



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JULIANO CASONATTO

**INFLUÊNCIA DA PRÁTICA REGULAR DE EXERCÍCIO
AERÓBICO E RESISTIDO NA HIPOTENSÃO PÓS-
EXERCÍCIO:
REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISES**

JULIANO CASONATTO

**INFLUÊNCIA DA PRÁTICA REGULAR DE EXERCÍCIO
AERÓBICO E RESISTIDO NA HIPOTENSÃO PÓS-
EXERCÍCIO:
REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito.

Londrina
2013

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C341i Casonatto, Juliano
Influência da prática regular de exercício aeróbico na hipotensão pós-
exercício: revisão sistemática com metanálises / Juliano Casonatto. –
Londrina, 2013.
90f. : il.

Orientador: Marcos Doederlein Polito.
Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Estadual de
Maringá, Universidade Estadual de Londrina Programa de Pós-Graduação
em Educação Física, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Pressão arterial – Teses. 2. Exercícios físicos – Aspectos
fisiológicos – Teses. 3. Hipotensão – Teses. 4. Hipertensão – Teses. 5.
Educação Física – Teses. I. Polito, Marcos Doederlein. II. Universidade
Estadual de Maringá. Universidade Estadual de Londrina. Centro de
Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação
Física. IV. Título.

CDU 796:61

JULIANO CASONATTO

**INFLUÊNCIA DA PRÁTICA REGULAR DE EXERCÍCIO AERÓBICO E
RESISTIDO NA HIPOTENSÃO PÓS-EXERCÍCIO:
REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Jefferson Rosa Cardoso
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Bruno Moreira Silva
UNIFESP – São Paulo – SP

Profa. Dra. Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz
USP – São Paulo – SP

Prof. Dr. Crivaldo Gomes Cardoso Junior
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli
USP – São Paulo – SP

Londrina, 31 de outubro de 2013.

*A minha mãe Rosicléia Fernandes que sempre me apoiou em todos os sentidos,
fazendo por mim o possível e o impossível, sendo pai e mãe e me incentivando em
todos os momentos.*

*A minha avó Nathalia Nietzckars que mesmo sem ter tido a oportunidade de estudar
me ensinou as mais importantes lições.*

*A minha esposa Elisângela Oliveira da Silva Casonatto pelos anos de apoio em
minha vida acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Marcos Doederlein Polito por ter me orientado durante minha caminhada nos cursos de mestrado e doutorado, pela sua disponibilidade e atenção em todos os momentos que necessitei, minha admiração, respeito e gratidão.

Aos professores que compõe essa banca por desprenderem tempo para analisar o material e dar valiosas contribuições para melhoria desse estudo.

Ao Prof. Jefferson Rosa Cardoso por toda sua disponibilidade e contribuições fundamentais para o desenvolvimento dessa Tese

A amiga Karla Goessler pelo companheirismo e pela contribuição para desenvolvimento desse trabalho.

A todos os companheiros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Respostas Cardiovasculares e Exercício – (GECardio)

Aos Profs. Edilson Serpeloni Cyrino e Enio Ricardo Vaz Ronque, pelo incentivo desde o início da minha caminhada universitária e a todos os companheiros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo Nutrição e Exercício – GEPEMENE e Grupo de Estudo e Pesquisa em Atividade Física e Exercício – GEPAFE pela grande contribuição na minha formação.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Casonatto, J. **Influência da prática regular de exercício aeróbio e resistido na hipotensão pós-exercício: revisão sistemática com metanálises.** 2013. 90f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

Introdução: Diversos estudos têm identificado a ocorrência do fenômeno hipotensão pós-exercício, no entanto, os moduladores dessa queda da pressão arterial após a realização de uma única sessão de exercício ainda permanecem obscuros. **Objetivos:** Reunir de forma sistemática os resultados de estudos e aplicar o modelo meta-analítico para identificar a influência da prática regular de exercícios físicos de característica aeróbia e resistida sobre a hipotensão pós-exercício em normotensos e hipertensos, além de verificar o impacto de outros possíveis influenciadores do efeito hipotensor, como o estado clínico, duração/volume e intensidade. **Métodos:** Para contemplar os objetivos propostos, a presente tese foi composta por dois estudos de revisão sistemática com metanálises. O primeiro trata-se de uma revisão sistemática com metanálises para verificar a influência da prática regular de exercícios aeróbios sobre a hipotensão pós-exercício. O segundo realizou uma revisão sistemática com metanálises para verificar a influência da prática regular de exercícios resistidos sobre a hipotensão pós-exercício. As buscas foram realizadas nas bases de dados *Medline*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Lilacs*, *EMBASE*, *SPORTDiscus* e *EBSCO* sem limites de data até setembro de 2013. Os desfechos comparados foram: Pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, considerando as diferenças entre prática regular de exercício aeróbio, estado clínico, duração/volume e intensidade. Foram avaliadas as diferenças das médias padronizadas e atribuído o tamanho do efeito hipotensivo seguido dos seus respectivos intervalos de confiança. **Resultados:** O presente estudo foi constituído por 121 estudos (88 com exercício aeróbio e 33 com exercício resistido). Especificamente para as metanálises constitui-se uma sub-amostra de nove estudos envolvendo exercício aeróbio e 19 envolvendo exercício resistido. O efeito hipotensor pós-exercício foi identificado nos dois modelos de exercício, independentemente da prática regular de exercício físico. Os sujeitos classificados como hipertensos apresentaram maior efeito hipotensivo em relação aos normotensos (-1,24; IC95%= -1,61 a -0,87 vs -0,33; IC95%= -0,52 a -0,15 – para pressão arterial diastólica, respectivamente) após a realização de exercício aeróbio. **Conclusão:** A magnitude da hipotensão pós-exercício não é influenciada pela prática regular de exercícios aeróbios e resistidos. Indivíduos hipertensos apresentam maior efeito hipotensor pós-exercício aeróbio quando comparados a seus pares normotensos. A duração/volume e intensidade aparentemente não exercem influência sobre a hipotensão pós-exercício.

Palavras-chave: Pressão arterial. Sedentários. Ativos. Normotenso. Hipertenso.

Casonatto, J. **Influence of regular aerobic and resistance exercise on post-exercise hypotension:** a systematic review and metaanalysis. 2013. 90p. Thesis (Doctorate in Physical Education) – Center of Physical Education and Sport. State University of Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

Introduction: Many studies have identified the occurrence of post-exercise hypotension, however the determinants of blood pressure reduction after a single exercise session remains unclear. **Objectives:** Combine the studies results and apply the metanalytic model to identify the influences of regular aerobic exercise on the post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive subjects and verify the effect of other possible influencers as the clinical condition, duration/volume and intensity. **Methods:** This thesis consisted of two studies. The first conducted a systematic review and metaanalysis to assess the influence of regular aerobic exercise on post-exercise hypotension. The second assess the influence of regular resistance exercise on post-exercise hypotension. Searches were conducted in *Medline, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Lilacs, EMBASE, SPORTDiscus and EBSCO* until September 2013. The outcomes compared were: Systolic and diastolic blood pressure, considering the differences between regular practice of aerobic exercise, clinical status, duration/total work and intensity. We evaluated the standardized mean differences with confidence intervals. **Results:** This study consisted of 121 trials (88 with aerobic exercise and 33 with resistance exercise). For the meta-analysis, constitutes a sub-sample of nine and 19 studies for aerobic and resistance exercise, respectively. Post-exercise hypotensive effect was identified the two models of exercise, independently of regular exercise. Hypertensive subjects had greater hypotensive effect compared to normotensive (-1.24, 95%CI -1.61 to -0.87 vs -0.33, 95%CI -0.52 to -0.15 - to diastolic blood pressure, respectively) after aerobic exercise. **Conclusion:** The magnitude of post-exercise hypotension is not modulated by the regular practice of aerobic and resistance exercises. Hypertensive individuals have greater hypotensive effect after aerobic exercise when compared with normotensive. Duration/volume and intensity apparently no cause influences.

Keywords: Blood pressure. Sedentary. Active. Normotensive. Hypertensive.

LISTA DE FIGURAS

ESTUDO 1

Figura 1 – Fluxograma de seleção de artigos	21
Figura 2 – Plotagem gráfica do risco de viés individual (<i>RevMan 5.1</i>)	31
Figura 3 – Plotagem gráfica do risco de viés geral (<i>RevMan 5.1</i>)	31
Figura 4 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício aeróbio na pressão arterial sistólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbio. EA= Exercício aeróbio	33
Figura 5 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício aeróbio na pressão arterial diastólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbio. EA= Exercício aeróbio	33
Figura 6 – Efeito após 90 min de uma única sessão de exercício aeróbio na pressão arterial sistólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbio. EA= Exercício aeróbio	34
Figura 7 – Efeito após 90 min de uma única sessão de exercício aeróbio na pressão arterial diastólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbio. EA= Exercício aeróbio	34
Figura 8 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 4 - Normotensos – 60 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,23$) X Ativo (B – $P=0,44$)	36
Figura 9 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 5 - Normotensos – 60 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,68$) X Ativo (B – $P=0,31$)	36
Figura 10 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 6 - Normotensos – 90 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,19$) X Ativo (B – $P=0,24$)	36
Figura 11 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 7 - Normotensos – 90 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,18$) X Ativo (B – $P=0,21$)	37

ESTUDO 2

Figura 1 – Fluxograma de seleção de artigos	61
Figura 2 – Plotagem gráfica do risco de viés individual (<i>RevMan 5.1</i>)	68
Figura 3 – Plotagem gráfica do risco de viés geral (<i>RevMan 5.1</i>)	68
Figura 4 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial sistólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido	70
Figura 5 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial diastólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido	70
Figura 6 – Efeito após 90 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial sistólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido	71
Figura 7 – Efeito após 90 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial diastólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido	71
Figura 8 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial sistólica em hipertensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido	72
Figura 9 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial diastólica em hipertensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido	72
Figura 10 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 4 - Normotensos – 60 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,007$) X Ativo (B – $P=0,06$)	74
Figura 11 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 5 - Normotensos – 60 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,96$) X Ativo (B – $P=0,46$)	74

Figura 12 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 6 - Normotensos – 90 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,58$) X Ativo (B – $P=0,43$)	75
Figura 13 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 7 - Normotensos – 90 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,74$) X Ativo (B – $P=0,72$)	75
Figura 14 – Gráfico do funil referente à metanálise apresentadas na figura 8 - Hipertenso – 60 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,16$)	75
Figura 15 – Gráfico do funil referente à metanálise apresentadas na figura 9 - Hipertenso – 60 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,25$)	76

LISTA DE TABELAS

ESTUDO 1

Tabela 1 – Resposta da pressão arterial segundo a prática de exercício aeróbio	23
Tabela 2 – Indicadores de concordância da avaliação do risco de viés inter-avaliadores	32
Tabela 3 – Análises de subgrupo para o efeito do exercício aeróbio na resposta pressórica aos 60min pós-exercício utilizando modelo de efeito aleatório	35

ESTUDO 2

Tabela 1 – Resposta da pressão arterial segundo a prática de exercícios resistidos	63
Tabela 2 – Indicadores de concordância da avaliação do risco de viés inter-avaliadores	69
Tabela 3 – Análises de subgrupo para o efeito do exercício resistido na resposta pressórica aos 60 min pós-exercício utilizando modelo de efeito aleatório	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	14
3 ESTUDO 1	15
Resumo	15
Introdução	15
Métodos.....	16
Resultados	20
Discussão	37
Conclusão	43
Referências	44
Anexo 1	54
4 ESTUDO 2	55
Resumo	55
Introdução	55
Métodos.....	56
Resultados	61
Discussão	76
Conclusão	82
Referências	83
ANEXO	87
Anexo 1	88
Anexo 2	89
5 CONCLUSÃO GERAL	90

1 INTRODUÇÃO

A pressão arterial é uma variável cardiovascular amplamente investigada sob a ótica da saúde pela comunidade científica, uma vez que a hipertensão arterial sistêmica tem sido apontada como um dos mais importantes fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares¹.

Atualmente, em função do estilo de vida característico da sociedade moderna, tem sido identificado um grande número de indivíduos portadores de hipertensão arterial e, conseqüentemente, de doenças cardiovasculares². Esse fato contribui de maneira significativa para a elevação da taxa de mortalidade e morbidade, gerando aumentos importantes nos custos financeiros dos sistemas de saúde pública e privada^{3, 4}.

Diante disso, são necessários procedimentos preventivos e/ou terapêuticos para reduzir e manter a pressão arterial de repouso em níveis satisfatórios, podendo envolver o uso de fármacos e/ou modificação no estilo de vida. Dentre as possibilidades de modificação no estilo de vida, a prática regular de exercícios físicos (aeróbico e resistido) mostra-se como uma das formas menos onerosas, mais aplicáveis e com elevada possibilidade de reduzir da pressão arterial de repouso, tanto em hipertensos (contribuindo para a terapia) quanto em normotensos (auxiliando na prevenção)¹.

De forma crônica, a pressão arterial de repouso pode ser reduzida tanto pelo exercício aeróbio⁵⁻¹⁴ quanto pelo exercício resistido^{7, 15-18}, sendo inclusive foco de pesquisa em diversos estudos meta-analíticos^{5, 7-18}.

Por outro lado, a redução da pressão arterial também pode ocorrer imediatamente após uma sessão de exercício (hipotensão pós-exercício – HPE)¹⁹⁻⁵¹, a qual pode perdurar por minutos ou horas, inclusive em indivíduos normotensos.

Investigações têm apontado que a resistência vascular periférica parece ser um importante mecanismo associado à HPE em indivíduos sedentários^{35, 37, 52}. Nesse sentido, informações disponíveis na literatura sugerem que o treinamento físico regular provoca melhorias na capacidade vasodilatadora⁵³. Desse modo, hipoteticamente, pode haver inibição na HPE em indivíduos fisicamente treinados, uma vez que a resistência vascular periférica aparentemente está reduzida nesses sujeitos.

Por outro lado, diversos estudos envolvendo modelos animais⁵⁴ e humanos^{45, 51} demonstraram que a HPE também pode ocorrer em população fisicamente treinada. Mais ainda, a magnitude da HPE pode não ser diferente entre indivíduos treinados e aqueles classificados como sedentários⁵¹. Vale destacar que mesmo em sujeitos treinados existe uma importante reserva vasodilatadora que pode ser ativada independente dos valores médios da pressão arterial serem inferiores, quando comparados com indivíduos sedentários.

Já para a capacidade física força/resistência muscular, Costa et al.⁵⁵ verificaram que indivíduos não treinados podem apresentar redução mais consistente da pressão arterial pós-exercício. Por outro lado, Mota et al.⁵⁶ demonstraram que o treinamento resistido pode potencializar os efeitos hipotensores pós-exercício em praticantes de treinamento resistido.

Nesse sentido, a realização de estudos que tenham por finalidade identificar os possíveis moduladores da HPE é relevante, uma vez que podem proporcionar subsídios para compreensão tanto dos efeitos agudos do exercício sobre o sistema cardiovascular quanto das adaptações crônicas induzidas pelo treinamento.

Soma-se a isso o fato de ainda não ter sido indentificada na literatura um estudo meta-analítico com o propósito de investigar a resposta da pressão arterial após diferentes tipos de exercícios (aeróbico e resistido). Para além dos resultados de estudos isolados, a compilação estatística de resultados de diferentes estudos pode proporcionar um conhecimento diferenciado sobre o efeito da prática regular de exercícios físicos sobre a HPE.

2 OBJETIVOS

A presente tese teve como propósito reunir de forma sistemática os resultados de estudos e aplicar o modelo meta-analítico para identificar a influência da prática regular de exercícios físicos de característica aeróbia e resistida sobre a hipotensão pós-exercício em normotensos e hipertensos.

Para contemplar os objetivos descritos a presente tese foi composta por dois estudos de revisão sistemática com metanálises, conforme descrito abaixo:

Estudo 1: Influência da prática regular de exercícios aeróbios sobre a hipotensão pós-exercício: Revisão sistemática com metanálises.

Objetivos: Reunir de forma sistemática os resultados de estudos e aplicar o modelo meta-analítico para determinar o efeito da prática regular de exercícios aeróbios sobre a resposta pressórica aguda em normotensos e hipertensos. Adicionalmente, foram realizadas análises de subgrupo para verificar o efeito do exercício aeróbio sobre resposta pressórica segundo o estado clínico (normotensos x hipertensos), duração e intensidade da sessão de exercício.

Estudo 2: Influência da prática regular de exercícios resistidos sobre a hipotensão pós-exercício: Revisão sistemática com metanálises.

Objetivos: Reunir de forma sistemática os resultados de estudos e aplicar o modelo meta-analítico para determinar o efeito da prática regular de exercícios resistidos sobre a resposta pressórica aguda em normotensos e hipertensos. Adicionalmente, foram realizadas análises de subgrupo para verificar o efeito do exercício resistido na resposta pressórica segundo o estado clínico (normotensos x hipertensos), volume e intensidade da sessão de exercício.

3 ESTUDO 1

Influência da Prática Regular de Exercício Aeróbico Sobre a Hipotensão Pós-Exercício: Revisão Sistemática com Metanálises

Resumo: Objetivos: Identificar a influência da prática regular de exercícios aeróbios sobre a hipotensão pós-exercício em normotensos e hipertensos, além de verificar o impacto de outros possíveis moduladores da hipotensão pós-exercício aeróbio, como o estado clínico, duração e intensidade. **Métodos:** Revisão sistemática com metanálises. Os desfechos comparados foram: Pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, considerando as diferenças entre prática regular de exercício aeróbio, estado clínico, duração e intensidade. Foram avaliadas as diferenças das médias padronizadas e atribuído o tamanho do efeito hipotensivo. **Resultados:** Oitenta e oito estudos compuseram a presente revisão sistemática. Desses, nove foram inseridos no modelo meta-analítico. O efeito hipotensor pós-exercício foi identificado aos 60 e 90 min, tanto para normotensos sedentários, quanto para os ativos. O tamanho do efeito hipotensivo não foi diferente em função da prática regular de exercícios aeróbios. Sujeitos hipertensos apresentaram maior efeito hipotensivo em relação aos normotensos (-1,24; IC95%= -1,61 a -0,87 vs -0,33; IC95%= -0,52 a -0,15 – para pressão arterial diastólica, respectivamente). A magnitude da hipotensão não foi modulada em função da duração e intensidade da sessão de exercício. **Conclusão:** A magnitude da hipotensão pós-exercício não é modulada pela prática regular de exercícios aeróbios. No entanto, indivíduos hipertensos apresentam maior efeito hipotensor pós-exercício quando comparados a seus pares normotensos.

Palavras chave: Pressão arterial. Sedentários. Ativos. Normotensos. Hipertensos.

Introdução

A hipertensão arterial é um dos principais fatores de risco independente para doença cardiovascular⁵⁷. Nesse sentido, as recomendações sugerem que os valores adequados de pressão arterial de repouso permaneçam abaixo de 120 mmHg para a pressão arterial sistólica e de 80 mmHg para a pressão arterial diastólica⁵⁸. Assim, são necessários procedimentos preventivos e/ou terapêuticos para reduzir e manter a pressão arterial de repouso em níveis satisfatórios, podendo envolver o uso de fármacos e/ou modificação no estilo de vida.

Diversos estudos têm demonstrado a ocorrência de hipotensão pós-exercício (HPE) após a realização de uma única sessão de exercício aeróbio em

normotensos^{22, 28, 31, 39, 41, 45, 46, 51, 59-65} e hipertensos^{50, 66, 67} com elevada aptidão cardiorrespiratória, quanto em normotensos^{19-21, 23-27, 29, 30, 32, 33, 35-38, 40, 43, 44, 47, 48, 50, 51, 65, 68-75} e hipertensos^{19, 20, 32, 33, 44, 73, 76-95} com baixa aptidão cardiorrespiratória. Essas investigações têm contribuído para o entendimento de que a HPE se apresenta como um possível agente colaborador dentre as estratégias de prevenção e controle da hipertensão arterial.

Por outro lado, apesar de serem encontrados diversos estudos que buscaram analisar a resposta da pressão arterial após a prática de uma sessão de exercícios aeróbios, ainda não há evidências em relação a muitos de seus moduladores. Esse quadro pode ser compreendido na medida em que pressão arterial é uma variável influenciada por diversos fatores e a contribuição efetiva de cada mecanismo ainda não está esclarecida⁹⁶.

Nesse sentido, a aplicação de modelos de estatística meta-analítica pode contribuir para esclarecer dúvidas perenes até o momento, uma vez que oferece maior precisão no tratamento das informações disponíveis, aumentando significativamente o poder estatístico quando comparado a estudos isolados.

Assim, o presente estudo teve como objetivo reunir de forma sistemática os resultados de estudos e aplicar o modelo meta-analítico para determinar o efeito da prática regular de exercícios aeróbios sobre a resposta pressórica aguda em normotensos e hipertensos. Adicionalmente, foram realizadas análises de subgrupo para verificar o efeito do exercício aeróbio sobre resposta pressórica segundo o estado clínico (normotensos x hipertensos), duração e intensidade da sessão de exercício.

Métodos

Critérios de elegibilidade

Para entrada dos estudos na presente análise, foi determinado que os mesmos deveriam ter acompanhado a pressão arterial após o exercício aeróbio por um período mínimo de 20 min, duração igual ou superior a 15 min e realizados com humanos.

Fontes de informação

Para a busca de artigos foi utilizado o modelo sistemático de pesquisa, utilizando as bases de dados *Medline*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Lilacs*, *EMBASE*, *SPORTDiscus*, *EBSCO* sem limites de data até setembro de 2013.

Busca

Para tanto, foram utilizados os termos: *post-exercise hypotension*, *postexercise*, *aerobic exercise*, *acute blood pressure response*, *strength exercise*, *weight exercise* e *resistance exercise* de forma isolada e combinada utilizando filtro para citações no título ou resumo.

Seleção dos estudos

Inicialmente foram excluídos os estudos que analisaram efeito crônico do exercício e/ou utilizaram modelos animais. Também foram excluídas as investigações que somente verificaram a resposta pressórica durante o exercício e os estudos de revisão. Além disso, análises envolvendo estresse ortostático e acompanhamentos inferiores há 15 min foram descartados. Por fim, foram excluídos estudos que utilizaram suplementação e sessões de exercícios voltadas à melhoria da flexibilidade e força/resistência muscular.

Extração dos dados

A extração dos dados foi realizada por um único pesquisador, utilizando uma planilha (*Microsoft® Excel® 2010*) padronizada, desenvolvida especificamente para este fim (Anexo 1). Foram extraídas as seguintes características dos estudos incluídos.

- Identificação do artigo: autor, ano e risco de viés;
- Participantes: estado clínico (normotensos e hipertensos), sexo, quantidade de participantes em cada grupo (exercício x controle);

- Variáveis da sessão de exercício: ergômetro utilizado, intensidade, duração.
- Avaliação pós-exercício: equipamento utilizado, tempo de monitorização pós-exercício.
- Resultados: valores da média e desvio padrão (sessão controle e experimental) pré e pós exercício (60 min, 90 min e 24 h) para pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, efeito identificado e possíveis mecanismos avaliados.

Risco de viés nos estudos

O risco de viés dos estudos incluídos na metanálise foi avaliado por dois pesquisadores e apresentado utilizando plotagem gráfica, por meio do *software Review Manager® 5.1*. Os itens de risco de viés analisados foram: aleatorização, ocultação da alocação e taxa de abandono da amostra descrita e aceitável.

Para avaliar a porcentagem de concordância entre os avaliadores foi utilizado o coeficiente *Kappa* (k), considerando as seguintes interpretações⁹⁷:

- $k > 0,81$: concordância excelente
- k entre 0,61 e 0,80: concordância boa
- k entre 0,60 e 0,41: concordância moderada
- $k < 0,40$: concordância ruim

Devido à característica específica dos estudos envolvendo respostas agudas da pressão arterial após a realização de uma única sessão de exercícios, as investigações não foram excluídas com base no risco de viés.

Resumo das medidas

Para as análises, utilizou-se os valores médios absolutos em milímetros de mercúrio (mmHg) referentes aos valores de pressão arterial sistólica e diastólica dos grupos controle e exercício e seus respectivos desvios-padrão.

Síntese dos resultados

Especificamente para metanálise, foram considerados os dados daqueles estudos que utilizaram grupo controle e realizaram acompanhamento das respostas agudas da pressão arterial pós-exercício, além de apresentarem valores referentes aos momentos 60 min, 90 min e 24 h pós-exercício, tanto para grupo controle, quanto para exercício. Dessa forma, considerando as análises entre ativos (praticantes regulares de exercício aeróbio) e sedentários (não praticantes regulares de exercício aeróbio), conforme a descrição da característica amostral da própria investigação, foram inseridos aqueles estudos que submeteram os indivíduos a exercício de característica aeróbia, realizado em ergômetro (cicloergômetro ou esteira), com intensidade entre 40 e 85% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}/\dot{V}O_{2pico}$ e duração da sessão de exercício entre 30 min e 40 min.

Adicionalmente, foram realizadas análises de subgrupo para identificar o impacto do estado clínico (normotenso x hipertenso), duração e intensidade da sessão de exercício sobre o efeito pressórico aos 60 min após a realização da atividade. Nesse caso, para determinação do estado clínico da amostra, foi considerado o julgamento dos autores dos respectivos estudos. Amostras consideradas como “pré-hipertensa” e “hipertensa” foram alocadas para o grupo “Hipertenso”.

Os pontos de corte para “duração” e “intensidade” foram estabelecidos em 30 min e 60% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}/\dot{V}O_{2pico}$, respectivamente. Vale destacar que os pontos de corte foram determinados de forma normativa, utilizando valores referentes ao percentil 50 daqueles estudos inseridos no modelo metanalítico.

Alguns estudos, apesar de terem avaliado, não apresentaram resultados importantes para a presente investigação. Nesse caso, as informações foram solicitadas diretamente aos autores dos respectivos manuscritos. Valores de dispersão apresentados em “erro padrão” foram convertidos em “desvio padrão”, considerando o erro padrão como a divisão do desvio padrão pela raiz quadrada da amostra.

As informações dos estudos incluídos estão apresentadas na forma descritiva e por meio de tabelas. As metanálises foram subdivididas de acordo com a prática regular de exercício físico e o estado clínico (normotensos e hipertensos).

Devido a possíveis diferenças na padronização da aferição da pressão arterial e dos equipamentos utilizados nos diferentes estudos, foi empregado o modelo de efeito aleatório. Os resultados estão apresentados por meio da diferença de média padronizada. As comparações entre os grupos de metanálise foram realizadas por meio da sobreposição das diferenças de média padronizada e seus respectivos intervalos de confiança. Para quantificar o tamanho do efeito foram utilizados os pontos de corte sugeridos por Hopkins⁹⁸.

As análises foram realizadas por meio do pacote computacional *Comprehensive Meta Analysis*, versão 2.2.064. A plotagem gráfica de sobreposição foi realizada por meio do software *GraphPad Prism 5.01*.

Risco de viés através dos estudos

A existência de possíveis assimetrias causadas por viés de seleção, heterogeneidade, irregularidade de dados, artefato e acaso foram verificadas por meio da “plotagem em funil” (*funnel plot*), incluindo o teste de regressão de *Egger's*. Para sugestão de viés foi adotado índice de significância de $P < 0,10$.

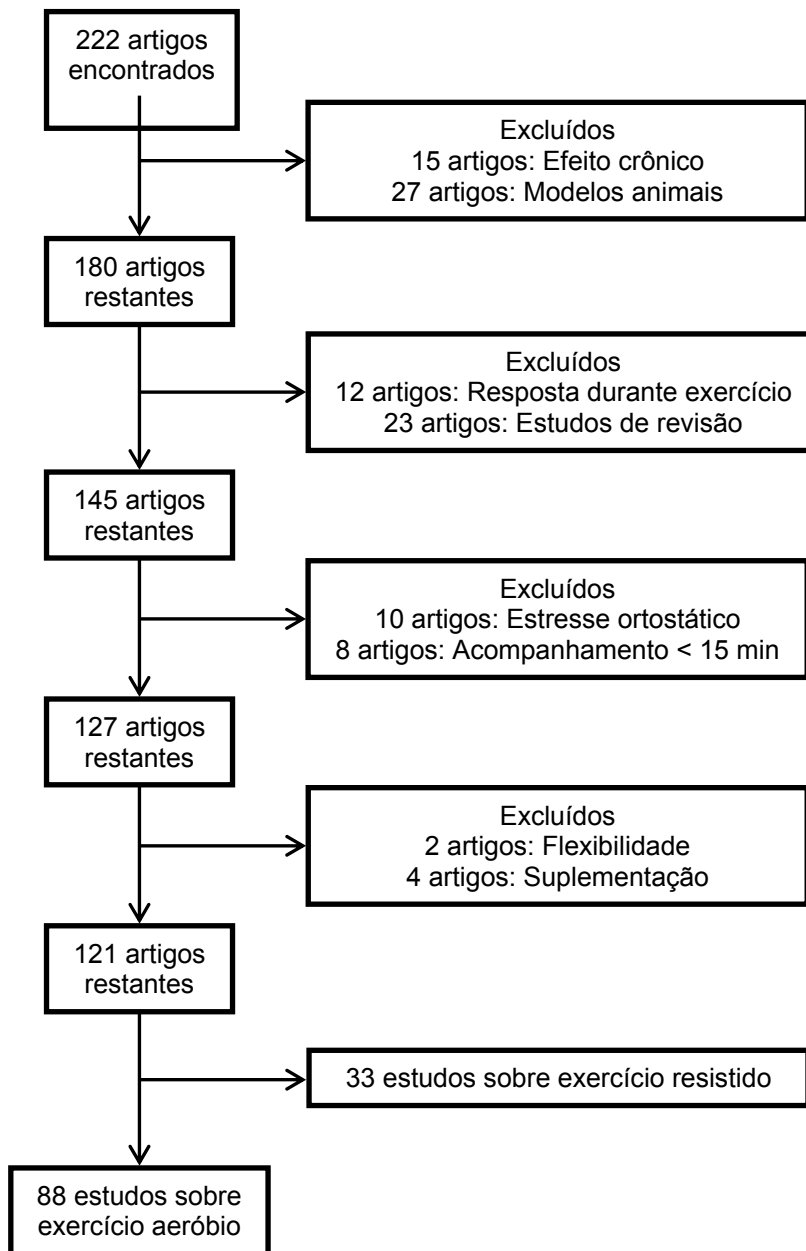
Análises adicionais

Não foram realizadas análises adicionais de sensibilidade, uma vez que a avaliação dos indicadores de qualidade apontou simetria entre os estudos.

Resultados

Estudos selecionados

Foram encontrados 222 estudos. Desses, ainda foram excluídos aqueles experimentos relacionados exclusivamente a efeitos crônicos do exercício, modelos animais, respostas cardiovasculares durante a sessão de exercícios, estresse ortostático, revisão de literatura e duração do exercício inferior a 15 min (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma de seleção de artigos.

Dessa forma, 88 estudos foram considerados para análise na presente investigação, constituindo uma amostra total de 1787 indivíduos. Desses, 352 sujeitos praticavam regularmente exercício aeróbico (314 normotensos e 38 hipertensos) e 1435 não praticavam (632 normotensos e 803 hipertensos).

Vale destacar que foram considerados como “praticantes de exercício aeróbico” os sujeitos que praticavam atividade aeróbia regular, enquanto que aqueles sujeitos não praticantes de atividade aeróbia regular foram considerados como “não praticante de exercício aeróbico”.

Características dos estudos

Os principais achados e características dos estudos (amostra, sexo, “n” amostral, ergômetro utilizado, intensidade, duração, tipo de equipamento utilizado para aferição da pressão arterial, tempo de monitorização pós-exercício, efeito identificado e mecanismo identificado) estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Resposta da pressão arterial segundo a prática de exercício aeróbio.

Estudo A	mostra	Sexo	N	Exercício	Intensidade	Duração	Instrumento	Monitorização pós-exercício	Efeito M	ecanismo identificado
Praticante de exercício aeróbio										
Alderman et al. ³⁹	Normotensos (22,9±4,2 anos)	M/F	90	Esteira ergométrica	70-85% e 50-55% do $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	Oscilométrico automático	60 min	↓PAS aos 5, 30 e 60 min / ↓PAD aos 5 e 30 min	-
Birch et al. ²⁸	Normotensos (20,3±1,4 anos)	F	15	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	Finapress	60 min	↓PAS e PAD aos 5 e 15 min	↓ da resistência vascular periférica
Casonatto ⁹⁹	Normotensos (24,7±1,3 anos)	M	10	Cicloergômetro	40%, 60% e 80% $\dot{V}O_{2pico}$	30 e ≈55 min	Oscilométrico automático	60 min	NS	↓ da atividade parassimpática
Dujic et al. ⁴⁵	Normotensos (22,0±2,9 anos)	M	20	Pista de atletismo	Exercício máximo	—	Oscilométrico/Auscultatório	60 min	↓PAS e PAD em todo período	↓ do débito cardíaco
Franklin, et al. ⁵⁹	Normotensos (21,6±2,2 anos)	M	11	Cicloergômetro	70% do $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	Oscilométrico automático	60 min	↓PAS e PAM aos 60 min	HPE diretamente associada com temperatura no ambiente de monitorização pós exercício
Fullick et al. ⁶⁰	Normotensos (30,5±8,0 anos)	M/F	9	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Oscilométrico automático	9 h	↓PAS, PAD e PAM (média 9h)	-
Jones et al. ³¹	Normotensos (28±6 anos)	M	7	Cicloergômetro	70 e 40% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min e ≈50 min	Portapress	20 min	↓PAS aos 20 min / PAD NS	-
Jones et al. ⁶¹	Normotensos (29±6 anos)	M	6	Cicloergômetro	70% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	MAPA	17 h	↓PAS, PAD e PAM entre 9 e 12h	-
Jones et al. ⁴⁶	Normotensos (26±5 anos)	M	12	Cicloergômetro	70% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	Portapress	20 min	↓PAS em todo período / ↓PAD aos 5 min	↓ da resistência vascular periférica
Jones et al. ¹⁰⁰	Normotensos (26±5 anos)	M	8	Cicloergômetro	70% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	Portapress	20 min	NS	-
Keese et al. ⁶²	Normotensos (20-30 anos)	M	21	Cicloergômetro	65% $\dot{V}O_{2pico}$	50 min	MAPA	120 min	↓PAS em todo período. ↓PAD até os 70 min.	-
Lockwood et al. ⁶³	Normotensos (21,9±2,1 anos)	M/F	14	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Oscilométrico automático	90 min	↓PAM até 60 min	Vasodilatação mediada por receptores de histamina (H_1)
Lynn et al. ⁶⁴	Normotensos	M	14	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Oscilométrico automático	90 min	↓PAM após 30 min	↓ do débito cardíaco

	(26,5±6,9 anos)									
MacDonald et al. ²²	Normotensos (24±2 anos)	M	13	Cicloergômetro	65% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	15 min	Intra-arterial	60 min	↓PAS entre 10-60 min / PAD NS	HPE não está relacionada à liberação de PNA.
Raglin et al. ⁴¹	Normotensos (adultos)	M/F	26	Cicloergômetro	70-80% da CMI	30 min	-	60 min	↓PAS / PAD NS	-
Rodriguez et al. ⁶⁵	Normotensos (32±6 anos)	F	11	Caminhada aquática	40% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	Auscultatório	60 min	↓PAS em todo período	-
Rodriguez et al. ⁶⁵	Normotensos (32±6 anos)	F	11	Caminhada em solo	40% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	Auscultatório	60 min	↓PAS aos 45 e 60 min; ↓PAD aos 60 min	-
Ruiz et al. ¹⁰¹	Normotensos (27±3 anos)	M	11	Cicloergômetro	60-70% da $FC_{reserva}$	40 min	Auscultatório	60 min	↓PAS aos 30, 45 e 60min	-
Senitko et al. ⁵¹	Normotensos (27±4 anos)	M/F	16	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Oscilométrico automático	60 min	↓PAM aos 30 e 60 min	↓ do débito cardíaco
Willie et al. ¹⁰²	Normotensos (25±6 anos)	M/F	12	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	40 min	Finometer	60 min	↓PAS	-
Cunha et al. ⁶⁶	Hipertensos (27±4 anos)	?	11	Esteira ergométrica	60% da $FC_{reserva}$ e 50% (2min)	45 min	Auscultatório	120 min	↓PAS e PAM por 120 min; ↓PAD até 30 min.	-
Cunha et al. ⁶⁶	Hipertensos (27±4 anos)	?	11	Esteira ergométrica	e 80% (1min) da $FC_{reserva}$	45 min	Auscultatório	120 min	↓PAS e ↓PAM até 90 min.	-
Kaufman et al. ⁵⁰	Hipertensos (44-57 anos)	M	8	Esteira ergométrica	67% da $FC_{m\acute{a}x}$ (intermitente)	50 min (5X10 min)	Auscultatorio	60 min	↓PAS e ↓PAM em todo período	-
MacDonald et al. ⁶⁷	Hipertensos (23±4 anos)	M/F	8	Cicloergômetro	70% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	Intra-arterial	70 min	↓PAS e PAD em todo período	-
Não praticante de exercício aeróbio										
Bermudes et al. ⁶⁸	Normotensos (44,0±1,0 anos)	M	25	Cicloergômetro	60- 80% $FC_{m\acute{a}x}$	45 min	MAPA	24 h	↓PAD (média 24h) / PAS NS	-
Blanchard et al. ³²	Normotensos (44,2±1,4 anos)	M	47	Cicloergômetro	40 e 60% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	40 min	MAPA	14 h	↓PAS e PAD no exercício de 40% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$. (média 14h)	Variação genética no polimorfismo do SRAA
Brown et al. ⁴³	Normotensos (20,5±1,5	M/F	7	Cicloergômetro	70% $FC_{reserva}$	25 min	Auscultatório	60 min	↓PAS após 5 min / ↓PAD após 15 min	-

	anos)									
Brownley et al. ⁷⁷	Normotensos (adultos)	M/F	20	Cicloergômetro	Moderada	20 min	MAPA	48 h	NS	-
Cleroux et al. ⁸⁰	Normotensos (41±2 anos)	M/F	9	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	Auscultatório	90 min	NS	↓ da resistência vascular periférica
Endo et al. ¹⁰³	Normotensos (20-32 anos)	M/F	8	Cicloergômetro	60% da $FC_{reserva}$	60 min	Auscultatório	60 min	↓PAS e PAD	↑ da condutância vascular total
Forjaz et al. ³⁸	Normotensos (24±1 anos)	M/F	23	Cicloergômetro	30, 50 e 75% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	Auscultatório	90 min	↓PAS e PAD nas intensidades 50% e 75% do $\dot{V}O_{2pico}$	↓ da resistência vascular periférica
Forjaz et al. ²⁵	Normotensos (22±1 anos)	M/F	12	Cicloergômetro	30, 50 e 80% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	Auscultatório	90 min	↓PAS e PAD entre 30-90 min em todas as intensidades.	-
Forjaz et al. ²⁴	Normotensos (22±1 anos)	M/F	10	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2pico}$	25 min	Auscultatório	90 min	↓PAS entre 45-75 min / ↓PAD entre 15-90 min	-
Forjaz et al. ²⁴	Normotensos (22±1 anos)	M/F	10	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	Auscultatório	90 min	↓PAS entre 30-90 min / ↓PAD entre 15-90 min	-
Forjaz et al. ²¹	Normotensos (33±2 anos)	M/F	30	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	MAPA	24 h	↓ PAS e PAD (média 24h)	HPE inversamente associada com IMC
Halliwill et al. ³⁵	Normotensos (22-27 anos)	M/F	9	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Oscilométrico automático	90 min	↓PAS / PAD NS (média 60 min)	↓ da resistência vascular periférica e atividade simpática
Halliwill et al. ³⁷	Normotensos (21-28 anos)	M	12	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Auscultatório	165 min	↓PAM aos 30 e 75 min	↓ da resistência vascular periférica
Harvey et al. ²⁷	Normotensos pós e pré menopausa (28±1 anos e 54±2 anos)	F	27	Esteira ergométrica	60% $\dot{V}O_{2max}$	45 min	Oscilométrico automático	90 min	↓PAS e PAD na amosra pós-menopausa (média 90 min) / Pré-menopausa NS	↓ da resistência vascular periférica
Hayes et al. ⁶⁹	Normotensos (26±1,3 anos)	M	9	Cicloergômetro	65% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Finapress	90 min	↓PAD aos 50 min e 60 min	↑ da albumina intravascular
Headley et al. ²⁶	Normotensos (25±1 anos)	M	19	Esteira ergométrica	50-60% $FC_{reserva}$	40 min	Auscultatório	120 min	↓PAS entre 30-120 min / PAD NS	↓ da resistência vascular periférica
Isea et al. ⁴⁹	Normotensos (adultos)	M	6	Cicloergômetro	Exercício máximo	-	-	4 h	↓PAS e PAD nas primeiras três horas	↓ da resistência vascular periférica e ↑ da temperatura corporal
Kaufman et al. ⁵⁰	Normotensos (19-29 anos)	M	8	Esteira ergométrica	67% FC_{max}	50 min	-	60 min	↓PAS e PAD	-

Kaufman et al. ⁵⁰	Normotensos (35-62 anos)	M	8	Esteira ergométrica	67% FC _{máx}	50 min	-	60 min	↓PAS e PAD	-
Lima et al. ^{70*}	Normotensos (58,5±10 anos)	M/F	11	-	90 e 110% do Limilar anaeróbio	20 min	-	120 min	↓PAS, PAD e PAM em ambas intensidades	-
Lizardo et al. ⁷¹	Normotensos (24,9±3,9 anos)	M	10	Cicloergômetro e Esteira ergométrica	85% da FC _{máx}	20 min	Auscultatório	90 min	↓PAS e PAD para ambos exercícios	↑ magnitude de queda da PA em esteira ergométrica
Lokwood et al. ³⁶	Normotensos (20-32 anos)	M	11	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Oscilométrico automático	90 min	↓PAM aos 30 e 60 min	Vasodilatação periférica dependente de prostaglandinas
MacDonald et al. ²³	Normotensos (35±3,16 anos)	M/F	10	Cicloergômetro	50 e 75% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	Finapress	60 min	↓PAS entre 5-15 min / ↓PAD entre 5-45 min em ambas as intensidades	-
MacDonald et al. ³⁰	Normotensos (22±1 anos)	M	13	Cicloergômetro	70% $\dot{V}O_{2pico}$	15, 30 e 45 min	Finapress	60 min	↓PAS entre 5-60 min / ↓PAD entre 30-45 min nos três modelos de exercício	-
Moraes et al. ¹⁹	Normotensos (38±4 anos)	M	8	Cicloergômetro	70% FC _{reserva}	35 min	Auscultatório	60 min	↓PAS aos 30, 45 e 60 min / ↓ PAD aos 45 min	↑ da atividade da caliceína
Motta et al. ⁷²	Normotensos (47±1 anos)	-	10	-	90% do LL	20 min	-	135 min	↓PA aos 30, 45 e 120 min	↑ da atividade da caliceína
Motta et al. ^{72*}	Normotensos (54±1 anos)	-	10	-	90% do LL	20 min	-	135 min	NS	Atividade da caliceína inalterada
Pescatello et al. ^{47†}	Normotensos (19-45 anos)	F	11	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	MAPA	≈ 24 h	NS (média aproximada de 24h)	-
Pescatello et al. ^{47‡}	Normotensos (19-45 anos)	F	10	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	MAPA	≈ 24 h	↓PAD / PAS NS (média aproximada de 24h)	-
Pescatello et al. ²⁰	Normotensos (41±2 anos)	M	6	Cicloergômetro	40 e 70% $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	MAPA	13 h	↓PAS nos momentos 1, 2, 6, 7 e 12h / PAD NS	-
Pescatello et al. ^{44**}	Normotensos (18-55 anos)	M	49	Cicloergômetro	40 e 60% $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	MAPA	9 h	↓PAD e ↑PAS (média 9 h).	-
Pescatello et al. ⁷³	Normotensos (34±2 anos)	F	11	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	MAPA	7 h	NS	-
Piepoli et al. ⁴⁸	Normotensos (adultos)	M/F	10	Cicloergômetro	Exercício máximo	-	-	60 min	↓PAD em todo período	↓ da resistência vascular periférica
Piepoli et al. ⁴⁰	Sedentários (24-34 anos)	M/F	8	Cicloergômetro	Exercício máximo,	-	Oscilométrico automático	60 min	↓PAS aos 5 min / ↓PAD aos 5, 10, 45 e 60 min	↓ da resistência vascular periférica

					moderado e leve						após o exercício máximo		
Rodriguez et al. ⁶⁵	Normotensos (33±7 anos)	F	12	Caminhada aquática	40% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	Auscultatório	60 min			↓PAS aos 30, 45 e 60 min; ↓PAD aos 45 e 60 min; ↓PAM aos 60 min	-	
Rodriguez et al. ⁶⁵	Normotensos (32±6 anos)	F	11	Caminhada em solo	40% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	Auscultatório	60 min			NS	-	
Rondon et al. ⁹¹	Normotensos (68±1 anos)	M/F	18	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	Auscultatório	90 min			NS	-	
Senitko et al. ⁵¹	Normotensos (25±5 anos)	M/F	16	Cicloergômetro	60% $\dot{V}O_{2pico}$	60 min	Oscilométrico automático	60 min			↓PAM aos 30 e 60 min	-	
Teixeira et al. ⁷⁴	Normotensos (adultos)	?	20	Cicloergômetro	75% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	-	-			↓PAS; ↓PAD	-	
Terziotti et al. ²⁹	Normotensos (24-38 anos)	M	15	Cicloergômetro	50% e 80% do LL	20 min	Finapress	180 min			↓PAS aos 15 min para ambas intensidades	Modulação vagal relacionada a intensidade do exercício	
Wallace et al. ⁷⁵	Normotensos (47±1 anos)	M/F	36	Esteira ergométrica	50% $\dot{V}O_{2máx}$	50 min	MAPA	24 h			NS (média 24h)	-	
Wallace et al. ³³	Normotensos (50±11 anos)	M/F	25	Esteira ergométrica	50% $\dot{V}O_{2máx}$	50 min	MAPA	24 h			NS (média 24h, sono e vigília)	-	
<hr/>													
Bennett et al. ⁷⁶	Hipertensos (31-62 anos)	M	7	Esteira ergométrica	FC entre 125-135 bpm	50 min (intermitente 5X10)	Auscultatório	90 min			↓PAS e PAD em todo período	-	
Blanchard et al. ³²	Hipertensos (44±1 anos)	M	47	Cicloergômetro	40% e 60% $\dot{V}O_{2máx}$	40 min	MAPA	14 h			↓PAS (40% e 60% $\dot{V}O_{2máx}$) ↓PAD (40% $\dot{V}O_{2máx}$)	-	
Bhammar et al. ¹⁰⁴	Hipertensos (28±8 anos)	M/F	11	Esteira ergométrica	60-65% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	MAPA	24h			↓PAS na média de 24h	-	
Brownley et al. ⁷⁷	Hipertensos (34±2 anos)	M/F	11	Cicloergômetro	60%-70% $FC_{máx}$	20 min	MAPA	24 h			↓PAS, PAD e PAM durante 5h.	-	
Ciolac et al. ⁷⁸	Hipertensos (46±8 anos)	M/F	50	Cicloergômetro	60% da $FC_{reserva}$	40 min	MAPA	24 h			↓PAS, PAD e PAM (média 24h)	-	
Ciolac et al. ⁷⁹	Hipertensos (48±7 anos)	M/F	26	Cicloergômetro	60% da $FC_{reserva}$	40 min	MAPA	24 h			↓PAS, PAD e PAM (média 24h)	-	
Ciolac et al. ⁷⁹	Hipertensos (44±9 anos)	M/F	26	Cicloergômetro	50% (2min) e 80% (1min) da	40 min	MAPA	24 h			↓PAS e PAM (média 24h)	-	

					FC _{reserva}					
Cleroux et al. ⁸⁰	Hipertensos (44±2 anos)	M/F	13	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	Auscultatório	90 min	↓PAS, PAD e PAM em todo período	↓da resistência vascular periférica e noradrenalina; ↑ do débito cardíaco
Eicher et al. ⁸¹	Hipertensos (44±1 anos)	M	45	-	40% $\dot{V}O_{2pico}$	-	MAPA	-	↑PAS e ↓PAD	-
Eicher et al. ⁸¹	Hipertensos (44±1 anos)	M	45	-	60% $\dot{V}O_{2pico}$	-	MAPA	-	↓PAS e ↓PAD	-
Eicher et al. ⁸¹	Hipertensos (44±1 anos)	M	45	-	100% $\dot{V}O_{2pico}$	-	MAPA	-	↑PAS e ↓PAD	-
Floras et al. ⁸²	Hipertensos (25±1 anos)	M	14	Esteira ergométrica	70% da FC _{reserva}	45 min	Auscultatório	60 min	↓PAS	↓ atividade simpática
Floras et al. ⁸³	Hipertensos (adultos)	-	5	-	70% da FC _{reserva}	45 min	-	60 min	↓PA	↓ do débito cardíaco e ↑ da resistência vascular periférica
Forjaz et al. ²¹	Hipertensos (36±2 anos)	M/F	23	Cicloergômetro	50% do $\dot{V}O_{2pico}$	45 min	MAPA	24 h	NS	-
Guidry et al. ⁸⁴	Hipertensos (45±1 anos)	M	22	Cicloergômetro	60% do $\dot{V}O_{2máx}$	15 e 30 min	MAPA	≈12 h	↓PAS por 9h; ↓PAD por 3h.	-
Guidry et al. ⁸⁴	Hipertensos (45±1 anos)	M	22	Cicloergômetro	40% do $\dot{V}O_{2máx}$	15 e 30 min	MAPA	≈12 h	↓PAS por 9h; ↓PAD por 3h.	-
Hagberg et al. ⁸⁵	Hipertensos (64±2 anos)	M/F	24	Esteira ergométrica	Intermitente 50% $\dot{V}O_{2máx}$	45 min (3X15 min)	Auscultatório	60 min	↓PAS aos 50 min	↓ débito cardíaco e ↑ da resistência vascular periférica
Hagberg et al. ⁸⁵	Hipertensos (64±3 anos)	M/F	24	Esteira ergométrica	Intermitente 70% $\dot{V}O_{2máx}$	45 min (3X15 min)	Auscultatório	180 min	↓PAS por 120 min e ↓PAD por 75 min	↓ débito cardíaco e ↑ da resistência vascular periférica
MacDonald et al. ⁸⁶	Hipertensos (25±5 anos)	M/F	11	Cicloergômetro	70% do $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	Intra-arterial	90 min	↓PAS por 60 min	-
Moraes et al. ¹⁹	Hipertensos (44±3 anos)	M	10	Cicloergômetro	70% da FC _{reserva}	35 min	Auscultatório	60 min	↓PAS e PAM aos 45 e 60 min; ↓PAD aos 60	↑ da atividade da calcineína
Mota et al. ⁸⁷	Hipertensos (43±2 anos)	M/F	15	Esteira ergométrica	70%-80% da FC _{reserva}	20 min	Oscilométrico automático	60 min (repouso) e 7h (ambulatorial)	↓PAS e PAM até 60 min ↓PAM após 4h	-
New et al. ¹⁰⁵	Hipertensos (50±8 anos)	M	9	Cicloergômetro	75% do $\dot{V}O_{2pico}$	30 min	Finapress	120 min	↓PAS	↓ da resistência vascular periférica
Pescatello et al. ²⁰	Hipertensos (44±4 anos)	M	6	Cicloergômetro	40% e 70% do $\dot{V}O_{2máx}$	30 min	MAPA	13 h	↓PAS no momento 1h, 2h, 7h e 11h; ↓PAD entre 2h-12h; ↓PAM em todo período	-

Pescatello et al. ⁴⁴	Hipertensos (44±1 anos)	M	49	Cicloergômetro	40% e 60% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	30 min	MAPA	9 h	↓PAS durante todo período (em ambas intensidades); ↓PAD por 5h. (60% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$)	-
Pescatello et al. ⁷³	Hipertensos (38±2 anos)	F	7	Cicloergômetro	60% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	30 min	MAPA	7 h	↓PAS, PAD e PAM durante 7h	↓ da resistência vascular periférica; ↑ do débito cardíaco
Pescatello et al. ⁸⁸	Hipertensos (44±1 anos)	M	50	Cicloergômetro	40% e 60% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	30 min	MAPA	10 h	↓PAD durante todo período (em ambas intensidades)	-
Pontes et al. ⁸⁹	Hipertensos (40±1 anos)	M/F	16	Esteira ergométrica e caminhada/corrida aquática	50% do $\dot{V}O_{2p\acute{i}co}$	45 min	Auscultatório	90 min	↓PAS e PAM em todo período e PAD por 60 min. em ambos protocolos	-
Quinn ⁹⁰	Hipertensos (41±9 anos)	M	8	Esteira ergométrica	50% e 75% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	30 min	MAPA	24 h	↓PAS e PAD por 3h. (50% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$); ↓PAS e PAD por 6h. (75% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$)	-
Quinn ⁹⁰	Hipertensos (44±7 anos)	F	8	Esteira ergométrica	50% e 75% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	30 min	MAPA	24 h	↓PAS e PAD por 1h. (50% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$); ↓PAS por 12h. e PAD por 6h. (75% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$)	-
Rondon et al. ⁹¹	Hipertensos (69±2 anos)	M/F	16	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2p\acute{i}co}$	45 min	MAPA	22 h	↓PAS, PAD e PAM	↓ do débito cardíaco; estabilização da resistência vascular periférica
Rondon et al. ⁹¹	Hipertensos (69±2 anos)	M/F	23	Cicloergômetro	50% $\dot{V}O_{2p\acute{i}co}$	45 min	Auscultatório	90 min	↓PAS, PAD e PAM durante todo período	↓ do débito cardíaco; estabilização da resistência vascular periférica
Rueckert et al. ⁹²	Hipertensos (50±2 anos)	M/F	18	Esteira ergométrica	70% $FC_{reserva}$	45 min	Auscultatório	120 min	↓PAS e PAM durante todo período; ↓PAD aos 10, 20 e 120 min	↓ da resistência vascular periférica; ↓ do débito cardíaco
Syme et al. ⁹³	Hipertensos (44±1 anos)	M	50	Cicloergômetro	40% e 60% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	30 min	MAPA	24 h	↓PAS e ↓PAD	-
Taylor-Tolbert et al. ⁹⁴	Hipertensos (60±2 anos)	M	11	Esteira ergométrica	70% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ (intermitente)	45 min (3X15min)	MAPA	24 h	↓PAS durante 16h; ↓PAS e PAD durante 12 h.	-
Wallace et al. ⁷⁵	Hipertensos (48±12 anos)	M/F	25	Esteira ergométrica	50% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ (intermitente)	50 min. (5X10min)	MAPA	24 h	NS	-
Wallace et al. ³³	Hipertensos (48±12 anos)	M/F	21	Esteira ergométrica	50% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	50 min. (5X10min)	MAPA	24 h	↓PAS e PAD durante todo período	-

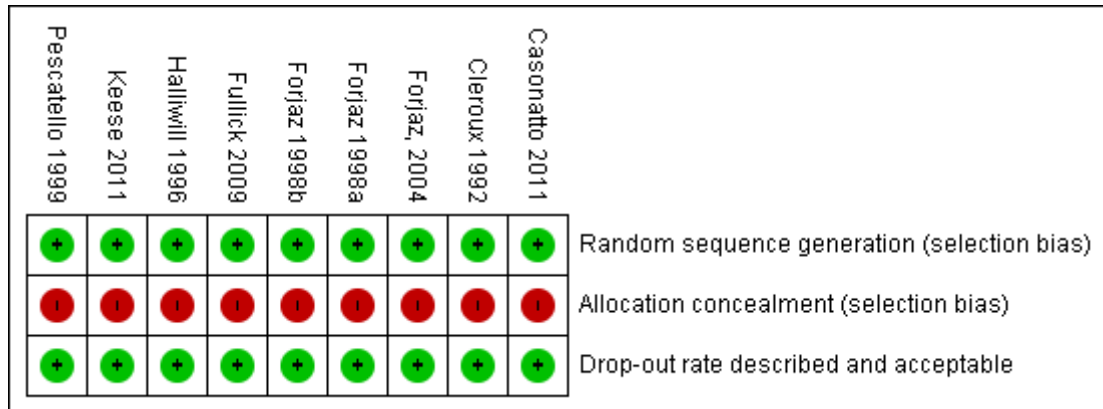
Wilcox et al. ⁹⁵	Hipertensos (31-65 anos)	M	10	Esteia ergométrica	(intermitente) ≈120 bpm	50 min. (5X10min)	Auscultatório	30 min	↓PAS e PAD em todo período	-
-----------------------------	-----------------------------	---	----	-----------------------	----------------------------	----------------------	---------------	--------	-------------------------------	---

ACR = Aptidão Cardiorrespiratória; MAPA = Monitorização ambulatorial da pressão arterial; SRAA = Sistema renina-angiotensina-aldosterona; NS = efeito não significativo; * = Sujeitos portadores de diabetes tipo II; PNA = peptídeo natriurético atrial; LL = Limiar de lactato; †= Somente indivíduos brancos; ‡= Somente indivíduos negros; ** = Amostra de normotensos e hipertensão estágio 1;

Risco de viés nos estudos

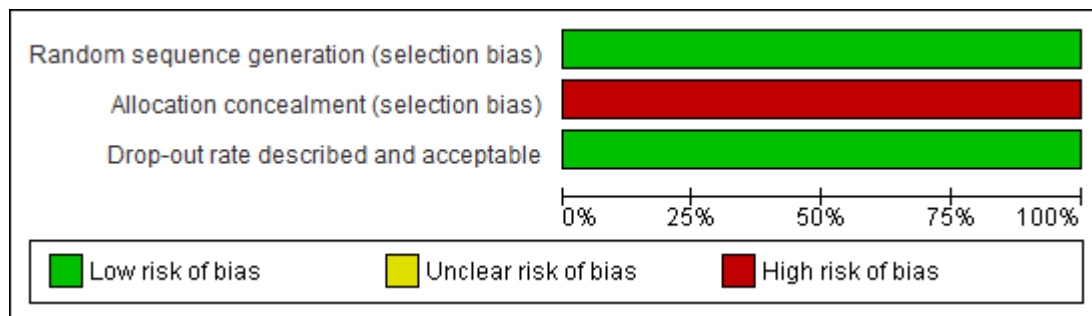
As Figuras 2 e 3 apresentam o risco de viés dos estudos inseridos na metanálise.

Figura 2 – Plotagem gráfica do risco de viés individual (*RevMan 5.1*).



Cor verde= baixo risco de viés; Cor vermelha= alto risco de viés. Random sequence generation= aleatorização; Allocation concealment= ocultação da alocação; Drop-out rate describe and acceptable= taxa de abandono da amostra descrita e aceitável.

Figura 3 – Plotagem gráfica do risco de viés geral (*RevMan 5.1*).



Cor verde= baixo risco de viés; Cor vermelha= alto risco de viés. Random sequence generation= aleatorização; Allocation concealment= ocultação da alocação; Drop-out rate describe and acceptable= taxa de abandono da amostra descrita e aceitável.

A concordância geral entre os avaliadores dos indicadores de vieses foi boa. Na sequência, são apresentados os valores detalhados (Tabela 2).

Tabela 2 – Indicadores de concordância da avaliação do risco de viés inter-avaliadores.

Componentes de avaliação do risco de viés	%	K
Aleatorização	93,1	0,47
Ocultação da alocação	89,6	0,53
Taxa de abandono	100	1
Geral	94,2	0,66

%= percentual de concordância entre os avaliadores; K= índice Kappa; P= índice de significância.

As Figuras de 4 a 7 apresentam os efeitos agudos pós-exercício (60 min e 90 min) na pressão arterial sistólica e diastólica de indivíduos normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbio.

Foram identificados efeitos hipotensivos significantes aos 60 min pós-exercício (sistólica e diastólica) e aos 90 min (diastólica) nos indivíduos sedentários. Nos indivíduos ativos identificaram-se efeitos hipotensores significativos aos 60 min (sistólica e diastólica) e aos 90 min (sistólica).

Não houve diferenças na HPE entre os sujeitos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbio. Devido a falta de estudos que se adequassem aos critérios estabelecidos, não foi possível a realização de metanálises envolvendo população hipertensa e normotensa no momento 24 h pós exercício.

A Tabela 3 apresenta as análises de subgrupo para o efeito do exercício aeróbio na resposta pressórica aos 60 min pós-exercício segundo o estado clínico (normotenso e hipertenso), duração e intensidade da sessão de exercício. Nesse sentido, a realização de uma única sessão de exercício aeróbio promoveu efeito hipotensor significativo em todas as circunstâncias analisadas, independente do estado clínico (normotensos x hipertensos), duração e intensidade da sessão. No entanto, os sujeitos classificados como hipertensos apresentaram maior magnitude de HPE quando comparados aos seus pares normotensos. Essa diferença foi identificada pela não sobreposição do tamanho do efeito e seus respectivos intervalos de confiança para os valores de pressão arterial diastólica.

Metanálises

Figura 4 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício aeróbico na pressão arterial sistólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbico. EA= Exercício aeróbico.

Sedentário (Não praticante de EA)

Ativo (Praticante de EA)

Comparação

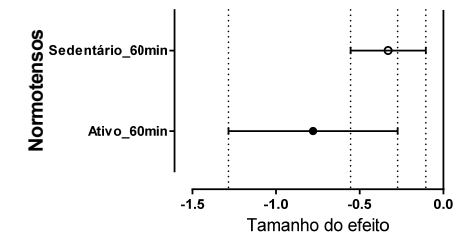
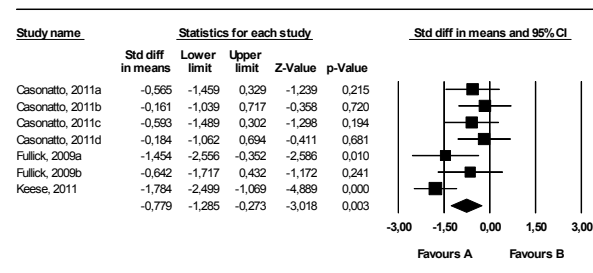
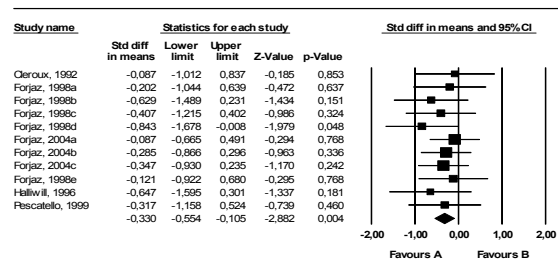


Figura 5 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício aeróbico na pressão arterial diastólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbico. EA= Exercício aeróbico.

Sedentário (Não praticante de EA)

Ativo (Praticante de EA)

Comparação

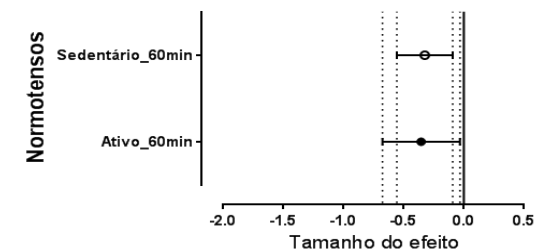
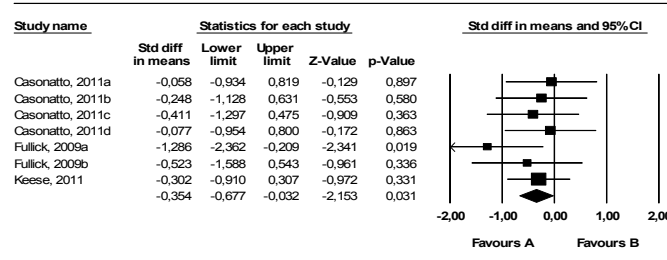
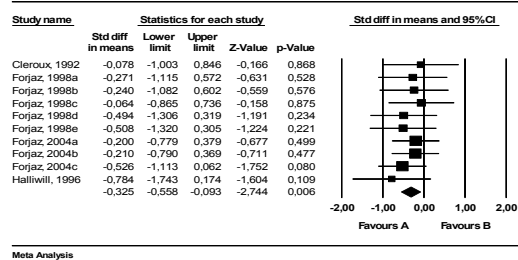
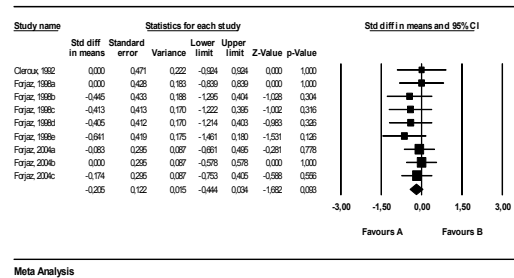
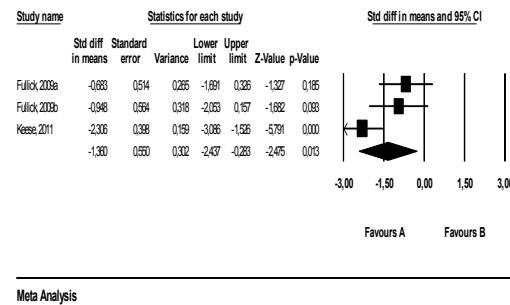


Figura 6 – Efeito após 90 min de uma única sessão de exercício aeróbico na pressão arterial sistólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbico. EA= Exercício aeróbico.

Sedentário (Não praticante de EA)



Ativo (Praticante de EA)



Comparação

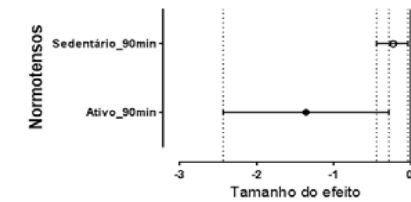
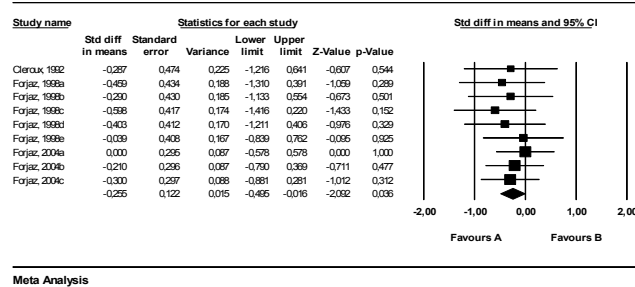
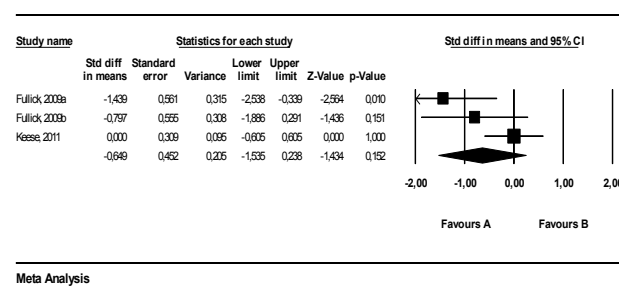


Figura 7 – Efeito após 90 min de uma única sessão de exercício aeróbico na pressão arterial diastólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício aeróbico. EA= Exercício aeróbico.

Comparação



Sedentário (Não praticante de EA)



Ativo (Praticante de EA)

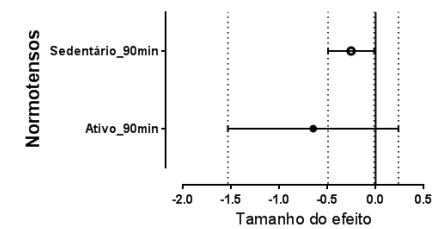


Tabela 3 – Análises de subgrupo para o efeito do exercício aeróbio na resposta pressórica aos 60min pós-exercício utilizando modelo de efeito aleatório.

	PA Sistólica		PA Diastólica	
	N	Tamanho do Efeito (IC 95%)	N	Tamanho do Efeito (IC 95%)
Estado clínico				
Normotensos	18	-0,49 (-0,70 a -0,27)	17	-0,33 (-0,52 a -0,15)
Hipertensos	8	-1,07 (-1,50 a -0,63)	7	-1,24 (-1,61 a -0,87)
Duração da sessão				
≤30min	12	-0,59 (-0,86 a -0,31)	10	-0,87 (-1,31 a -0,43)
>30min	14	-0,68 (-1,01 a -0,35)	14	-0,41 (-0,61 a -0,21)
Intensidade				
≤60%VO ₂ max/pico	19	-0,54 (-0,76 a -0,31)	17	-0,47 (-0,68 a -0,26)
>60%VO ₂ max/pico	7	-0,91 (-1,42 a -0,40)	7	-0,77 (-1,24 a -0,30)

PA= pressão arterial.

Risco de viés de publicação

A plotagem em funil incluindo o teste de regressão de *Egger's* não sugere a existência de viés de publicação para as diferentes metanálises ($P>0,10$).

Figura 8 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 4 - Normotensos – 60 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,23$) X Ativo (B – $P=0,44$).

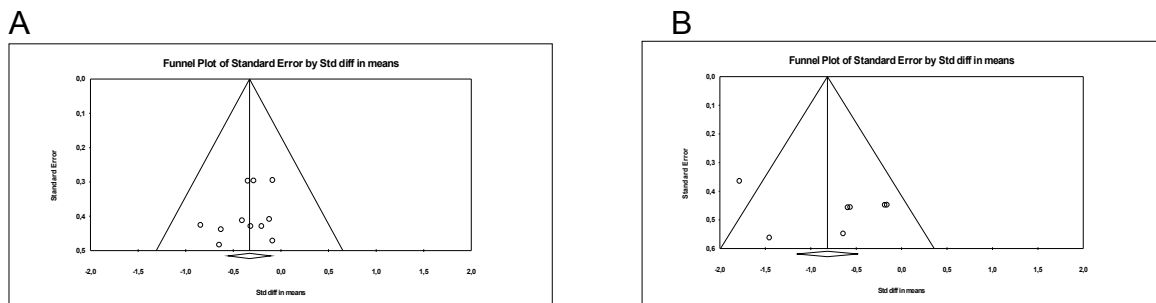


Figura 9 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 5 - Normotensos – 60 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,68$) X Ativo (B – $P=0,31$).

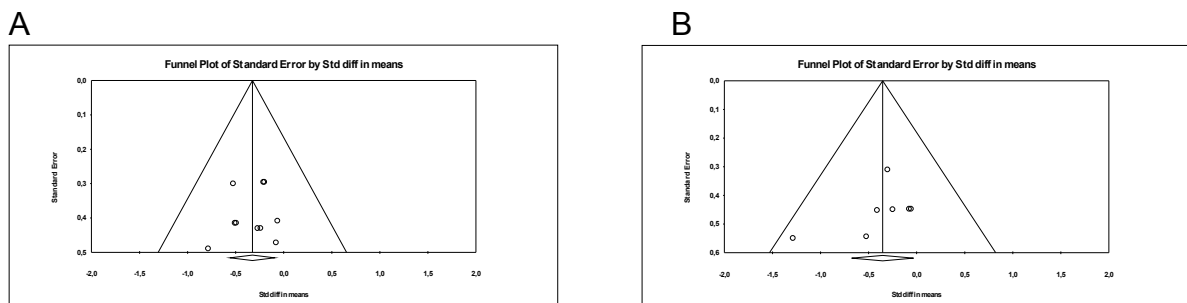


Figura 10 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 6 - Normotensos – 90 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,19$) X Ativo (B – $P=0,24$).

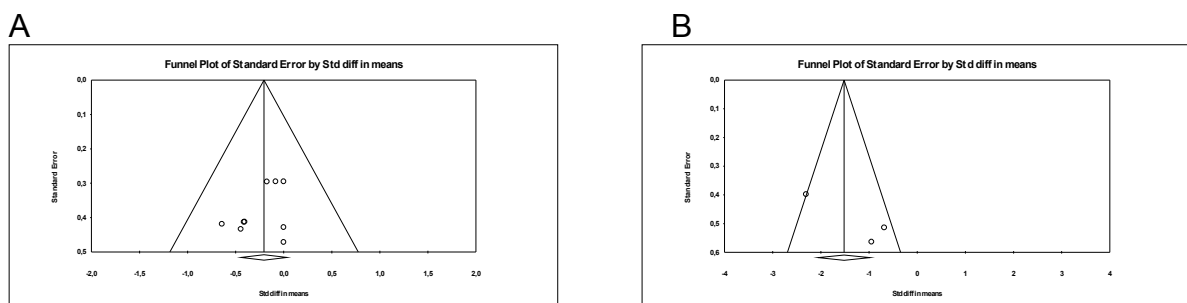
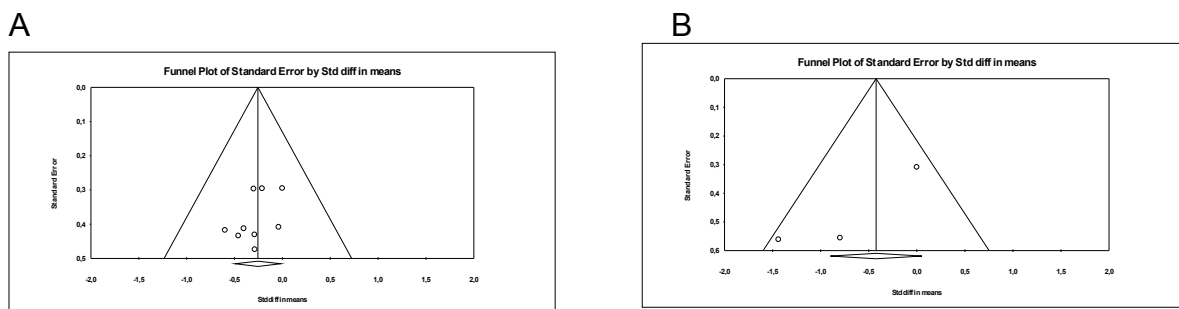


Figura 11 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 7 - Normotensos – 90 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,18$) X Ativo (B – $P=0,21$).



Discussão

Os próximos tópicos se propõem a discutir quantitativamente (duração e magnitude) as respostas pressóricas pós-exercício em normotensos e hipertensos segundo o nível de aptidão cardiorrespiratória.

Normotenso: duração/magnitude

Para que a HPE possua significado clínico importante é preciso que a queda pressórica possua magnitude e duração significativa. Nesse sentido, a maioria dos estudos evidencia queda pressórica que muitas vezes não perdura por longo período. Dessa forma geral, as investigações conduzidas com sujeitos que possuem elevada aptidão cardiorrespiratória acompanharam a resposta pressórica por 60 min após a sessão de exercício^{22, 28, 39, 41, 45, 51, 59, 65, 99}. Dentre os estudos encontrados, alguns pesquisadores demonstraram que a HPE não perdura por mais de 30 min em indivíduos treinados aerobiamente²⁸. Por outro lado, vários estudos que acompanharam a resposta pressórica nessa população por 60 min identificaram quedas até o período final de monitorização^{22, 39, 41, 45, 51, 59, 65}.

Em se tratando de indivíduos treinados aerobiamente, os poucos estudos que monitoraram a resposta pressórica por mais de duas horas^{60, 61} identificaram duração do efeito hipotensor pós-exercício de nove⁶⁰ e 12 horas⁶¹. Nesse sentido, é possível concluir que a duração da HPE em normotensos treinados aerobiamente pode perdurar por várias horas, no entanto ainda são raras as

investigações que monitoraram a pressão arterial por longo período nessa população.

Em relação à magnitude de queda da pressão arterial, os estudos apontam uma variação significativa entre normotensos treinados aerobiamente. Alguns pesquisadores demonstram queda na pressão arterial média em torno de 10 mmHg⁶⁴, enquanto outros identificaram reduções mais discretas próximas a 4 mmHg⁶². Hipoteticamente essa variação entre os estudos pode estar relacionada à diversidade dos protocolos de exercício adotados, especialmente no que tange a intensidade, uma vez que existem estudos que utilizaram protocolos de alta intensidade (igual ou superior a 70% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$)^{31, 39, 41, 46, 59, 61, 100} e também com baixa intensidade (igual ou inferior a 50% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$)^{60, 65}.

Além disso, é comum a duração das sessões de exercício também variar, uma vez que foram identificados estudos que utilizaram sessões de exercício com duração de 15 min²², enquanto outras investigações utilizaram sessões com até 60 min de duração^{51, 60, 63, 64}. Desse modo, ainda não é possível estabelecer relação de causa efeito entre as variáveis de prescrição de exercício e magnitude/duração da HPE em indivíduos treinados aerobiamente.

Em relação às respostas pressóricas pós-exercício em população normotensa não treinada aerobiamente, verificou-se a existência de uma maior quantidade de estudos que monitoraram por mais de duas horas a resposta da pressão arterial pós-exercício^{20, 21, 29, 32, 33, 37, 44, 47, 68, 72, 73, 75, 77}. Alguns não identificaram ocorrência da HPE^{33, 47, 73, 75, 77, 87}. Por outro lado, a maior parte dos estudos de acompanhamento pós-exercício superior a duas horas têm identificado pelo menos alguma redução da pressão arterial^{20, 21, 29, 32, 37, 44, 47, 68, 72}.

Hipertenso: duração/magnitude

A HPE tem sido identificada tanto em hipertensos com alta^{50, 66, 67}, quanto naqueles que apresentam baixa aptidão cardiorrespiratória^{19, 20, 32, 44, 73, 75-95}. Vale destacar que são raros os estudos envolvendo população hipertensa praticante de exercício aeróbio^{50, 66, 67} e nenhuma das investigações acompanhou as respostas pressóricas pós-exercício por período superior a duas horas, o que limita as inferências sobre possíveis diferenças no que tange aos impactos da aptidão cardiorrespiratória na HPE nessa população. De qualquer forma, as investigações

envolvendo hipertensos com boa aptidão cardiorrespiratória demonstraram queda pressórica durante todo o período de monitorização pós-exercício, sugerindo que a HPE pode perdurar por longo período nesses indivíduos. Em relação à magnitude, foram identificadas reduções médias de 12 mmHg para a pressão arterial sistólica, 7 mmHg para pressão arterial diastólica⁵⁰ e de 5-8 mmHg para na pressão arterial média mensurada de forma direta⁶⁷.

Foram encontrados vários estudos que acompanharam as respostas pressóricas pós-exercício por período superior a duas horas em indivíduos hipertensos classificados como portadores de baixa aptidão cardiorrespiratória^{20, 21, 32, 33, 44, 73, 75, 77-79, 84, 85, 87, 88, 90, 91, 93, 94}, porém somente dois estudos não identificaram queda pressórica pós-exercício^{21, 75}. As investigações têm identificado reduções que perduram por mais de 12 horas, havendo aqueles que demonstraram reduções de até 24 horas^{33, 78, 79, 93}.

Nesse sentido, a magnitude da HPE em hipertensos com baixa aptidão cardiorrespiratória tem apresentado grande variabilidade (5 mmHg³² a 20 mmHg^{85, 86} para pressão arterial sistólica e 4 mmHg^{85, 87} a 10 mmHg⁸⁶ para pressão arterial diastólica). De modo geral, as reduções médias giram em torno de 10 mmHg para pressão arterial sistólica e 5 mmHg para pressão arterial diastólica. Vale ressaltar que a magnitude da HPE tende a ser maior naqueles sujeitos que apresentam valores mais elevados na pressão arterial de repouso²¹.

Prática regular de exercício aeróbio – Metanálises

O principal objetivo desse trabalho foi aplicar o modelo meta-analítico para determinar o efeito da prática regular de exercícios aeróbios sobre a resposta pressórica aguda em normotensos e hipertensos. Considerando os critérios adotados, não foi possível constituir análises de sujeitos hipertensos.

Isoladamente, o efeito HPE foi verificado em praticantes regulares de atividade aeróbia, e também naqueles não praticantes, classificados como fisicamente ativos e sedentários, respectivamente. Por outro lado, a magnitude da HPE não parece ser modulada pela prática regular de exercício aeróbio.

Quanto aos mecanismos, a literatura tem demonstrado que a ocorrência da redução aguda da pressão arterial parece estar atrelada à queda da resistência vascular periférica^{35, 37, 52}. Por outro lado, também é conhecido que o

treinamento físico promove aumento na capacidade vasodilatadora⁵³ e na regulação da pressão arterial¹⁰⁶ podendo inibir a queda pressórica em indivíduos treinados. Inversamente, na presente análise os indivíduos ativos apresentaram tamanho de efeito “moderado” (-0,779) e “grande” (-1,360), enquanto que seus pares sedentários obtiveram efeito “pequeno” (-0,330) e “não significativo”, para pressão arterial sistólica aos 60 min e 90 min respectivamente.

São raros na literatura a existência de estudos que buscaram comparar diretamente a magnitude dos efeitos pressóricos agudos pós-exercício entre ativos e sedentários, analisando mecanismos envolvidos. Nesse sentido, Senitko et al.⁵¹ estudaram sujeitos de ambos os sexos ativos e sedentários, sendo verificada a ocorrência da HPE em todos os grupos. Os indivíduos sedentários e as mulheres ativas apresentaram redução na resistência vascular periférica. Surpreendentemente, os homens ativos apresentaram queda no débito cardíaco, sendo que a resistência vascular periférica não alterou de maneira significativa. Dessa forma, os mecanismos responsáveis pela HPE em ativos e sedentários podem ser distintos.

Estado clínico – Metanálise

Os indivíduos hipertensos apresentaram maior efeito hipotensor pós-exercício quando comparado à seus pares normotensos, evidenciado pelos valores apresentados na pressão arterial diastólica. Além disso, o tamanho do efeito para os estudos envolvendo população hipertensa foi “grande”, tanto nos valores de pressão arterial sistólica (-1,07), quanto para diastólica (-1,24), enquanto que aquelas análises envolvendo sujeitos normotensos apresentaram tamanho de efeito “pequeno” (-0,49 e -0,33), respectivamente.

A duração da HPE em normotensos também parece ser menor^{21, 34}. Isso pode ser explicado pelo fato do débito cardíaco em indivíduos normotensos estar elevado, enquanto que em hipertensos o débito cardíaco reduz⁸³. Pode-se especular que essa diferença entre hipertensos e normotensos esteja atrelada ao fato de que indivíduos hipertensos apresentem, em geral, deficiência em moduladores da resistência vascular periférica. Assim, como mecanismo de compensação, o sistema nervoso autônomo atuaria em função de reduzir a pressão

arterial via débito cardíaco. Porém, vale destacar que alguns estudos também verificaram redução da resistência periférica total no momento pós-exercício^{42, 49, 80}.

Duração da sessão de exercício – Metanálise

Independentemente de outros fatores, a duração da sessão não parece ser fator preponderante para modulação da magnitude de queda da pressão arterial. Os resultados da presente investigação demonstraram similaridades no tamanho de efeito hipotensor agudo entre aquelas investigações que submeteram os indivíduos a sessões com até 30 min de duração e aquelas com protocolos de exercícios superiores a 30 min.

Na literatura a HPE tem sido observada após exercícios de curta³⁰ (10 min) e longa duração¹⁰⁷ (170 min). Algumas pesquisas comparam diretamente diferentes durações do esforço sobre a HPE em humanos com pressão arterial normal^{24, 30, 31, 76} e elevada^{30, 76, 84, 108}. Alguns pesquisadores também estudaram o efeito da duração do exercício em sujeitos fisicamente ativos³¹ e em cobaias¹⁰⁹. Analisando tais estudos, foram identificados experimentos que demonstram que uma sessão de exercícios com maior duração potencializa tanto a magnitude^{24, 31, 76, 108, 109} quanto à duração^{24, 31, 108, 109} do efeito hipotensor pós-exercício. Tais resultados, em geral, são atribuídos ao aumento das respostas neurais e hormonais decorrentes da exposição ao estresse fisiológico provocado pela prática de uma sessão mais prolongada de exercício físico.

Por outro lado, outras investigações não apontaram impacto da duração do exercício sobre a magnitude ou duração da HPE em normotensos³⁰ e hipertensos^{30, 84}, corroborando com a presente análise.

Intensidade da sessão de exercício – Metanálise

A intensidade da sessão de exercício é outra variável que aparentemente não exerce influência sobre a magnitude dos efeitos hipotensores agudos pós-exercício. Na presente investigação foram identificados efeitos pequenos (baixa intensidade) e moderados (alta intensidade) sem diferença estatisticamente significativa.

Na literatura, estudos que empregaram intensidades relativamente baixas^{21, 24, 110} ou que utilizaram intensidades elevadas^{30, 46, 67}, demonstraram HPE em normotensos^{21, 24, 30, 46} e em hipertensos^{21, 30, 67, 110}. Além disso, estudos que realizaram comparações diretas da intensidade do exercício indicam que a hipotensão pode ocorrer independentemente da intensidade, tanto em normotensos^{23, 25, 31, 38-40} quanto em hipertensos⁴⁴.

Porém vale ressaltar que os resultados das investigações são conflitantes quanto à magnitude e duração da redução pressórica aguda em função da intensidade da sessão de exercício. Alguns experimentos mostraram que exercícios de intensidade elevada produzem maior magnitude^{31, 38-40} e duração^{38, 40} da HPE quando comparados àqueles protocolos de intensidade moderada. No entanto, outras investigações, corroborando com a presente análise, não encontraram diferenças na magnitude e na duração da hipotensão geradas pela intensidade em sujeitos normotensos^{23, 25} e hipertensos⁴⁴.

Implicações para a prática

Os ajustes fisiológicos agudos decorrentes da realização de uma única sessão de exercício promovem redução da pressão arterial tanto em indivíduos sedentários, quanto em ativos fisicamente, uma vez que os benefícios gerados logo após a realização da sessão de exercício aeróbio não são diferentes. Assim, tanto indivíduos treinados, quanto aqueles não treinados fisicamente podem obter os efeitos hipotensores agudos decorrentes da realização de exercícios físicos de característica aeróbia.

Implicações para futuras pesquisas

De forma geral, os desenhos metodológicos dos estudos que envolvem ajustes cardiovasculares agudos oriundos da prática de exercício apresentam sistematização distinta, o que prejudica as comparações e análises combinadas e integradas dos resultados obtidos, dificultando o entendimento do fenômeno. Nesse sentido, é necessário que os desenhos metodológicos sejam construídos de forma que permitam a comparação com estudos desenvolvidos previamente.

Além disso, existe uma quantidade relativamente pequena de estudos envolvendo população hipertensa, principalmente com sujeitos fisicamente ativos, uma vez que esse extrato populacional é mais raro. Por fim, os estudos futuros devem ter como foco a avaliação contínua da pressão arterial ao longo do acompanhamento pós-exercício, nesse sentido, a utilização de valores médios pós-exercício, obtidos por meio de uma maior frequência de avaliações durante o período de análise, pode traduzir melhor o comportamento cardiovascular ao longo do tempo.

Limitações

A ausência de uma característica metodológica comum dos estudos envolvendo respostas agudas impede a comparação entre a maioria das investigações. Além disso, os estudos não cumprem critérios típicos de ensaios clínicos com baixo risco de viés, como ocultação da alocação, mascaramento do avaliador e análise por intenção de tratar.

Vale destacar que devido aos critérios metodológicos adotados no presente estudo, não foi possível combinar, integrar e comparar o efeito da prática regular de exercício aeróbio sobre as respostas pressóricas pós-exercício em sujeitos hipertensos. Adicionalmente, o comportamento cardiovascular pós-exercício precisa ser compreendido no seu contínuo, sendo que as análises do presente estudo abordaram os ajustes ocorridos em momentos específicos.

Conclusão

A ocorrência da HPE tem sido identificada tanto em indivíduos com alta quanto com baixa aptidão cardiorrespiratória. No entanto, os mecanismos relacionados à redução pressórica pós-exercício parecem ser distintos em sujeitos normotensos.

Não foi identificado um padrão de magnitude e duração da HPE, pois os estudos disponíveis apresentam grande variabilidade de respostas. Devido a isso, não é possível estabelecer uma relação segura de causa e efeito para HPE no que tange às variáveis de prescrição de exercício.

Sujeitos hipertensos tendem a apresentar maior magnitude e duração de HPE, no entanto, assim como para normotensos, não foi identificado um padrão para a redução pressórica pós-exercício. Além disso, são poucos os estudos que buscaram investigar os mecanismos associados à HPE e não foram encontrados estudos que analisaram mecanismos atrelados a HPE em hipertensos com alta aptidão cardiorrespiratória. Nesse sentido, não é possível estabelecer relações entre os fatores fisiológicos relacionados à HPE em hipertensos com diferentes níveis de condicionamento físico.

Verifica-se por meio do agrupamento e análises aplicadas no presente estudo, que a realização de uma única sessão de exercício de característica aeróbia promove redução aguda da pressão arterial, tanto em sujeitos praticantes regulares, quanto naqueles não praticantes de exercício físico. Além disso, é possível concluir que a magnitude da HPE não é diferente entre sedentários e ativos.

Por fim, as análises de subgrupo demonstraram que sujeitos hipertensos apresentam maior magnitude de HPE quando comparados aos seus pares normotensos. Verificou-se também que a duração e a intensidade da sessão de exercício não modula a magnitude do efeito hipotensor.

Referências

1. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):533-53.
2. Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, Whelton PK, He J. Worldwide prevalence of hypertension: a systematic review. *J Hypertens.* 2004;22(1):11-9.
3. Grover SA, Coupal L, Lowensteyn I. Determining the cost-effectiveness of preventing cardiovascular disease: are estimates calculated over the duration of a clinical trial adequate? *Can J Cardiol.* 2008;24(4):261-6.
4. Bakhai A. How to cost cardiovascular care. *Heart.* 2008;94(5):549-51.
5. Cornelissen VA, Buys R, Smart NA. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens.* 2013;31(4):639-48.

6. Cornelissen VA, Fagard RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*. 2005;46(4):667-75.
7. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2013;2(1):e004473.
8. Kelley G, McClellan P. Antihypertensive effects of aerobic exercise. A brief meta-analytic review of randomized controlled trials. *Am J Hypertens*. 1994;7(2):115-9.
9. Kelley G, Tran ZV. Aerobic exercise and normotensive adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(10):1371-7.
10. Kelley GA. Aerobic exercise and resting blood pressure among women: a meta-analysis. *Prev Med*. 1999;28(3):264-75.
11. Kelley GA, Kelley KA, Tran ZV. Aerobic exercise and resting blood pressure: a meta-analytic review of randomized, controlled trials. *Prev Cardiol*. 2001;4(2):73-80.
12. Kelley GA, Kelley KS. Aerobic exercise and resting blood pressure in women: a meta-analytic review of controlled clinical trials. *J Womens Health Gend Based Med*. 1999;8(6):787-803.
13. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Walking and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *Prev Med*. 2001;33(2 Pt 1):120-7.
14. Kelley GA, Sharpe Kelley K. Aerobic exercise and resting blood pressure in older adults: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(5):M298-303.
15. Cornelissen VA, Fagard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens*. 2005;23(2):251-9.
16. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*. 2011;58(5):950-8.
17. Kelley G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *J Appl Physiol*. 1997;82(5):1559-65.
18. Kelley GA, Kelley KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure : A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*. 2000;35(3):838-43.
19. Moraes MR, Bacurau RF, Ramalho JD, Reis FC, Casarini DE, Chagas JR, et al. Increase in kinins on post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive volunteers. *Biol Chem*. 2007;388(5):533-40.

20. Pescatello LS, Fargo AE, Leach CN, Jr., Scherzer HH. Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure. *Circulation*. 1991;83(5):1557-61.
21. Forjaz CL, Tinucci T, Ortega KC, Santaella DF, Mion D, Jr., Negrao CE. Factors affecting post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive humans. *Blood Press Monit*. 2000;5(5-6):255-62.
22. MacDonald JR, MacDougall JD, Interisano SA, Smith KM, McCartney N, Moroz JS, et al. Hypotension following mild bouts of resistance exercise and submaximal dynamic exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;79(2):148-54.
23. MacDonald J, MacDougall J, Hogben C. The effects of exercise intensity on post exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. 1999;13(8):527-31.
24. Forjaz CL, Santaella DF, Rezende LO, Barretto AC, Negrao CE. [Effect of exercise duration on the magnitude and duration of post-exercise hypotension]. *Arq Bras Cardiol*. 1998;70(2):99-104.
25. Forjaz CL, Matsudaira Y, Rodrigues FB, Nunes N, Negrao CE. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. *Braz J Med Biol Res*. 1998;31(10):1247-55.
26. Headley SA, Claiborne JM, Lottes CR, Korba CG. Hemodynamic responses associated with post-exercise hypotension in normotensive black males. *Ethn Dis*. 1996;6(1-2):190-201.
27. Harvey PJ, Morris BL, Kubo T, Picton PE, Su WS, Notarius CF, et al. Hemodynamic after-effects of acute dynamic exercise in sedentary normotensive postmenopausal women. *J Hypertens*. 2005;23(2):285-92.
28. Birch K, Cable N, George K. Combined oral contraceptives do not influence post-exercise hypotension in women. *Exp Physiol*. 2002;87(5):623-32.
29. Terziotti P, Schena F, Gulli G, Cevese A. Post-exercise recovery of autonomic cardiovascular control: a study by spectrum and cross-spectrum analysis in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2001;84(3):187-94.
30. MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercise duration on post-exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. 2000;14(2):125-9.
31. Jones H, George K, Edwards B, Atkinson G. Is the magnitude of acute post-exercise hypotension mediated by exercise intensity or total work done? *Eur J Appl Physiol*. 2007;102(1):33-40.
32. Blanchard BE, Tsongalis GJ, Guidry MA, LaBelle LA, Poulin M, Taylor AL, et al. RAAS polymorphisms alter the acute blood pressure response to aerobic exercise among men with hypertension. *Eur J Appl Physiol*. 2006;97(1):26-33.

33. Wallace JP, Bogle PG, King BA, Krasnoff JB, Jastremski CA. The magnitude and duration of ambulatory blood pressure reduction following acute exercise. *J Hum Hypertens*. 1999;13(6):361-6.
34. Bermudes AM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima EG. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions: resistive exercise training and aerobic exercise training. *Arq Bras Cardiol*. 2004;82(1):65-71, 57-64.
35. Halliwill JR, Taylor JA, Eckberg DL. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. *J Physiol*. 1996;495 (Pt 1):279-88.
36. Lockwood JM, Pricher MP, Wilkins BW, Holowatz LA, Halliwill JR. Postexercise hypotension is not explained by a prostaglandin-dependent peripheral vasodilation. *J Appl Physiol*. 2005;98(2):447-53.
37. Halliwill JR, Taylor JA, Hartwig TD, Eckberg DL. Augmented baroreflex heart rate gain after moderate-intensity, dynamic exercise. *Am J Physiol*. 1996;270(2 Pt 2):R420-6.
38. Forjaz CL, Cardoso CG, Jr., Rezk CC, Santaella DF, Tinucci T. Postexercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. *J Sports Med Phys Fitness*. 2004;44(1):54-62.
39. Alderman BL, Arent SM, Landers DM, Rogers TJ. Aerobic exercise intensity and time of stressor administration influence cardiovascular responses to psychological stress. *Psychophysiology*. 2007;44(5):759-66.
40. Piepoli M, Isea JE, Pannarale G, Adamopoulos S, Sleight P, Coats AJ. Load dependence of changes in forearm and peripheral vascular resistance after acute leg exercise in man. *J Physiol*. 1994;478 (Pt 2):357-62.
41. Raglin JS, Turner PE, Eksten F. State anxiety and blood pressure following 30 min of leg ergometry or weight training. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(9):1044-8.
42. Coats AJ, Conway J, Isea JE, Pannarale G, Sleight P, Somers VK. Systemic and forearm vascular resistance changes after upright bicycle exercise in man. *J Physiol*. 1989;413:289-98.
43. Brown SP, Clemons JM, He Q, Liu S. Effects of resistance exercise and cycling on recovery blood pressure. *J Sports Sci*. 1994;12(5):463-8.
44. Pescatello LS, Guidry MA, Blanchard BE, Kerr A, Taylor AL, Johnson AN, et al. Exercise intensity alters postexercise hypotension. *J Hypertens*. 2004;22(10):1881-8.
45. Dujic Z, Ivancev V, Valic Z, Bakovic D, Marinovic-Terzic I, Eterovic D, et al. Postexercise hypotension in moderately trained athletes after maximal exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(2):318-22.

46. Jones H, Pritchard C, George K, Edwards B, Atkinson G. The acute post-exercise response of blood pressure varies with time of day. *Eur J Appl Physiol.* 2008;104(3):481-9.
47. Pescatello LS, Bairos L, Vanheest JL, Maresh CM, Rodriguez NR, Moyna NM, et al. Postexercise hypotension differs between white and black women. *Am Heart J.* 2003;145(2):364-70.
48. Piepoli M, Coats AJ, Adamopoulos S, Bernardi L, Feng YH, Conway J, et al. Persistent peripheral vasodilation and sympathetic activity in hypotension after maximal exercise. *J Appl Physiol.* 1993;75(4):1807-14.
49. Isea JE, Piepoli M, Adamopoulos S, Pannarale G, Sleight P, Coats AJ. Time course of haemodynamic changes after maximal exercise. *Eur J Clin Invest.* 1994;24(12):824-9.
50. Kaufman FL, Hughson RL, Schaman JP. Effect of exercise on recovery blood pressure in normotensive and hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc.* 1987;19(1):17-20.
51. Senitko AN, Charkoudian N, Halliwill JR. Influence of endurance exercise training status and gender on postexercise hypotension. *J Appl Physiol.* 2002;92(6):2368-74.
52. Halliwill JR, Minson CT, Joyner MJ. Effect of systemic nitric oxide synthase inhibition on postexercise hypotension in humans. *J Appl Physiol.* 2000;89(5):1830-6.
53. Martin WH, Ogawa T, Kohrt WM, Malley MT, Korte E, Kieffer PS, et al. Effects of aging, gender, and physical training on peripheral vascular function. *Circulation.* 1991;84(2):654-64.
54. Yen MH, Yang JH, Sheu JR, Lee YM, Ding YA. Chronic exercise enhances endothelium-mediated dilation in spontaneously hypertensive rats. *Life Sci.* 1995;57(24):2205-13.
55. Costa JBY, Gerage AM, Gonçalves CGS, Pina FLC, Polito MD. Influence of the training status on the blood pressure behavior after a resistance training session in hypertensive older females. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16(2):103-6.
56. Mota MR, Jaco de Oliveira R, Dutra MT, Pardono E, Terra DF, Lima RM, et al. Acute and Chronic Effects of Resistive Exercise on Blood Pressure in Hypertensive Elderly Women. *J Strength Cond Res.* 2013.
57. Vasan RS, Larson MG, Leip EP, Evans JC, O'Donnell CJ, Kannel WB, et al. Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. *New Eng J Med.* 2001;345(18):1291-7.
58. VII JNC. Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. 2003.

59. Franklin PJ, Green DJ, Cable NT. The influence of thermoregulatory mechanisms on post-exercise hypotension in humans. *J Physiol.* 1993;470:231-41.
60. Fullick S, Morris C, Jones H, Atkinson G. Prior exercise lowers blood pressure during simulated night-work with different meal schedules. *Am J Hypertens.* 2009;22(8):835-41.
61. Jones H, George K, Edwards B, Atkinson G. Exercise intensity and blood pressure during sleep. *Int J Sports Med.* 2009;30(2):94-9.
62. Keese F, Farinatti P, Pescatello L, Monteiro W. A comparison of the immediate effects of resistance, aerobic, and concurrent exercise on postexercise hypotension. *J Strength Cond Res.* 2011;25(5):1429-36.
63. Lockwood JM, Wilkins BW, Halliwill JR. H1 receptor-mediated vasodilatation contributes to postexercise hypotension. *J Physiol.* 2005;563(Pt 2):633-42.
64. Lynn BM, Minson CT, Halliwill JR. Fluid replacement and heat stress during exercise alter post-exercise cardiac haemodynamics in endurance exercise-trained men. *J Physiol.* 2009;587(Pt 14):3605-17.
65. Rodriguez D, Silva V, Prestes J, Rica RL, Serra AJ, Bocalini DS, et al. Hypotensive response after water-walking and land-walking exercise sessions in healthy trained and untrained women. *Int J Gen Med.* 2011;4:549-54.
66. Cunha GA, Rios ACS, Moreno JR, Braga PL, Campbell CSG, Simões HG, et al. Post-exercise hypotension in hypertensive individuals submitted to aerobic exercises of alternated intensities and constant intensity-exercise. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12(6):313-7.
67. MacDonald JR, Hogben CD, Tarnopolsky MA, MacDougall JD. Post exercise hypotension is sustained during subsequent bouts of mild exercise and simulated activities of daily living. *J Hum Hypertens.* 2001;15(8):567-71.
68. Bermudes AM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima EG. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions: resistive exercise training and aerobic exercise training. *Arq Bras Cardiol.* 2003;81(1):65-71.
69. Hayes PM, Lucas JC, Shi X. Importance of post-exercise hypotension in plasma volume restoration. *Acta Physiol Scand.* 2000;169(2):115-24.
70. Lima LC, Assis GV, Hiyane W, Almeida WS, Arsa G, Baldissera V, et al. Hypotensive effects of exercise performed around anaerobic threshold in type 2 diabetic patients. *Diabetes Res Clin Pract.* 2008;81(2):216-22.
71. Lizardo JHF, Modesto LK, Campbell CSG, Simões HG. Hipotensão pós-exercício: comparação entre diferentes intensidades de exercício em esteira ergométrica e cicloergômetro. *Rev Bras Cine Des Hum.* 2007;9(2):115-20.

72. Motta DF, Lima LC, Arsa G, Russo PS, Sales MM, Moreira SR, et al. Effect of type 2 diabetes on plasma kallikrein activity after physical exercise and its relationship to post-exercise hypotension. *Diabetes Metab.* 2010;36(5):363-8.
73. Pescatello LS, Miller B, Danias PG, Werner M, Hess M, Baker C, et al. Dynamic exercise normalizes resting blood pressure in mildly hypertensive premenopausal women. *Am Heart J.* 1999;138(5 Pt 1):916-21.
74. Teixeira L, Ritti-Dias RM, Tinucci T, Mion Junior D, Forjaz CL. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(9):2069-78.
75. Wallace JP, Bogle PG, King BA, Krasnoff JB, Jastremski CA. A comparison of 24-h average blood pressures and blood pressure load following exercise. *Am J Hypertens.* 1997;10(7 Pt 1):728-34.
76. Bennett T, Wilcox RG, Macdonald IA. Post-exercise reduction of blood pressure in hypertensive men is not due to acute impairment of baroreflex function. *Clin Sci (Lond).* 1984;67(1):97-103.
77. Brownley KA, West SG, Hinderliter AL, Light KC. Acute aerobic exercise reduces ambulatory blood pressure in borderline hypertensive men and women. *Am J Hypertens.* 1996;9(3):200-6.
78. Ciolac EG, Guimaraes GV, D'Avila VM, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. Acute aerobic exercise reduces 24-h ambulatory blood pressure levels in long-term-treated hypertensive patients. *Clinics.* 2008;63(6):753-8.
79. Ciolac EG, Guimaraes GV, VM DA, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients. *Int J Cardiol.* 2008;133(3):381-7.
80. Cleroux J, Kouame N, Nadeau A, Coulombe D, Lacourciere Y. Aftereffects of exercise on regional and systemic hemodynamics in hypertension. *Hypertension.* 1992;19(2):183-91.
81. Eicher JD, Maresh CM, Tsongalis GJ, Thompson PD, Pescatello LS. The additive blood pressure lowering effects of exercise intensity on post-exercise hypotension. *Am Heart J.* 2010;160(3):513-20.
82. Floras JS, Sinkey CA, Aylward PE, Seals DR, Thoren PN, Mark AL. Postexercise hypotension and sympathetic inhibition in borderline hypertensive men. *Hypertens.* 1989;14(1):28-35.
83. Floras JS, Wesche J. Hemodynamic contributions to post-exercise hypotension in young adults with hypertension and rapid resting heart rates. *J Hum Hypertens.* 1992;6(4):265-9.
84. Guidry MA, Blanchard BE, Thompson PD, Maresh CM, Seip RL, Taylor AL, et al. The influence of short and long duration on the blood pressure response to an acute bout of dynamic exercise. *Am Heart J.* 2006;151(6):1322 e5-12.

85. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensives. *J Appl Physiol.* 1987;63(1):270-6.
86. MacDonald JR, Rosenfeld JM, Tarnopolsky MA, Hogben CD, Ballantyne CS, MacDougall JD. Post exercise hypotension is not mediated by the serotonergic system in borderline hypertensive individuals. *J Hum Hypertens.* 2002;16(1):33-9.
87. Mota MR, Pardono E, Lima LC, Arsa G, Bottaro M, Campbell CS, et al. Effects of treadmill running and resistance exercises on lowering blood pressure during the daily work of hypertensive subjects. *J Strength Cond Res.* 2009;23(8):2331-8.
88. Pescatello LS, Turner D, Rodriguez N, Blanchard BE, Tsongalis GJ, Maresh CM, et al. Dietary calcium intake and renin angiotensin system polymorphisms alter the blood pressure response to aerobic exercise: a randomized control design. *Nutr Metab (Lond).* 2007;4:1.
89. Pontes FL, Jr., Bacurau RF, Moraes MR, Navarro F, Casarini DE, Pesquero JL, et al. Kallikrein kinin system activation in post-exercise hypotension in water running of hypertensive volunteers. *Int Immunopharmacol.* 2008;8(2):261-6.
90. Quinn TJ. Twenty-four hour, ambulatory blood pressure responses following acute exercise: impact of exercise intensity. *J Hum Hypertens.* 2000;14(9):547-53.
91. Rondon MUB, Alves MJ, Braga AM, Teixeira OT, Barretto AC, Krieger EM, et al. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39(4):676-82.
92. Rueckert PA, Slane PR, Lillis DL, Hanson P. Hemodynamic patterns and duration of post-dynamic exercise hypotension in hypertensive humans. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(1):24-32.
93. Syme AN, Blanchard BE, Guidry MA, Taylor AW, Vanheest JL, Hasson S, et al. Peak systolic blood pressure on a graded maximal exercise test and the blood pressure response to an acute bout of submaximal exercise. *Am J Cardiol.* 2006;98(7):938-43.
94. Taylor-Tolbert NS, Dengel DR, Brown MD, McCole SD, Pratley RE, Ferrell RE, et al. Ambulatory blood pressure after acute exercise in older men with essential hypertension. *Am J Hypertens.* 2000;13(1 Pt 1):44-51.
95. Wilcox RG, Bennett T, Brown AM, Macdonald IA. Is exercise good for high blood pressure? *Br Med J (Clin Res Ed).* 1982;285(6344):767-9.
96. Casonatto J, Polito MD. Hipotensão pós-exercício aeróbio: Uma revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte.* 2009;15(2):151-7.

97. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2 ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates; 1988.
98. Hopkins WG. A New View of Statistics. Internet Society for Sport Science. 2000 [16/09/2013]; Available from: <http://www.sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>.
99. Casonatto J, Tinucci T, Dourado AC, Polito M. Cardiovascular and autonomic responses after exercise sessions with different intensities and durations. *Clinics (Sao Paulo)*. 2011;66(3):453-8.
100. Jones H, Taylor CE, Lewis NC, George K, Atkinson G. Post-exercise blood pressure reduction is greater following intermittent than continuous exercise and is influenced less by diurnal variation. *Chronobiol Int*. 2009;26(2):293-306.
101. Ruiz RJ, Simão R, Saccomani MG, Casonatto J, Alexander JL, Rhea M, et al. Isolated and combined effects of aerobic and strength exercise on post-exercise blood pressure and cardiac vagal reactivation in normotensive men. *J Strength Cond Res*. 2011;25(3):640-5.
102. Willie CK, Ainslie PN, Taylor CE, Eves ND, Tzeng YC. Maintained cerebrovascular function during post-exercise hypotension. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113:1597-604.
103. Endo MY, Shimada K, Miura A, Fukuba Y. Peripheral and central vascular conductance influence on post-exercise hypotension. *J Physiol Anthropol*. 2012;31(32):1-7.
104. Bhammar DM, Angadi SS, Gaesser GA. Effects of fractionized and continuous exercise on 24-h ambulatory blood pressure. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(12):2270-6.
105. New KJ, Reilly ME, Templeton K, Ellis G, James PE, Mceneny J, et al. Free radical-mediated lipid peroxidation and systemic nitric oxide bioavailability: implications for postexercise hemodynamics. *Am J Hypertens*. 2013;26(1):126-34.
106. Raven PB, Pawelczyk JA. Chronic endurance exercise training: a condition of inadequate blood pressure regulation and reduced tolerance to LBNP. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(6):713-21.
107. Seals DR, Rogers MA, Hagberg JM, Yamamoto C, Cryer PE, Ehsani AA. Left ventricular dysfunction after prolonged strenuous exercise in healthy subjects. *Am J Cardiol*. 1988;61(11):875-9.
108. Mach C, Foster C, Brice G, Mikat RP, Porcari JP. Effect of exercise duration on postexercise hypotension. *J Cardiopulm Rehabil*. 2005;25(6):366-9.
109. Overton JM, Joyner MJ, Tipton CM. Reductions in blood pressure after acute exercise by hypertensive rats. *J Appl Physiol*. 1988;64(2):748-52.

110. Park S, Rink LD, Wallace JP. Accumulation of physical activity leads to a greater blood pressure reduction than a single continuous session, in prehypertension. *J Hypertens*. 2006;24(9):1761-70.

Anexo 1 – Planilha de extração dos dados.

[illegible]

4 ESTUDO 2

Influência da Prática Regular de Exercício Resistido Sobre a Hipotensão Pós-Exercício: Revisão Sistemática com Metanálises

Resumo: Objetivos: Identificar a influência da prática regular de exercícios resistidos sobre a resposta pressórica aguda em normotensos e hipertensos, além de verificar o impacto de outros possíveis moduladores da hipotensão pós-exercício resistido, como o estado clínico, volume e intensidade. **Métodos:** Revisão sistemática com metanálises. Os desfechos comparados foram: Pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, considerando as diferenças entre prática regular de exercício resistido, estado clínico, volume e intensidade. Foram avaliadas as diferenças das médias padronizadas e atribuído o tamanho do efeito hipotensivo. **Resultados:** Trinta e três estudos compuseram a presente revisão sistemática. Desses, dezenove foram inseridos no modelo meta-analítico. O efeito hipotensor pós-exercício foi identificado aos 60 min (normotensos e hipertensos) e 90 min (normotensos), tanto para sedentários, quanto para os ativos. O tamanho do efeito hipotensivo não foi diferente em função da prática regular de exercícios resistidos. Sujeitos hipertensos não apresentaram maior efeito hipotensivo em relação aos normotensos (-0,56; IC95%= -0,82 a -0,29 vs -0,43; IC95%= -0,59 a -0,27 e -0,38; IC95%= -0,65 a -0,12 vs -0,59; IC95%= -0,77 a -0,41 – para pressão arterial sistólica e diastólica, respectivamente). **Conclusão:** A magnitude da hipotensão pós-exercício não é modulada pela prática regular de exercícios resistidos. Além disso, possíveis moduladores da magnitude do efeito hipotensivo, como o estado clínico, volume e intensidade aparentemente não exercem influência.

Palavras chave: Pressão arterial. Sedentários. Ativos. Normotensos. Hipertensos.

Introdução

Apesar de o primeiro relato sobre a ocorrência da hipotensão pós exercício (HPE)¹ ter sido apresentado há mais de 100 anos, somente a partir dos anos 80 iniciaram-se as investigações sistemáticas desse fenômeno. O interesse em relação à HPE tem sido motivado principalmente em função das suas implicações clínicas, uma vez que pode ser considerada como agente não farmacológico auxiliar no tratamento e prevenção de disfunções relacionadas ao sistema cardiovascular, como a hipertensão arterial sistêmica²⁻⁴.

Dentre os diversos modelos de exercícios físicos a prática de treinamento resistido tem se popularizado em função dos diversos benefícios estéticos e fisiológicos decorrentes desse tipo de atividade física. Nesse continuo,

outros possíveis benefícios associados ao exercício resistido têm sido investigados, como os efeitos cardiovasculares agudos decorrentes de uma única sessão de treinamento⁵⁻³⁵.

Apesar de ainda não existir pleno consenso na literatura, diversos estudos identificaram a ocorrência de HPE após a realização de exercícios resistidos, tanto em sujeitos normotensos^{7-11, 13, 14, 17-19, 36} e hipertensos^{8, 20, 21} com elevada força/resistência muscular, quanto naqueles normotensos^{23, 24, 26-30} e hipertensos^{20, 22, 26, 31-35} com baixa força/resistência muscular. Por outro lado, os moduladores dessa queda pressórica ainda não são satisfatoriamente esclarecidos, sendo que as conclusões atualmente apresentadas possuem, em geral, pouca consistência.

Dessa forma, a aplicação de modelos de estatística meta-analítica pode contribuir para esclarecer dúvidas perenes até o momento, uma vez que oferece maior precisão no tratamento das informações disponíveis, aumentando significativamente o poder estatístico quando comparado a estudos isolados.

Assim, o presente estudo teve como objetivo reunir de forma sistemática os resultados de estudos e aplicar o modelo meta-analítico para determinar a influência da prática regular de exercícios resistidos sobre a resposta pressórica aguda em normotensos e hipertensos. Adicionalmente, foram realizadas análises de subgrupo para verificar o efeito do exercício resistido na resposta pressórica segundo o estado clínico (normotensos x hipertensos), volume e intensidade da sessão de exercício.

Métodos

Critérios de elegibilidade

Para entrada dos artigos no presente estudo foi determinado que os mesmos deveriam ter acompanhado a pressão arterial após o exercício resistido por um período mínimo de 20 min e ser realizados com humanos.

Fontes de informação

Para a busca de artigos foi utilizado o modelo sistemático de pesquisa, utilizando as bases de dados *Medline*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Lilacs*, *EMBASE*, *SPORTDiscus*, *EBSCO* sem limites de data até setembro de 2013.

Busca

Para tanto, foram utilizados os termos: *post-exercise hypotension*, *postexercise*, *aerobic exercise*, *acute blood pressure response*, *strength exercise*, *weight exercise* e *resistance exercise* de forma isolada e combinada utilizando o filtro para citações no título ou resumo.

Seleção dos estudos

Inicialmente foram excluídos os estudos que analisaram efeito crônico do exercício e/ou utilizaram modelos animais. Também foram excluídas as investigações que somente verificaram a resposta pressórica durante o exercício e os estudos de revisão. Além disso, análises envolvendo estresse ortostático e acompanhamentos inferiores há 15 min foram descartados. Por fim, foram excluídos estudos que utilizaram suplementação e sessões de exercícios voltadas à melhoria da flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória.

Extração dos dados

A extração dos dados foi realizada por um único pesquisador, utilizando uma planilha (*Microsoft® Excel® 2010*) padronizada, desenvolvida especificamente para este fim (Anexo 1). Foram extraídas as seguintes características dos estudos incluídos.

- Identificação do artigo: autor, ano e risco de viés;
- Participantes: estado clínico (normotensos e hipertensos), sexo, quantidade de participantes em cada grupo (exercício x controle);

- Variáveis da sessão de exercício: tipo, volume, intensidade, intervalo.
- Avaliação pós-exercício: equipamento utilizado, tempo de monitorização pós-exercício.
- Resultados: valores da média e desvio padrão (sessão controle e experimental) pré e pós-exercício (60 min, 90 min e 24 h) para pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, efeito identificado e possíveis mecanismos avaliados.

Risco de viés nos estudos

O risco de viés dos estudos incluídos na metanálise foi avaliado por dois pesquisadores e apresentado utilizando plotagem gráfica, por meio do *software Review Manager® 5.1*. Os itens de risco de viés analisados foram: aleatorização, ocultação da alocação e taxa de abandono da amostra descrita e aceitável.

Para avaliar a porcentagem de concordância entre os avaliadores foi utilizado o coeficiente *Kappa* (k), considerando as seguintes interpretações³⁷:

- $k > 0,81$: concordância excelente
- k entre 0,61 e 0,80: concordância boa
- k entre 0,60 e 0,41: concordância moderada
- $k < 0,40$: concordância ruim

Devido à característica específica dos estudos envolvendo respostas agudas da pressão arterial após a realização de uma única sessão de exercícios, as investigações não serão excluídas com base no risco de viés.

Resumo das medidas

Para as análises, utilizou-se os valores médios absolutos em milímetros de mercúrio (mmHg) referentes aos valores de pressão arterial sistólica e diastólica dos grupos controle e exercício e seus respectivos desvios-padrão.

Síntese dos resultados

Especificamente para metanálise, foram considerados os dados daqueles estudos que utilizaram grupo controle e realizaram acompanhamento das respostas agudas da pressão arterial pós-exercício, além de apresentarem valores referentes aos momentos 60 min, 90 min e 24 h pós-exercício, tanto para grupo controle, quanto para exercício. Dessa forma, considerando as análises entre ativos (praticantes regulares de exercício resistido) e sedentários (não praticantes regulares de exercício resistido), conforme a descrição da característica amostral da própria investigação, foram inseridos aqueles estudos que submeteram os indivíduos a exercício de característica resistida, com máquinas e/ou pesos livres, no formato tradicional ou circuito, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Características das sessões de exercícios resistidos dos estudos inseridos na metanálise.

Variável	Mínimo	Máximo
Exercícios	1	8
Séries	1	10
Repetições	6	30
Intensidade (%1RM)	23	80
Intervalo (min)	0,5	3

Adicionalmente, foram realizadas análises de subgrupo para identificar o impacto do estado clínico (normotenso x hipertenso), volume e intensidade da sessão de exercício sobre o efeito pressórico aos 60 min após a realização da atividade. Nesse caso, para determinação do estado clínico da amostra, foi considerado o julgamento dos autores dos respectivos estudos. Amostras consideradas como “pré-hipertensa” e “hipertensa” foram alocadas para o grupo “Hipertenso”. Os pontos de corte para “volume” e “intensidade” foram estabelecidos em 225 (exercícios x séries x repetições) e 50% 1RM, respectivamente. Vale destacar que os pontos de corte foram determinados de

forma normativa, utilizando valores referentes ao percentil 50 daqueles estudos inseridos no medelo metanalítico.

Alguns estudos, apesar de terem avaliado, não apresentaram resultados importantes para a presente investigação, nesse caso, as informações foram solicitadas diretamente aos autores dos respectivos manuscritos. Valores de dispersão apresentados em “erro padrão” foram convertidos em “desvio padrão”, considerando o erro padrão como a divisão do desvio padrão pela raiz quadrada da amostra.

As informações dos estudos incluídos estão apresentadas na forma descritiva e por meio de tabelas. As metanálises foram subdivididas de acordo com a prática regular de exercício físico e o estado clínico (normotensos e hipertensos).

Devido a possíveis diferenças na padronização da aferição da pressão arterial e dos equipamentos utilizados nos diferentes estudos, foi empregado o modelo de efeito aleatório. Os resultados estão apresentados por meio da diferença de média padronizada. As comparações entre os grupos de metanálise foram realizadas por meio da sobreposição das diferenças de média padronizada e seus respectivos intervalos de confiança. Para quantificar o tamanho do efeito foram utilizados os pontos de corte sugeridos por Hopkings³⁸.

As análises foram realizadas por meio do pacote computacional *Comprehensive Meta Analysis*, versão 2.2.064. A plotagem gráfica de sobreposição foi realizada por meio do *software GraphPad Prism 5.01*.

Risco de viés através dos estudos

A existência de possíveis assimetrias causadas por viés de seleção, heterogeneidade, irregularidade de dados, artefato e acaso foram verificadas por meio da “plotagem em funil” (*funnel plot*), incluindo o teste de regressão de *Egger's*. Para sugestão de viés foi adotado índice de significância de $P < 0,10$.

Análises adicionais

A análise de sensibilidade foi empregada para comparação das possíveis diferenças nos resultados quando detectado risco de viés. Para tanto,

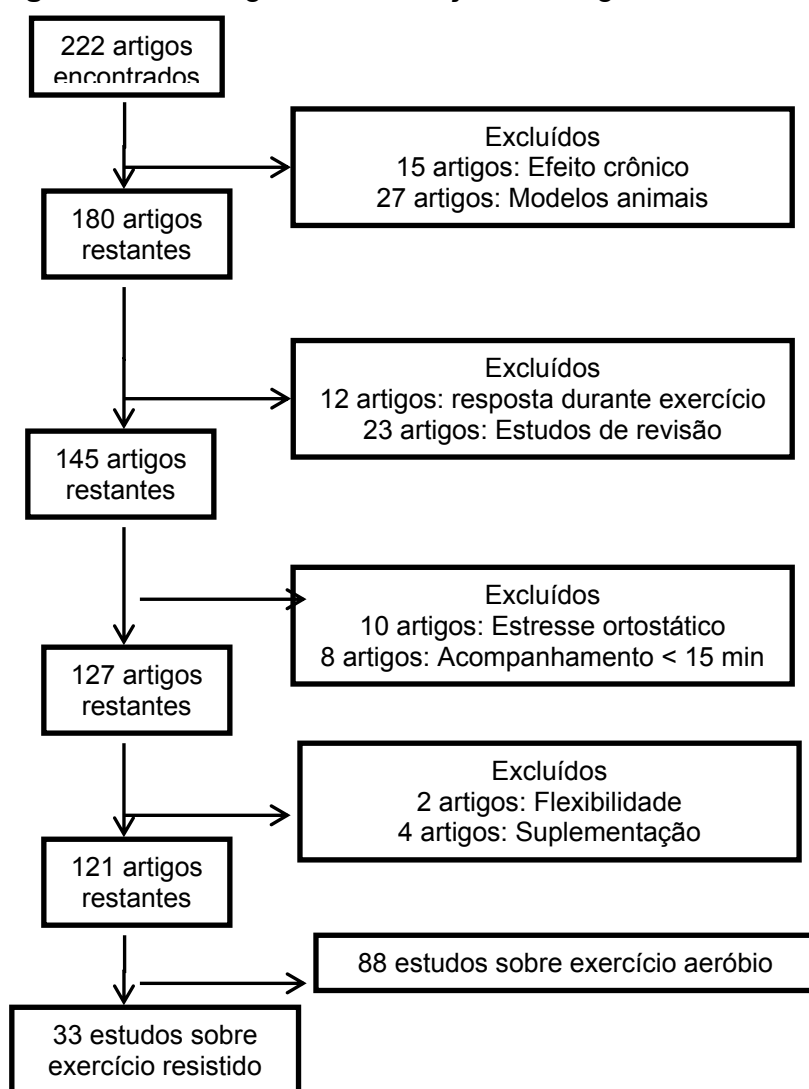
foram excluídas das metanálises correspondentes os estudos que se destacaram com menor risco de viés (Resk²⁸ e Teixeira²⁹).

Resultados

Estudos selecionados

Foram encontrados 222 estudos. Desses, ainda foram excluídos os experimentos relacionados exclusivamente a efeitos crônicos do exercício, modelos animais, respostas cardiovasculares durante a sessão de exercícios, estresse ortostático, revisão de literatura e duração do exercício inferior a 15 min (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma de seleção de artigos.



Dessa forma, 33 estudos foram considerados para análise na presente investigação, compondo uma amostra total de 637 indivíduos. Desses, 310 sujeitos praticavam regularmente exercício resistido (262 normotensos e 48 hipertensos) e 327 não praticavam (223 normotensos e 104 hipertensos).

Vale destacar que foram considerados como “praticantes de exercício resistido” os sujeitos que praticavam treinamento resistido regular, enquanto que aqueles sujeitos não praticantes de treinamento resistido regular foram considerados como “não praticantes de exercício resistido”.

Características dos estudos

Os principais achados e características dos estudos (amostra, sexo, “n” amostral, volume, intensidade, intervalo, instrumento, tipo de equipamento utilizado para aferição da pressão arterial, tempo de monitorização pós-exercício, efeito identificado e mecanismo identificado) estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Resposta da pressão arterial segundo a prática de exercícios resistidos.

Estudo A	mostra	Sexo	N	Volume	Intensidade	Intervalo	Instrumento	Monitorização pós-exercício	Efeito M	ecanismo identificado
Praticante de exercício resistido										
Anunciação et al. ³⁶	Normotensos (22,6±2 anos)	M	10	8 exercícios; 1 e 3 séries (circuito e convencional); 18 repetições	40% 1RM	1-2min (convencional) e 3-5 (circuito)	Oscilométrico Automático	60 min	↓PAS, PAD e PAM na média do período de monitorização (nas seções compostas por três séries)	-
Brown et al. ⁶	Normotensos (21±2 anos)	M/F	7	5 exercícios; 3 séries; 8-10/20-25 repetições	70% 1RM (8-10); 40% 1RM (20-25)	30 s (exercício); 2 min (séries)	Auscultatório	60 min	NS	-
Farinatti et al. ⁷	Normotensos (27±1 anos)	M	12	4 exercícios; 4 séries; 10 repetições	80% 10RM	2 min (exercício); 2 min (séries)	Semi-automático	30 min	↓PAS e PAM durante todo período	A postura pode influenciar na resposta hipotensiva
Fisher ⁸	Normotensos (45±2 anos)	F	9	5 exercícios (circuito); 3 séries; 15 repetições	50% 1RM	30 s (exercício); 2 min (circuitos)	Auscultatório	60 min	↓PAS durante todo período	-
Hill et al. ⁹	Normotensos (22-33anos)	M	6	4 exercícios (circuito); 3 séries; Repetições máximas	70% 1RM	30 s (exercícios)	Auscultatório	60 min	↓PAS durante todo período	-
Keese et al. ¹⁰	Normotensos (20±1 anos)	M	21	8 exercícios; 3 séries; 6-8 repetições	80% 1RM	2 min (exercício); 2 min (séries)	MAPA	120 min	↓PAS até 80 min	-
MacDonald et al. ¹¹	Normotensos (24±2 anos)	M	13	1 exercício; 15 min execução; Repetições máximas	65% 1RM	-	Intra-arterial	60 min	↓PAS entre 10-60 min	HPE não está relacionada à liberação de PNA.
Niemela et al. ¹²	Normotensos (31±3 anos)	M	12	4 exercícios; 3 séries; 12 e 20	80% 1RM (12 rep) e 30% 1RM	-	-	180 min	NS	↓sensibilidade barorreflexa

O'Connor et al. ¹³	Normotensos (23±4 anos)	F	14	repetições 6 exercícios; 3 séries; 10 repetições	(20 rep) 40%, 60% e 80% 10RM	-	MAPA	120 min	↑PAS aos 15 min. (80% 10RM)	-
Polito e Farinatti ¹⁴	Normotensos (23±1 anos)	M	24	1 exercício; 6 e 10 séries; 10 repetições	70%-80% 1RM	120 s (series)	Semi- automático	60 min	↓PAS durante todo período	-
Polito et al. ³⁹	Normotensos (20±1 anos)	M/F	16	6 exercícios; 3 séries; 6 e 12 repetições	6RM e 12RM	120 s (exercícios) 120 s (series)	MAPA	60 min	↓PAS em todo período para 12RM e até 40min para 6RM; ↓PAD até 10min para 12RM.	-
Raglin et al. ¹⁵	Normotensos (20±1 anos)	M/F	26	6-7 exercícios; 3 séries; 6-10 repetições	70%-80% 1RM	-	-	60 min	NS	-
Roltsch et al. ¹⁶	Normotensos (23±2 anos)	M/F	12	12 exercícios; 2 séries; 8-12 repetições	Máxima (8- 12 RM)	60 s (exercício); 60 s (séries)	MAPA	24 h	NS	-
Roltsch et al. ^{16§}	Normotensos (24±3 anos)	M/F	12	12 exercícios; 2 séries; 8-12 repetições	Máxima (8- 12 RM)	60 s (exercício); 60 s (séries)	MAPA	24 h	NS	-
Ruiz et al. ⁴⁰	Normotensos (27±3 anos)	M	11	8 exercícios; 3 séries; 12 repetições	Máxima (12 RM)	120 s (exercícios); 120 s (séries)	Auscultatório	60 min	↓PAS aos 15, 30, 45 e 60 min	-
Salles et al. ¹⁷	Normotensos (68±2 anos)	M	17	7 exercícios; 3 séries; 10 repetições	70% 1RM	60 s (exercício); 60 s (séries)	MAPA	60 min	↓PAS durante todo período; ↓PAD até 50 min.	-
Salles et al. ¹⁷	Normotensos (68±2 anos)	M	17	7 exercícios; 3 séries; 10 repetições	70% 1RM	120 s (exercícios); 120 s (séries)	MAPA	60 min	↓PAS e PAD durante todo período	-
Simão et al. ¹⁸	Normotensos (22±4 anos)	M	7	5 exercícios (circuito); 3 séries; 12 repetições	50% 6RM	120 s (exercício); 120 s (séries)	MAPA	60 min	↓PAS até 50 min	-
Simão et al. ¹⁸	Normotensos (24±4 anos)	M	7	6 exercícios; 3 séries;	50% 6RM	120 s (exercício);	MAPA	60 min	↓PAS até 40 min; ↓PAD aos 10 min	-

Simões et al. ¹⁹	Normotensos (52±13 anos)	M	10	12 repetições 6 exercícios (circuito); 3 séries; 16 e 30 repetições	23% 1RM (30 rep); 43% 1RM (16 rep)	120 s (séries) 20 s (exercício); 120 s (séries)	Oscilométrico automático	120 min	↓PAS aos 30, 75, 90 e 120 min. para intensidade de 43% 1RM	-
Simões et al. ^{19*}	Normotensos (47±13 anos)	M	10	6 exercícios (circuito); 3 séries; 16 e 30 repetições	23% 1RM (30 rep); 43% 1RM (16 rep)	20 s (exercício); 120 s (séries)	Oscilométrico automático	120 min	↓PAS aos 30, 45 e 90 min	-
Costa et al. ²⁰	Hipertensos (66±5 anos)	M	6	7 exercícios; 2 séries; 10-15 repetições	10-15RM	120 s (exercício); 60 s (séries)	Auscultatório	60 min	↓PAS aos 30 min	-
Fisher ⁸	Hipertensos (48±3 anos)	F	7	5 exercícios (circuito); 3 séries; 15 repetições	50% 1RM	30 s (exercício); 2 min (circuitos)	Auscultatório	60 min	↓PAS durante todo período	-
Mediano et al. ²¹	Hipertensos (61±12 anos)	M/F	20	4 exercícios; 1 e 3 séries; 10 repetições	10RM	2 min (exercício); 2 min (circuitos)	Auscultatório	60 min	↓PAS aos 40 min (1 série); ↓PAS até 60 min e ↓PAD aos 30 e 50min (3 séries)	-
Moraes et al. ²²	Hipertensos (46±8 anos)	-	15	7 exercícios; 3 séries; 12 repetições	60% 1RM	-	-	-	NS	-
Mota et al. ⁴¹	Hipertensos (67±7 anos)	F	32	10 exercícios; 3 séries; 8-12 repetições	60-80% 1RM	60-90 s (séries/exercício)	Oscilométrico	60 min	↓PAS e PAD	-
Não praticante de exercício resistido										
Bermudes et al. ²³	Normotensos (44±1 anos)	M	25	10 exercícios (circuito); 3 séries; 20-35 repetições	40% 1RM	30 s (exercício); 2 min (séries)	MAPA	24 h	↓PAD durante o sono	-
DeVan et al. ²⁴	Normotensos (27±1 anos)	M/F	16	9 exercícios; 1 série;	75% 1RM	-	Oscilométrico automático	150 min	↓PAD aos 30 min	↑ do índice de rigidez arterial; ↓ da complacência arterial

				Repetições máximas						
Focht & Koltyn ^{25†}	Normotensos (adultos)	M/F	84	4 exercícios; 3 série; 4-8/12-20 repetições	80% 1RM (4-8 rep); 50% 1RM (12-20 rep)	-	-	180 min	NS	-
Moraes et al. ²⁶	Normotensos (38±4 anos)	M	8	3 exercícios (circuito); 1 série; 12 repetições	50% 1RM	30 s (exercício); 2 min (séries)	Auscultatório	60 min	↓PAS aos 45-60 min; ↓PAM aos 45 min	↑ da atividade da caliceína
Polito et al. ²⁷	Normotensos (adultos)	M	16	1 exercício; 10 séries; 15 repetições	90% 15RM	-	-	60 min	↓PAS aos 10 min	↓ fluxo sanguíneo
Queiroz et al. ⁴²	Normotensos (25±1 anos)	M	22	6 exercícios; 3 séries; 20 repetições	40-50% 1RM	90s (exercícios); 45s (séries)	Auscultatório	60 min	↓PAS e PAD	↓ débito cardíaco
Queiroz et al. ⁴²	Normotensos (25±1 anos)	F	22	6 exercícios; 3 séries; 20 repetições	40-50% 1RM	90s (exercícios); 45s (séries)	Auscultatório	60 min	↓PAS e PAD	↓ resistência vascular periférica
Rezk et al. ²⁸	Normotensos (23±1 anos)	M/F	17	6 exercícios; 3 série; 10-20 repetições	40% e 80% 1RM	90s (exercício); 45s (séries)	Auscultatório	90 min	↓PAS em ambas intensidades durante todo período; ↓PAD aos 15 e 30 min em 40% 1RM	↓ do débito cardíaco; ↓ volume sistólico
Roltsch et al. ¹⁶	Normotensos (20±2 anos)	M/F	12	12 exercícios; 2 séries; 8-12 repetições	Máxima (8-12 RM)	60s (exercício); 60s (séries)	MAPA	24 h	NS	-
Teixeira et al. ²⁹	Normotensos (adultos)	M/F	20	6 exercícios; 3 séries; 20 repetições	50% 1RM	-	-	-	↓PAS e PAD	↓ do débito cardíaco; ↑ resistência vascular periférica; ↑ Balanço simpato-vagal cardíaco
Veloso et al. ³⁰	Normotensos (23±3 anos)	M	16	6 exercícios; 3 séries; 8 repetições	50-80% 1RM	2 min (exercício); 1-3 min (séries)	Oscilométrico automático	90 min	↓PAD aos 15, 30 e 90 min.	-
Brito et al. ³¹	Hipertensos (61±2 anos)	F	21	12 exercícios; 3 séries;	60% 15RM	Ativo e passivo; 90s (exercício);	Auscultatório	50 min	↓PAS e PAD, com maior magnitude nas sessões com intervalo ativo	-

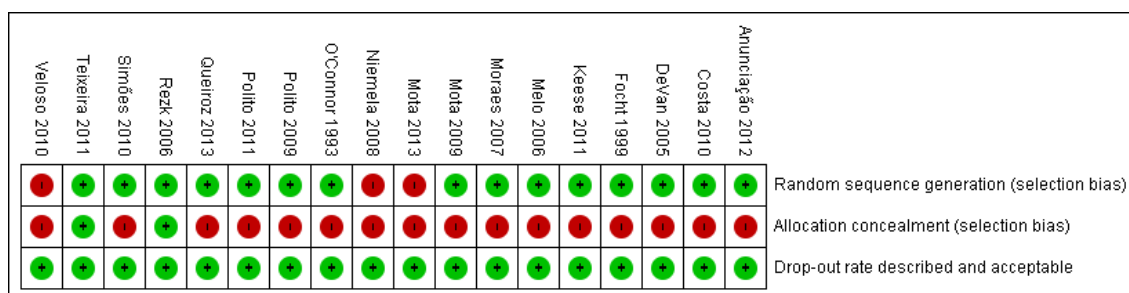
Costa et al. ²⁰	Hipertensos (66±4 anos)	F	9	15 repetições 7 exercícios; 2 séries; 10-15 repetições	10-15RM	90s (séries) 120 s (exercício); 60 s (séries)	Auscultatório	60 min	↓PAS durante todo período; ↓PAD até 30min.	-
Cucato et al. ^{32†}	Hipertensos (64±7 anos)	M/F	8	6 exercícios; 3 séries; 8-12 repetições	PSE - 11-13 (Escala de Borg de 15 pontos)	2 min (exercício); 2 min (séries)	Auscultatório	60 min	↓PAS e PAD durante todo período	-
Hardy e Tucker ³³	Hipertensos (50,5 ± 10,2 anos)	M	24	7 exercícios; 3 séries; 8-12 repetições	8-12RM	1 min (exercício); 1 min (séries)	MAPA	23 h	↓PAS até 60 min	-
Melo et al. ³⁴	Hipertensos (46±1 anos)	F	11	6 exercícios; 3 séries; 20 repetições	40% 1RM	90 s (exercício); 45 s (séries)	Auscultatório e MAPA	Auscultatório (2 h); MAPA (21 h)	↓PAS até 90 min; ↓PAD aos 45, 60 e 75 min. (Auscultatório) - ↓PAS e PAD por 10 h (MAPA)	-
Moraes et al. ²⁶	Hipertensos (44±2 anos)	M	10	7 exercícios (circuito); 3 séries; 12 repetições	50% 1RM	30 s (exercício); 2min (circuitos)	MAPA	24 h	↓PAS aos 45 e 60 min; ↓PAD e PAM aos 5, 10 e 60 min.	↑ da atividade da calicreína
Moraes et al. ²²	Hipertensos (46±8 anos)	-	15	7 exercícios; 3 séries; 12 repetições	60% 1RM	-	-	-	↓PA entre 45 e 60 min.	-
Mota et al. ³⁵	Hipertensos (43±2 anos)	M/F	15	13 exercícios (circuito); 1 séries; 20 repetições	40% 1RM	30 s (exercício);	Oscilométrico automático	60 min (repouso) e 7 h (ambulatorial)	↓PAS e PAM entre 15-60 min; ↓PAD aos 30 min;	-
Mota et al. ⁴¹	Hipertensos (67±7 anos)	F	32	10 exercícios; 3 séries; 8-12 repetições	60-80% 1RM	60-90s (séries/exercício)	Oscilométrico	60 min	NS	-

FRM = Força/Resistência Muscular; † = Amostra de sedentários e treinados; PNA = peptídeo natriurético atrial; § = Treinados aerobiamente; * = Sujeitos portadores de diabetes tipo II; ‡ = Indivíduos portadores de claudicação intermitente; PSE = percepção subjetiva de esforço.

Risco de viés nos estudos

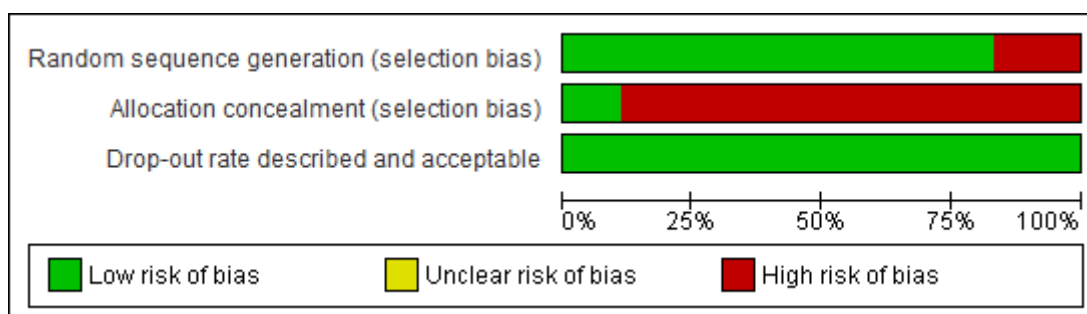
As Figuras 2 e 3 apresentam o risco de viés dos estudos inseridos na metanálise.

Figura 2 – Plotagem gráfica do risco de viés individual (*RevMan 5.1*).



Cor verde= baixo risco de viés; Cor vermelha= alto risco de viés. Random sequence generation= aleatorização; Allocation concealment= ocultação da alocação; Drop-out rate describe and acceptable= taxa de abandono da amostra descrita e aceitável.

Figura 3 – Plotagem gráfica do risco de viés geral (*RevMan 5.1*).



Cor verde= baixo risco de viés; Cor vermelha= alto risco de viés. Random sequence generation= aleatorização; Allocation concealment= ocultação da alocação; Drop-out rate describe and acceptable= taxa de abandono da amostra descrita e aceitável.

Os valores de concordância geral entre os avaliadores dos indicadores de vieses foram bons. Na sequência são apresentados os valores detalhados (Tabela 2).

Tabela 2 – Indicadores de concordância da avaliação do risco de viés inter-avaliadores.

Componentes de avaliação do risco de viés	%	K
Aleatorização	88,3	0,45
Ocultação da alocação	93,8	0,77
Taxa de abandono	100	1
Geral	94,0	0,74

%= percentual de concordância entre os avaliadores; K= Índice Kappa; P= Índice de significância.

As Figuras de 4 a 9 apresentam os efeitos agudos pós-exercício na pressão arterial sistólica e diastólica de indivíduos normotensos (60 min e 90 min) e hipertensos (60 min) praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido.

Foram identificados efeitos hipotensores significativos nos indivíduos sedentários aos 60 min e 90 min pós-exercício, tanto para pressão arterial sistólica, quanto para diastólica. Nos indivíduos ativos identificaram-se efeitos significativos de queda na pressão arterial aos 60 min (sistólica e diastólica) e aos 90 min (diastólica). O efeito HPE também foi identificado em sujeitos hipertensos aos 60 min, tanto para sedentários (pressão arterial sistólica e diastólica), como em fisicamente ativos (pressão arterial sistólica).

Não houve diferenças no efeito HPE entre os sujeitos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido, tanto para normotensos quanto para hipertensos. Devido à falta de estudos que se adequassem aos critérios estabelecidos, não foi possível a realização de metanálises envolvendo população normotensa no momento 24 h e hipertensa aos 90 min e 24 h pós-exercício.

Na sequência, a Tabela 3 apresenta as análises de subgrupo para o efeito do exercício resistido na resposta pressórica aos 60 min pós-exercício segundo o estado clínico (normotenso e hipertenso), volume e intensidade da sessão de exercício. Nesse sentido, a realização de uma única sessão de exercício aeróbio promoveu efeito hipotensor significativo em todas as circunstâncias analisadas, independente do estado clínico (normotensos x hipertensos), volume e intensidade da sessão. Não houve diferenças entre o tamanho do efeito hipotensivo segundo o estado clínico, volume e intensidade da sessão de exercício resistido.

Metanálises

Figura 4 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial sistólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido.

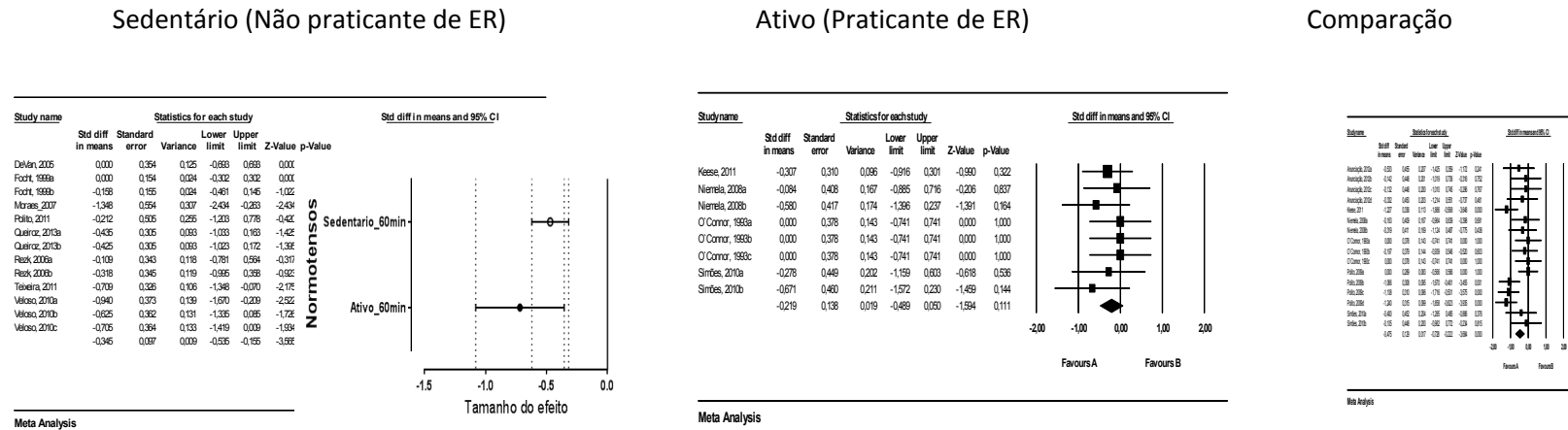
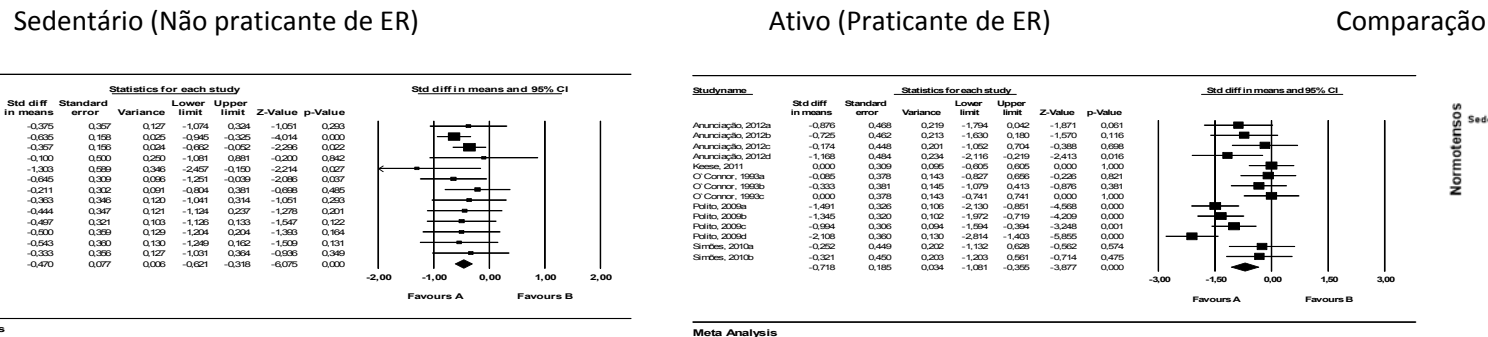


Figura 5 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial diastólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido.



Sedentário (Não praticante de ER)

Ativo (Praticante de ER)

Comparação

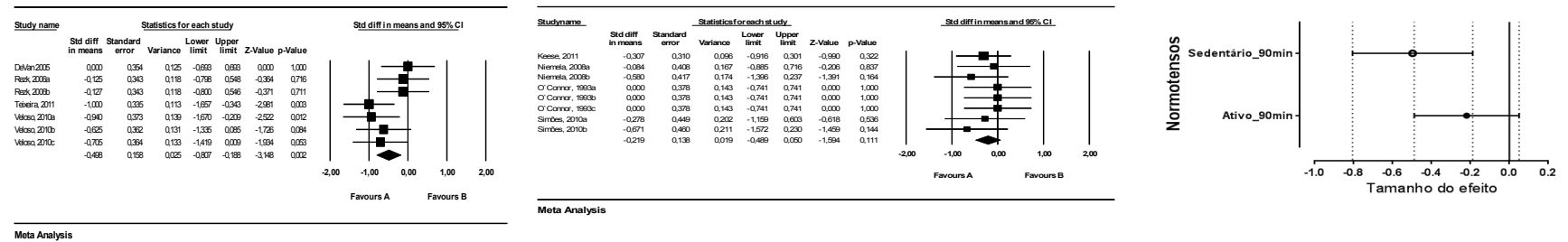


Figura 7 – Efeito após 90 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial diastólica em normotensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido.

Sedentário (Não praticante de ER)

Ativo (Praticante de ER)

Comparação

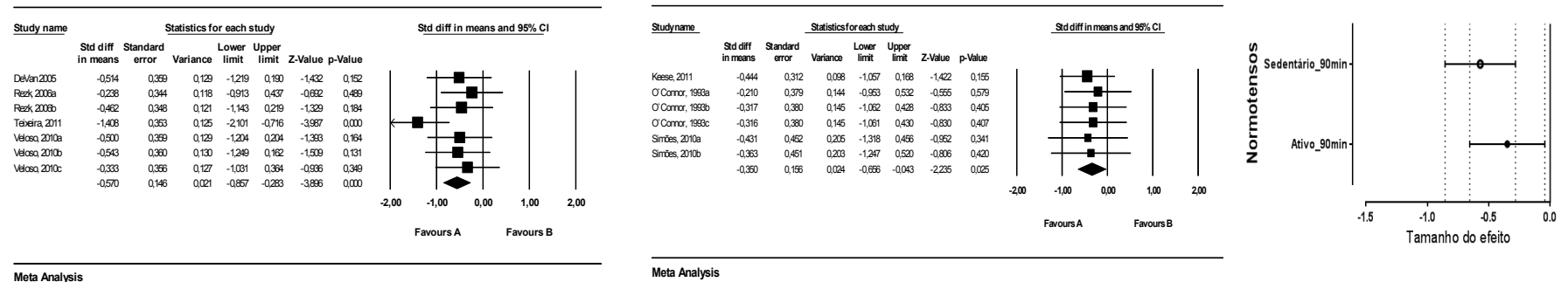


Figura 8 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial sistólica em hipertensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido.

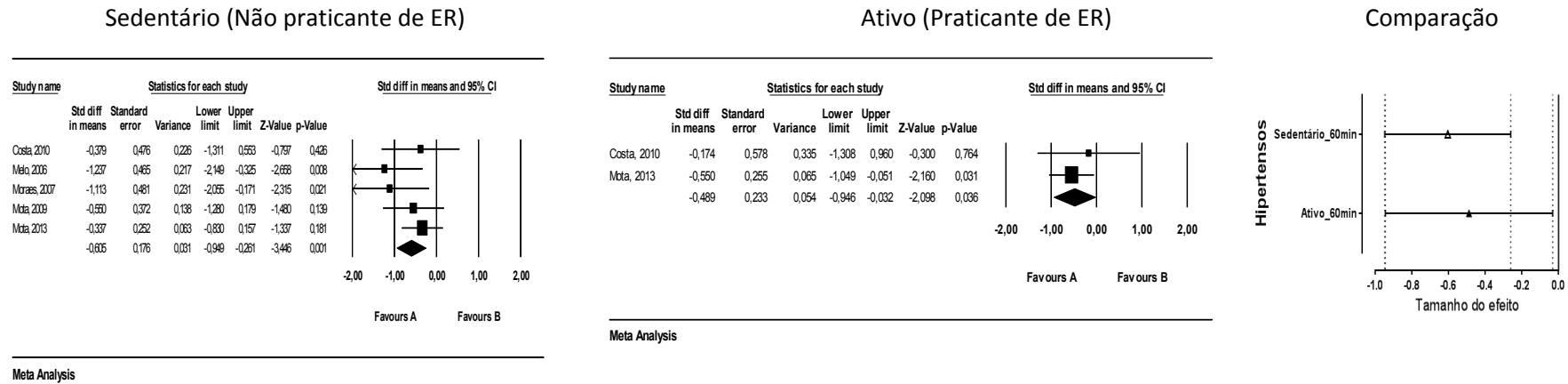


Figura 9 – Efeito após 60 min de uma única sessão de exercício resistido na pressão arterial diastólica em hipertensos praticantes e não praticantes regulares de exercício resistido. ER= exercício resistido.

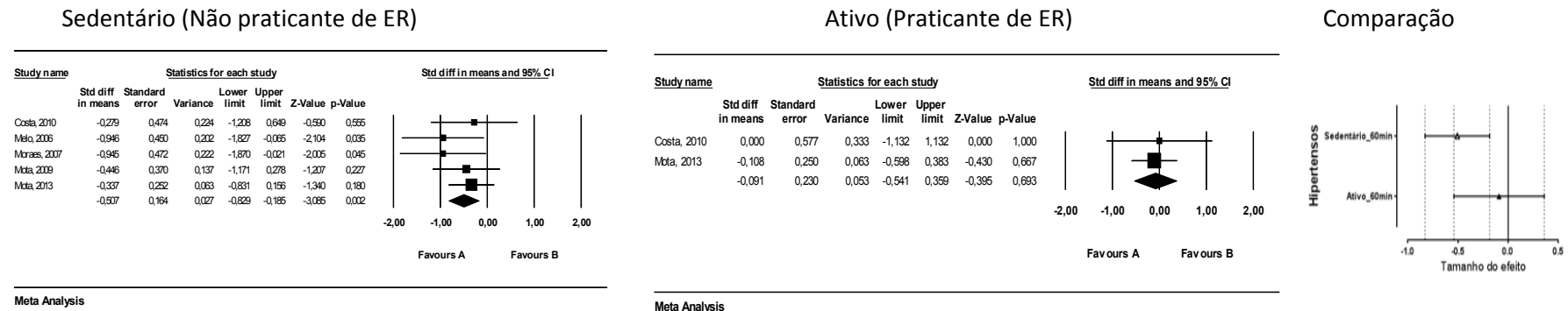


Tabela 3 – Análises de subgrupo para o efeito do exercício resistido na resposta pressórica aos 60 min pós-exercício utilizando modelo de efeito aleatório.

	PA Sistólica		PA Diastólica	
	N	Tamanho do Efeito (IC 95%)	N	Tamanho do Efeito (IC 95%)
Estado clínico				
Normotensos	29	-0,43 (-0,59 a -0,27)	27	-0,59 (-0,77 a -0,41)
Hipertensos	7	-0,56 (-0,82 a -0,29)	7	-0,38 (-0,65 a -0,12)
Volume*				
≤225	20	-0,50 (-0,72 a -0,27)	19	-0,63 (-0,88 a -0,38)
>225	15	-0,45 (-0,63 a -0,27)	14	-0,44 (-0,63 a -0,26)
Intensidade				
≤50% 1RM	17	-0,35 (-0,54 a -0,17)	16	-0,53 (-0,70 a -0,36)
>50% 1RM	15	-0,55 (-0,79 a -0,32)	15	-0,61 (-0,89 a -0,32)

*Volume = (exercícios X séries X repetições); PA= pressão arterial.

Risco de viés de publicação

A plotagem em funil incluindo o teste de regressão de *Egger's* sugere a existência de viés de publicação ($P < 0,10$) para as análises da pressão arterial sistólica em normotensos aos 60 min pós-exercício, tanto para não praticantes, quanto para praticantes regulares de exercício resistido (Figura 10 - A e B). Para as demais análises não houve sugestão de viés de publicação ($P > 0,10$). Não foi possível avaliar o risco de viés de publicação para o grupo “hipertensos ativos”, uma vez que somente dois estudos foram incluídos na referida metanálise.

Figura 10 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 4 - Normotensos – 60 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P = 0,007$) X Ativo (B – $P = 0,06$).

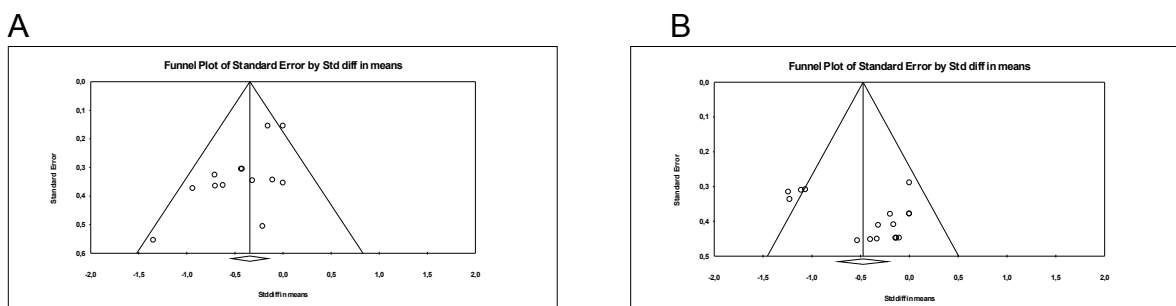


Figura 11 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 5 - Normotensos – 60 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P = 0,96$) X Ativo (B – $P = 0,46$).

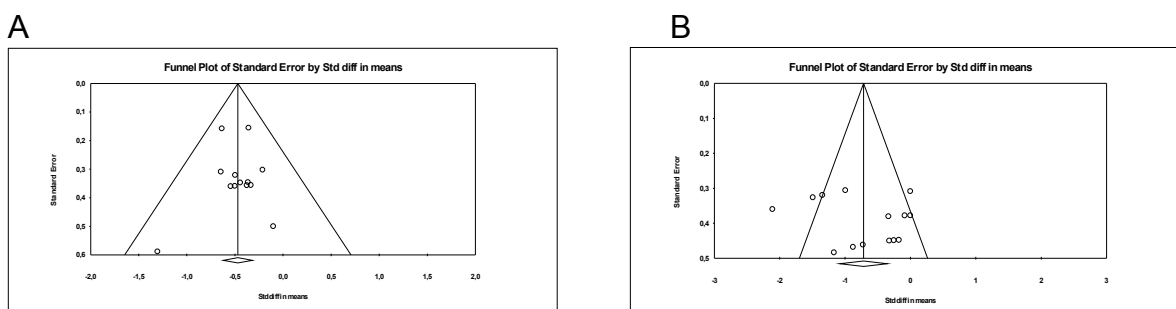
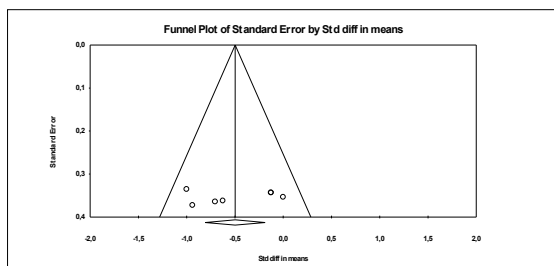


Figura 12 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 6 - Normotensos – 90 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,58$) X Ativo (B – $P=0,43$).

A



B

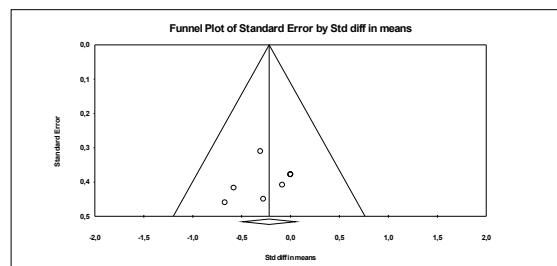
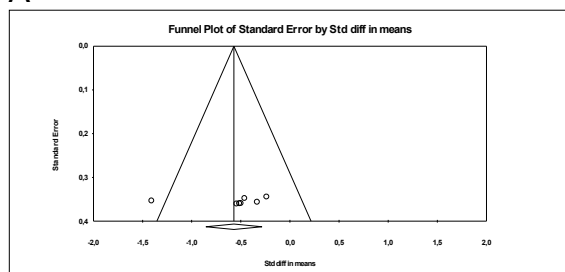


Figura 13 – Gráfico do funil referente às metanálises apresentadas na figura 7 - Normotensos – 90 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,74$) X Ativo (B – $P=0,72$).

A



B

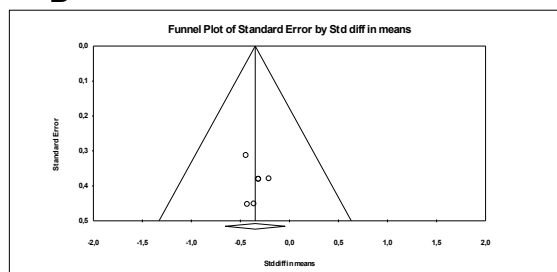


Figura 14 – Gráfico do funil referente à metanálise apresentadas na figura 8 - Hipertenso – 60 min – Pressão arterial sistólica – Sedentário (A – $P=0,16$).

A

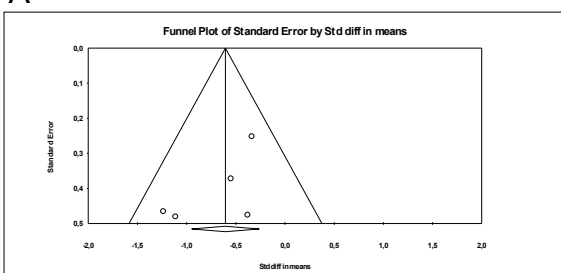
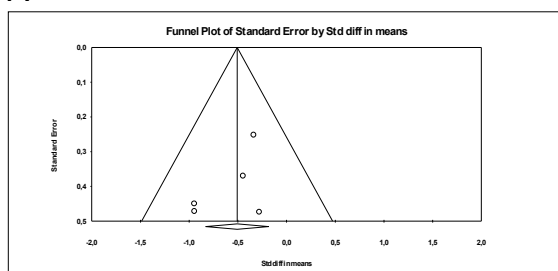


Figura 15 – Gráfico do funil referente à metanálise apresentadas na figura 9 - Hipertenso – 60 min – Pressão arterial diastólica – Sedentário (A – $P=0,25$).

A



Discussão

Nas últimas décadas os estudos relacionados a modelos de treinamento voltados para melhoria da força/resistência muscular se avolumaram nas bases de dados. Diante desse cenário, diversos pesquisadores têm buscado identificar quais as repercussões dos treinamentos de característica resistida nos mais variados ajustes fisiológicos.

Nesse sentido, encontram-se na literatura diversos estudos que tiveram como objetivo analisar as respostas agudas do treinamento resistido no sistema cardiovascular em normotensos^{6-13, 15-19, 23-30} e hipertensos^{8, 21, 22, 26, 31-35}. Assim, os próximos tópicos visam analisar a relação entre a capacidade física “força/resistência muscular” e as respostas pressóricas agudas em sujeitos normotensos e hipertensos.

Normotenso: duração/magnitude

Algumas investigações não tem identificado a ocorrência da HPE após a realização de uma sessão de exercícios resistidos em normotensos com alta^{6, 12, 15, 16} e baixa^{16, 25} capacidade física “força/resistência muscular”. Por outro lado, a maior parte dos estudos detectou a ocorrência de HPE, tanto em sujeitos

com alta^{7-11, 13, 17-19}, quanto naqueles com baixa^{23, 24, 26-30} capacidade física “força/resistência muscular”.

Dentre aqueles estudos que identificaram redução pressórica após a realização de uma sessão de exercícios resistidos em normotensos classificados como portadores de alta capacidade física “força/resistência muscular”, pode-se verificar que a maioria das investigações fez acompanhamento de até 120 min pós-exercício^{7-11, 13, 17-19}. Dentre esses estudos, alguns^{7-9, 11, 17-19} identificaram HPE em praticamente todo período de monitorização. Os estudos que monitoraram a pressão arterial por período superior a 120 min não identificaram HPE^{12, 16}.

Foi identificada uma quantidade mais reduzida de estudos que buscaram identificar a HPE em normotensos classificados como baixa capacidade física “força/resistência muscular”. Desse grupo de estudos, duas investigações analisaram as respostas pressóricas pós-exercício durante 24 horas. Em ambas, não foi identificado HPE no período de vigília^{16, 23}. Por outro lado, estudos que fizeram acompanhamento por até 120 min após a realização de uma sessão de exercícios resistidos têm identificado HPE nesse grupo de sujeitos^{26-28, 30}.

Ainda não é possível identificar qualquer traço de relação no que tange a influência da capacidade física “força/resistência muscular” na magnitude dos efeitos hipotensores pós-exercício devido a grande variabilidade de resultados encontrados. Nesse sentido, alguns pesquisadores identificaram magnitude de HPE superior a 10mmHg, tanto para sujeitos com alta¹¹, quanto com baixa²⁶ capacidade física “força/resistência muscular”.

Hipertenso: duração/magnitude

De forma geral, a duração do efeito hipotensor pós-exercício em hipertensos com baixa capacidade física “força/resistência muscular” tem sido em torno de 60 min^{22, 26, 31-33, 35}, mesmo naqueles estudos que fizeram monitorização por mais de seis³⁵ ou 20 horas^{26, 33}.

Nesse sentido, somente um estudo²⁶ fez análise de algum possível mecanismo relacionado à HPE. Dessa forma, foi identificado aumento na atividade da calicreína, sugerindo que a redução pressórica pós-exercício em hipertensos portadores de baixa capacidade física “força/resistência muscular” pode estar atrelada a vasodilatação.

Devido à quantidade reduzida de estudos que identificaram HPE em hipertensos classificados como portadores de alta capacidade física “força/resistência muscular”^{8, 21} se torna prematura a análise de relação entre tal capacidade física e a magnitude das respostas pressóricas pós-exercício.

Prática regular de exercício resistido – Metanálises

A presente metanálise teve como principal objetivo verificar o efeito da prática regular de treinamento resistido sobre a resposta pressórica aguda após uma única sessão de treinamento com pesos. Nesse sentido, foi identificado que o fenômeno HPE ocorre tanto em sujeitos que praticam regularmente treinamento resistido como também naqueles que não realizam tal atividade, independente do estado clínico (normotensos x hipertensos). Adicionalmente, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas no tamanho do efeito entre aqueles indivíduos fisicamente sedentários e ativos.

Apesar de raros na literatura, algumas investigações buscaram analisar individualmente os efeitos do estado de treinamento sobre a HPE. Nesse sentido, algumas análises obtidas com amostra hipertensa, sugerem que a prática regular de exercício resistido não elimina, mas pode inibir os efeitos hipotensores pós exercício resistido^{20, 22, 41}. Na presente metanálise, quando considerada a magnitude do tamanho do efeito observada em hipertensos, verifica-se que os indivíduos sedentários apresentam efeitos hipotensivos moderados e pequenos, enquanto que seus pares ativos possuem efeito pequeno e não significativo para pressão arterial sistólica e diastólica respectivamente, confirmando assim as conclusões apresentadas anteriormente.

Por outro lado, não foi identificado na literatura nenhum outro estudo que teve como objetivo analisar individualmente o impacto da prática regular de treinamento resistido sobre a HPE em normotensos. De forma especulativa, quando considerada a magnitude do tamanho do efeito, é possível sugerir que indivíduos sedentários parecem apresentar maior duração do efeito hipotensor pós-exercício, uma vez que na análise realizada com os dados obtidos aos 90 min pós-exercício houve perda de efeito estatisticamente significativo na pressão arterial sistólica naqueles indivíduos ativos, além da mudança de efeito “moderado” para “pequeno” nos valores de pressão arterial diastólica.

Estado clínico – Metanálise

Nas análises adicionais de subgrupo, quando considerado somente o estado clínico (normotenso x hipertenso), foi identificado efeito hipotensivo para pressão arterial sistólica e diastólica, tanto em sujeitos normotensos, quanto em hipertensos. Outras investigações que individualmente analisaram o comportamento cardiovascular agudo após a realização de uma única sessão de exercícios resistidos em normotensos e hipertensos verificaram que a HPE pode acontecer independente do estado clínico^{8, 26}.

Por outro lado, vale ressaltar que a presente análise se refere ao momento 60 min pós-exercício. Esse fato limita conclusões relacionadas às possíveis diferenças na duração do efeito hipotensor, decorrentes do exercício resistido, entre indivíduos normotensos e hipertensos. Nesse sentido, informações disponíveis na literatura apontam que os maiores ajustes cardiovasculares agudos decorrentes do exercício resistido são apresentados durante a primeira hora após a realização da atividade⁴³.

Volume – Metanálise

Devido a sua característica, o treinamento contra resistência permite que uma grande quantidade de configurações de montagem das sessões de treinamento sejam possíveis. Essas diferentes configurações podem afetar as respostas fisiológicas atreladas a esse tipo de atividade física. Nesse contexto, o volume de treinamento (exercícios x séries x repetições) é uma das formas mais práticas e menos limitadas para que se possa quantificar o trabalho fisiológico decorrente de uma sessão de exercício resistido.

Nesse sentido, a presente investigação verificou que a HPE ocorre independente do volume da sessão de treinamento. Além disso, o volume não influencia significativamente na magnitude do efeito da resposta pressórica pós-exercício. Estudos anteriores^{13, 21} que investigaram individualmente o efeito do volume sobre a HPE apresentaram conclusões divergentes da presente análise.

Em estudos utilizando sessão de treinamento em amostra hipertensa²¹ e exercício único em normotensos¹⁴, foi identificado que a sessão de maior volume apresentou HPE mais consistente durante o período de monitorização

de 60 min, quando comparado ao momento pré-exercício. Vale ressaltar que nesses estudos^{14, 21} não foram verificadas diferenças significativas em relação à sessão de menor volume. Nesse contexto, verifica-se que o volume da sessão de treinamento não parece modular a resposta pressórica pós-exercício.

Intensidade da sessão de exercício – Metanálise

O presente estudo identificou que a HPE ocorre tanto em intensidades mais baixas ($\leq 50\%$ 1RM), quanto em intensidades mais elevadas ($> 50\%$ 1RM). Além disso, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas na magnitude do efeito hipotensor entre as intensidades mais baixas e aquelas mais elevadas.

São raras as investigações que analisaram a influência isolada da intensidade do exercício resistido sobre a resposta pressórica pós-exercício. Alguns estudos^{6, 25} realizaram a comparação entre diferentes intensidades, porém não foi controlado o volume total de exercício, limitando as inferências. Em outras investigações que controlaram o volume de trabalho^{18, 44} foram identificados resultados em linha com os da presente investigação, não verificando diferenças na magnitude do efeito hipotensivo em função da intensidade.

Por outro lado, vale destacar que os efeitos abordados na presente investigação são relativos exclusivamente ao momento 60 min pós-exercício. Dessa forma, não é possível fazer inferências sobre o impacto da intensidade da sessão de exercício resistido sobre a duração da HPE. Nesse sentido, estudos citados anteriormente^{18, 44} sugerem que a intensidade pode estar atrelada a duração do efeito hipotensivo.

Implicações para a prática

A execução de uma única sessão de exercício resistido promove efeitos hipotensores significativos, tanto em indivíduos normotensos, quanto em hipertensos, independente da prática regular de exercício. Desse modo, os benefícios agudos oriundos de uma única sessão de exercícios aparentemente não são atenuados em virtude de treinamento regular.

Além disso, a magnitude do efeito hipotensivo não parece ser diferente entre normotensos e hipertensos. Aparentemente, a magnitude da HPE não é influenciada pelo volume e duração da sessão de exercícios. Nesse sentido, a redução aguda da pressão arterial pós-exercício resistido não tende a ser diferente em sujeitos sedentários ou com limitações físicas que impeçam a execução de atividades mais severas.

Implicações para futuras pesquisas

Devido ao grande número de variáveis que compõe o treinamento resistido, existe uma extensa variabilidade metodológica entre os estudos disponíveis na literatura. Dessa forma, há grande dificuldade para se estabelecer comparações entre os experimentos. Assim, estudos futuros devem estabelecer protocolos que minimizem essas dificuldades.

Além disso, existe uma quantidade relativamente pequena de estudos envolvendo população hipertensa, principalmente com sujeitos fisicamente ativos, uma vez que esse extrato populacional é mais raro. Por fim, os estudos futuros devem ter como foco a avaliação contínua da pressão arterial ao longo do acompanhamento pós-exercício, uma vez que a utilização de valores médios pós-exercício, obtidos por meio de uma maior frequência de avaliações durante o período de análise, pode traduzir melhor o comportamento cardiovascular ao longo do tempo.

Limitações

A ausência de uma característica metodológica comum dos estudos envolvendo respostas agudas impede a comparação entre a maioria das investigações. Além disso, os estudos não cumprem critérios típicos de ensaios clínicos com baixo risco de viés, como ocultação da alocação, mascaramento do avaliador e análise por intenção de tratar.

Adicionalmente, o comportamento cardiovascular pós-exercício precisa ser compreendido no seu contínuo, sendo que as análises do presente estudo abordaram os ajustes ocorridos em momentos específicos.

Análises de sensibilidade

A análise de sensibilidade não apresentou alterações significativas nos resultados quando se excluíram das metanálises os estudos de menor risco de viés (Anexo 2).

Conclusão

De maneira geral, os estudos disponíveis na literatura sustentam a tese de que o fenômeno HPE pode ocorrer tanto em indivíduos com elevada, quanto naqueles com baixa capacidade física “força/resistência muscular” após a realização de uma sessão de exercícios resistidos. Além disso, verifica-se que a HPE pode ocorrer independentemente do estado clínico dos sujeitos. No entanto, vale ressaltar que ainda existe uma quantidade relativamente reduzida de estudos que tiveram como propósito observar as respostas cardiovasculares agudas após exercícios resistidos, principalmente em amostra hipertensa.

Além disso, ainda são raros os estudos que buscaram identificar os possíveis mecanismos fisiológicos associados à ocorrência da HPE, sobretudo em amostra hipertensa. Diante disso, ainda não é possível estabelecer uma aproximação precisa sobre quais ajustes fisiológicos estão atreladas a HPE após a realização de uma sessão de exercícios resistidos.

Observa-se grande variabilidade nas variáveis de prescrição de exercício, no que se referem a número de repetições, séries e exercícios executados nas sessões de treinamentos dos estudos encontrados. Esse fato prejudica de forma significativa as análises referentes à modulação da magnitude e duração das respostas pressóricas pós-exercício. Nesse sentido, ainda não é possível identificar qual configuração de exercício resistido é mais eficiente no que tange a HPE.

Verifica-se também que a HPE ocorre tanto em normotensos e hipertensos praticantes, quanto naqueles não praticantes regulares de exercício resistido. Além disso, a prática regular aparentemente não modula a magnitude do efeito hipotensor pós-exercício.

Por fim, sujeitos normotensos e hipertensos apresentam HPE com magnitudes similares. Adicionalmente, a redução aguda da pressão arterial pode

ocorrer independentemente do volume e da intensidade da sessão de exercício resistido.

Referências

1. Hill L. Arterial pressure in man while sleeping, resting, working and bathing. *J Physiol Lond.* 1897;22:xxvi-xxix.
2. Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise: integrating acute and chronic mechanisms. *Sports Med.* 2006;36(2):109-16.
3. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2002;16(4):225-36.
4. Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001;29(2):65-70.
5. Alderman BL, Arent SM, Landers DM, Rogers TJ. Aerobic exercise intensity and time of stressor administration influence cardiovascular responses to psychological stress. *Psychophysiology.* 2007;44(5):759-66.
6. Brown SP, Clemons JM, He Q, Liu S. Effects of resistance exercise and cycling on recovery blood pressure. *J Sports Sci.* 1994;12(5):463-8.
7. Farinatti PTV, Nakamura FY, Polito MD. Influence of recovery posture on blood pressure and heart rate after resistance exercises in normotensive subjects. *J Strength Cond Res.* 2009;23(9):2487-92.
8. Fisher MM. The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. *J Strength Cond Res.* 2001;15(2):210-6.
9. Hill DW, Collins MA, Cureton KJ, DeMelo J. Blood pressure response after weight training exercise. *J Appl Sports Sci Res.* 1989;3(2):44-7.
10. Keese F, Farinatti P, Pescatello L, Monteiro W. A comparison of the immediate effects of resistance, aerobic, and concurrent exercise on postexercise hypotension. *J Strength Cond Res.* 2011;25(5):1429-36.
11. MacDonald JR, MacDougall JD, Interisano SA, Smith KM, McCartney N, Moroz JS, et al. Hypotension following mild bouts of resistance exercise and submaximal dynamic exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999;79(2):148-54.
12. Niemela TH, Kiviniemi AM, Hautala AJ, Salmi JA, Linnamo V, Tulppo MP. Recovery pattern of baroreflex sensitivity after exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(5):864-70.

13. O'Connor PJ, Bryant CX, Veltri JP, Gebhardt SM. State anxiety and ambulatory blood pressure following resistance exercise in females. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(4):516-21.
14. Polito MD, Farinatti PT. The effects of muscle mass and number of sets during resistance exercise on postexercise hypotension. *J Strength Cond Res.* 2009;23(8):2351-7.
15. Raglin JS, Turner PE, Eksten F. State anxiety and blood pressure following 30 min of leg ergometry or weight training. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(9):1044-8.
16. Roltsch MH, Mendez T, Wilund KR, Hagberg JM. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6):881-6.
17. Salles BF, Maior AS, Polito M, Novaes J, Alexander J, Rhea M, et al. Influence of rest interval lengths on hypotensive response after strength training sessions performed by older men. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):3049-54.
18. Simao R, Fleck SJ, Polito M, Monteiro W, Farinatti P. Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *J Strength Cond Res.* 2005;19(4):853-8.
19. Simoes GC, Moreira SR, Kushnick MR, Simoes HG, Campbell CS. Postresistance exercise blood pressure reduction is influenced by exercise intensity in type-2 diabetic and nondiabetic individuals. *J Strength Cond Res.* 2010;24(5):1277-84.
20. Costa JBY, Gerage AM, Gonçalves CGS, Pina FLC, Polito MD. Influence of the training status on the blood pressure behavior after a resistance training session in hypertensive older females. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16(2):103-6.
21. Mediano MFFP, Paravidino V, Simão R, Pontes FL, Jr., Polito MD. Subacute behavior of the blood pressure after power training in controlled hypertensive individuals. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(6):337-40.
22. Moraes MR, Bacurau RF, Simoes HG, Campbell CS, Pudo MA, Wasinski F, et al. Effect of 12 weeks of resistance exercise on post-exercise hypotension in stage 1 hypertensive individuals. *J Hum Hypertens.* 2011.
23. Bermudes AM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima EG. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions: resistive exercise training and aerobic exercise training. *Arq Bras Cardiol.* 2003;81(1):65-71.
24. DeVan AE, Anton MM, Cook JN, Neidre DB, Cortez-Cooper MY, Tanaka H. Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *J Appl Physiol.* 2005;98(6):2287-91.
25. Focht BC, Koltyn KF. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(3):456-63.

26. Moraes MR, Bacurau RF, Ramalho JD, Reis FC, Casarini DE, Chagas JR, et al. Increase in kinins on post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive volunteers. *Biol Chem.* 2007;388(5):533-40.
27. Polito MD, da Nobrega AC, Farinatti P. Blood pressure and forearm blood flow after multiple sets of a resistive exercise for the lower limbs. *Blood Press Monit.* 2011;16(4):180-5.
28. Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion D, Jr., Forjaz CL. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98(1):105-12.
29. Teixeira L, Ritti-Dias RM, Tinucci T, Mion Junior D, Forjaz CL. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(9):2069-78.
30. Veloso J, Polito MD, Riera T, Celes R, Vidal JC, Bottaro M. [Effects of rest interval between exercise sets on blood pressure after resistance exercises]. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94(4):512-8.
31. Brito AF, Alves NF, Araujo AS, Goncalves MC, Silva AS. Active intervals between sets of resistance exercises potentiate the magnitude of postexercise hypotension in elderly hypertensive women. *J Strength Cond Res.* 2011;25(11):3129-36.
32. Cucato GG, Ritti-Dias RM, Wolosker N, Santarem JM, Jacob Filho W, Forjaz CL. Post-resistance exercise hypotension in patients with intermittent claudication. *Clinics (Sao Paulo).* 2011;66(2):221-6.
33. Hardy DO, Tucker LA. The effects of a single bout of strength training on ambulatory blood pressure levels in 24 mildly hypertensive men. *Am J Health Promot.* 1998;13(2):69-72.
34. Melo CM, Alencar Filho AC, Tinucci T, Mion D, Jr., Forjaz CL. Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. *Blood Press Monit.* 2006;11(4):183-9.
35. Mota MR, Pardono E, Lima LC, Arsa G, Bottaro M, Campbell CS, et al. Effects of treadmill running and resistance exercises on lowering blood pressure during the daily work of hypertensive subjects. *J Strength Cond Res.* 2009;23(8):2331-8.
36. Anunciação PG, Poton R, Szytko A, Polito MD. Comportamento cardiovascular após o exercício resistido realizado de diferentes formas e volumes de trabalho. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(2):117-21.
37. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2 ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates; 1988.
38. Hopkins WG. A New View of Statistics. Internet Society for Sport Science. 2000 [16/09/2013]; Available from: <http://www.sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>.

39. Polito MD, Simão R, Senna GW, Farinatti PTV. Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. *Rev Bras Med Esporte*. 2003;9(2):74-7.
40. Ruiz RJ, Simão R, Saccomani MG, Casonatto J, Alexander JL, Rhea M, et al. Isolated and combined effects of aerobic and strength exercise on post-exercise blood pressure and cardiac vagal reactivation in normotensive men. *J Strength Cond Res*. 2011;25(3):640-5.
41. Mota MR, Jaco de Oliveira R, Dutra MT, Pardono E, Terra DF, Lima RM, et al. Acute and Chronic Effects of Resistive Exercise on Blood Pressure in Hypertensive Elderly Women. *J Strength Cond Res*. 2013.
42. Queiroz AC, Rezk CC, Teixeira L, Tinucci T, Mion D, Forjaz CL. Gender Influence on Post-resistance Exercise Hypotension and Hemodynamics. *Int J Sports Med*. 2013.
43. Anunciacao PG, Polito MD. A review on post-exercise hypotension in hypertensive individuals. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(5):e100-9.
44. Polito MD, Simão R, Senna GW, Farinatti PTV. Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. *Braz J Sports Med*. 2003;9(2):74-7.

ANEXO

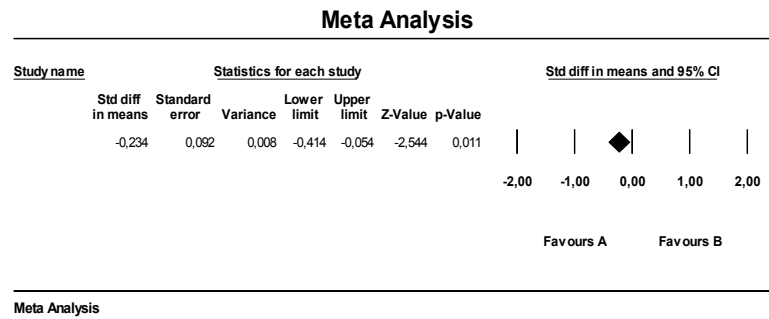
Anexo 1 – Planilha de extração dos dados.

[illegible]

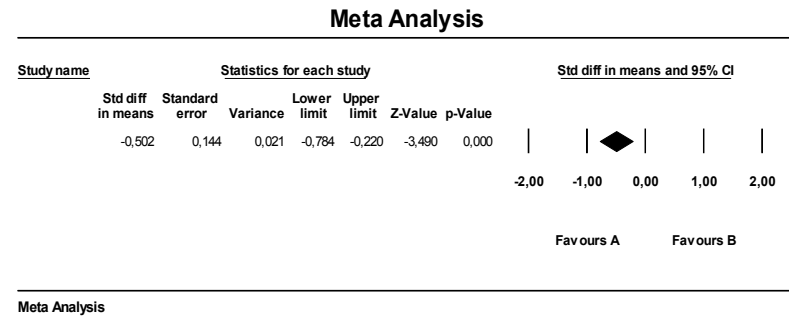
Anexo 2 – Análises de sensibilidade.

Pressão arterial sistólica – Normotensos – 60 min

Sedentário (Não praticante de exercício resistido)



Ativo (praticante de exercício resistido)



5 CONCLUSÃO GERAL

Apesar de algumas análises sugerirem que os mecanismos atrelados ao efeito hipotensor são distintos entre sedentários e ativos, ainda são escassas investigações sobre os ajustes fisiológicos agudos decorrentes da sessão de exercício.

As análises individuais e combinadas dos dados das investigações componentes da presente tese demonstram que a HPE pode acontecer tanto em praticantes regulares de exercícios aeróbios e resistidos, quanto naqueles não praticantes. Além disso, o tamanho do efeito hipotensor não é diferente entre indivíduos sedentários e ativos fisicamente.

Análises de subgrupo demonstraram que sujeitos hipertensos apresentam maior magnitude de queda pressórica após a realização de exercício aeróbio, quando comparados aos seus pares normotensos. Em relação ao exercício resistido, não foram encontradas diferenças no tamanho do efeito entre normotensos e hipertensos.

As variáveis de prescrição de exercício “duração” e “intensidade” (exercício aeróbio) e “volume” e “intensidade” (exercício resistido) parecem não exercer influência sobre a magnitude do efeito hipotensor.