

EFEITO AGUDO E CRÔNICO DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO NA PRESSÃO ARTERIAL EM PRÉ-HIPERTENSOS

ACUTE AND CHRONIC EFFECTS OF AEROBIC EXERCISE ON BLOOD PRESSURE IN PREHYPERTENSIVE SUBJECTS

Marcelle de Paula Ribeiro*
Mateus Camaroti Laterza**

RESUMO

Estudos reportam que mesmo antes do desenvolvimento da hipertensão arterial, o aumento dos valores de pressão arterial de repouso está diretamente correlacionado com maior probabilidade de desenvolvimento de eventos cardiovasculares. Diante disso, em 2003, uma nova categoria denominada pré-hipertensão foi introduzida para estabelecer maior atenção a esse segmento da população associado ao alto risco cardiovascular. Por outro lado, o exercício físico tem sido considerado uma estratégia positiva na prevenção da hipertensão arterial. Assim, o objetivo do presente estudo foi revisar a literatura, dez anos após o estabelecimento da pré-hipertensão como categoria de risco cardiovascular, sobre o efeito agudo e crônico do exercício físico aeróbio na pressão arterial de indivíduos pré-hipertensos. Após análise crítica dos artigos, observamos que o exercício físico aeróbio, agudo e crônico, reduz a pressão arterial de repouso em indivíduos pré-hipertensos. Contudo, são necessárias maiores investigações acerca dos fatores que influenciam a redução pressórica nessa população.

Palavras-chave: Exercício aeróbio. Pressão arterial. Pré-hipertensão.

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial, caracterizada como a elevação sustentada dos níveis pressóricos, é forte e independente preditor para o desenvolvimento de outras doenças cardiovasculares (CHOBANIAN et al., 2003; VASAN et al., 2001b; KOKKINOS et al., 2009). Essa patologia acomete aproximadamente um bilhão de pessoas no mundo, sendo responsável por sete milhões e meio de mortes por ano (GUILBERT, 2003). Estudos (VASAN et al., 2001a; CHOBANIAN et al., 2003) têm demonstrado que mesmo antes do desenvolvimento da hipertensão arterial, o risco cardiovascular aumenta de maneira significativa com elevações de 20 e 10 mmHg a partir de 115 e 75 mmHg de pressão arterial sistólica e

diastólica, respectivamente. Além disso, observa-se que a manutenção prolongada dos níveis de pressão arterial sistólica entre 120-139 mmHg e/ou de pressão arterial diastólica entre 80-89 resulta em aumento de até duas vezes o risco para desenvolvimento de hipertensão arterial (VASAN et al., 2001a; LISZKA et al., 2005). Baseado nesse contexto, no ano de 2003, uma nova categoria denominada pré-hipertensão foi introduzida no Seventh Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC-7), procurando estabelecer maior atenção a esse segmento da população associado ao alto risco para o surgimento e desenvolvimento de eventos cardiovasculares (CHOBANIAN et al., 2003).

Por outro lado, tem sido demonstrado que até mesmo reduções de dois mmHg na pressão

* Mestre. Unidade de Investigação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício do Hospital Universitário e da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, Brasil.

** Doutor. Professor da Unidade de Investigação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, Brasil.

arterial média é capaz de reduzir o risco de desenvolvimento de doenças associadas à manutenção de altos níveis pressóricos (CHOBANIAN et al., 2003; PESCATELLO et al., 2004a). Assim, estratégias que auxiliem na redução da pressão arterial tornam-se necessárias. No entanto, indivíduos pré-hipertensos não são candidatos à terapia medicamentosa, uma vez que inicialmente, a busca pela redução da pressão arterial até níveis ótimos é conduzida por meio da modificação do estilo de vida. Dentre tais modificações, o exercício físico tem sido adotado como importante agente.

De fato, estudos (WHELTON et al., 2002; GREEN et al., 2008) têm mostrado que o exercício físico praticado de forma crônica, em especial o treinamento físico aeróbio, resulta em reduções de até 30% nos valores de repouso. Além dos efeitos crônicos reportados, é sabido que mesmo uma única sessão de exercício físico já é capaz de provocar reduções nos valores de pressão arterial de repouso (FORJAZ et al., 2004; LIZARDO et al., 2007). Essa resposta fisiológica, caracterizada como hipotensão pós-exercício (HPE), foi amplamente observada em indivíduos hipertensos (FORJAZ et al., 2004, MacDONALD; TARNOPOLSKY; MacDOUGALL, 2001; BRANDÃO-RONDON et al., 2002); contudo, a ocorrência em populações com valores de pressão arterial sistólica e diastólica abaixo de 120 mmHg e 80mmHg, respectivamente, permanece controversa (PESCATELLO et al., 1991; KAUFMAN; HUGSON; SCHAMAN, 1987). Portanto, os achados reportados em ambas as populações não devem ser extrapolados para indivíduos pré-hipertensos. Como a ocorrência e magnitude da HPE têm-se mostrado dependente dos níveis iniciais de pressão arterial, não é sabido se essa população seria responsiva ao exercício físico aeróbio.

Diante das lacunas observadas sobre essa temática, o presente estudo teve como objetivo revisar a literatura, dez anos após o estabelecimento da pré-hipertensão como categoria de risco cardiovascular, sobre os efeitos do exercício físico, agudo e crônico, na pressão arterial de indivíduos pré-hipertensos.

MÉTODOS DE BUSCA E SELEÇÃO DE ARTIGOS

A pesquisa foi conduzida a partir das bases de dados MEDLINE (National Library of Medicine), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e ScieLo (ScientificElectronic Library), utilizando estudos publicados entre 2003 e março de 2013. Para tanto, foram utilizados, de forma combinada, os descritores *prehypertension*, *exercise* e *blood pressure* e seus correspondentes para a língua portuguesa (pré-hipertensão, exercício e pressão arterial).

Foram incluídos ensaios clínicos, ensaios clínicos controlados ou randomizados, que tenham investigado em seus protocolos experimentais o exercício físico aeróbio. Além disso, foram incluídos somente os estudos com composição amostral com idade acima de 18 anos, de ambos os sexos e pré-hipertensos, ou seja, indivíduos com pressão arterial sistólica entre 120 e 139 mmHg e pressão arterial diastólica entre 80 e 89 mmHg (CHOBANIAN et al., 2003). Com relação ao desfecho, foram excluídos artigos que não apresentaram a avaliação das variáveis pressão arterial sistólica, diastólica ou média nos períodos pré e pós-exercício físico, agudo ou crônico.

Com base nos estudos inicialmente rastreados, uma busca adicional, respeitando os critérios metodológicos especificados acima, foi realizada na bibliografia dos mesmos. Aqueles que preencheram os critérios de elegibilidade foram capturados para a presente revisão. Todo o processo de busca e seleção dos resumos e artigos foi realizado por dois avaliadores independentes.

RESULTADOS

Inicialmente, a busca eletrônica retornou 90 artigos (MEDLINE = 71; LILACS = 18; ScieLo = 1). Após remoção dos estudos duplicados constantes em mais de uma base de dados (n = 18), e inclusão dos estudos capturados na busca adicional (n = 2), 74 artigos foram selecionados. Contudo, após análise do título e resumo, foram excluídos 38 artigos por não avaliarem a pressão arterial após o exercício físico (MEDLINE = 37; LILACS = 1), 14 revisões de literatura (MEDLINE = 13; LILACS

= 1), quatro que avaliaram o exercício físico resistido (MEDLINE = 4), cinco que utilizaram amostra hipertensa (MEDLINE = 4; LILACS = 1), três artigos que associaram o exercício físico a outra intervenção (MEDLINE = 2; LILACS = 1) e um artigo que não identificou o protocolo de treinamento físico (MEDLINE = 1). Diante disso, nove artigos que avaliaram, de fato, o efeito agudo e crônico do exercício físico aeróbio, fizeram parte dessa revisão.

O presente estudo incluiu quatro ensaios clínicos controlados e randomizados (4/9, 44%), e cinco ensaios clínicos não controlados (5/9, 55%). Dentre os cinco estudos não controlados, quatro envolveram a investigação longitudinal de um único grupo com medidas repetidas coletadas antes e após o treinamento físico aeróbio. Dentre os quatro ensaios randomizados, três (3/4, 75%) submeteram os grupos às seguintes sessões aleatórias: (a) exercício físico contínuo, (b) exercício físico intermitente, (c) sem intervenção (controle). Um estudo (1/4, 25%) randomizou o grupo de estudo em: (a) intervenção (exercício físico contínuo) vs (b) sem intervenção (controle). Nenhum dos nove artigos selecionados para essa revisão relatou que a avaliação da pressão arterial sistólica, diastólica e média foi realizada de forma cega; contudo, dois estudos (2/9, 22%) realizaram o registro das mesmas por meio de equipamento automático oscilométrico, descartando possível interferência do avaliador. As características metodológicas gerais especificadas acima, ordenadas pelo tipo de estudo, seguem melhor detalhadas na Tabela 1.

Efeito agudo do exercício físico aeróbio sobre a pressão arterial

O efeito hipotensor de uma única sessão de exercício físico foi amplamente verificado em indivíduos hipertensos (PESCATELLO et al., 1991; MacDONALD; TARNOPOLSKY; MacDOUGALL, 2001; BRANDÃO-RONDON et al., 2002). No entanto, dez anos após o estabelecimento da pré-hipertensão como população de risco cardiovascular, permanecem escassos os estudos que buscaram investigar a

ocorrência e comportamento da HPE em indivíduos pré-hipertensos. Somente seis estudos abordaram essa temática, sendo os mesmos detalhados na Tabela 2.

Apesar da escassez de estudos realizados nessa temática, os mesmos apresentaram resultados promissores, uma vez que todos os artigos verificaram ocorrência da HPE na população pré-hipertensa. Nesse contexto, os seis estudos demonstraram redução da pressão arterial sistólica (NEW et al., 2013; PARK; RINK; WALLACE, 2006, 2008; LACOMBE et al., 2011; MIYASHITA; BURNS; STENSEL, 2011; LIU et al., 2012), dois demonstraram esse efeito na pressão arterial diastólica (PARK; RINK; WALLACE, 2006; LIU et al., 2012) e um estudo, redução da pressão arterial média (NEW et al., 2013). Diante disso, os achados confirmam a importância clínica do exercício físico aeróbio, mesmo quando realizado de forma aguda.

Os achados de Liu et al. (2012) também vieram confirmar a relevância de uma única sessão de exercício físico para indivíduos pré-hipertensos, na medida em que esse estudo demonstrou que a redução da pressão arterial observada agudamente está correlacionada àquela redução após seis meses de treinamento físico aeróbio. Diante disso, os autores sugerem que a magnitude da HPE é capaz de prever a responsividade do treinamento físico crônico em reduzir a pressão arterial nessa população.

No entanto, para que a HPE tenha maior relevância clínica, é necessário que seu efeito perdure por tempo prolongado. Assim, ressalta-se que somente um estudo (PARK; RINK; WALLACE, 2006) investigou a queda da pressão arterial pós-exercício no período ambulatorial, enquanto a maioria dos estudos limitou o tempo de observação da HPE ao período laboratorial, impedindo o acompanhamento da queda da pressão arterial após o retorno do indivíduo à sua rotina (LACOMBE et al., 2011; PAR; RINK; WALLACE, 2008; MIYASHITA; BURNS; STENSEL, 2011; LIU et al., 2012; NEW et al., 2013).

Tabela 1- Características metodológicas gerais dos estudos selecionados.

Autores (ano)	Intervenção	PAS/PAD/PAM inicial (mmHg)	Critérios para determinação da pré- hipertensão	Método de aferição da PA
Estudos TCR				
Miyashita, Burns e Stensel (2011)	Exercício contínuo Exercício intermitente Sessão controle	123±7/71±9/	Auscultatório
Lacombe et al. (2011)	Exercício contínuo Exercício intermitente Sessão controle	130±10/76±7/...	Total de 5 medições em um único dia. O menor e o maior valor foram descartados. Pré-hipertensão: média dos 3 valores de PAS e PAD entre 120–139 e 80–89 mmHg.	Automático oscilométrico
Park, Rink e Wallace (2006)	Exercício contínuo Exercício intermitente Sessão controle	131,9±1,1/82,5±1,42/...	3 medições em 2 dias diferentes (Total de 6 medições). Pré-hipertensão: média dos 6 valores de PAS e PAD entre 120-139 e 80-89 mmHg.	Auscultatório
New et al. (2013)	Exercício contínuo Sessão controle	132±10/90±5/104±4	...	Auscultatório
Estudos TNC				
Park, Rink e Wallace (2008)	Exercício intermitente	131,9±4,7/82,5±6,4	3 medições em 2 dias diferentes (Total de 6 medições). Pré-hipertensão: média dos 6 valores de PAS e PAD entre 120–139 e 80–89 mmHg.	Auscultatório
Estudos LNC				
Liu et al. (2012)	Exercício contínuo	126±0,94/81±1,1/... 129±2,5/80±2,5/ ...	Total de 5 medições em um único dia. O menor e o maior valor foram descartados. Pré-hipertensão: média dos 3 valores de PAS e PAD entre 120–139 e 80–89 mmHg.	Automático oscilométrico
Nunes et al. (2006)	Exercício individualizado	120±1/80±1/ ...	Total de 2 medições em um único dia. Pré-hipertensão: média dos 2 valores entre 120–139 e 80–89 mmHg.	Auscultatório
Stephens et al. (2007)	Exercício contínuo	127±3/83±1/97±2	Total de 3 medições em dias diferentes. Pré-hipertensão: pelo menos 2 dos valores de PAS e PAD entre 120–139 e 80–89 mmHg.	Auscultatório
Zago, Silveira e Kokubun (2010)	Exercício contínuo	G1: 134 ± 2,2/134 ± 2,2/... G2: 131,2 ± 2,7/ 131,2 ± 2,7/ ... G3: 132,2 ± 1,9/ 84,9 ± 1,4/ ... G4: 134,4 ± 2,6/ 85,4 ± 1,4/ ...	Total de 3 medições e 3 dias diferentes. Pré-hipertensão: média dos 3 valores entre 120–139 e 80–89 mmHg.	Auscultatório

TCR = transversal controlado e randomizado; TNC = transversal não controlado; LNC = longitudinal não controlado; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; G1 = grupo com ausência de polimorfismo; G2 = grupo com presença do polimorfismo G-8947; G3 = grupo com presença do polimorfismo T-786C; G4 = grupo com presença ambos os polimorfismos. Fonte: Os autores.

Tabela 2 – Efeito agudo do exercício físico aeróbio sobre a pressão arterial.

Autores (ano)	Amostra	N	Exercício	Intensidade	Duração	Monitorização PAS/PAD/PA		Efeito Pós-exercício
						Pós-exercício	M	
Miyashita, Burns e Stensel (2011)	M (25±4,2anos)	7	Esteira ergométrica	70% VO _{2max}	30 min. (contínuo) 10x3 min. (intermitente)	15 min.	↓ 6 /→/...	15 min.
Lacombe et al. (2011)	M (57±4 anos)	13	Cicloergômetro	60% VO _{2max} 40 e 85% VO _{2max}	21 min. (contínuo) 5x2:2min. (intermitente)	60 min.	↓ 3 /→/...	25 min. 20 min.
Park, Rink e Wallace (2006)	M/F (47±2,9 anos)	20	Esteira ergométrica	50% VO _{2pico}	40 min. (contínuo) 4x10 min. (intermitente)	12h	↓ 5 /↓3/ ... ↓5 /↓1/ ...	7 h. 10h.
Liu et al. (2012)	M (51±2,4 anos) F (55±1,3 anos)	17	Esteira ergométrica	65% VO _{2pico}	30 min. (contínuo)	30 min.	↓7 /↓4/
New et al. (2013)	M (50±8 anos)	9	Cicloergômetro	75 % VO _{2pico}	30 min. (contínuo)	2 h.	↓ / → / ↓6	2h.
Park, Rink e Wallace (2008)	M/F (47,2±13,1 anos)	20	Esteira Ergométrica	50% VO _{2pico}	3x10 min. (intermitente)	40 min.	↓4/→ /

PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; M = masculino; F = feminino; ... = dados não informados; ↓ = redução; → = manutenção.

Fonte: Os autores.

Embora a HPE tenha sido verificada na pré-hipertensão, sua magnitude (-3 a -7 mmHg na pressão arterial sistólica) e duração (15 minutos a 10 horas) apresentam considerável variação. Nesse sentido, a diferença entre os achados pode ser atribuída, pelo menos em parte, a características específicas da prescrição do exercício físico que atuam regulando o comportamento da HPE. Com relação ao tipo de exercício físico, a maioria dos estudos (PARK; RINK; WALLACE, 2006, 2008; MIYASHITA; BURNS; STENSEL, 2011; LIU et al., 2012; NEW et al., 2013) utilizou a esteira ergométrica, enquanto um único estudo (LACOMBE et al., 2011) utilizou o cicloergômetro. Na população hipertensa, é sabido que o tipo de exercício físico pode exercer influência sobre o comportamento da HPE (LIZARDO et al., 2007); entretanto, não foram realizados estudos que buscaram comparar diretamente o efeito dessas diferentes modalidades aeróbias na resposta hipotensora em indivíduos pré-hipertensos.

Porém, em indivíduos normotensos, Dutra et al. (2008) e Lizardo et al. (2007) demonstraram que uma sessão de exercício físico realizada em esteira rolante foi mais eficaz em induzir a HPE do que aquela em cicloergômetro. Esses autores sugerem que a HPE mais acentuada após o exercício físico em esteira se deva ao maior recrutamento de massa muscular e unidades motoras quando comparada a HPE derivada do exercício físico realizado em cicloergômetro, resultando em respostas diferenciadas.

Considerando diversas populações, evidências indicam que a forma de execução do exercício físico interfere na HPE; no entanto, na pré-hipertensão, os dados ainda são inconsistentes. Por exemplo, Miyashita, Burns e Stensel (2011) demonstraram que o exercício físico aeróbio intermitente, ou seja, sessões de exercício físico intercaladas por períodos de descanso, resulta em resposta hipotensora de igual magnitude e duração quando comparado ao exercício físico contínuo. Por outro lado,

Park, Rink e Wallace (2006) verificaram que a HPE foi maior e mais duradoura quando o mesmo exercício físico contínuo foi realizado de forma intermitente. Para esses autores, a efetividade das sessões intermitentes de exercício físico em reduzir os níveis de pressão arterial pode ser explicada pelo efeito residual que múltiplas sessões de curtos períodos parecem promover. De fato, outro estudo realizado por esse mesmo grupo (PARK; RINK; WALLACE, 2008) corroboram essa hipótese, na medida em que, ao avaliar a pressão arterial entre cada sessão de exercício físico de curta duração, observaram a ocorrência da HPE somente após a terceira sessão, enquanto que as duas primeiras não resultaram em redução dos níveis de pressão arterial. Tal achado demonstra, portanto, o efeito residual e cumulativo das sessões de curta duração que caracterizam o exercício físico intermitente em promover a HPE.

A duração do exercício físico também tem sido sugerida como um dos fatores que influencia a HPE em indivíduos hipertensos. Porém, em indivíduos pré-hipertensos, foi observada redução da pressão arterial tanto em exercício físico aeróbico de curta duração (LACOMBE et al., 2011) quanto em exercício físico de prolongada duração (NEW et al., 2013; PARK; RINK; WALLACE, 2006). Apesar de nenhum dos artigos terem investigado diretamente o efeito da duração do exercício físico sobre a HPE em indivíduos pré-hipertensos, é possível observar que o estudo que utilizou sessões de exercício físico de maior duração (PARK; RINK; WALLACE, 2006), resultou em HPE mais prolongada do que aqueles que utilizaram o exercício físico de menor duração (MIYASHITA et al., 2011; LACOMBE et al., 2011).

Nenhum dos estudos selecionados avaliou os mecanismos responsáveis pela HPE em exercícios físicos de diferentes durações; contudo, é possível que sessões mais prolongadas promovam maiores reduções de pressão arterial, como resultado da diminuição da resistência vascular periférica. A essa diminuição, associa-se o maior acúmulo de substâncias vasodilatadoras (HUSSAIN et al., 1996) e a dissipação de calor produzido (FRANKLIN; GREEN; CABLE, 1993), ambas

respostas potencializadas pelo exercício físico de maior duração.

Em relação à intensidade do exercício físico, os estudos apresentados verificaram redução da pressão arterial após a prática de exercício físico aeróbico com intensidade entre 50% a 85% da capacidade máxima (PARK; RINK; WALLACE, 2006; LACOMBE et al., 2011). Adicionalmente, Lacombe et al. (2011) demonstraram que sessões de exercício físico que intercalam alta (85% VO_{2max}) e baixa intensidade (40% VO_{2max}) também resultam em resposta hipotensora. Embora a influência da intensidade do exercício físico na magnitude e duração da HPE esteja reportada em outras populações (FORJAZ et al., 2004; PESCATELLO et al., 2004b), não há estudos que tenham investigado essa relação em indivíduos pré-hipertensos. Contudo, verifica-se que as respostas hipotensoras de maior magnitude e duração foram observadas nos estudos que utilizaram em seus protocolos, exercícios físicos de baixa a moderada intensidades (PARK; RINK; WALLACE, 2006; LIU et al., 2012; NEW et al., 2013). Portanto, assim como observado em hipertensos (PESCATELLO et al., 1991; KOKKINOS et al., 2009), é possível que o efeito anti-hipertensivo na pré-hipertensão ocorra em intensidades moderadas de exercício físico. Nenhum dos estudos selecionados buscou investigar e comparar os mecanismos responsáveis pela HPE em diferentes intensidades; entretanto, como a intensidade do estímulo gerado pelo exercício regula as respostas hemodinâmicas, neurais e hormonais durante o exercício físico, é possível que essa relação também ocorra no período pós-exercício.

Os mecanismos responsáveis pela HPE na pré-hipertensão permanecem pouco elucidados; entretanto, assim como observado em outras populações, a redução em um ou ambos os determinantes da pressão arterial, débito cardíaco e resistência vascular periférica total, estão envolvidos nessa resposta fisiológica. Apenas um estudo (NEW et al., 2013) propôs-se a investigar tais respostas, tendo encontrado redução da resistência vascular periférica após trinta minutos de exercício físico aeróbico moderado. Além dos determinantes hemodinâmicos, a participação da modulação

autonômica na ocorrência da HPE nessa população tem sido relatada. Nesse sentido, Park, Rink e Wallace (2006) e Lacombe et al. (2011), descreveram que mudanças no equilíbrio entre as alças simpática e parassimpática do sistema nervoso autonômico estavam relacionadas a redução da pressão arterial pós-exercício.

Baseado nas informações apresentadas está claro que uma única sessão de exercício físico é capaz de reduzir os níveis de pressão arterial em indivíduos pré-hipertensos. No entanto, permanece desconhecida a influência de diversos fatores fisiológicos e ambientais na magnitude e duração da HPE. Diante disso, estudos adicionais que busquem investigar essa temática são de extrema importância.

Efeito crônico do exercício físico aeróbio sobre a pressão arterial

Somente quatro estudos propuseram investigar o efeito crônico do exercício físico aeróbio sobre os níveis de pressão arterial em indivíduos pré-hipertensos. Os mesmos seguem detalhados na Tabela 3.

De maneira positiva, é possível observar que o treinamento físico aeróbio reduz a pressão arterial de repouso em até dez mmHg para a pressão arterial sistólica e sete mmHg para a pressão arterial diastólica. Considerando que reduções modestas de dois mmHg na pressão arterial estão associadas à diminuição do risco de mortalidade por origem cardiovascular (VASAN et al., 2001a; CHOBANIAN et al., 2003; PESCATELLO et al., 2004a), os achados apresentados nessa revisão confirmam a relevância do treinamento físico aeróbio para essa população.

A redução da pressão arterial sistólica e diastólica foi observada em três estudos (NUNES et al., 2006; ZAGO; SILVEIRA; KOKUBUN, 2010; LIU et al., 2012), enquanto um estudo (STEPHENS et al., 2007) não verificou efeito do treinamento físico aeróbio sobre essas variáveis fisiológicas. É importante notar que a magnitude da redução da pressão arterial apresenta variação entre os estudos, sugerindo que, assim como observado agudamente, fatores adicionais possam interferir nessa resposta.

Tabela 3 – Efeito crônico do exercício físico aeróbio sobre a pressão arterial.

Autores (ano)	Amostra	n	Exercício	Intensidade	Duração	PAS/PAD/PAM
Nunes et al. (2006)	M/F (45±2 anos)	78	Individualizado	40 a 70% FCR	Individualizado	
					(3 meses)	↓6 /↓4/...
Stephens et al. (2007)	F (38,2±1,5 anos)	12	Cicloergômetro	70% VO _{2pico}	Individualizado (6 meses)	↓10 /↓7/...
					30 min.	
Zago, Silveira e Kokubun (2010)	M G1(59,0±0,9 anos; n = 40) G2 (59,9±1,4 anos; n = 21) G3 (57,0±1,0; n = 22) G4 (57,5±1,0; n = 35)	118	...	70% VO _{2max}	(3X sem; 10 semanas)	→ / → / →
					40 min	
					(3x sem; 6 meses)	↓ ... /↓... /...
Liu et al. (2012)	M (51±2,4 anos) F (55±1,3 anos)	17	Esteira ergométrica	65% VO _{2pico}	30 min.	
					(4x sem; 8 semanas)	↓7 /↓5/ ...

PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; M = sexo masculino; F = sexo feminino; ... = dados não informados; ↓ = redução; → = manutenção; individualizado = tipo e duração sugeridos de acordo com a condição de saúde, idade, aptidão física e fatores de risco de cada sujeito; G1 = ausência de polimorfismo; G2 = presença do polimorfismo G-8947; G3 = presença do polimorfismo T-786C; G4 = presença ambos os polimorfismos.

Fonte: Os autores.

Dentre tais fatores, características específicas da prescrição do treinamento físico, como o tempo de treinamento, parecem exercer influência sobre os níveis de pressão arterial. A queda dos valores pressóricos de repouso foi observada em protocolos de quatro semanas a seis meses. Porém, Nunes et al. (2006) observaram que a diminuição da pressão arterial após seis meses de condicionamento físico foi significativamente maior do que a evidenciada após três meses de programa. Além disso, esses autores observaram que a resposta hipotensora pós-exercício tem relação direta com o nível inicial de pressão arterial, sendo os mais responsivos ao treinamento, aqueles com níveis elevados dessa variável. Curiosamente, os resultados desse estudo foram observados após treinamento aeróbio não supervisionado, demonstrando que o exercício físico acompanhado à distância também é capaz de provocar reduções significativas da pressão arterial.

Com relação à intensidade, foi observada diminuição dos níveis de pressão arterial após treinamento físico realizado a 40% da frequência cardíaca de reserva até 70% VO_{2max} (NUNES et al., 2006; ZAGO; SILVEIRA; KOKUBUN, 2010), demonstrando que a ocorrência da queda da pressão arterial acontece em baixa e moderada intensidade. Apesar disso, a presente revisão não identificou estudos que tenham investigado o efeito de diferentes intensidades de exercício físico sobre a magnitude da redução da pressão arterial promovida pelo treinamento aeróbio na população pré-hipertensa. Permanece também desconhecida a influência da duração da sessão e a frequência semanal das sessões. A maioria dos estudos apresentados utilizou períodos de 30 a 40 minutos, de três a quatro vezes por semana, impedindo, portanto, a comparação de diferentes protocolos prescritos.

Os mecanismos responsáveis pela redução dos níveis de pressão arterial após treinamento físico aeróbio em indivíduos pré-hipertensos permanecem pouco elucidados. Contudo, assim como observado agudamente, a redução de determinantes hemodinâmicos tem sido relatada nessa população. Zago, Silveira e Kokubun (2010), por exemplo, verificaram que seis meses de treinamento físico aeróbio promoveu elevação da concentração de óxido nítrico em indivíduos pré-hipertensos que apresentavam

polimorfismos da enzima conversora de óxido nítrico. De fato, o óxido nítrico exerce importante papel no controle vascular pós-exercício, em especial na vasodilatação, contribuindo para a redução dos níveis pressóricos (CHANNON; GUZIK, 2002). Além da participação de determinantes hemodinâmicos, a melhora da função autonômica cardíaca também está associada à diminuição dos valores de pressão arterial promovida pelo exercício físico aeróbio realizado de forma crônica (LUCINI et al., 2002; TIMMERS et al., 2004; COLLIER et al., 2009). Contudo, observa-se a escassez de estudos que tenham investigado essa associação após o treinamento físico aeróbio em indivíduos pré-hipertensos. No entanto, independentemente dos mecanismos subjacentes à ocorrência da HPE, o exercício físico realizado de forma crônica é uma estratégia não-farmacológica, clinicamente importante, para reduzir os níveis de pressão arterial dessa população.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O uso do critério de inclusão “definição de pré-hipertensão seguindo a classificação de hipertensão arterial do Seventh Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC-7/2003)”, foi utilizado visando garantir a homogeneidade dos artigos selecionados e a seleção de estudos realizados após a criação da categoria pré-hipertensão. Porém, entendemos que esse critério para seleção de artigos pode ter excluído estudos que utilizaram amostra com pressão arterial sistólica entre 120 e 139 mmHg e pressão arterial diastólica entre 80 e 89 mmHg, mas que foram classificados como normotensos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exercício físico aeróbio realizado de forma aguda e crônica é uma estratégia eficaz na redução da pressão arterial de indivíduos pré-hipertensos. Contudo, são necessárias maiores investigações acerca dos fatores que influenciam a redução da pressão arterial nessa população.

ACUTE AND CHRONIC EFFECTS OF AEROBIC EXERCISE ON BLOOD PRESSURE IN PREHYPERTENSIVE SUBJECTS**ABSTRACT**

Studies have shown that even before the development of hypertension, the progressive increase of the resting blood pressure values is directly correlated with a higher probability of emergence and development of cardiovascular events. Thus, in 2003, a new category called prehypertension was introduced to establish greater attention to this segment of the population associated with high cardiovascular risk. On the other hand, the exercise has been considered as positive strategy in the prevention of hypertension. The aim of this study was to review published studies that investigated, ten years after the establishment of prehypertension as cardiovascular risk category, the acute and chronic effects of aerobic exercise on blood pressure in prehypertensive subjects. After critical analysis of articles, we found that the acute and chronic aerobic exercise reduces resting blood pressure of prehypertensive subjects. However, further investigations about the factors that influence blood pressure reduction in this population are needed.

Keywords: Aerobic exercise. Blood pressure. Prehypertension.

REFERÊNCIAS

- BRANDÃO-RONDON, M. U.; ALVES, M. J.; BRAGA, A. M.; TEIXEIRA, O. T.; BARRETO, A. C.; KRIEGER, E.; NEGRÃO, C. E. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. **Journal of the American College of Cardiology**, San Diego, v. 39, n. 4, p. 676-682, 2002.
- CHANNON, K.; GUZIK, T. Mechanisms of superoxide production in human blood vessels: Relationship to endothelial dysfunction, clinical and genetic risk factors. **Journal of Physiology and Pharmacology**, Cracóvia, v. 53, n. 4, p. 515-524, 2002.
- CHOBANIAN, A.; BAKRIS, G.; BLACK, H.; CUSHMAN, W.; GREEN, L.; IZZO, J.; JONES, D.; MATERSON, B.; OPARIL, S.; WRIGHT JR., J.; ROCCELLA, E. Seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. **Hypertension**, Dallas, v. 42, n. 6, p. 1206-1252, 2003.
- COLLIER, S.; KANALEY, J.; CARHART JR., R.; FRECHETTE, V.; TOBIN, M. B. N.; LUCKENBAUGH, A.; FERNHALL, B. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with pre-hypertension. **Acta Physiologica**, Oxford, v. 195, n. 3, p. 339-348, 2009.
- DUTRA, M. T.; CAVALEIRO FILHO, M. A. M.; LUCENA, H. C. D.; OLIVEIRA, R. J.; SILVA, F. M.; MOTA, M. R. Estudo comparativo do efeito hipotensor de diferentes modalidades aeróbias em mulheres normotensas. **Revista da Educação Física**, Maringá, v. 19, n. 4, p. 549-556, 2008.
- FORJAZ, C. L. M.; CARDOSO, C. G.; REZK, C.; SANTAELLA, D.; TINUCCI, T. Postexercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v. 44, n. 1, p. 54-62, 2004.
- FRANKLIN, P.; GREEN, D.; CABLE, N. The influence of thermoregulatory mechanisms on post-exercise hypotension in humans. **The Journal of Physiology**, v. 470, p. 231-241, 1993.
- GREEN, D.; O'DRISCOLL, G.; JOYNER, M.; NIGEL, C. Exercise and cardiovascular risk reduction: time to update the rationale for exercise? **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 105, n. 2, p. 766-768, 2008.
- GUILBERT, J. The world health report 2002 - reducing risks, promoting healthy life. **Education for Health**, Abingdon, v. 16, n. 2, p. 230, 2003.
- HUSSAIN, S.; SMITH, R.; MEDBAK, S.; WOOD, R.; WHIPP, B. Haemodynamic and metabolic responses of the lower limb after high intensity exercise in humans. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 81, n. 2, p. 173-187, 1996.
- KAUFMAN, F.; HUGSON, R.; SCHAMAN, J. Effect of exercise on recovery blood pressure in normotensive and hypertensive subjects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 19, n. 1, p. 17-20, 1987.
- KOKKINOS, P.; GIANNELLOU, A.; MANOLIS, A.; PITTARAS, A. Physical activity in the prevention and management of high blood pressure. **The Hellenic Journal of Cardiology**, Piraeus, v. 50, n. 1, p. 50-59, 2009.
- LACOMBE, S.; GOODMAN, J.; SPRAGG, C.; LIU, S.; THOMAS, S. Interval and continuous exercise elicit equivalent postexercise hypotension in prehypertensive men, despite differences in regulation. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, Ottawa, v. 36, n. 6, p. 881-891, 2011.
- LISZKA, H.; MAINOUS III, A.; KING, D.; EVERETT, C.; EGAN, B. Prehypertension and cardiovascular morbidity. **Annals of Family Medicine**, Leawood, v. 3, n. 4, p. 294-299, 2005.
- LIU, S.; GOODMAN, J.; NOLAN, R.; LACOMBE, S.; THOMAS, S. Blood pressure responses to acute and chronic exercise are related in prehypertension. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 44, n. 9, p. 1644-1652, 2012.
- LIZARDO, J. H. F.; MODESTO, L. K.; CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G. Hipotensão pós-exercício: comparação entre diferentes intensidades de exercício em esteira ergométrica e cicloergômetro. **Revista Brasileira Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 115-120, 2007.
-

- LUCINI, D.; MILANI, R.; CONSTANTINO, G.; LAVIE, C.; PORTA, A.; PAGANI, M. Effects of cardiac rehabilitation and exercise training on autonomic regulation in patients with coronary artery disease. **American Heart Journal**, Durham, v. 143, n. 6, p. 977-983, 2002.
- MacDONALD, J.; TARNOPOLSKY, M.; MacDOUGALL, J. Post exercise hypotension is sustained during subsequent bouts of mild exercise and simulated activities of daily living. **Journal of Human Hypertension**, Dallas, v. 15, n. 8, p. 567-571, 2001.
- MIYASHITA, M.; BURNS, S.; STENSEL, D. Accumulating short bouts of running reduces resting blood pressure in young normotensive/pre-hypertensive men. **Journal of Sports Sciences**, Londres, v. 29, n. 14, p. 1473-1482, 2011.
- NEW, K.; REILLY, M.; TEMPLETON, K.; ELLIS, G.; JAMES, P.; McENENY, J.; PENNEY, M.; HOOPER, J.; HULLIN, D.; DAVIES, B.; BAILEY, D. Free radical-mediated lipid peroxidation and systemic nitric oxide bioavailability: implications for postexercise hemodynamics. **American Journal of Hypertension**, Nova Iorque, v. 26, n. 1, p. 126-134, 2013.
- NUNES, A. P. O. B.; RIOS, A. C. S.; CUNHA, G. A.; BARRETO, A. C.; NEGRÃO, C. E. Efeitos de um programa de exercício físico não-supervisionado e acompanhado a distância, via internet, sobre a pressão arterial e composição em indivíduos normotensos e pré-hipertensos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 86, n. 4, p. 289-295, 2006.
- PARK, S.; RINK, L.; WALLACE, J. Accumulation of physical activity leads to a greater blood pressure reduction than a single continuous session, in prehypertension. **Journal of Hypertension**, Londres, v. 24, n. 9, p. 1761-1770, 2006.
- PARK, S.; RINK, L.; WALLACE, J. Accumulation of physical activity: blood pressure reduction between 10- min walking sessions. **Journal of Hypertension**, Londres, v. 22, n. 7, p. 1761-1770, 2008.
- PESCATELLO, L.; FARGO, A.; LEACH JR., C.; SCHERZER, H. Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure. **Circulation**, Baltimore, v. 83, n. 5, p. 1557-1561, 1991.
- PESCATELLO, L.; FANKLIN, B.; FAGARD, R.; FARGUHAR, W.; KELLEY, G.; RAY, C. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 36, n. 3, p. 533-553, 2004a.
- PESCATELLO, L.; GUIDRY, M.; BLANCHARD, B.; KERR, A.; TAYLOR, A.; JOHNSON, A.; MARESH, C.; RODRIGUEZ, N.; THOMPSON, P. Exercise intensity alters postexercise hypotension. **Journal of Hypertension**, Londres, v. 22, n. 10, p. 1881-1888, 2004b.
- STEPHENS, Q.; KIRBY, T.; BUCKWORTH, J.; DEVOR, S.; HAMLIN, R. Aerobic exercise improves cardiorespiratory fitness but does not reduce blood pressure in prehypertensive african american women. **Ethnicity Disease**, Atlanta, v. 17, n. 1, p. 55-58, 2007.
- TIMMERS, H.; WIELING, W.; KAREMAKER, J.; LENDERS, J. Cardiovascular responses to stress after carotid baroreceptor denervation in humans. **Annals of New York Academy of Sciences**, Nova Iorque, v. 1018, p. 515-519, 2004.
- VASAN, R.; LARSON, M.; LEIP, E.; EVANS, J.; O'DONNELL, C.; KANNEL, W.; LEVY, D. Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. **The New England Journal of Medicine**, Boston, v. 345, n. 18, p. 1291-1297, 2001a.
- VASAN, R.; LARSON, M.; LEIP, E.; EVANS, J.; O'DONNELL, C.; KANNEL, W.; LEVY, D. Assessment of frequency of progression to hypertension in non-hypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study. **Lancet**, Londres, v. 358, n. 9294, p. 1682-1686, 2001b.
- WHELTON, P.; HE, J.; APPEL, L.; CUTLER, J.; HAVAS, S.; KOTCHEN, T.; ROCELLA, E. Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. **The Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 288, n. 15, p. 1882-1888, 2002.
- ZAGO, A. S.; SILVEIRA, L. R.; KOKUBUN, E. Effects of aerobic exercise on the blood pressure, oxidative stress and eNOS gene polymorphism in pre-hypertensive older people. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v. 110, n. 4, p. 825-832, 2010.

Recebido em 31/07/2013

Revisado em 14/11/2013

Aceito em 15/12/2013

Endereço para correspondência: Mateus Camaroti Laterza. Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação Física e Desportos, Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Bairro Martelos, CEP 36036-900, Juiz de Fora-MG, Brasil. E-mail: mateuslaterza@hotmail.com