocolos HIIT e MICT reduziram significativamente a PAp sistólica e diastólica em hipertensos, sendo a magnitude da redução da PAp diastólica superior no HIIT comparado ao MICT.

Com o desenvolvimento de equipamentos e funções de transferência mais acurados e acessíveis para estimativa da PAc, vários estudos investigaram o papel de diferentes modalidades de treinamento físico sobre a PAc (ZHANG et al., 2018; ZEIGLER et al., 2018; EVANS et al., 2019; CLARK et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020). Uma meta-análise recente conduzida por Zhang et al. (2018) mostrou que o TA foi capaz de reduzir 5,9 mmHg na PAc sistólica. Por outro lado, na meta-análise conduzida por Evans et al. (2018) o treinamento resistido não foi capaz de reduzir significativamente a PAc. Contudo, o efeito do HIIT comparado ao MICT sobre a PAc ainda não foi revisado sistematicamente.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi revisar os efeitos do HIIT versus MICT sobre a PAc. Como objetivo secundário, nós comparamos a eficácia do HIIT versus o MICT sobre a PAp, RA e aptidão cardiorrespiratória ($VO_{2máx}$).

2. MÉTODOS

A presente revisão sistemática com meta-análise foi realizada seguindo as orientações propostas pelo PRISMA (MOHER et al., 2009). Além disso, esta pesquisa possui registro no Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (PROSPERO) com o número de registro CRD42018111573.

2.1 Estratégia de busca

A busca por possíveis ensaios clínicos randomizados que avaliaram o efeito do HIIT e do MICT sobre a PAc compreendeu cinco bancos de dados eletrônicos (Pubmed/Medline, Web of Science, Cochrane, Lilacs e Scielo), nos quais os mesmos termos-chave foram aplicados uniformemente a todos os bancos de dados por dois pesquisadores (GHO e VHSM), de forma independente, para verificar se o mesmo número de referências foi alcançado. Os termos utilizados nas pesquisas foram os seguintes: “central blood pressure”; “central hemodynamic”; “aortic systolic blood pressure”; “aortic blood pressure”; “arterial stiffness”; “pulse wave velocity” e “augmentation index” combinados com “high intensity interval training”; “moderate intensity continuous training”; “HIIT” e “MICT”. A busca abrangeu todas as referências disponíveis desde o início das publicações do tema até abril de 2020. Além disso, foi realizada uma busca manual a partir da lista de referências dos artigos incluídos para a identificação de qualquer outro estudo relevante.

2.2 Critérios de elegibilidade

Os estudos foram considerados para inclusão, uma vez que atendiam aos seguintes critérios de elegibilidade estabelecidos: (1) estudos que apresentassem medidas basais e pós-intervenção da pressão arterial sistólica central (PASc) ou da pressão arterial diastólica central (PADc); (2) estudos que realizaram ambos os treinamentos HIIT e MICT; (3) estudos com tempo mínimo de intervenção de duas semanas.

2.1 Triagem do estudo e extração dos dados

As referências foram inicialmente sistematizadas com o auxílio de um software de gerenciamento de referência específico (Mendeley®) para triagem de referências. Dois pesquisadores realizaram a triagem dos estudos de forma independente (GHO e VHSM). Os estudos cujos escopos estavam fora do objetivo do presente estudo, bem como os estudos duplicados em mais de uma base de busca na qual a busca foi realizada, foram excluídos da análise. Inicialmente foram realizadas análises por título e resumo dos artigos, e aqueles considerados incluídos, posteriormente foram avaliados o texto na íntegra. Em caso de desacordo, os dois pesquisadores tentaram chegar a um consenso explicando seu ponto de vista. Se o conflito persistisse, foi solicitada uma opinião de um terceiro pesquisador (JCL), para chegar a uma decisão final. Em sequência, os dados referentes ao desenho do estudo, características gerais da amostra, procedimentos metodológicos, modalidade de exercício físico, protocolo de intervenção e resultados principais foram extraídos dos estudos incluídos.

2.4 Avaliação da qualidade dos estudos incluídos

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos foi composta por 14 questões que contemplaram as questões metodológicas que poderiam representar risco potencial de viés. As perguntas permitiram cinco respostas diferentes (por exemplo, sim, não ou não reportado). Para cada

pergunta cuja resposta é sim, uma pontuação foi atribuída. A pontuação global variou de zero a 14, na qual a última era a melhor pontuação possível. Portanto, quanto mais o estudo chegasse mais perto de receber 14 pontos, melhor era sua qualidade metodológica, representando menor risco de viés. A ferramenta de avaliação mencionada foi aplicada individualmente em todos os estudos incluídos. Essa natureza de avaliação é um método confiável para verificar a força das evidências científicas, identificando a probabilidade de risco de viés. No entanto, não foi utilizado como critério de exclusão. Portanto, mesmo os artigos com baixa qualidade metodológica permaneceram para análises e discussões adicionais.

2.5 Meta-análise

Os dados foram inseridos e analisados no software (Review Manager®, versão 5.3, colaboração Cochrane, Oxford, Reino Unido). Os dados foram apresentados em diferença média padronizada (SMD) para às variáveis PAsc, PADc, pressão arterial sistólica periférica (PASp), pressão arterial diastólica periférica (PADp), velocidade de onda de pulso (VOP) e *augmentation index* (Aix) devido a utilização de diferentes métodos para obtenção dessas variáveis. Para o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), foi utilizado a diferença média (MD). Adotamos os intervalos de confiança de 95% (IC95%). O modelo de efeitos aleatórios foi utilizado para minimizar as influências da heterogeneidade dos estudos incluídos. Gráficos de *forest plot* foram criados para quantificar os efeitos dos protocolos HIIT e MICT sobre as variáveis PAsc, PADc. A análise de sensibilidade foi realizada para examinar o efeito individual de cada estudo sobre o efeito geral das comparações de subgrupos. Foi adotado o nível de significância de $p \leq 0,05$. A heterogeneidade foi avaliada, na qual valores de 25%, 50% e 75% foram considerados como indicando baixa, moderada e alta heterogeneidade, respectivamente (MELSEN, et al., 2014). Gráficos de funil foram utilizados com o objetivo de verificar o risco potencial de viés por inspeção visual.

3. RESULTADOS

3.1 Revisão de literatura

A busca inicial nas bases de dados eletrônicas identificou 3358 artigos em potencial. Após a exclusão dos artigos duplicados, 1049 artigos permaneceram para posterior análise. Após a triagem por título e do resumo dos artigos, 32 estudos foram selecionados para a leitura na íntegra. Desses, sete estudos preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos na revisão sistemática e na meta-análise (figura 1).

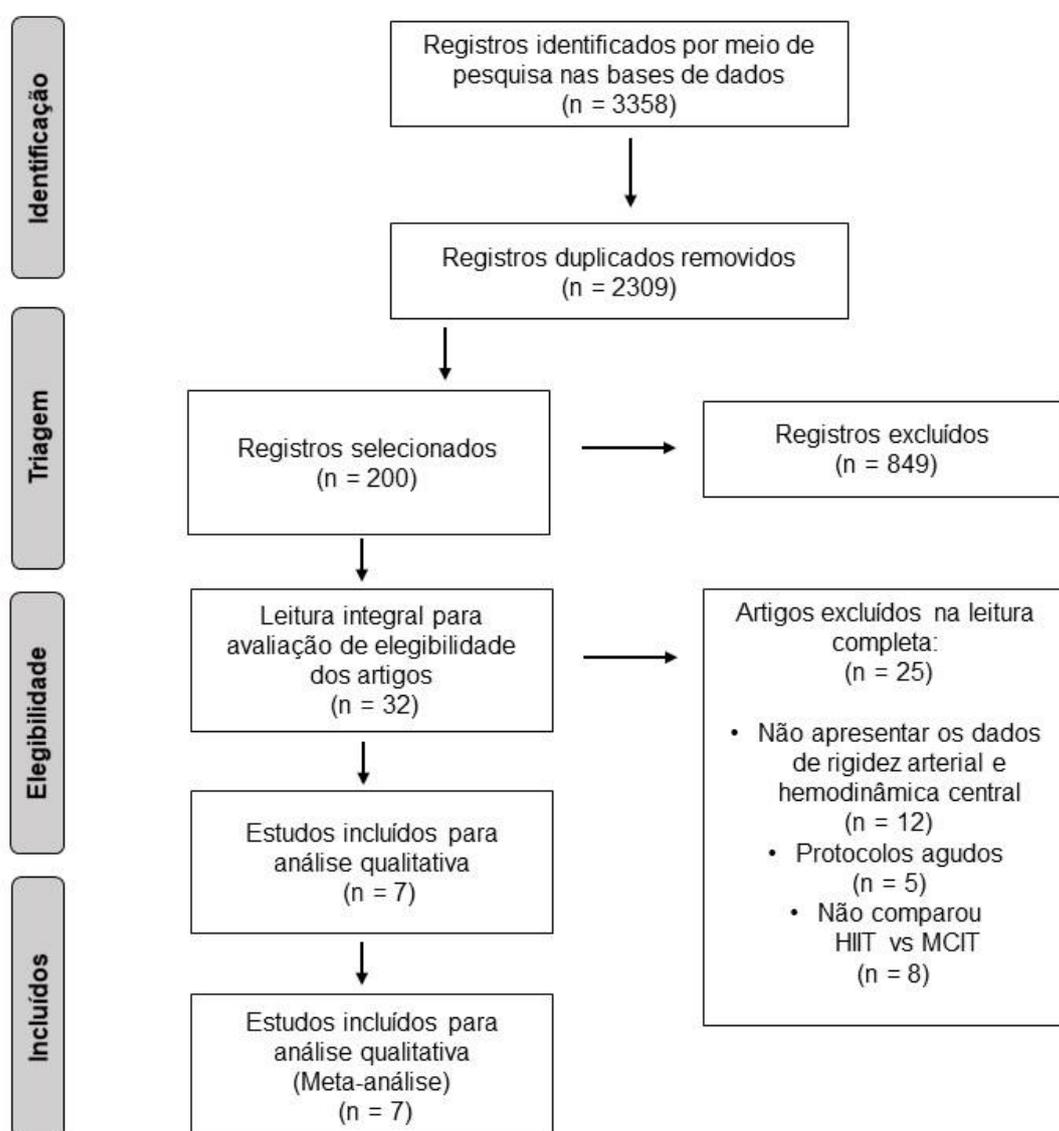


Figura 1. Fluxograma do estudo

3.2 Avaliação da qualidade dos estudos e risco de viés

A média geral dos scores dos estudos incluídos foi de $9,5 \pm 1,5$ (Tabela 1). Todos os estudos analisados (100%) relataram o uso de medidas válidas e confiáveis, implementando-as de forma consistente ao longo do estudo.

Além disso, a grande maioria dos estudos (85%) identificou seus subgrupos e principais desfechos antes da análise, além de verificar uma taxa de abandono inferior a 20% (71%). Além disso, todos os estudos relataram alta adesão ao protocolo do estudo (100%). No entanto, apenas quatro estudos (57%) realizaram um cálculo do tamanho da amostra e dois estudos (33%) realizaram uma análise sobre a intenção de tratar. Alguns estudos não tiveram sucesso em relatar todas as questões metodológicas consideradas nesta ferramenta de avaliação. Por esse motivo, alguns estudos receberam uma classificação baixa. No entanto, não representa necessariamente má qualidade metodológica, mas estratégias específicas adotadas pelos autores que diferem parcialmente dos critérios do instrumento de avaliação. Além disso, é importante enfatizar que nenhum critério de exclusão foi estabelecido em relação à qualidade metodológica dos estudos incluídos. Em vez disso, sua aplicação teve como objetivo verificar a qualidade dos procedimentos metodológicos dos estudos selecionados por meio de uma ferramenta válida e com boa aceitação na literatura, indicando algum risco potencial de viés. A inspeção visual não verificou nenhuma anormalidade nas parcelas do funil. Além disso, a análise de sensibilidade do tipo “deixar de fora” mostrou que a exclusão de um único estudo não exerceu efeito sobre os resultados de nenhum dos resultados avaliados.

Tabela 1. Avaliação da qualidade dos estudos incluídos e risco de viés:

Critério	01	02	03	04	05	06	07
1. O estudo foi descrito como estudo randomizado, randomizado, ensaio clínico randomizado ou um ECR?	S	S	S	S	S	S	S
2. O método de randomização foi adequado (isto é, uso de atribuição gerada aleatoriamente)?	S	S	S	S	S	S	S
3. A alocação do tratamento foi ocultada (para que as atribuições não pudessem ser previstas)?	NR	NR	S	S	S	NR	S
4. Os participantes e os provedores do estudo estavam cegos para a atribuição do grupo de tratamento?	NR	NR	S	NR	S	NR	N
5. As pessoas que avaliavam os resultados estavam cegas às tarefas de grupo dos participantes?	NR	NR	S	NR	NR	NR	N
6. Os grupos eram semelhantes na linha de base em características importantes que poderiam afetar os resultados (por exemplo, dados demográficos, fatores de risco, condições de comorbidade)?	S	S	S	S	S	S	S
7. A taxa de abandono geral do estudo foi de 20% ou menos do número alocado para o tratamento?	S	S	N	S	S	S	N
8. A taxa de abandono diferencial (entre grupos de tratamento) foi de 15 pontos percentuais ou menos no final da pesquisa?	S	S	S	N	S	S	N
9. Houve alta adesão aos protocolos de intervenção para cada grupo de tratamento?	S	S	S	S	S	S	S
10. Outras intervenções foram evitadas ou semelhantes nos grupos (por exemplo, tratamentos de fundo semelhantes)?	N	N	N	N	S	S	S
11. Os resultados foram avaliados usando medidas válidas e confiáveis, implementadas de forma consistente em todos os participantes do estudo?	S	S	S	S	S	S	S
12. Os autores relataram que o tamanho da amostra era suficientemente grande para detectar uma diferença no desfecho principal entre os grupos com pelo menos 80% de poder?	N	S	S	S	NR	NR	S
13. Os resultados relatados ou subgrupos foram analisados pré-especificados (isto é, identificados antes da análise)?	S	S	S	S	S	N	S
14. Todos os participantes randomizados foram analisados no grupo ao qual foram originalmente designados, ou seja, eles usaram uma análise de intenção de tratar?	N	N	N	S	S	N	N
Score TOTAL	8	9	11	10	12	8	9

Sim (S), não (N) e não reportado (NR).

3.3 Descrição dos estudos incluídos

Sete estudos preencheram os critérios de elegibilidade e, conseqüentemente, compuseram a presente revisão sistemática e meta-análise atual (HANSSEN et al., 2017; KIM et al., 2017; HANSSEN et al., 2018; RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2018; MAGALHÃES et al., 2019; CLARK et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020). Com relação à população incluída nos estudos revisados, um estudo foi realizado com indivíduos com enxaqueca (HANSSEN et al., 2017), idosos sedentários (KIM et al., 2017), indivíduos com depressão (HANSSEN et al., 2018), adultos sedentários (RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2018), diabéticos tipo 2 (MAGALHÃES et al., 2019) homens sobrepesados e obesos (CLARK et al., 2020), mulheres obesas (OLIVEIRA et al., 2020).

Nota-se que quatro diferentes equipamentos foram utilizados para a avaliação das variáveis de PAc e RA, sendo o SphygmoCor (OLIVEIRA et al., 2020; CLARK et al., 2020; KIM et al., 2017), Mobil-o-graph (HANSSEN et al., 2018; HANSSEN et al., 2017), Complior (MAGALHÃES et al., 2019) e Arteriograph (RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2018).

Uma redução significativa em ambas as variáveis PAsc e PADc foi encontrada a favor do HIIT (CLARK et al., 2020). E de forma isolada, redução da PAsc no HIIT e redução da PADc no MICT (OLIVEIRA et al., 2020). Nos demais estudos, essas variáveis não apresentaram diferenças significativas após ambos os treinamentos (HANSSEN et al., 2017; KIM et al., 2017; HANSSEN et al., 2018; RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2018; MAGALHÃES et al., 2019).

Em relação as mudanças na VOP, um estudo encontrou redução significativa dessa variável em ambos os treinamentos HIIT e MICT (OLIVEIRA et al., 2020), outro estudo encontrou redução significativa apenas no MICT (KIM et al., 2017). Os outros cinco estudos, não apresentaram alterações significativas nesta variável (HANSSEN et al., 2017; HANSSEN et al., 2018; RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2018; MAGALHÃES et al., 2019; CLARK et al., 2020). Para o Alx não foram identificadas alterações significativas após HIIT ou MICT (HANSSEN et al., 2017; HANSSEN et al., 2018; RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2018; CLARK et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020).

Três estudos realizaram seus protocolos de treinamento em cicloergômetro e adotaram intervalos curtos (intervalos ≤ 1 min) com grandes repetições para o HIIT (CLARK et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2019; HANSSEN et al., 2018). Três estudos em corrida (HANSSEN et al., 2017; RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2020) e um utilizando *air-bike* (KIM et al., 2017). Estes três estudos aplicaram o protocolo 4 x 4 para realização do HIIT. A duração do protocolo MICT nos sete estudos teve a média $40,7 \pm 11$ minutos, respeitando a intensidade moderada de treino.

Tabela 2. Principais características clínicas dos estudos incluídos na revisão sistemática e meta-análise

Referência	Característica do grupo	Sujeitos (n)/ Idade	Equipamento	Duração/ Frequência/ Modo	Exercício			Resultado	
					HIIT	MICT	HIIT	MICT	
<i>Clark et al. (2020)</i>	Sobrepeso e obesidade	28 homens adultos 30±6 anos HIIT: 16 MICT: 12	SphygmoCor	6 sem 2 x semana Cicloergômetro	10 x 1min a 90% FC _{máx} seguido de 1 min de recuperação ativa a 15% W _{máx} .	30 min a 65-75%FC _{máx}		↓ PASC ↓ PADc ↔ PASp ↓ PADp ↔ VOP	↔ PASC ↔ PADc ↔ PASp ↓ PADp ↔ VOP
<i>Hanssen et al. (2017)</i>	Enxaqueca	25 mulheres adultas; 30±10 anos HIIT: 13 MICT: 12	Mobil-o-graph	12 sem 2 x sem Corrida	4 x 4 min a 90-95% FC _{máx} intercalado por 3 min de recuperação a 70% da FC _{máx}	45 min a 70%FC _{máx}		↔ PASC ↔ PADc ↔ PASp ↔ PADp ↔ VOP ↔ AIX	↔ PASC ↔ PADc ↔ PASp ↔ PADp ↔ VOP ↔ AIX
<i>Hanssen et al. (2018)</i>	Depressão	34 adultos (25 mulheres/9 homens) 38±12 anos HIIT: 19 MICT: 15	Mobil-o-graph	4 sem 3 x semana Cicloergômetro	25 x 30 seg a 80% VO _{2máx} seguido de 30 seg de repouso completo.	20 min a 60%VO _{2máx}		↔ PASC ↔ PADc ↔ PASp ↔ PADp ↔ VOP ↔ AIX	↔ PASC ↔ PADc ↔ PASp ↔ PADp ↔ VOP ↔ AIX
<i>Kim et al. (2017)</i>	Sedentários	35 idosos (23 mulheres/12 homens) 64±1 anos HIIT: 17 MICT: 18	SphygmoCor	8 sem 4 x sem <i>Air-bike</i>	4 x 4min a 90% FC _{máx} intercalado por 3 min de recuperação a 70% FC _{máx}	47 min a 70%FC _{máx}		↔ PASC ↔ PADc ↔ PASp ↔ PADp ↔ VOP	↔ PASC ↔ PADc ↔ PASp ↔ PADp ↓ VOP

<i>Magalhães et al. (2019)</i>	Diabetes tipo 2	29 idosos (13 mulheres/16 homens) 60±6 anos HIIT: 13 MICT: 16	Complior	1 ano 3 x sem Cicloergômetro	17 x 1min a 90% VO _{2reserva} seguido de um período de 1min de recuperação entre 40-60% FC _{reserva} .	45±7 min a 40-60%FC _{reserva}	↔ PASC ↔ PADc ↓ PASp ↓ PADp ↔ VOP	↔ PASC ↔ PADc ↔ PASp ↔ PADp ↔ VOP
<i>Oliveira et al. (2020)</i>	Obesidade	25 mulheres adultas 28±5 anos HIIT:11 MICT:14	SphygmoCor	8 sem 3 x semana Corrida	4 x 4 min a 95-95% FC _{máx} intercalado por 3 min de recuperação a 65-75% da FC _{máx}	41 min 65-75 75% da FC _{máx}	↓ PASC ↔ PADc ↓ PASp ↔ PADp ↓ VOP ↔ AIX	↔ PASC ↓ PADc ↔ PASp ↓ PADp ↓ VOP ↔ AIX
<i>Ramírez-Vélez et al. (2018)</i>	Sedentários	20 Adultos (7 mulheres/13 homens) 31±19 HIIT: 11 MICT: 9	Arteriograph	12 sem 3 x sem Corrida	4 x 4 minutos a 85-95% da FC _{reserva} intercalados por 4 minutos de recuperação entre 75-85% da FC _{reserva} .	45-55 min a 60-75% FC _{reserva}	↔ PASC ↔ PASp ↔ PADp ↔ VOP	↔ PASC ↔ PASp ↔ PADp ↔ VOP

Semana (sem); Minutos (min); Segundos (seg); Pressão arterial sistólica central (PASC); Pressão arterial diastólica central (PADc); Pressão arterial sistólica periférica (PASp); Pressão arterial diastólica periférica (PADp); Velocidade de onda de pulso (VOP); *augmentation index* (Aix); Frequência cardíaca máxima (FC_{máx}); Frequência cardíaca de reserva (FC_{reserva}); Consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx}); Consumo de oxigênio de reserva (VO_{2reserva}); Watts máximos produzidos (W_{máx}).

3.4 Meta-análise

Ao comparar as mudanças pré e pós intervenção entre HIIT e MICT não foi identificada diferença significativa para a PASc (SMD -0,13 [IC95%, -0,47 a 0,21], $p = 0,45$, $I^2 = 25\%$) (Figura 2) e para a PADc (SMD 0,15 [IC95%, -0,15 a 0,46], $p = 0,32$, $I^2 = 20\%$) (Figura 3).

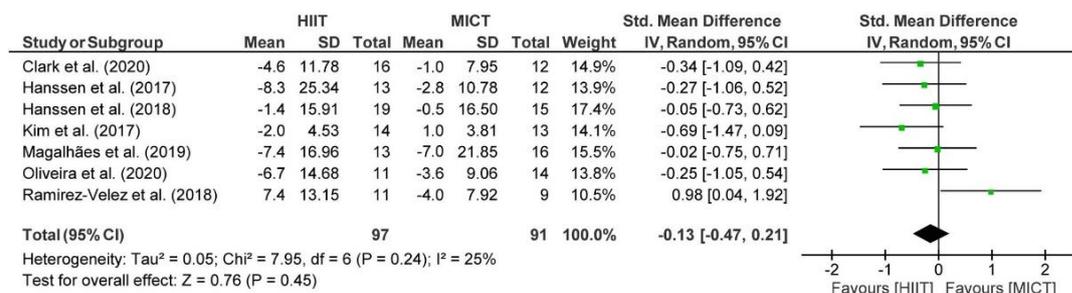


Figura 2. Gráfico *forest plot* da meta-análise com modelo de efeitos aleatórios comparando os efeitos do HIIT *versus* MICT sobre a pressão arterial sistólica central.

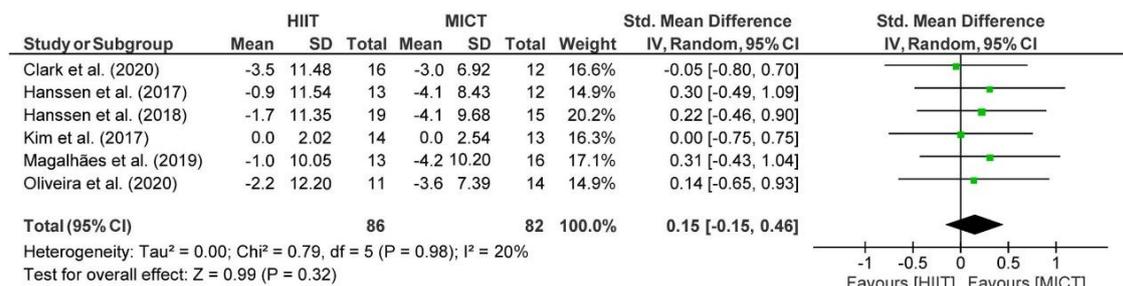


Figura 3. Gráfico *forest plot* da meta-análise com modelo de efeitos aleatórios comparando os efeitos do HIIT *versus* MICT sobre a pressão arterial diastólica central.

Quanto as variáveis secundárias, não foi identificado diferença significativa entre HIIT e MICT para a PASp (SMD -0,23 [IC95%, -0,52 a 0,06], $p = 0,12$, $I^2 = 10\%$), PADp (SMD -0,02 [IC95%, -0,30 a 0,27], $p = 0,91$, $I^2 = 11\%$) (Tabela 3), VOP (SMD 0,18 [IC95%, -0,12 a 0,48], $p = 0,24$, $I^2 = 4\%$) e Alx (SMD -0,27 [IC95%, -0,75 a 0,21], $p = 0,27$, $I^2 = 46\%$) (Tabela 3). O HIIT foi superior no aumento do $VO_{2máx}$ em relação ao MICT (MD 2,27 [IC95%, 1,06 a 3,48], $p < 0,0002$, $I^2 = 10\%$) (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação da diferença média e diferença média padronizada do HIIT e MICT sobre parâmetros de pressão arterial periférica, rigidez arterial e aptidão cardiorrespiratória.

Resultado	N	Sujeitos	Diferença Média						Diferença Média Padronizada					
			MD	ICI	SCI	p	I ²	P	SMD	ICI	SCI	p	I ²	P
PASp	6	196	-	-	-	-	-	-	-0,23	-0,52	0,06	0,12	10%	0,96
PADp	6	196	-	-	-	-	-	-	-0,02	-0,30	0,27	0,91	11%	0,99
VOP	6	196	-	-	-	-	-	-	0,18	-0,12	0,48	0,24	4%	0,39
Alx	4	107	-	-	-	-	-	-	-0,27	-0,75	0,21	0,27	46%	0,12
VO _{2max}	4	123	2,27	1,06	3,48	0,0002	10%	0,49	-	-	-	-	-	-

Pressão arterial sistólica periférica (PASp); Pressão arterial diastólica periférica (PADp); Velocidade de onda de pulso (VOP); *augmentation index* (Alx); Volume de oxigênio (VO₂); Diferença média (MD); Intervalo de confiança inferior (ICI); intervalo de confiança superior (SCI), valor de p para comparação entre os grupos (p); Heterogeneidade (I²); valor de p para a heterogeneidade (P); Diferença média padronizada (SMD)

4. Discussão

Uma revisão prévia mostrou que o treinamento aeróbio melhora a PAC (ZHANG et al., 2018), promovendo uma redução média de -5,9 mmHg na PASc (IC95% -8,8 a -2,9 mmHg). Entretanto, a comparação da efetividade de diferentes modalidades de TA (HIIT e MICT) ainda não tinha sido revisada. Esta revisão sistemática sumarizou as evidências comparando diretamente HIIT e MICT na população aparentemente saudável e em situação especial de saúde. Adicionalmente, foram comparados os efeitos dessas modalidades de TA também sobre a PAp, RA e a aptidão cardiorrespiratória.

Na linha de outros estudos, nossos achados mostraram que tanto HIIT como MICT foram efetivos na melhora da PAC. Nós observamos uma redução de -3,2 e -2,5 mmHg para a PASc e de -1,5 e -3,1 mmHg para a PADc com o HIIT e MICT, respectivamente. Contudo, não houve diferença significativa na redução da PASc (-0,13 mmHg [IC95%, -0,47 a 0,21]) e da PADc (0,15 mmHg [IC95%, -0,15 a 0,46]) quando comparados HIIT versus MICT. Esses achados corroboram com os reportados numa meta-análise recente conduzida por Costa et al. (2018), os quais não observaram diferença significativa entre HIIT e MICT na redução da PAS (-0,22 mmHg [IC95%, -5,4 a 4,9], p=0,93) e da PAD (-0,38 mmHg [IC95%, -3,3 a 2,5] p=0,74) periférica.

A PAC tem relação direta com a rigidez arterial, sendo afetada por dois principais fatores, a idade e a hipertensão (LAURENT et al., 2005). O aumento sustentado da PAC pode desenvolver hipertrofia da parede arterial devido a

alterações estruturais (redução de concentração de elastina e aumento das concentrações de colágeno) devido a elevados níveis de estresse sobre a parede arterial (LAURENT et al., 2005; BOUTOUYRIE et al., 2018). Esse mecanismo é considerado como causa e consequência, ou seja, um ciclo rigidez arterial – hipertensão – rigidez arterial (HUMPHREY et al, 2016).

A PAc é formada a partir da combinação entre a onda de pressão propagada, que é gerada durante a sístole ventricular e direcionada a periferia do sistema arterial, e a onda refletida, que retorna ao coração gerada pelas bifurcações e estreitamentos ao longo da árvore vascular (BOUTOUYRIE et al., 2018). Em indivíduos com RA normal, a onda propagada percorre o trajeto arterial em baixa velocidade e retorna à raiz da aorta durante a diástole, não amplificando a PAsC (McENIERY, et al., 2014). Por outro lado, na condição de RA aumentada, a onda propagada chega com maior velocidade nos vasos periféricos e retorna a raiz da aorta ainda na sístole, levando ao aumento na PAsC (BOUTOUYRIE et al., 2018).

A aferição da PA periférica, na artéria braquial, é utilizada prática clínica, com demonstrações robustas de diminuição da mortalidade em decorrência de sua redução (PICONE et al., 2017). Entretanto, a PAc, de maneira superior à periférica, reflete o impacto sobre os órgãos-alvo e explica melhor a ocorrência de eventos cardiovasculares. Este conceito baseia-se nos seguintes aspectos: existência de discrepância entre a pressão central entre pessoas com o mesmo nível de pressão periférica e relação independente da pressão central e lesões de órgãos-alvo (LAURENT et al, 2006; SHARMAN et al., 2013; LAURENT et al., 2016).

Como consequência do efeito de “amplificação das ondas” da PAc em relação a PAp, os medicamentos anti-hipertensivos parecem exercer efeitos distintos de acordo com o sítio arterial analisado (periférico ou central). Uma classe comum de medicamentos anti-hipertensivo são os beta-bloqueadores que apresentam resultados satisfatórios na PAp, porém, não apresentam os mesmos efeitos de redução sobre a PAc (McENIERY et al., 2014; BRANDÃO et al., 2017). Por esse motivo, os medicamentos betabloqueadores sem efeito vasodilatador foram retirados das recomendações para o tratamento da hipertensão arterial sistêmica (WILLIAMS et al., 2006). Outras classes de

medicação anti-hipertensivas como os inibidores da enzima conversora de angiotensina, diuréticos ou bloqueadores de canal de cálcio podem reduzir a PAc, com maior impacto na redução de eventos cardiovasculares (McENIERY et al., 2014; BRANDÃO et al., 2017). Contudo, a combinação com outras classes de medicação anti-hipertensivas como os inibidores da enzima conversora de angiotensina, diuréticos ou bloqueadores de canal de cálcio podem reduzir a PAc (McENIERY et al., 2014; BRANDÃO et al., 2017).

As evidências dos efeitos de diferentes medicações anti-hipertensivas, sobre a pressão central e a pressão periférica, demonstrou que a avaliação da pressão central traz informações importantes. Da mesma maneira, nos leva ao questionamento se diferentes modalidades de treino teriam o mesmo efeito sobre a pressão central. Embora esteja bem estabelecido o papel do TA sobre a PAp, os efeitos sobre a PAc ainda não são claros. Com base em crescente número de evidências, parece que o TA exerce efeito positivo também sobre a PAc (CLARK et al., 2020; ZHANG et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2020). Os achados de nossa meta-análise reforçam isso, bem como adiciona que parece não haver diferença entre HIIT e MICT sobre a PAc. Dessa forma, diferente do que ocorre com certos medicamentos anti-hipertensivos, tais como alguns betabloqueadores, o TA exerce efeito positivo tanto sobre a PAp como sobre a PAc, e que HIIT e MICT exercem efeitos similares sobre a PAp e PAc. De fato, quanto nós comparamos HIIT e MICT também sobre a PAp, observamos similaridade na redução da PASp (-0,23 mmHg [IC95%, -0,52 a 0,06] e da PADp (-0,02 mmHg [IC95%, -0,30 a 0,27]).

Uma revisão sistemática prévia mostrou que apenas o TA foi capaz de reduzir os principais marcadores de RA, como VOP (-0,63 m/s [IC95%, -0,90 a -0,35]) e Alx (-2,63% [IC95%, -5,25 a -0,02]) (ASHOR et al., 2014). Na presente revisão, não encontramos diferença significativa entre HIIT e MICT para a VOP (0,18 m/s [IC95% -0,12 a 0,48], $p = 0,24$) e Alx (-0,27% [IC95%, -0,75 a 0,21] $p=0,27$). Esses resultados corroboram com os achados recentes de Way et al. (2018), que não observaram diferença significativa entre HIIT e MICT na VOP (0,004 m/s [IC95%, -0,25 a -0,26], $p = 0,975$) e no Alx (0,107% [IC95%, -0,44 a 0,66] $p=0,704$).

Os mecanismos pelos quais o TA poderia reduzir a PAc ainda não foram esclarecidos. Contudo, acredita-se que as mudanças na PAc que ocorrem com o TA estejam relacionadas com as mudanças na RA. O TA tem efeito antioxidante e anti-inflamatório os quais poderiam reduzir os danos causados na parede vascular pelo envelhecimento ou pela presença de condições crônico-degenerativas (ASHOR et al., 2014). O TA também é capaz de promover o aumento da produção de óxido nítrico como consequência do maior estresse de cisalhamento (*shear stress*) no endotélio vascular (ASHOR et al., 2014), melhorando a função endotelial (PEDRALLI et al., 2018). Esse aumento da produção e liberação de óxido nítrico poderia levar a uma maior redução da resistência vascular periférica e, conseqüentemente, redução do RA (PADILHA et al., 2008). Outros fatores também poderiam explicar a redução da RA com o TA, como aumento de prostaglandinas e redução de angiotensina II e endotelina-1 (DI FRANCESCO MARINO et al., 2009), bem como diminuição da atividade autonômica simpática vascular (GREEN et al., 2018). Essas adaptações favoráveis na estrutura e na função vascular promovidas pelo TA poderiam melhorar a complacência arterial e a resistência vascular periférica, contribuindo para redução da amplificação da onda de pressão central, como conseqüente redução da pressão aórtica central.

Os efeitos do HIIT versus MICT na aptidão cardiorrespiratória foi revisada como desfecho secundário deste estudo. Nós encontramos que o HIIT foi superior ao MICT na melhora do $VO_{2máx}$ (MD 2,27 [IC95%, 1,06 a 3,48]). A aptidão cardiorrespiratória é considerada um preditor independente de mortalidade cardiovascular e mortalidade por todas as causas (KODAMA et al., 2009; LEE et al., 2011). Um aumento de 1 MET (3,5 ml/kg/min) na aptidão cardiorrespiratória foi associada com uma redução do risco de mortalidade cardiovascular e de mortalidade por todas as causas de 19 e 15%, respectivamente (LEE et al., 2011). Com base em nossos achados e em prévios estudos (COSTA et al., 2018, WESTON et al., 2014, RAMOS et al., 2015, MILANOVIC et al., 2015), o HIIT tem se mostrado superior ao MICT na melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Os resultados da presente revisão reforçam as recomendações de atividade física que preconizam a realização tanto atividades físicas de moderada intensidade (no mínimo 150 minutos/semana) como de alta

intensidade (no mínimo 75 minutos/semana), ou a combinação de ambos as intensidades, para a manutenção e/ou melhora da saúde (USDHHS, 2018). Considerando a natureza *time-efficient* do HIIT, essa modalidade de TA deveria ser mais utilizada com vistas à melhora não apenas da PAp como também da PAc, considerando seus efeitos significativos também sobre os parâmetros de RA.

Pelo que temos conhecimento, este foi o primeiro estudo a sistematizar e quantificar o conhecimento atual sobre os efeitos de duas modalidades de TA (HIIT e MICT) sobre a PAc em indivíduos saudáveis e em diferentes condições de saúde. No entanto, o presente estudo apresenta limitações que precisam ser mencionadas. Primeiro, existe uma escassez de estudos analisando a PAc, mesmo sendo um forte indicador de risco cardiovascular e com relevância clínica. Essa medida ainda não é de uso habitual em artigos da área, devido à escassez de estudos, tivemos que utilizar estudos com populações diversificadas e com diferentes condições clínicas. Segundo, optamos em utilizar o modelo de efeitos aleatórios para analisar os dados, buscando reduzir os efeitos da heterogeneidade. E terceiro, os diferentes métodos para prescrição do TA como intensidade, duração e frequência em conjunto com diferentes equipamentos de avaliação da PAc e RA podem ter influenciado na heterogeneidade dos dados. Por fim, apesar do rigor metodológico adotado nesta revisão sistemática, a qual seguiu rigorosamente as orientações do método PRISMA, é possível que alguma referência em potencial possa ter sido erroneamente desconsiderada durante o processo de triagem dos artigos.

5. Conclusão

Em suma, tanto o HIIT quanto o MICT são capazes de reduzir a PAc, porém não existe superioridade entre eles. Para as variáveis de PAp e RA também não foram encontradas diferenças quando comparado HIIT e MICT. O HIIT foi superior no aumento da aptidão cardiorrespiratória. A PAc possui uma forte relevância clínica, pois é preditor de eventos cardiovasculares e o TA tem demonstrando reduzir significativamente os valores de PAc. Futuros estudos são necessários para comparar os efeitos do HIIT e do MICT sobre a PAc em diferentes populações e em diferentes condições clínicas.

Conformidade com os padrões éticos

Financiamento Este estudo foi financiado pela Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Técnico em Estado do Paraná (FA) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (CP 20/18 PPP).

Conflito de interesses Gustavo Henrique de Oliveira, Caroline Ferraz Simões, João Carlos Locatelli, Victor Hugo de Souza Mendes, Higor Barbosa Reck, Carla Eloise Costa, Rogério Toshiro Passos Okawa e Wendell Arthur Lopes declaram que não possuem conflitos de interesse para o conteúdo deste estudo.

Referências

ASHOR, A.W., et al. Effects of Exercise Modalities on Arterial Stiffness and Wave Reflection: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **PloS One**, v.9, n.10, p.e110034, 2014.

BATACAN, R. B., et al. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British Journal of Sports Medicine*. v.51, p.494-503, 2017.

BOUTOUYRIE, P. et al. The Clinical Significance and Application of Vascular Stiffness Measurements. **American Journal of Hypertension**. v.32, n.1, p.01-11, 2018.

BRANDÃO, A. A., et al. I Luso-Brazilian Positioning on Central Arterial Pressure. **Arq. Bras. Cardiol**. v.108, n.2, 2017.

CASSIDY, S., et al. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. **Diabetologia**. v.60, n.1, p.7-23, 2017.

CLARK, T., et al. High-intensity interval training for reducing blood pressure: a randomized trial vs. moderate-intensity continuous training in males with overweight or obesity. **Hypertens Res**. 2020.

CORNELISSEN, V.A., et al. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **J Am Heart Assoc**. v.2, n.1, p.e004473, 2013.

CORNELISSEN, V.A.; BUYS, R.; SMART, N.A. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **J Hypertens.** v.31, p.639–48, 2013.

COSTA, E.C., et al. Effects of high-intensity interval training versus moderate intensity continuous training on blood pressure in adults with pre to established hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. **Sports Med.** v.48, p.2127-2142, 2018.

DI FRANCESCO MARINO, S., et al. The effect of physical exercise on endothelial function. **Sport Med.** v.39, n.10, p.797–12, 2009.

EVANS, W., et al. Effects of Resistance Training on Arterial Stiffness in Persons at Risk for Cardiovascular Disease: A Meta-analysis. **Sports Med.** v.48, n.12, p.2785-2795, 2018.

GREEN, D.J., et al. Effects of exercise on vascular function, structure, and health in humans. **Cold Spring Harb Perspect Med.** v.8, n.4, p.1–16, 2018.

HANSSSEN, H., et al. Effects of endurance exercise modalities on arterial stiffness in patients suffering from unipolar depression: a randomized controlled trial. **Front Psychiatry.** v.8, 2018)

HANSSSEN, H., et al. Superior effects of high-intensity interval training vs. moderate continuous training on arterial stiffness in episodic migraine: a randomized controlled trial. **Front Physiol.** v.8, 2017.

HUANG, C.M., et al. Central versus ambulatory blood pressure in the prediction of all-cause and cardiovascular mortalities. **J Hypertens.** v.29, p.454–459, 2011.

HUANG, C.M., et al. Central versus ambulatory blood pressure in the prediction of all-cause and cardiovascular mortalities. **J Hypertens.** v.29, p.454–459, 2011.

HUMPHREY, J.D., et al. Central Artery Stiffness in Hypertension and Aging: A Problem with Cause and Consequence. **Circ Res.** v.18, n.3, p.379–381, 2016.

JOHNSON, B.T., et al. Methodological quality of meta-analyses on the blood pressure response to exercise: a review. **J Hypertens.** v.32, n.4, p.706-23, 2014.

KEATING, S.E., et al. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. **Obes Rev.** v.18, n.8, p.943-964, 2017.

KIM, H.K., et al. All-extremity exercise training improves arterial stiffness in older adults. **Med Sci Sports Exerc.** v.49, n.7, 1404–1411, 2017.

KODAMA S., et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. **JAMA.** v.301, n.19, p.2024-35, 2009.

LAURENT, S et al. Central versus peripheral blood pressure: finding a solution. **Journal of Hypertension**. v 34, p.1497–1499, 2016.

LAURENT, S., et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological aspects and clinical applications. **Eur Heart J**. v.27, p.2588–2605, 2006.

LAURENT, S., et al. Structural and Genetic Bases of Arterial Stiffness. **Hypertension**. v.45, p.1050-1055, 2005.

LEAL, J.M., et al. Effectiveness of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training in Hypertensive Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Curr Hypertens Rep**. v.22, n.3, p.26, 2020.

LEE, W.J., et al. Effect of Exercise Training on Peak Oxygen Consumption in Patients with Cancer: A Meta-Analysis. **Oncologist**. v.16, n.1, p. 112–120, 2011.

LEWINGTON, S., et al. Age-specific relevance of usual BP to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. **Lancet**. v.360, p.1903–1913, 2002.

LIM, S.S., et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **The Lancet**, v.380, n.3859, p. 2224-2260, 2013.

MAGALHÃES, J. P., et al. Effects of combined training with different intensities on vascular health in patients with type 2 diabetes: a 1-year randomized controlled trial. **Cardiovascular Diabetology**, v.18, n.1, 2019.

McENIERY, C. M., et al. Central blood pressure: current evidence and clinical importance. **European Heart Journal**. n.35, n.26, p.1719–1725, 2014.

MELSEN, W. G., et al. The effects of clinical and statistical heterogeneity on the predictive values of results from meta-analyses. **Clinical Microbiology and Infection**, v.20, n.2, p.123–129, 2014

MILANOVIĆ, Z.; SPORIS, G.; WESTON, M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. **Sports Medicine**, v 45, n.10, p.1469-1481, 2015.

MOHER, D., et al. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **Journal of Clinical Epidemiology**, v.62, n.10, p.1006–1012, 2009.

MOZAFFARIAN, D., et al. Heart disease and stroke statistics-2016 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 133, n. 4, 2016.

OLIVEIRA, G.H., et al. High intensity interval training (HIIT) vs. moderate intensity continuous training (MICT) on arterial stiffness and blood pressure in

young obese women: A Randomized Controlled Trial. **Hypertension Research**. 2020.

PADILHA, J., et al. Characterization of the brachial artery shear stress following walking exercise. **Vascular Medicine**. v.13, n.2, p. 105-111, 2008.

PEDRALLI, M. L., et al. Effects of exercise training on endothelial function in individuals with hypertension: a systematic review with meta-analysis. *Journal of the American Society of Hypertension*. **J Am Soc Hypertens**. v.12n.12, p.e65-e75, 2018.

PESCATELLO, L.S., et al. Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. **Curr Hypertens Rep**. v.17, n.11, p.87, 2015

PESCATELLO, L.S., et al. Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. **Curr Hypertens Rep**. v.17, n.11, p.87, 2015

PICONE, D.S., et al. Accuracy of Cuff- Measured Blood Pressure. **JACC**. v.70, n. 5, p.572-586, 2017.

PINI, R., et al. Central but not brachial blood pressure predicts cardiovascular events in an unselected geriatric population: the ICARe Dicomano Study. **J Am Coll Cardiol**. v.51, p.2432-2439, 2008.

RAMÍREZ-VÉLEZ, R., et al. Exercise and post prandial lipemia: effects on vascular health in inactive adults. **Lipids Health Dis**. v.17, n.1, 1–11, 2018.

RAMOS, J.S., et al. The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports med**, v.45, n.5, p.679-692, 2015.

ROMAN, M.J., et al. Central pressure more strongly relates to vascular disease and outcome than does brachial pressure: the Strong Heart Study. **Hypertension**. v.50, p.197-203, 2007.

SHARMAN, J.E., et al. Central blood pressure measurement may improve risk stratification. **J Hum Hypertens**. v.22, p.838–844, 2008.

SHARMAN, J.E., et al. Value of central blood pressure in the management of hypertension. **J Human Hypertens**. v.27, p.405–411, 2013.

SOSNER, P., et al. The ambulatory hypotensive effect of aerobic training: a reappraisal through a meta-analysis of selected moderators. **Scand J Med Sci Sports**. v.27, p.327–41, 2017

TUCKER, W.J., et. Meta-analysis of Exercise Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A 10-year Update. **Prog Cardiovasc Dis**. v.62, n.2, p.63-171, 2019.

USDHHS. **Physical activity guidelines advisory committee scientific report.** Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2018.

VLACHOPOULOS, C., et al. Prediction of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality with Arterial Stiffness. A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 55, n. 13, p. 1318–1327, 2010.

WESTON, K.S., et al. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. **Br J Sports Med**. v.48, p. 1227-1234, 2014.

WEWEGE, M., et al. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Review**, v.18, n.6, p.635-646, 2017.

WILLIAMS, B., et al. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study. **Circulation**. v.113, p.1213-1225, 2006.

WILLIAMS, B., et al. ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. **Eur Heart J**. v.39, n.33, p.3021-3104, 2018

ZEIGLER, Z.S., et al. Postexercise Hemodynamic Responses in Lean and Obese Men. **Med Sci Sports Exerc**. v.50, n. 11, p.2292-00, 2018.

ZHANG, Y., et al. Effects of exercise modalities on central hemodynamics, arterial stiffness and cardiac function in cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Plos One**. v.13, n.7, 2018.

ARTIGO 2 -

ARTIGO ACEITO PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA *HYPERTENSION RESEARCH* (ANEXO E)

The impact of High Intensity Interval Training (HIIT) and Moderate Intensity Continuous Training (MICT) on arterial stiffness and blood pressure in young obese women: A Randomized Controlled Trial

Gustavo H de Oliveira^{1,2}, Pierre Boutouyrie³, Caroline F Simões^{1,2}, João C Locatelli^{1,2}, Victor H de Souza Mendes^{1,2}, Higor B Reck^{1,2}, Carla Eloise Costa^{1,2}, Rogério TP Okawa^{2,4} and Wendell A Lopes^{1,2}

¹Department of Physical Education, Center of Health Sciences, State University of Maringa, Maringa, Brazil.

² Research Group on Systemic Arterial Hypertension, Arterial Stiffness and Vascular Aging (GPHARV), State University of Maringa, Maringa, Brazil.

³Department of Pharmacology, University Paris Descartes, France

⁴Department of Medicine, Center of Health Sciences, State University of Maringa, Maringa, Brazil.

Funding: This study was supported by a grant from the Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (CP 20/18 PPP).

Corresponding author:

Wendell Arthur Lopes

Address: Av. Colombo, 5.790, Campus Universitário. Postal Code: 87.020-900.

Maringá/PR - Brazil. Phone number: +55 43 996544790

Email: warthurlopes@gmail.com

Keywords: Pulse wave velocity, augmentation index, aerobic training, overweight

Arterial stiffness (AS) is a strong predictor of future cardiovascular events and all-cause mortality [1]. Although aging and hypertension are the main factors influencing the stiffening process, obesity is also considered an independent predictor of AS [2]. There is consistent evidence that aerobic training (AT) reduces AS [3]. However, the role of AT intensity in reducing AS is still unclear [3]. In obese individuals, it appears that moderate-to-high intensity AT does not improve AS [4]. In fact, Clark and colleagues [5] recently did not find a reduction in AS after six weeks of high-intensity interval training (HIIT) or moderate-intensity continuous training (MICT) in overweight/obese men, despite a significant decrease in central blood pressure (BP). Nevertheless, little is known about the effects of HIIT and MICT on AS and central BP in obese women. In a previous study, we found that a single bout of HIIT or MICT did not change AS, wherein only HIIT reduced the augmentation index (AIx) and central systolic BP in young obese women [6]. Thus, the aim of this study was to investigate the effects of eight weeks of HIIT and MICT on AS and central BP in young obese women.

Twenty-five young obese women (18–35 years; BMI=30–39.9 kg/m²), with no history of chronic diseases or continuous medication use, participated in this parallel experimental design study (Supplementary Table 1). They were randomly assigned to HIIT (4x4 minutes at 85–95% of HR_{max}, interspersed with 3-minute periods of active recovery at 65–75% of HR_{max}) or MICT (41 minutes at 65–75% of HR_{max}) (Supplementary Figure 1). The exercise protocols were performed on a running track and standardized to maintain similar energy expenditure [6]. Central BP, carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV) and AIx were measured by SphygmoCor[®] (AtCor Medical, Sydney, Australia) [11]

before and after eight weeks. This study was approved by the local ethics committee (CAAE-08935419.5.0000.0104) and registered on the Brazilian Clinical Trials Registry (RBR-3v3dqf).

Training attendance was $81\pm 5\%$ for HIIT and $85\pm 5\%$ for MICT. The average distance covered per training session was 3.3 ± 0.3 km and 4.1 ± 0.2 km, and the relative intensity reached per session was $81\pm 13\%$ of HR_{max} and $71\pm 1\%$ of HR_{max} for HIIT and MICT, respectively. There were no significant group x time interactions for any measure of AS (Figure 1) or BP (Table 1). Both HIIT and MICT significantly reduced cfPWV ($\Delta = -0.37\pm 0.2$, $p < 0.001$, $ES = -0.44$ and $\Delta = -0.35\pm 0.3$, $p < 0.001$, $ES = -0.45$, respectively). Additionally, there was a reduction in augmentation pressure (AP) ($\Delta = -3.0\pm 5.1$, $p = 0.033$, $ES = -0.69$) and a tendency toward a reduction in Alx ($\Delta = -6.4\pm 14.8$, $p = 0.092$, $ES = -0.56$) and $Alx@75$ ($\Delta = -7.6\pm 15.1$, $p = 0.053$, $ES = -0.68$) after HIIT. Significant reductions in brachial systolic BP (SBP) ($\Delta = -6.3\pm 5.7$, $p = 0.033$) and central SBP ($\Delta = -6.6\pm 6.8$, $p = 0.010$) were observed after HIIT, and significant reductions in brachial diastolic BP (DBP) ($\Delta = -3.7\pm 4.6$, $p = 0.018$) and central DBP ($\Delta = -3.6\pm 5.0$, $p = 0.026$) were observed after MICT.

The novelty of this study is that both HIIT and MICT reduced cfPWV after eight weeks in young obese women. These findings corroborate a previous meta-analysis that showed a reduction of 0.37 m/s in cfPWV after AT [3]. However, our results disagree with recent findings in overweight/obese men, which did not observe any changes in AS after HIIT or MICT [5]. The discrepancies in these results could be attributed to differences in cfPWV at baseline or length of the training protocols, which are considered factors associated with cfPWV changes following AT [3]. The mechanisms by which AT

reduces cfPWV could be directly related to the reduction in elastin breakdown and collagen deposition on arterial layers or indirectly related to improvements in oxidative stress and inflammation, as well as reductions in sympathetic nervous activity (SNA) [4].

Another important finding of the present study is that HIIT significantly reduced brachial and central SBP. These findings are in line with Clark and colleagues [5], who found a reduction in central SBP (~ 4.5 mmHg, $p=0.039$) and a tendency toward a reduction in brachial SBP (~ 5.0 mmHg, $p=0.055$) after HIIT in overweight/obese men. The reduction of ~ 6.0 mmHg in brachial and central SBP observed in our study is considered clinically relevant, since minimal reductions in central BP could decrease myocardial work and aortic wall stress during the ejection phase, thereby decreasing the risk of ventricular hypertrophy and cardiac remodeling [7]. Additionally, this reduction in brachial BP is close to those achieved by first-line antihypertensive medications [8] and is related to a reduction in CVD risk by 20-30% [9]. Additionally, we found a significant decrease in AP and a tendency toward a reduction in Alx and Alx@75 after HIIT. In contrast, Clark and colleagues [5] did not find changes in Alx after HIIT or MICT in overweight/obese men, which may be explained by sex differences in AP responses to exercise. Yan and colleagues [10] found a significant effect of sex on changes in Alx, wherein women had a two times greater reduction in Alx than men. This might occur because women have greater β -adrenergic receptor sensitivity, which offsets α -adrenergic vasoconstriction, resulting in less vasoconstriction for a given amount of SNA [11]. Additionally, it may be related to the direct effects of estrogen enhancing β -adrenergic receptor sensitivity or indirectly by increasing NO availability, which

may increase β -adrenergic-mediated vasodilation in the peripheral vasculature [11]. AP is the measure of the impact that the reflected wave (RW) exerts on SBP and obtained by measuring the RW coming from the arterial embranchments to the heart [11]. AS causes a faster and earlier return of the RW, which arrives in systole rather than in diastole, and increases SBP and decreases DBP. Consequently, there is an increase in left ventricular afterload and impaired coronary perfusion [7].

The mechanisms by which HIIT could reduce AP and Alx are still uncertain. Nevertheless, HIIT is superior to MICT in improving endothelial function [12] by increasing NO bioavailability on the peripheral vessels, which may attenuate the impedance mismatches between the central arteries and peripheral vessels, decreasing the RW to the aorta, which could, eventually, reduce AP and Alx [6].

Although a relatively high dropout rate was observed for the HIIT protocol (50%), a similar dropout rate was verified for MICT (~40%). High dropout rates were also observed in studies with cardiovascular disease patients, in which the range of dropout rates was 0%–50% for HIIT and 0%–47% for MICT [13]. Nevertheless, robust evidence has also reported a dropout rate of approximately 50% for antihypertensive drug treatments [14].

In conclusion, both HIIT and MICT reduced AS in obese young women. However, only HIIT was able to reduce central and brachial BP and AP in this population, showing salutary benefits as an antihypertensive nondrug therapy.

Acknowledgments: This study was financed by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil (CAPES), the Conselho

Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and the Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA), Brazil.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

References

1. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality With Arterial Stiffness: a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol* 2010; **55**: 1318–1327.
2. Safar ME, Czernichow S, Blacher J. Obesity, arterial stiffness, and cardiovascular risk. *J Am Soc Nephrol* 2006; **17**: S109–111.
3. Ashor AW, Lara J, Siervo M, Celis-Morales C, Mathers JC. Effects of Exercise Modalities on Arterial Stiffness and Wave Reflection: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *PloS One* 2014; **9**: e110034.
4. Montero D, Roberts CK, Vinet A. Effect of aerobic exercise training on arterial stiffness in obese populations. *Sports Med* 2014; **44**: 833–843.
5. Clark T, Morey R, Jones MD, Marcos L, Ristov M, Ram A, et al. High-intensity interval training for reducing blood pressure: a randomized trial vs. moderate-intensity continuous training in males with overweight or obesity. *Hypertension Research* (e-pub ahead of print 14 Jan 2020;doi: 10.1038/s41440-019-0392-6).
6. Hortmann K, Boutouyrie P, Locatelli JC, Oliveira GH, Simões CF, Mendes VHS, et al. Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on arterial stiffness in young obese women. *Eur J Prev Cardiol* (e-pub ahead of print 2 Mar 2020;doi: 10.1177/2047487320909302).

7. Boutouyrie P, Bruno RM. The clinical significance and application of vascular stiffness measurements. *Am J Hypertens* 2019; **32**: 4–11.
8. Naci H, Salcher-Konrad M, Dias S, Blum MR, Sahoo SA, Nunan D, et al. How does exercise treatment compare with antihypertensive medications? A network meta-analysis of 391 randomised controlled trials assessing exercise and medication effects on systolic blood pressure. *Br J Sports Med* 2019; **53**: 859–869.
9. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R, Prospective Studies Collaboration. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet* 2002; **360**: 1903–1913.
10. Yan H, Ranadive SM, Heffernan KS, Lane AD, Kappus RM, Cook MD, et al. Hemodynamic and arterial stiffness differences between African-Americans and Caucasians after maximal exercise. *Am J Physiol Circ Physiol* 2014; **306**: H60–H68.
11. Hart EC, Charkoudian N, Wallin BG, Curry TB, Eisench J, Joyner MJ. Sex and aging differences in resting arterial pressure regulation: The role of the β -adrenergic receptor. *J Physiol* 2011; **589**: 5285–5297.
12. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function : a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 2015; **45**: 679–692.
13. Wewege MA, Ahn D, Yu J, Liou K, Keech A. High-Intensity Interval Training for patients with cardiovascular disease—is it safe? A systematic review. *J Am Heart Assoc* 2018; **21**: e009305.
14. Abegaz TM, Shebah A, Gebreyohannes EA, Bhagavathula AS, Elnour AA. Nonadherence to antihypertensive drugs. A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2017; **96**: e5641.

Table 1 Brachial and central blood pressure and heart rate measures before and after eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT)

	HIIT (N= 11)					MICT (N= 14)					Group x Time effect <i>p</i>
	Before	After	Δ	<i>p</i>	<i>d</i>	Before	After	Δ	<i>p</i>	<i>d</i>	
Brachial SBP (mmHg)	128.3 ± 12.8	122.0 ± 13.6	-6.3 ± 5.7	0.033	-0.47	122.6 ± 10.3	119.6 ± 7.7	-2.9 ± 11.1	0.246	-0.32	0.376
Brachial DBP (mmHg)	76.8 ± 11.1	74.0 ± 8.0	-2.8 ± 6.4	0.100	-0.29	74.8 ± 5.8	71.1 ± 5.5	-3.7 ± 4.6	0.018	-0.65	0.687
MAP (mmHg)	94.0 ± 11.3	89.9 ± 9.0	-4.1 ± 5.0	0.018	-0.40	90.8 ± 6.7	87.3 ± 5.6	-3.6 ± 5.6	0.020	-0.58	0.811
Central SBP (mmHg)	114.3 ± 12.2	107.6 ± 11.4	-6.6 ± 6.8	0.010	-0.56	109.0 ± 8.8	105.4 ± 7.6	-3.6 ± 8.5	0.100	-0.43	0.339
Central DBP (mmHg)	77.9 ± 10.8	75.7 ± 8.7	-2.2 ± 6.4	0.211	-0.22	76.0 ± 6.2	72.4 ± 5.3	-3.6 ± 5.0	0.026	-0.62	0.546
HR (bpm)	78.0 ± 9.8	74.1 ± 8.9	-3.9 ± 9.8	0.163	-0.41	79.4 ± 10.2	76.0 ± 8.7	-3.4 ± 8.3	0.167	-0.36	0.411

Legend: Δ change (post – pre training); *d*, effect size (Cohen's *d*); SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; MAP, mean arterial pressure; HR, heart rate. Data are means ± SD. In bold: significant differences ($p \leq 0.05$). Comparisons between groups and time were analyzed via ANOVA for repeated measures followed by Bonferroni correction.

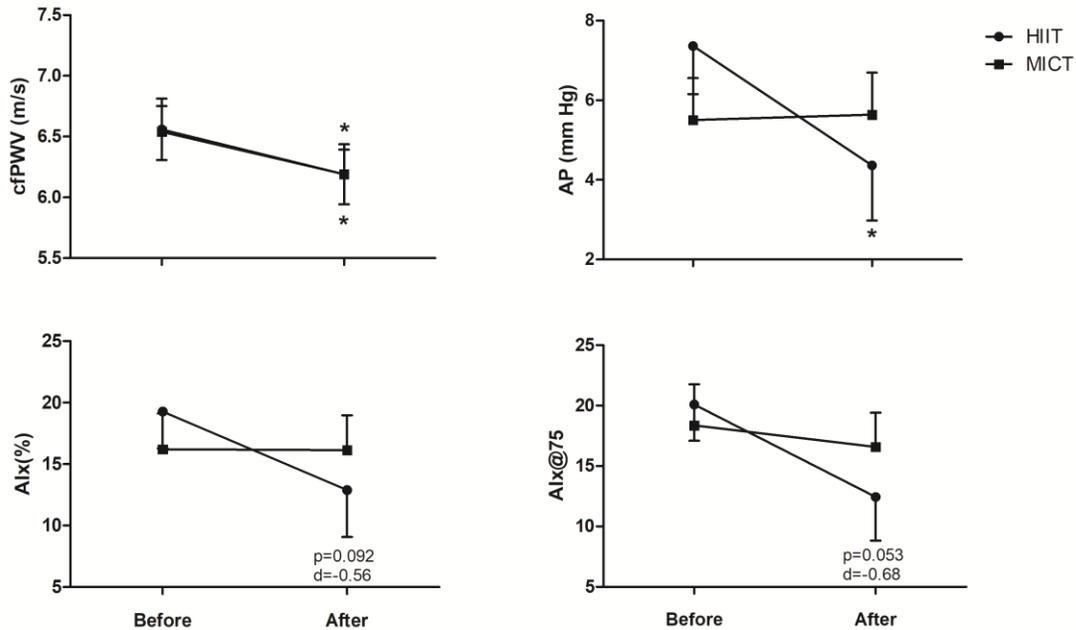
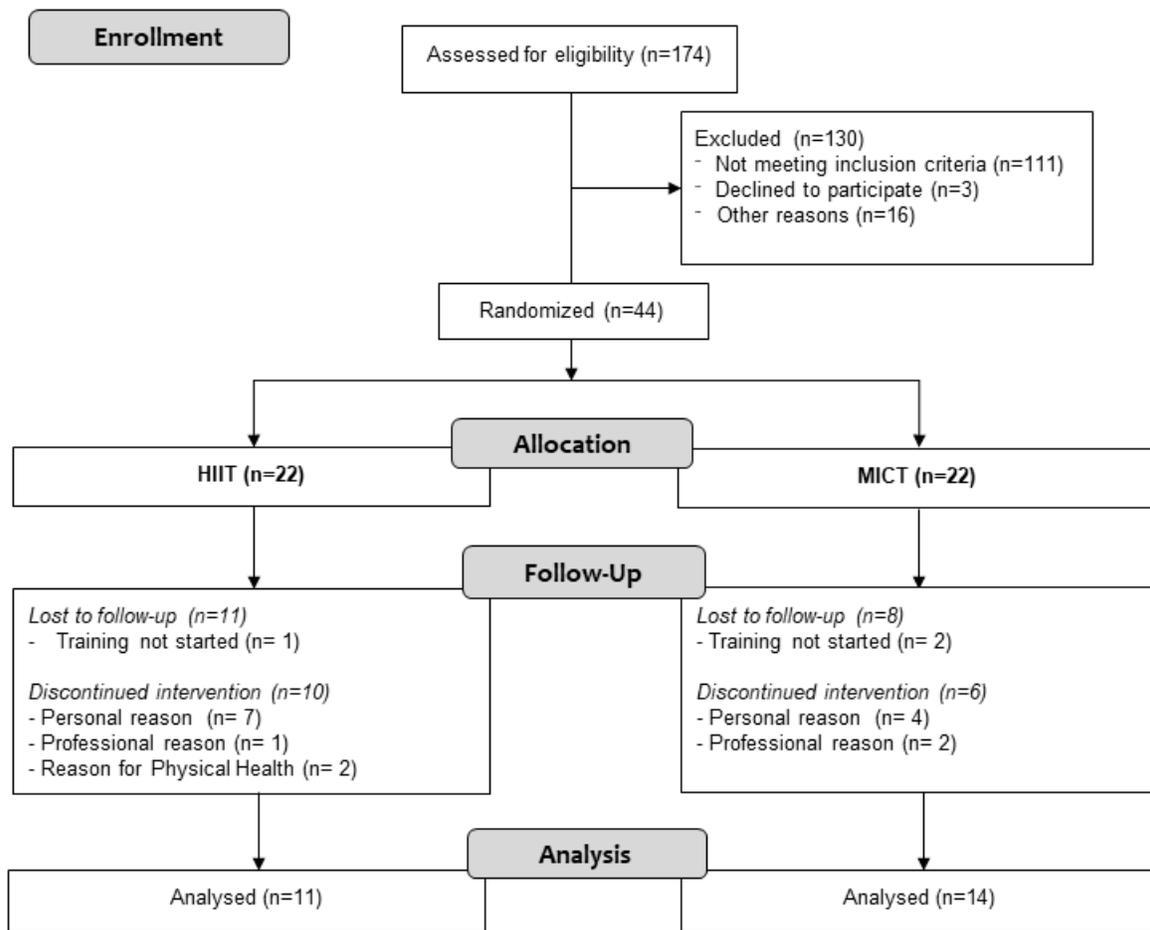


Figure 1 Carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV), augmentation pressure (AP), augmentation index (Alx) and augmentation index adjusted for 75 beats per minute (Alx@75) measures before and after eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT). * Differences in relation to baseline values. Comparisons between groups and time were analyzed via ANOVA for repeated measures followed by Bonferroni correction. *d*, effect size (Cohen's *d*).



Supplementary Figure 1 CONSORT flow diagram of study

Supplementary Table 1 Participant characteristics at baseline

	HIIT (N = 11)	MICT (N = 14)	p value
Age (years)	29.4 ± 4.6	27.0 ± 5.0	0.24
Weight (kg)	90.7 ± 14.0	95.4 ± 6.2	0.32
Body mass index (kg/m ²)	34.1 ± 3.6	35.7 ± 2.4	0.24
Body fat (%)	43.2 ± 3.5	44.9 ± 2.2	0.16
Brachial SBP (mmHg)	128.3 ± 12.8	122.6 ± 10.3	0.22
Brachial DBP (mmHg)	76.8 ± 11.1	74.8 ± 5.8	0.57
MAP (mmHg)	94.0 ± 11.3	90.8 ± 6.7	0.39
Central SBP (mmHg)	114.3 ± 12.2	109.0 ± 8.8	0.22
Central DBP (mmHg)	77.9 ± 10.8	76.0 ± 6.2	0.58
cfPWV (m/s)	6.6 ± 0.8	6.5 ± 0.8	0.95
Alx (%)	19.3 ± 9.9	16.2 ± 10.9	0.47
HR (bpm)	78.0 ± 9.8	79.4 ± 10.2	0.72
VO _{2max} (ml/kg/min)	27.5 ± 3.6	25.9 ± 3.6	0.30

Data are mean ± SD SBP systolic blood pressure. DBP diastolic blood pressure. MAP mean arterial pressure. cfPWV pulse wave velocity (carotid to femoral). Alx augmentation index. HR heart rate. VO_{2max} Maximal oxygen uptake. Group comparisons [HIIT vs. MICT] were made with independent samples t-tests for baseline characteristics. Significant differences ($p \leq 0.05$).

5 Considerações finais

Com base nos dados provenientes da revisão sistemática com meta-análise pudemos concluir que ambas as modalidades de treinamento HIIT e MICT reduzem de maneira similar a PAc na população saudável e em condições especiais de saúde. Além disso, esta mesma meta-análise reforçou os achados de que o HIIT e o MICT também são similares na redução da PAp, da rigidez arterial e no aumento da aptidão cardiorrespiratória.

Quanto aos dados obtidos no estudo experimental, a similaridade entre HIIT e MICT sobre os parâmetros de rigidez arterial foi confirmada em mulheres obesas jovens. Contudo, apenas o HIIT foi capaz de promover redução significativa da PAc e do índice de amplificação nessa população. Essas discrepâncias poderiam estar relacionadas a falta de padronização de protocolos de HIIT e MICT pelos estudos revisados, bem como pela diferença na população estudada. Outro fator que também poderia explicar estas discrepâncias é a diferença entre os sexos nas respostas da pressão arterial central e rigidez arterial.

Considerando que tanto o HIIT como o MICT proporcionaram alterações similares tanto sobre a PAc, PAp e RA, ambos protocolos de treinamento deveriam ser recomendados para a melhora dos parâmetros hemodinâmicos centrais e periféricos, bem como para a saúde vascular. Sugerimos que futuros ensaios clínicos investiguem os efeitos do HIIT e do MICT sobre a PAc e RA em diferentes populações, especialmente em populações em situação especial de saúde.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, V., et al. Molecular effects of exercise training in patients with cardiovascular disease: focus on skeletal muscle, endothelium, and myocardium. **Am J Physiol Circ Physiol**. v.313, n.1, p.H72–88. 34., 2017
- ASHOR, A.W., et al. Effects of Exercise Modalities on Arterial Stiffness and Wave Reflection: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **PloS One**, v.9, n.10, p.e110034, 2014.
- BATACAN, R. B., et al. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. **British Journal of Sports Medicine**. v.51, p.494-503, 2017.
- BINDER, R. K., et al. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**. v.15, n.6, p.726-34, 2008.
- BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 1982.
- BOUTOUYRIE, P. et al. The Clinical Significance and Application of Vascular Stiffness Measurements. **American Journal of Hypertension**. v.32, n.1, p.01-11, 2018.
- BRANDÃO, A. A., et al. I Luso-Brazilian Positioning on Central Arterial Pressure. **Arq. Bras. Cardiol**. v.108, n.2, 2017.
- BUTLIN, M.; QASEM, A. Large Artery Stiffness Assessment Using SphygmoCor Technology. **Pulse**, v.4, n.4, p.190-192, 2017.
- CASSIDY, S., et al. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. **Diabetologia**. v.60, n.1, p.7-23, 2017.
- CHIRINOS, J. A. et al. Aortic Pressure Augmentation Predicts Adverse cardiovascular events in patients with established coronary artery disease. **Hypertension**. v.45, p. 980-985, 2005.
- CLARK, T., et al. High-intensity interval training for reducing blood pressure: a randomized trial vs. moderate-intensity continuous training in males with overweight or obesity. **Hypertens Res**. 2020.
- COHEN, J. **Statistical Power for the Behavioral Sciences**. New York, USA, 2013.
- CORNELISSEN, V.A., et al. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **J Am Heart Assoc**. v.2, n.1, p.e004473, 2013.
- CORNELISSEN, V.A.; BUYS, R.; SMART, N.A. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **J Hypertens**. v.31, p.639–48, 2013.

COSTA, E.C., et al. Effects of high-intensity interval training versus moderate intensity continuous training on blood pressure in adults with pre to established hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. **Sports Med.** v.48, p.2127-2142, 2018.

DI FRANCESCO MARINO, S., et al. The effect of physical exercise on endothelial function. **Sport Med.** v.39, n.10, p.797–12, 2009.

EVANS, W., et al. Effects of Resistance Training on Arterial Stiffness in Persons at Risk for Cardiovascular Disease: A Meta-analysis. **Sports Med.** v.48, n.12, p.2785-2795, 2018.

FRAGOSO, I., & VIEIRA, F. **Cin antropometria.** Curso Prático. Cruz Quebrada: Edições FMH, 2014

GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

GIELEN, S., et al. Exercise-induced modulation of endothelial nitric oxide production. **Curr Pharm Biotechnol.** v.12, n.9, p.1375-84, 2011.

GODIN, G. et al. Differences in perceived barriers to exercise between high and low intenders: observation among different populations. **American Journal Health Promotion**, v. 8, n. 4, p. 279–85, 1994.

GREEN, D.J., et al. Effects of exercise on vascular function, structure, and health in humans. **Cold Spring Harb Perspect Med.** v.8, n.4, p.1–16, 2018.

HANSEN, H. et al. Effects of Endurance Exercise modalities on arterial stiffness in patients suffering from unipolar depression: A randomized controlled trial. **Frontiers in Psychiatry.** v.8, n. 311, 2018.

HANSEN, H., et al. Superior effects of high-intensity interval training vs. moderate continuous training on arterial stiffness in episodic migraine: a randomized controlled trial. **Front Physiol.** v.8, 2017.

HART, E.C., et al. Sex and aging differences in resting arterial pressure regulation: The role of the b-adrenergic receptor. **J Physiol.** v.589, p.5285–5297, 2011.

HEYWARD, V. (2006). **Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription.** (6th ed.). Champaign: Human Kinetics. 2006.

HORTMANN, K., et al. Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on arterial stiffness in young obese women. **Eur J Prev Cardiol**, 2020.

HUANG, C. et al. The effects of aerobic endurance exercise on pulse wave velocity and intima media thickness in adults: A systematic review and meta-analysis: Aerobic exercise and pulse wave velocity. **Scandinavian Journal Medicine & Science in Sports.** v. 26, n. 5, p. 478–487, 2016.

HUANG, C.M., et al. Central versus ambulatory blood pressure in the prediction of all-cause and cardiovascular mortalities. **J Hypertens.** v.29, p.454–459, 2011.

HUMPHREY, J.D., et al. Central Artery Stiffness in Hypertension and Aging: A Problem with Cause and Consequence. **Circ Res.** v.18, n.3, p.379–381, 2016.

JOHNSON, B.T., et al. Methodological quality of meta-analyses on the blood pressure response to exercise: a review. **J Hypertens.** v.32, n.4, p.706-23, 2014.

KEATING, S. E., et al. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. **Obesity Reviews**, v.18, n.8, p. 943–964 2017

KIM, H.K., et al. All-extremity exercise training improves arterial stiffness in older adults. **Med Sci Sports Exerc.** v.49, n.7, 1404–1411, 2017.

KODAMA S., et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. **JAMA.** v.301, n.19, p.2024-35, 2009.

LAURANT, S.; COCKCROFT, J. R. **Central Aortic Blood Pressure.** Artery, ESH, 2015.

LAURENT, S et al. Central versus peripheral blood pressure: finding a solution. **Journal of Hypertension.** v 34, p.1497–1499, 2016.

LAURENT, S. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. **Hypertension.** v.37, p.1236–1241, 2001.

LAURENT, S. et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. **European Heart Journal.** v. 27, p. 2588-2605, 2006.

LAURENT, S., et al. Structural and Genetic Bases of Arterial Stiffness. **Hypertension.** v.45, p.1050-1055, 2005.

LAURENT, S.; MARAIS, L.; BOUTOUYRUE, P. The Noninvasive Assessment of Vascular Aging. **Canadian Journal of Cardiology.** v. 32, n. 5, p. 669-79, 2016.

LEAL, J.M., et al. Effectiveness of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training in Hypertensive Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Curr Hypertens Rep.** v.22, n.3, p.26, 2020.

LEE, W.J., et al. Effect of Exercise Training on Peak Oxygen Consumption in Patients with Cancer: A Meta-Analysis. **Oncologist.** v.16, n.1, p. 112–120, 2011.

LEWINGTON, S., et al. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. **Lancet.** v. 360, p.1903–1913, 2002.

LIM, S.S., et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **The Lancet,** v.380, n.3859, p. 2224-2260, 2013.

- LOHMAN, T. J.; ROACHE, A. F.; MARTORELL, R. Anthropometric standardization reference manual. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 24, n. 8, p. 952, 1992.
- MACHADO, F.A., et al. Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.16, p.577-582, 2013.
- MAGALHÃES, J. P., et al. Effects of combined training with different intensities on vascular health in patients with type 2 diabetes: a 1-year randomized controlled trial. **Cardiovascular Diabetology**, v.18, n.1, 2019.
- MANCIA, G., et al. ESH/ESC Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension. **Blood Press**, v.23, p.3-16, 2014.
- MANDVIWALA, T, et al. Obesity and cardiovascular disease: a risk factor or a risk marker? **Current atherosclerosis reports**, v. 18, n. 5, p. 21, 2016.
- McENERY, C. M., et al. Central blood pressure: current evidence and clinical importance. **European Heart Journal**, v.35, n.26, p.1719–1725, 2014.
- MELSEN, W. G., et al. The effects of clinical and statistical heterogeneity on the predictive values of results from meta-analyses. **Clinical Microbiology and Infection**, v.20, n.2, p.123–129, 2014
- MILANOVIC, Z.; SPORIS, G.; WESTON, M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. **Sports Medicine**, v 45, n.10, p.1469-1481, 2015.
- MOHER, D., et al. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **Journal of Clinical Epidemiology**, v.62, n.10, p.1006–1012, 2009.
- MONTERO, D.; ROBERTS, C. K.; VINETS, A. Effect of Aerobic Exercise Training on Arterial Stiffness in Obese Populations. **Sports Med**. 2014.
- MOZAFFARIAN, D. et al. Heart disease and stroke statistics-2016 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 133, n. 4, 2016.
- NACI, H., et al. How does exercise treatment compare with antihypertensive medications? A network meta-analysis of 391 randomised controlled trials assessing exercise and medication effects on systolic blood pressure. **Br J Sports Med**. v.53, p.859–869, 2019.
- NCD RISK FACTOR COLLABORATION. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19,2 million participants. **Lancet**, v. 387, n. 10026, p. 1377-1396, 2016.
- OLIVEIRA, G.H., et al. High intensity interval training (HIIT) vs. moderate intensity continuous training (MICT) on arterial stiffness and blood pressure in young obese women: A Randomized Controlled Trial. **Hypertension Research**. 2020.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Sobrepeso e Obesidade: Fact Sheet**, 2016.
- O'ROURKE, M. F.; HASHIMOTO, J. A Modifiable Cardiovascular Risk Factor? **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**. v.28, p. 225-237, 2008.

PADILHA, J., et al. Characterization of the brachial artery shear stress following walking exercise. **Vascular Medicine**. v.13, n.2, p. 105-111, 2008.

PEDRALLI, M. L., et al. Effects of exercise training on endothelial function in individuals with hypertension: a systematic review with meta-analysis. *Journal of the American Society of Hypertension*. **J Am Soc Hypertens**. v.12n.12, p.e65-e75, 2018.

PESCATELLO, L.S., et al. Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. **Curr Hypertens Rep**. v.17, n.11, p.87, 2015

PICONE, D.S., et al. Accuracy of Cuff- Measured Blood Pressure. **JACC**. v.70, n. 5, p.572-586, 2017.

PINI, R., et al. Central but not brachial blood pressure predicts cardiovascular events in an unselected geriatric population: the ICARe Dicomano Study. **J Am Coll Cardiol**. v.51, p.2432-2439, 2008.

RAMÍREZ-VÉLEZ, R., et al. Exercise and post prandial lipemia: effects on vascular health in inactive adults. **Lipids Health Dis**. v.17, n.1, 1–11, 2018.

RAMOS, J. S. et al. The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 5, p. 679-692, 2015.

RAMOS-JIMÉNEZ, A., et al. The Respiratory Exchange Ratio, is Associated with Fitness Indicators Both in Trained and Untrained Men: A Possible Application for People with Reduced Exercise Tolerance. **Clin Med Circ Respirat Pulm Med**. v.2, p.1–9, 2008.

REICHERT, F. F. et al. The role of perceived personal barriers to engagement in leisure-time physical activity. **American Journal of Public Health**, v. 97, n. 3, p. 515–519, 2007.

ROGER, V. L., Heart disease and stroke statistics-2012 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, v.125, n.1, 2012.

ROGNMO, Ø., et al. High-intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Prev Cardiol*. v.11, n.3, p.216-22, 2004.

ROMAN, M.J., et al. Central pressure more strongly relates to vascular disease and outcome than does brachial pressure: the Strong Heart Study. **Hypertension**. v.50, p.197-203, 2007.

SARDELI, A. V.; GASPARI, A. F.; CHACON-MIKAHIL, M.P. Acute, short-, and long-term effects of different types of exercise in central arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.58, n.6, p.923-932, 2018.

SHARMAN, J. E., et al. Exercise and sport science Australia position stand update on exercise and hypertension. **Journal of Human Hypertension**. 2019.

SHARMAN, J.E., et al. Validation of a generalized transfer function to noninvasively derive central blood pressure during exercise. **Hypertension**. v.47, p,1203-1208, 2006.

SHARMAN, J.E., et al. Value of central blood pressure in the management of hypertension. **J Human Hypertens.** v.27, p.405–411, 2013.

SOSNER, P., et al. The ambulatory hypotensive effect of aerobic training: a reappraisal through a meta-analysis of selected moderators. **Scand J Med Sci Sports.** v.27, p.327–41, 2017

THOMAS, JERRY R; NELSON, JACK K; SILVERMAN, STEPHEN J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física.** 6. ed. Porto Alegre. Artmed, 2012, 478p.

TUCKER, W.J., et. Meta-analysis of Exercise Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A 10-year Update. **Prog Cardiovasc Dis.** v.62, n.2, p.63-171, 2019.

USDHHS. **Physical activity guidelines advisory committee scientific report.** Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2018

VIGITEL. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde Brasília, 2017.

VLACHOPOULOS, C., et al. Prediction of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality with Arterial Stiffness. A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 55, n. 13, p. 1318–1327, 2010.

WAY, K. L. et al. The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24 h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2018.

WESTON, K.S., et al. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. **Br J Sports Med.** v.48, p. 1227-1234, 2014;

WEWEGE, M. et al. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Review**, v. 18, n. 6, p. 635-646, 2017.

WILLIAMS, B., et al. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study. **Circulation.** v.113, p.1213-1225, 2006.

WILLIAMS, B., et al. ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. **Journal of Hypertension**, v.36, n.10, p.1953–2041, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global recommendations on physical activity for health.** 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva, 1995

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **The World Health Report.** Obesity - preventing and managing the Global Epidemic Series, 2000.

YAN, H. et al. Hemodynamic and arterial stiffness differences between African-Americans and Caucasians after maximal exercise. **Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.** v.306, H60–68, 2014.

YANG, F. et al. Visceral adiposity index maybe a surrogate marker for the assessment of the effects of obesity on arterial stiffness. **PLoS One**, v. 9 n. 8, p. e104365, 2014.

ZEBEKAKIS, P. E. et al. Obesity is associated with increased arterial stiffness from adolescence until old age. **Journal of Hypertension**, v. 23, n. 10, p. 1839- 1846, 2005.

ZEIGLER, Z.S., et al. Postexercise Hemodynamic Responses in Lean and Obese Men. **Med Sci Sports Exerc.** v.50, n. 11, p.2292-00, 2018.

ZHANG, Y. et al. Effects of exercise modalities on central hemodynamics, arterial stiffness and cardiac function in cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Plos One**. v.13, n.7, 2018.

ANEXOS

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEPE

ANEXO B – PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

ANEXO C – Registro no PROSPERO para o estudo 1

ANEXO D – Registro no REBEC para o estudo 2

ANEXO E – E-mail de aceite do artigo 2 na revista Hypertension Research

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DO HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING (HIIT) SOBRE OS PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS, RIGIDEZ ARTERIAL E DEFORMAÇÃO MIOCÁRDICA (STRAIN) EM MULHERES OBESAS: UM ENSAIO CLÍNICO RÁNDOMIZADO

Pesquisador: Wendell Arthur Lopes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 08935419.5.0000.0104

Instituição Proponente: CCS - Centro de Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Fundação Araucária

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.268.455

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa proposto por pesquisador vinculado à Universidade Estadual de Maringá.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Investigar os efeitos do High-Intensity Interval Training (HIIT) sobre os parâmetros metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica (strain) em mulheres obesas. **Objetivos Secundários:** Caracterizar os parâmetros metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica em mulheres obesas; Verificar os efeitos agudos do HIIT sobre os parâmetros de rigidez arterial e deformação miocárdica (strain); Comparar os efeitos agudos do HIIT com o Moderate Intensity Continuous Training (MICT) e grupo controle sobre os parâmetros de rigidez arterial e deformação miocárdica (strain); Verificar os efeitos crônicos do HIIT sobre os parâmetros antropométricos, composição corporal, gordura epicárdica, metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica (strain) em mulheres obesas; Comparar os efeitos crônicos do HIIT com o Moderate Intensity Continuous Training (MICT) e grupo controle sobre os parâmetros antropométricos, composição corporal, gordura epicárdica, metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica (strain) em mulheres obesas; Correlacionar às mudanças nos parâmetros antropométricos, composição corporal, gordura epicárdica,

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
Bairro: Jardim Universitário **CEP:** 87.020-900
UF: PR **Município:** MARINGÁ
Telefone: (44)3011-4567 **Fax:** (44)3011-4444 **E-mail:** cocep@uem.br



Continuação do Parecer: 3.268.455

metabólicos, inflamatórios com as mudanças na rigidez arterial e na deformação miocárdica (strain) em mulheres obesas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Avalia-se que os possíveis riscos a que estarão submetidos os sujeitos da pesquisa serão suportados pelos benefícios apontados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Esta pesquisa será composta de duas fases. A FASE I, efeito agudo, tem como objetivo verificar o efeito de uma sessão de exercício (HIIT e MICT) e da condição controle (sentada em repouso), sobre as variáveis cardiovasculares. A FASE II, efeito crônico, irá investigar os efeitos de 16 semanas de intervenção do HIIT e do MICT sobre os parâmetros metabólicos, inflamatórios e cardiovasculares. Protocolos de treinamento

Treinamento intervalado de alta intensidade (High Intensity/ Interval Training - HIIT): O protocolo HIIT (GHIIT) consistirá em caminhar/correr numa pista de atletismo num total de 40 minutos de duração. Inicialmente será realizado 10 minutos de aquecimento, sendo 5 minutos na intensidade entre 55 e 65% da FCmáx, seguido de 5 minutos na intensidade entre 65 e 75% da FCmáx. Em seguida, serão realizados 4 estímulos de 4 minutos de exercício na intensidade entre 85 e 95% da FCmáx, alternados por períodos de 3 minutos de recuperação ativa na intensidade entre 65 e 75% da FCmáx. Ao final, será realizado 5 minutos de desaquecimento, sendo 3 minutos na intensidade entre 65 e 75% da FCmáx, seguido de 2 minutos finais na intensidade entre 55 e 65% da FCmáx. A sessão será monitorada durante todo o tempo por um profissional capacitado e a Percepção subjetiva de Esforço e a FC serão obtidas e registradas. A FC será monitorada por meio de monitor cardíaco da marca Polar, modelo H10 e registrada no programa Polar Team instalado em dispositivo IPAD®.

Treinamento Contínuo de intensidade moderada (Moderate Intensity Continuous Training- MICT): O protocolo MICT (GMICT) consistirá em caminhar/correr numa pista de atletismo num total de 48 minutos de duração. Inicialmente será realizado 5 minutos de aquecimento na intensidade entre 55 e 65% da FCmáx, seguido de 41 minutos na intensidade entre 65 e 75% da FCmáx. Ao final, será realizado 2 minutos de desaquecimento na intensidade entre 55 e 65% da FCmáx. A sessão será monitorada durante todo o tempo por profissional capacitado e a Percepção subjetiva de Esforço e a FC serão obtidas e registradas. A FC será monitorada por meio de monitor cardíaco da marca Polar, modelo H10 e registrada no programa Polar Team instalado em dispositivo IPAD®.

Instrumentos e Procedimentos

Avaliação antropométrica e de composição corporal As avaliações serão realizadas por profissionais da Educação Física com experiência neste tipo de avaliação na clínica Biocor. A massa corporal será aferida em balança antropométrica mecânica (Filizola®), com precisão de 0,1

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
 Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900
 UF: PR Município: MARINGÁ
 Telefone: (44)3011-4507 Fax: (44)3011-4444 E-mail: copep@uem.br



Continuação do Parecer: 3.268.455

kg e capacidade máxima de 150 kg. A estatura será mensurada por meio de um estadiômetro de parede, com precisão de 0,1cm e amplitude de 220 cm. Os indivíduos permanecerão em posição ortostática, descalços, com os braços ao longo do corpo, os calcanhares unidos, as pontas dos pés ligeiramente afastadas, a cabeça voltada para frente e calcanhares, glúteos e ombros adequadamente posicionados, de acordo com o plano de Frankfurt. O índice de massa corporal (IMC) será calculado pela razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura e classificado de acordo com os critérios definidos pela Organização Mundial de Saúde para sexo e idade (ONIS et al., 2007). Serão considerados eutróficos os participantes cujo IMC situar-se entre o escore-z -2 e < +1, sobrepeso entre os escores-z +1 e < +2 e obesos aqueles com escore-z +2 da curva de IMC ajustada para idade e sexo. A circunferência de cintura será aferida com fita métrica inelástica (Sanny®), com resolução de 0,1 cm e amplitude de 2m, com a participante em jejum, em posição ortostática, no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca (LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1988). Para a avaliação de composição corporal, será utilizado o aparelho de bioimpedância da marca BF-900 (Maltron, Reino Unido) seguindo as recomendações de Heyward (2001).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta Informações Básicas do Projeto; Carta resposta acatando todas as pendências; TCLE corrigido; Projeto COPEP; Cronograma; Cartas de autorização da Biocor e de uso da pista de atletismo; Folha de Rosto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá é de parecer favorável à aprovação do protocolo de pesquisa apresentado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Face ao exposto e considerando a normativa ética vigente, este Comitê se manifesta pela aprovação do protocolo de pesquisa em tela.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1305687.pdf	26/03/2019 23:27:04		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.pdf	26/03/2019 23:25:09	Wendell Arthur Lopes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_corrigido.pdf	26/03/2019 23:24:16	Wendell Arthur Lopes	Aceito

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
 Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900
 UF: PR Município: MARINGÁ
 Telefone: (44)3011-4597 Fax: (44)3011-4444 E-mail: copep@uem.br



Continuação do Parecer: 3.268.455

Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido.pdf	26/03/2019 23:24:16	Wendell Arthur Lopes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_COPEP.pdf	27/02/2019 11:52:43	Wendell Arthur Lopes	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	27/02/2019 11:44:16	Wendell Arthur Lopes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Pista_de_Atletismo.pdf	27/02/2019 11:42:32	Wendell Arthur Lopes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Biocor.pdf	27/02/2019 11:41:48	Wendell Arthur Lopes	Aceito
Folha de Rosto	Folha_De_Rosto.pdf	27/02/2019 11:26:32	Wendell Arthur Lopes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MARINGÁ, 16 de Abril de 2019

Assinado por:
Ricardo Cesar Gardiolo
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900
UF: PR Município: MARINGÁ
Telefone: (44)3011-4597 Fax: (44)3011-4444 E-mail: copep@uem.br

ANEXO B – PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (ESCALA DE BORG)

<u>ESCALA DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO</u>	
6	MUITO FÁCIL
7	
8	
9	FÁCIL
10	
11	RELATIVAMENTE FÁCIL
12	
13	RELATIVAMENTE CANSATIVO
14	
15	CANSATIVO
16	
17	MUITO CANSATIVO
18	
19	EXAUSTIVO
20	

ANEXO C – Registro no PROSPERO para o estudo 1

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



UNIVERSITY of York
Centre for Reviews and Dissemination

Systematic review

1. * Review title.

Give the working title of the review, for example the one used for obtaining funding. Ideally the title should state succinctly the interventions or exposures being reviewed and the associated health or social problems. Where appropriate, the title should use the PI(E)COS structure to contain information on the Participants, Intervention (or Exposure) and Comparison groups, the Outcomes to be measured and Study designs to be included.

Effects of the high intensity interval training on arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis

2. Original language title.

For reviews in languages other than English, this field should be used to enter the title in the language of the review. This will be displayed together with the English language title.

3. * Anticipated or actual start date.

Give the date when the systematic review commenced, or is expected to commence.

30/09/2018

4. * Anticipated completion date.

Give the date by which the review is expected to be completed.

08/02/2019

5. * Stage of review at time of this submission.

Indicate the stage of progress of the review by ticking the relevant Started and Completed boxes. Additional information may be added in the free text box provided.

Please note: Reviews that have progressed beyond the point of completing data extraction at the time of initial registration are not eligible for inclusion in PROSPERO. Should evidence of incorrect status and/or completion date being supplied at the time of submission come to light, the content of the PROSPERO record will be removed leaving only the title and named contact details and a statement that inaccuracies in the stage of the review date had been identified.

This field should be updated when any amendments are made to a published record and on completion and publication of the review. If this field was pre-populated from the initial screening questions then you are not able to edit it until the record is published.

The review has not yet started: No

ANEXO D – Registro no REBEC para o estudo 2

30/04/2019

Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos



USUÁRIO: CarolFerraz
 SUBMISSÕES: 001
 PENDÊNCIAS: 000
 Perfil Painel SAIR

PT | ES | EN

NOTÍCIAS | SOBRE | AJUDA | CONTATO

Buscar ensaios
[BUSCA AVANÇADA](#)

[HOME](#) / [SUBMISSÕES](#) / [SUMÁRIO](#) / TRIAL: EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) SOBRE OS PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS, RIGIDEZ ARTERIAL E DEFORMAÇÃO MIOCÁRDICA EM MULHERES OBEAS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

EFEITOS DO HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING (HIIT) SOBRE OS PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS, RIGIDEZ ARTERIAL E DEFORMAÇÃO MIOCÁRDICA (STRAIN) EM MULHERES OBEAS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Tipo do estudo:

Intervenções

Título científico:

PT-BR	EFEITOS DO HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING (HIIT) SOBRE OS PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS, RIGIDEZ ARTERIAL E DEFORMAÇÃO MIOCÁRDICA (STRAIN) EM MULHERES OBEAS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO	EN	EFFECTS OF HIGH-INTENSITY INTERVAL (HIIT) TRAINING ON METABOLIC, INFLAMMATORY, BLOOD RIGIDITY AND MYOCARDIAL DEFORMATION (STRAIN) IN OBESE WOMEN: A RANDOMIZED CLINICAL TEST
-------	---	----	--

Identificação do ensaio

Número do UTN: U1111-1231-9753

Título público:

PT-BR	Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) sobre os parâmetros metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica em mulheres obesas: um ensaio clínico randomizado	EN	Effects of high intensity interval training (HIIT) on metabolic, inflammatory, arterial stiffness and myocardial deformation in obese women: a randomized clinical trial
-------	--	----	--

Acrônimo científico:

Acrônimo público:

Identificadores secundários:

08935419.5.0000.0104

Órgão emissor: Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá

Patrocinadores

Patrocinador primário: Caroline Ferraz Simões

Patrocinadores secundários:

Instituição: Wendell Arthur Lopes

ANEXO E – E-mail de aceite do artigo 2 na revista Hypertension Research

30/04/2020

ScholarOne Manuscripts

Hypertension Research

Decision Letter (HTR-2020-0202.R1)

From: eic-htr@jpnsh.jp
To: warthurlopes@gmail.com
CC: admin-htr@jpnsh.jp
Subject: Hypertension Research - Decision on Manuscript ID HTR-2020-0202.R1
Body: 29-Apr-2020

Dear Dr. Lopes:

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "High-intensity interval training (HIIT) vs. moderate-intensity continuous training (MICT) on arterial stiffness and blood pressure in young obese women: A Randomized Controlled Trial" in its current form for publication in Hypertension Research. The comments of the reviewer(s) who reviewed your manuscript are included at the foot of this letter.

Your manuscript has now been finalized in the current version after peer-review and revision(s), and the content and/or data can no longer be changed. We may ask you to correct some formatting and obvious errors in the manuscript before sending it to the publisher; however, if we do so, please correct only the requested parts and do not change any other parts of the manuscript.

FORMS REQUIRED UPON ACCEPTANCE

[License to Publish form]

Please download, print, and sign on behalf of all authors, with their consent, the License to Publish form.

<https://www.nature.com/documents/aj-ltp.pdf>

Please send this form to the Editorial Office as soon as possible. We CANNOT start production until this form has been submitted, so we appreciate your cooperation.

HYPERTENSION RESEARCH Editorial Office
 C/O Japanese Society of Hypertension
 2F, 3-28-8 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033 Japan
 Fax: +81-3-6801-9787
 Email: hr-office@jpnsh.jp

[Colour: Artwork Production]

From 12th November, 2018, your colour figures are free of charge.

[Open Access Option]

Authors of accepted peer-reviewed original research articles may choose to pay an article processing charge in order for their article to be published Open Access. The article processing charge is fixed at £2,560 / \$3,860 / €3,060 (+ VAT where applicable). To take this option, please fill in and return the payment form along with your License to Publish form. Both forms must be sent in together.

- Open Access License form (<https://www.nature.com/documents/aj-ltpoa-ccby.pdf>)
 - Open Access Payment form (<https://www.nature.com/documents/hr-apc-form.pdf>)

For further information on Open Access, please use the link below to access our FAQs.
<http://www.nature.com/openresearch/>

When the typeset proof is ready, the production editor from Springer Nature will contact you by email. In the meantime, if you have any questions regarding this manuscript please contact us at the editorial office at hr-office@jpnsh.jp at any time.

[Press contact]

We might distribute a press release, which may contain details of your work, to news organizations and to science journals worldwide before your paper is published. Your own institution or funding agency is free to prepare your own press release, but it must mention the embargo date to Hypertension Research. Please contact Press@nature.com, at Springer Nature for more details.

Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of the Hypertension Research, we

https://mc.manuscriptcentral.com/htr?PARAMS=xik_6Zrk73ur9RYjxFRdsV2aexsG3VIM89m919ZBwMaCN1bMSpZp3z6qJ8ucUdwWWEAYHZal... 1/2

30/04/2020

ScholarOne Manuscripts

look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,
Toshihiko Ishimitsu, MD, PhD,
Editor-in-Chief, Hypertension Research
eic-htr@jpnsh.jp

Associate Editor Comments to Author:

Associate Editor
Comments to the Author:

Reviewer(s)' Comments to Author:

Date Sent: 29-Apr-2020

 Close Window

© Clarivate Analytics | © ScholarOne, Inc., 2020. All Rights Reserved.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

APÊNDICE II – Declaração de acordo com a pesquisa do médico cardiologista

*APÊNDICE III – Declaração de autorização e termo de responsabilidade de uso do espaço
equipamentos da clínica Biocor*

*APÊNDICE VI – Declaração de autorização e termo de responsabilidade de uso da pista de
atletismo*

APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Gostaríamos de convidá-la a participar da pesquisa intitulada “**Efeitos do *high-intensity interval training* (HIIT) sobre os parâmetros metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica (*strain*) em mulheres obesas: um ensaio clínico randomizado**”, que faz parte do curso de Educação Física e é orientada pelo Prof. Dr. Wendell Arthur Lopes, da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O objetivo da pesquisa é investigar os efeitos de diferentes modalidades de exercícios físicos sobre os parâmetros metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica (*strain*) em mulheres com obesidade. Esta pesquisa será realizada em duas fases. A FASE I (efeito agudo) tem como objetivo verificar o efeito de uma sessão aguda de três protocolos experimentais (2 com exercícios e 1 repouso) sobre as variáveis de rigidez arterial e deformação miocárdica. A FASE II (efeito crônico) irá verificar o efeito de 16 semanas dos dois protocolos de exercícios físicos sobre os parâmetros cardíacos, vasculares, antropométricos, de composição corporal, aptidão física e nutricional das voluntárias. Para isto, a sua participação é muito importante e ela se dará da seguinte forma: na **FASE I do estudo (efeito agudo)**, serão realizadas seis visitas, correspondendo às seguintes atividades:

- (I) Será realizada avaliação médica por um cardiologista. Em seguida, serão realizadas avaliações da composição corporal e antropometria. Para isso, será preciso que nas ultimas 24h antecedentes as avaliações, você não realize exercícios físicos extenuantes e não realize o consumo de bebidas cafeinadas, e nas ultimas 2h, você deverá ficar em jejum (de alimentos e bebidas). Além disso, você deverá estar vestindo roupas leves, e no momento das avaliações, será solicitado a retirada de todos os objetos de metais presentes no corpo (Ex. anel, brincos, *piercing*);
- (II) Será realizado um teste de esforço físico em esteira rolante, onde você iniciará caminhando, e a cada estágio de 3 min, será incrementado progressivamente velocidade e inclinação até sua exaustão;
- (III, IV e V) Em três ocasiões distintas, respeitando um descanso de no mínimo 48h, será solicitado seu retorno ao laboratório para que, aleatoriamente, você passe pelos três protocolos experimentais (2 com exercícios e 1 repouso). Os protocolos de exercício serão constituídos da seguinte forma: O protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) iniciará com 10 min (minutos) de aquecimento, sendo 5 min a uma intensidade entre 55 e 65% da FC_{Max} , e 5 min entre 65 e 75% da $FC_{máx}$, seguidos de 4 estímulos de 4 min de exercício (85-95% $FC_{máx}$) alternados por períodos de 3 min de recuperação ativa (65-75% $FC_{máx}$) e 5 min de desaquecimento, sendo 3 min entre 65-75% $FC_{máx}$ e 2 min entre 55-65% $FC_{máx}$. O protocolo de treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) consistirá em 5 minutos de aquecimento (55 e 65% da FC_{Max}), seguido de 41 minutos na intensidade entre 65 e 75% da $FC_{máx}$, e 2 minutos de desaquecimento (55 e 65% da FC_{Max}). No protocolo da condição controle, você permanecerá em repouso por 30 minutos na posição sentada. Antes e durante os 60 minutos após os protocolos experimentais, serão realizadas medidas cardiológicas realizadas por médico cardiologista;
- (VI) Após a conclusão da FASE-I, uma visita a fim da devolutiva dos resultados será agendada.

Na **FASE II do estudo (efeito crônico)** serão formados dois grupos de pesquisa: o grupo de treinamento intervalado de alta intensidade (GHIIT), e o grupo de treinamento contínuo de intensidade moderada MICT (GMICT). As intervenções serão realizadas na pista de atletismo da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e terão duração de 16 semanas, sendo realizadas em três dias alternados por semana, com duração média de 1h/sessão. O treino do GHIIT consistirá em aquecimento de 10 minutos (60-70% FC_{máx}) seguidos de 4 estímulos de 4 minutos de exercício em uma pista de atletismo (85-95% FC_{máx}) alternados por períodos de 3 minutos de recuperação ativa (50-70% FC_{máx}) e 5 minutos de volta à calma (60-70% FC_{máx}). O protocolo de treinamento do GMICT iniciará com 5 minutos de aquecimento (55 e 65% da FC_{Max}), seguido de 41 minutos na intensidade entre 65 e 75% da FC_{máx}, e 2 minutos de desaquecimento (55 e 65% da FC_{máx}). Na semana anterior ao início do projeto, e após as semanas 8 e 16, você participará de avaliações cardiovasculares, antropométricas, composição corporal, nível de atividade física, nutricional e exames sanguíneos (a coleta de sangue será realizada em um laboratório comercial da cidade). Após as semanas 4 e 12 do projeto, serão realizadas apenas avaliações cardiovasculares.

Informamos que poderão ocorrer os seguintes desconfortos durante o estudo: a) Um pouco de vergonha durante as realizações das medidas corporais, mas que serão minimizadas pela realização pelo mesmo avaliador e em ambiente reservado; b) Cansaço, náuseas e tontura durante os testes físicos e ou treinamentos, mas que serão sempre monitorados pelos profissionais da saúde participantes do projeto; c) Dor muscular tardia, estiramento muscular ou dor articular, mas que serão reduzidas com a melhora do condicionamento. Caso estes desconfortos persistiram ou algum risco seja detectado, os participantes serão atendidos imediatamente por profissional da saúde participante do projeto e encaminhados a ambiente hospitalar, sob a responsabilidade do pesquisador eventuais custos hospitalares e medicamentosos.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Os benefícios esperados serão: I) Receber uma avaliação médica completa realizada cardiologista; II) Ter acesso a exames bioquímicos completos que avaliam o risco metabólico geral e estado inflamatório crônico; II) Obter informações da composição corporal e do condicionamento cardiorrespiratório; III) Vivenciar diferentes tipos de treinamento físico sob a supervisão de profissionais da Educação Física.

Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços abAIxo ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEM, cujo endereço consta deste documento.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você. Além da assinatura nos campos específicos pelo pesquisador e por você, solicitamos que sejam rubricadas todas as folhas deste documento. Isto deve ser feito por ambos (pelo pesquisador e por você, como sujeito ou responsável pelo sujeito de pesquisa) de tal forma a garantir o acesso ao documento completo.

Eu,..... (nome por extenso do sujeito de pesquisa) declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pelo Dr. Wendell Arthur Lopes.

_____ Data:.....

Assinatura ou impressão datiloscópica do voluntário

Eu, CAROLINE FERRAZ SIMÕES declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supra-nominado.

_____ Data:.....

Assinatura ou impressão datiloscópica da pesquisadora

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida através dos seguintes contatos:

PESQUISADORA RESPONSÁVEL

Nome: Caroline Ferraz Simões
Endereço: Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790
Departamento de Educação Física
Bloco M06-Sala04-A
CEP: 87020-900-Maringá-Paraná
Telefone: (44)
E-mail: carol_ferrazs@hotmail.com

COORDENADOR DA PESQUISA

Nome: Wendell Arthur Lopes
Endereço: Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790
Departamento de Educação Física
Bloco M06-Sala04-A
CEP: 87020-900-Maringá-Paraná
Telefone: (44) 3011-5026
E-mail: warthurlopes@gmail.com

**COMITÊ PERMANENTE DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS
DA UEM (COPEP/UEM)**

Endereço: Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790
PPG-sala 4.
CEP 87020-900- Maringá-Pr.
Tel: (44) 3011-4444
E-mail: copep@uem.br

DECLARAÇÃO DE ACORDO COM A PESQUISA
MÉDICO CARDIOLOGISTA

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

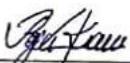
Maringá, 25 de fevereiro de 2019.

Prezado Coordenador,

Eu, Prof. Dr. Rogério Toshiro Passos Okawa, médico cardiologista e docente no Departamento de Medicina desta universidade, CRM PR-15265, declaro que serei responsável pela avaliação médica e liberação para a prática de exercício físico dos participantes do projeto de pesquisa “Efeitos do high-intensity interval training (HIIT) sobre os parâmetros metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica (*strain*) em mulheres obesas: um ensaio clínico randomizado” que estará sob a responsabilidade do Prof. Dr. Wendell Arthur Lopes, docente no Departamento de Educação Física desta universidade.

Estou ciente de que os participantes da pesquisa serão adultos obesos recrutados na cidade de Maringá e municípios vizinhos, bem como de que o presente trabalho deve seguir a Resolução CNS 196/96 e complementares.

Atenciosamente,



Dr. Rogério Toshiro Passos Okawa
Médico Cardiologista
HUM/UEM

Dr. Rogério T. P. Okawa
CARDIOLOGISTA
CRM-PR 15265
RQE: 10202

APÊNDICE III - Declaração de autorização e termo de responsabilidade de uso do espaço equipamentos da clínica Biocor

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

Maringá, 25 de fevereiro de 2019.

Prezado Coordenador,

Eu, Prof. Dr. Rogério Toshio Passos Okawa, médico cardiologista e docente no Departamento de Medicina desta universidade, CRM PR-15265, responsável pela Clínica BioCor autorizo o uso do espaço e dos equipamentos (Aparelho de Ecocardiografia - Modelo Vivid T8; Aparelho de Rigidez Arterial - SphygmocorXcel; Aparelho de Eletrocardiograma - Eletrocardiógrafo- WinCardio; Sistema de análise de gases (Metalyzer, Corter, EUA) para execução do projeto de pesquisa **“Efeitos do high-intensity interval training (HIIT) sobre os parâmetros metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica (*strain*) em mulheres obesas: um ensaio clínico randomizado”** que estará sob a responsabilidade do Prof. Dr. Wendell Arthur Lopes, docente no Departamento de Educação Física desta universidade.

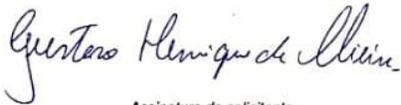
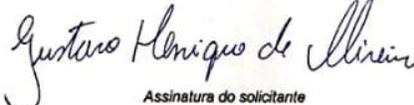
Atenciosamente,



Dr. Rogério Toshio Passos Okawa
Médico Cardiologista
HUM/UEM

Dr. Rogério T. P. Okawa
CARDIOLOGISTA
CRM-PR 15265
RQE: 10202

APÊNDICE IV – Declaração de autorização e termo de responsabilidade de uso da pista de atletismo

	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA COORDENADORIA DE DESPORTO E RECREAÇÃO	
AUTORIZAÇÃO E TERMO DE RESPONSABILIDADE PARA UTILIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ESPORTIVAS DA UEM		
O PROF.: Wendell Arthur Lopes		Inscrição: 140408
Professor do departamento de Educação Física		
Através do presente termo, assume a responsabilidade pelo uso das instalações especificadas abaixo, cedida pela Universidade Estadual de Maringá, através da Coordenadoria de Desporto e Recreação, ficando obrigado a devolver o espaço nas mesmas condições em que foram cedidas (limpeza, conservação e manutenção) e deverá restituir ou reparar os bens cedidos em caso de qualquer eventualidade causada pelo mau uso do espaço.		
Local: Pista de Atletismo	Data: Toda segunda, quarta e sexta até Dezembro/2019	Horário: 18:30 – 20:30
 <i>Assinatura do solicitante</i>	 <i>Carimbo e assinatura da CDR autorizando a utilização:</i>	
A manutenção das quadras (iluminação, conservação, limpeza) é de responsabilidade da Prefeitura do Campus (PCU) 3011-4270, Bloco 102		
Para acender refletores, garantir o uso do espaço pelo requisitante e auxiliar em casos emergenciais ligue Vigilância (VIG) 3011-4278 ou 0800-643-4278, Bloco 116		
COLABORE, FAÇA BOM USO DESTE ESPAÇO PÚBLICO PARA TÊ-LO SEMPRE EM BOAS CONDIÇÕES		
	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA COORDENADORIA DE DESPORTO E RECREAÇÃO	
AUTORIZAÇÃO E TERMO DE RESPONSABILIDADE PARA UTILIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ESPORTIVAS DA UEM		
O PROF.: Wendell Arthur Lopes		Inscrição: 140408
Professor do departamento de Educação Física		
Através do presente termo, assume a responsabilidade pelo uso das instalações especificadas abaixo, cedida pela Universidade Estadual de Maringá, através da Coordenadoria de Desporto e Recreação, ficando obrigado a devolver o espaço nas mesmas condições em que foram cedidas (limpeza, conservação e manutenção) e deverá restituir ou reparar os bens cedidos em caso de qualquer eventualidade causada pelo mau uso do espaço.		
Local: Pista de Atletismo	Data: Toda segunda, quarta e sexta até Dezembro/2019	Horário: 18:30 – 20:30
 <i>Assinatura do solicitante</i>	 <i>Carimbo e assinatura da CDR autorizando a utilização:</i>	
A manutenção das quadras (iluminação, conservação, limpeza) é de responsabilidade da Prefeitura do Campus (PCU) 3011-4270, Bloco 102		
Para acender refletores, garantir o uso do espaço pelo requisitante e auxiliar em casos emergenciais ligue Vigilância (VIG) 3011-4278 ou 0800-643-4278, Bloco 116		
COLABORE, FAÇA BOM USO DESTE ESPAÇO PÚBLICO PARA TÊ-LO SEMPRE EM BOAS CONDIÇÕES		