

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO NA HIPERTENSÃO ARTERIAL

¹ Mateus Camaroti Laterza

¹ Maria Urbana P.B. Rondon

^{1,2} Carlos Eduardo Negrão

1Unidade de Reabilitação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício, Instituto do Coração (InCor), Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

2Escola de Educação Física e Esportes da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Prof. Dr. Carlos Eduardo Negrão
Instituto do Coração (InCor) – Unidade de Reabilitação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício - HCFMUSP
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 – Cerqueira César
CEP: 05403-000 São Paulo – SP
Tel.: (11) 3069-5699
Fax.: (11) 3069-5043
E-mail: cndnegrao@incor.usp.br

Introdução

Considerada um dos principais fatores de risco para a morbidade e mortalidade cardiovasculares⁽¹⁾, a hipertensão arterial, ou seja, elevações sustentadas no nível pressórico sistólico igual ou superior a 140mmHg e/ou diastólico igual ou superior a 90mmHg^(2,3), ocasiona, ao longo do tempo e, muitas vezes de forma assintomática, o desenvolvimento de lesão em vasos e órgãos-alvo. Estas alterações crônicas podem explicar o fato de 40% das mortes dos pacientes hipertensos serem por acidente vascular encefálico e 25% por doença arterial coronariana⁽³⁾. Estudos epidemiológicos demonstram que, no mundo, um em cada cinco indivíduos com idade superior a 18 anos apresenta hipertensão arterial⁽³⁾. Lamentavelmente, no Brasil esta estatística não é diferente. As taxas de prevalência na população urbana adulta oscilam entre 22% e 44%^(4,5). Este quadro epidemiológico se torna ainda mais alarmante ao verificarmos, em amostra representativa da população dos Estados Unidos da América, envolvida no “*National Health and Nutrition Examination Survey*” (NHANES III) de 1991 a 1994, que 68% da população diagnosticada hipertensa tinha consciência do seu problema, porém, apenas metade desse percentual estava em tratamento. E mais, apenas 27% desses indivíduos tratados estavam, efetivamente, com a pressão arterial controlada⁽³⁾.

Diante da realidade apresentada, fica evidente a necessidade da conscientização do problema pelos órgãos de saúde pública e do tratamento dos pacientes portadores de hipertensão arterial. De fato, consenso realizado pelo *American College of Sports Medicine* em 2004⁽⁶⁾ mostrou que o tratamento com drogas anti-hipertensivas reduziu a mortalidade por doenças cardiovasculares em 21% nos pacientes com hipertensão arterial sistólica e diastólica, e 18% nos pacientes com hipertensão arterial sistólica isolada. Contudo, cada vez mais vem sendo estimulada uma abordagem não medicamentosa^(7,8) para pacientes hipertensos de graus leve a moderado, como opção para redução ou, até mesmo, normalização dos níveis de pressão arterial.

Dentre as condutas não medicamentosas, a prática regular de exercícios físicos vem sendo recomendada por profissionais da saúde como uma maneira efetiva no controle dos níveis de pressão arterial em pacientes hipertensos de graus leve e moderada,

inclusive daqueles pacientes que se encontram em vigência da terapêutica farmacológica^(2,3,6,9,10).

A seguir serão discutidos os efeitos agudo e crônico do exercício físico aeróbio sobre a hipertensão arterial e os mecanismos envolvidos na redução da pressão arterial.

Efeito agudo do exercício na hipertensão arterial

A redução da pressão arterial imediatamente após uma única sessão de exercício físico aeróbio, quando comparada aos valores iniciais de pressão arterial pré-exercício, tem sido denominada, na literatura, como hipotensão pós-exercício. Esta resposta fisiológica tem sido observada tanto em animais hipertensos⁽¹¹⁻¹⁵⁾, como no homem normotenso⁽¹⁶⁻²⁵⁾ e hipertenso^(16,19-21,23,26-34). No entanto, alguns fatores, como o tempo da sessão de exercício e o nível inicial da pressão arterial podem influenciar a resposta hipotensora pós-exercício. Estudo realizado por Overton et al.⁽¹³⁾ em ratos espontaneamente hipertensos demonstrou a influência do tempo de duração do exercício físico no comportamento pressórico pós-exercício desses animais. Esses autores verificaram que o exercício físico com duração de 40 minutos provoca diminuição da pressão arterial maior e mais prolongada do que o exercício com duração de 20 minutos. No homem, resultados semelhantes foram observados por Forjaz et al.⁽¹⁷⁾, quando uma sessão de exercício com duração de 45 minutos provocou queda da pressão arterial maior e mais duradoura ao ser comparada à sessão de exercício realizada por um período de 25 minutos.

Outro fator que influencia, de forma importante, a redução da pressão arterial pós-exercício é o nível inicial da pressão arterial. O efeito hipotensor do exercício é mais expressivo em pessoas que partem de valores iniciais de pressão arterial mais elevados. Uma revisão da literatura⁽³⁵⁾ mostrou que a queda da pressão arterial sistólica e diastólica pós-exercício, em pacientes hipertensos, varia de 18 a 20mmHg e de 7 a 9mmHg, respectivamente, enquanto em indivíduos normotensos ela varia de 8 a 10mmHg e de 3 a 5mmHg, respectivamente, evidenciando, portanto, queda pressórica de maior magnitude nos pacientes hipertensos. Quanto à intensidade do exercício, tem sido demonstrado que intensidades de esforço variando entre 30% e 80% do consumo máximo de oxigênio^(32,36) diminuem a pressão arterial após uma

sessão de exercício.

Apesar de o exercício provocar redução na pressão arterial nos momentos subseqüentes ao mesmo, um aspecto importante a ser considerado é por quanto tempo este efeito perdura. Só terá implicação clínica para o paciente se o efeito hipotensor do exercício perdurar por longo período⁽³⁵⁾. Com o advento da monitorização ambulatorial da pressão arterial, as possibilidades de avaliação por períodos de 24 a 48 horas aumentaram de maneira considerável, permitindo um conhecimento mais apurado dos níveis de pressão arterial durante as atividades cotidianas, diurnas e noturnas dos indivíduos. Esta abordagem metodológica pode ser empregada também para avaliar o tempo de duração do efeito hipotensor provocado pelo exercício, tanto em normotensos⁽³⁷⁾, quanto em pacientes hipertensos⁽³⁸⁻⁴²⁾. Estudos recentes^(40,43) têm demonstrado que o exercício físico agudo provoca diminuição da pressão arterial por um período de até 24 horas pós-exercício. Resultados obtidos em nosso laboratório⁽⁴³⁾ mostram que, após uma sessão aguda de exercício físico, realizada na intensidade de 50% do consumo de oxigênio de pico, há redução significativa na pressão arterial sistólica, diastólica e média de pacientes hipertensos e que essa redução pressórica perdura por um período de 22 horas após o paciente deixar o laboratório (Figura 1). Essas alterações benéficas nos níveis de pressão arterial, provocadas pelo exercício, não foram observadas em um dia controle, isto é, em um dia em que os pacientes não realizaram exercício.

Basicamente, dois mecanismos hemodinâmicos têm sido arrolados como possíveis responsáveis pela hipotensão pós-exercício: 1) diminuição do débito cardíaco ou 2) diminuição da resistência vascular periférica. Em nossa experiência⁽⁴³⁾, em pacientes hipertensos idosos, o mecanismo responsável pela diminuição da pressão arterial pós-exercício está relacionado

à diminuição do débito cardíaco devido a um menor volume sistólico. Além disso, observamos que o menor volume sistólico é devido a um menor enchimento ventricular (volume diastólico final) e não à diminuição da função cardíaca, desde que, tanto a função sistólica quanto a função diastólica não são alteradas, no período pós-exercício, em relação ao período pré-exercício. Menor débito cardíaco pós-exercício também foi observado por outros autores em hipertensos idosos⁽³²⁾. No entanto, em hipertensos de meia idade, o mecanismo responsável pela queda pressórica pós-exercício parece estar relacionado à menor resistência vascular periférica⁽⁴⁴⁾. É possível, ainda, que um mecanismo hipotensor bifásico ocorra. Alguns autores⁽³⁰⁾ notaram que, na fase inicial pós-exercício, ocorria diminuição da resistência vascular periférica e, posteriormente, após 50 minutos do término do exercício, observaram diminuição no débito cardíaco.

Efeito do treinamento físico na hipertensão arterial

Alguns autores^(8,45) têm evidenciado associação positiva entre sedentarismo e desenvolvimento de hipertensão arterial. Blair et al.⁽⁴⁵⁾ demonstraram que, num período médio de quatro anos de acompanhamento, indivíduos normotensos, com baixos níveis de capacidade física, tiveram risco relativo de 1.52, ou seja, 52% de chance de desenvolvimento da hipertensão arterial, quando comparados a indivíduos normotensos fisicamente ativos. Ao contrário, tem sido demonstrado que os benefícios do treinamento físico também se estendem às pessoas com hipertensão arterial estabelecida. Vários estudos e metanálises recentes mostram importante redução nos níveis de pressão arterial clínica em pacientes hipertensos após um período de treinamento físico^(9,46,47), sendo observada redução pressórica de até 11 mmHg para a pressão sistólica e 8 mmHg para a pressão diastólica⁽⁴⁸⁾. Resultados semelhantes obtidos em nosso laboratório (dados não

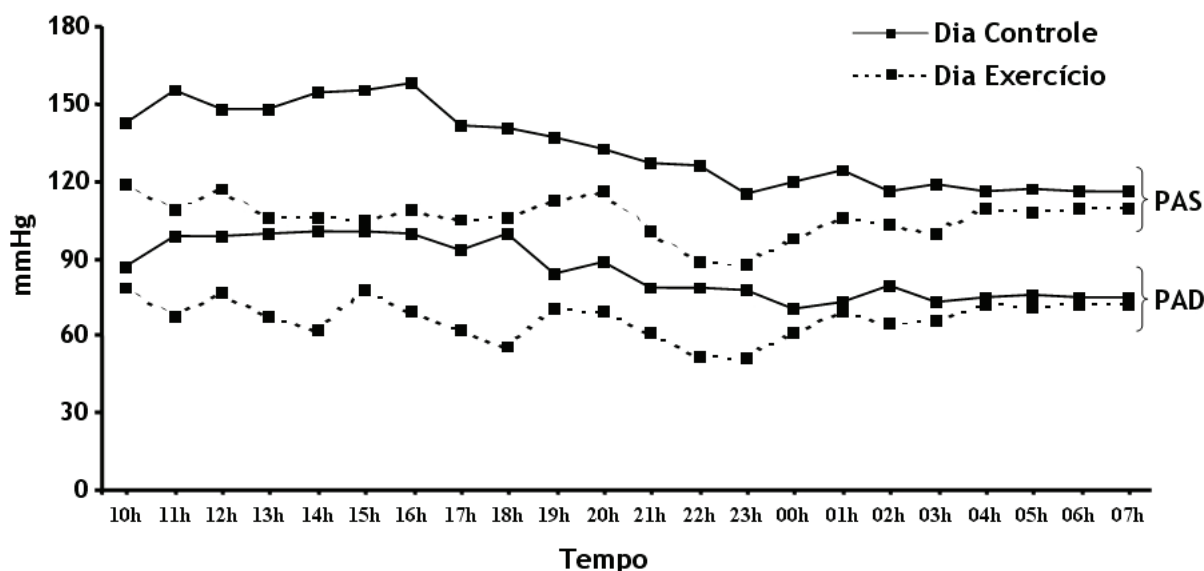


Figura 1- Comportamento da pressão arterial ambulatorial, sistólica (PAS) e diastólica (PAD), de um paciente hipertenso, do sexo masculino, 64 anos, por um período de 22 horas após um dia sem a realização de exercícios (Dia controle) e, um dia após a realização de uma sessão de 45 minutos de exercício físico em cicloergômetro em 50% do consumo de oxigênio de pico (Dia Exercício). Note que no dia em que o paciente realizou o exercício a PAS e PAD ficaram mais baixas que no dia controle.

publicados) mostraram que, após um período de quatro meses de treinamento físico aeróbio, pacientes hipertensos apresentaram redução da pressão arterial sistólica, diastólica e média, o que não foi observado em um grupo de pacientes hipertensos que permaneceram sedentários pelo mesmo período (Figura 2).

Além de reduzir a pressão arterial em repouso, a prática regular de exercícios físicos também reduz a resposta pressórica frente a estímulos fisiológicos, como o exercício físico submáximo^(49,50) e situações de estresse mental⁽⁵¹⁾. E, mesmo nos pacientes que fazem uso de medicamentos anti-hipertensivos, o treinamento físico é eficaz em reduzir os níveis pressóricos, podendo colaborar para o controle da pressão arterial e até suspensão da terapia farmacológica⁽⁵²⁾.

O efeito do treinamento físico na pressão arterial tem sido verificado também ao longo das 24 horas. Seals e Reiling⁽⁵³⁾ avaliaram o efeito do treinamento físico aeróbio de baixa intensidade (40% - 50% da frequência cardíaca de reserva) na pressão arterial de 24 horas em pacientes com hipertensão diastólica isolada, que não faziam uso de medicação. Eles verificaram que os valores de pressão arterial obtidos pela monitorização ambulatorial da pressão arterial, após seis meses de treinamento físico, não apresentaram reduções significativas. Porém, ao completarem 12 meses de acompanhamento, o treinamento físico diminuiu de maneira significativa os níveis de pressão arterial sistólica por 24 horas, tanto no período diurno como no noturno. Agora, estudo recente⁽⁵⁴⁾ sugere que esse efeito benéfico do treinamento físico sobre a pressão arterial ambulatorial de 24 horas se estende, também, a pacientes hipertensos que fazem uso de medicamentos. Nesse estudo⁽⁵⁴⁾, os autores verificaram reduções na pressão arterial sistólica e

diastólica durante o período diurno, após 6 semanas de um programa de caminhada.

Mecanismos hipotensores do treinamento físico

Os mecanismos que modulam a redução pressórica por meio do treinamento físico ainda não estão de todo elucidados. Contudo, alterações hemodinâmicas e/ou neuro-humorais parecem estar envolvidas nessa resposta.

Mecanismos Hemodinâmicos

Alguns autores^(53,55-57) têm sugerido que uma redução no débito cardíaco parece modular a queda pressórica após o treinamento físico. Esta diminuição no débito cardíaco tem sido atribuída à diminuição do volume sistólico^(55,56) ou da frequência cardíaca^(53,57). Adicionalmente, a redução do débito cardíaco tem sido sugerida devido à diminuição do volume plasmático observada em pacientes hipertensos após 10 semanas de treinamento físico⁽⁵⁵⁾. Estudo realizado em nosso laboratório⁽⁵⁷⁾ com ratos espontaneamente hipertensos submetidos ao treinamento físico, demonstrou que a diminuição da pressão arterial, nesses animais, estava associada à redução do débito cardíaco em consequência de uma bradicardia de repouso. Nesse estudo, tanto os níveis de volume sistólico quanto os níveis da resistência periférica total não sofreram modificações após o treinamento físico. Por outro lado, Nelson et al.⁽⁵⁸⁾ demonstraram, em pacientes hipertensos, que o mecanismo para explicar a redução na pressão arterial, após o programa de treinamento físico, estava relacionado à diminuição na resistência periférica total, já que o débito cardíaco estava até aumentado após o

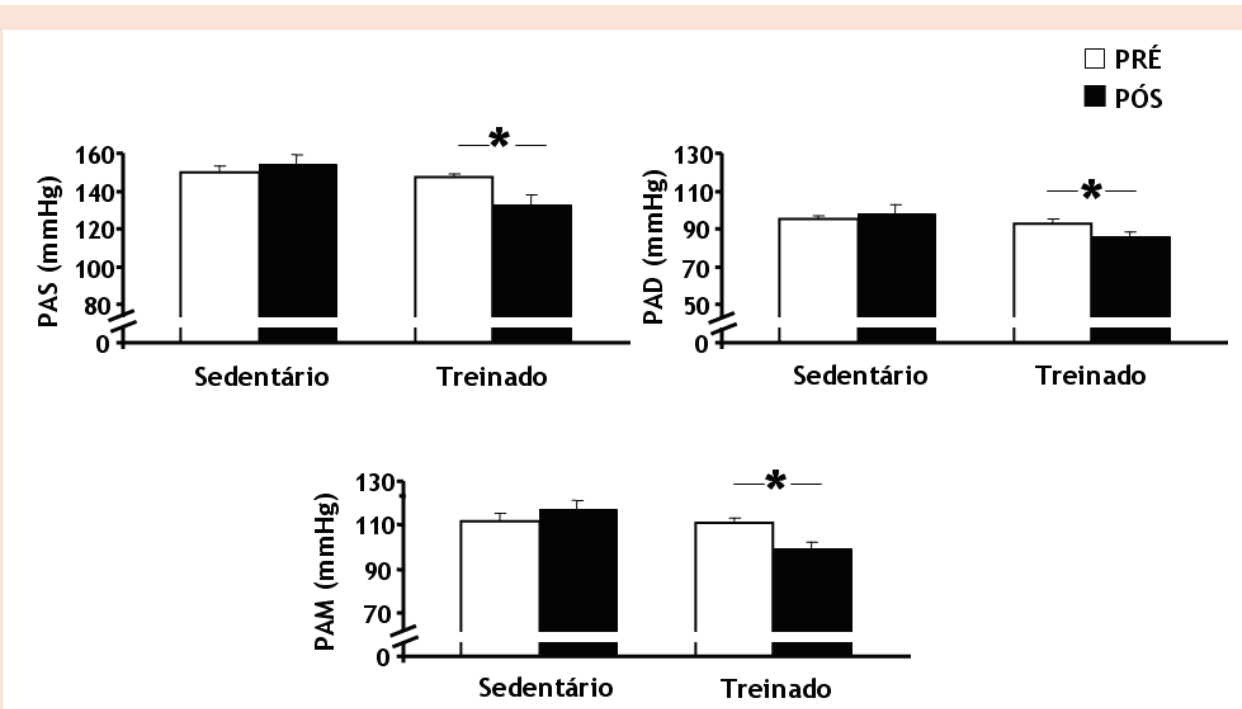


Figura 2- Pressão arterial clínica sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM) de pacientes hipertensos, grau leve a moderado, sem uso de medicamentos, antes e após 4 meses de inatividade física (grupo Sedentário) e, de pacientes hipertensos, grau leve a moderado, sem uso de medicamentos, antes e após 4 meses de treinamento físico dinâmico realizado 3 vezes por semana, com duração de 40 minutos por sessão e com intensidade entre o limiar anaeróbio e 70% do consumo de oxigênio de pico (grupo Treinado). Observe que somente o grupo Treinado apresentou reduções nos níveis de PAS, PAD e PAM. * = diferença entre pré vs. pós, (P<0,05).

treinamento físico.

Mecanismos Neuro-humorais

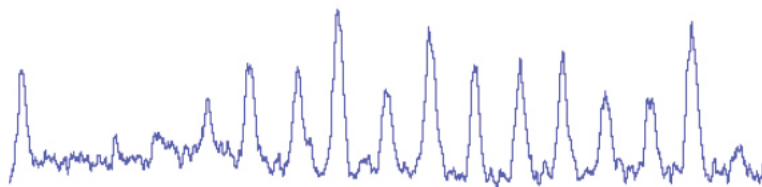
Um possível mecanismo relacionado à fisiopatologia da hipertensão arterial é o nível exacerbado de atividade nervosa simpática⁽⁵⁹⁾. Assim, provável diminuição da atividade nervosa simpática, após um período de treinamento físico, pode reduzir tanto o débito cardíaco quanto a resistência periférica total, o que pode levar à diminuição da pressão arterial nos pacientes hipertensos. De fato, alguns investigadores verificaram diminuições nos níveis plasmáticos de noradrenalina⁽⁵⁵⁾, marcador indireto da atividade nervosa simpática, e redução da atividade nervosa simpática renal⁽⁶⁰⁾, com simultânea redução da resistência vascular periférica, após um período de treinamento físico em pacientes hipertensos. Gava et al.⁽⁶¹⁾ demonstraram que a redução da pressão arterial em ratos espontaneamente hipertensos após o treinamento físico, ocorreu em consequência da redução do tônus simpático sobre o coração, uma vez que nem o tônus vagal nem a frequência cardíaca intrínseca foram modificados. Em nossa experiência, estudo em andamento (dados não publicados) tem demonstrado que, após um período de quatro meses de treinamento físico aeróbico, pacientes hipertensos, sem uso de medicamentos, apresentam redução nos níveis de atividade nervosa simpática muscular, medida de forma direta por meio

da técnica de microneurografia (Figura 3).

Adicionalmente, a melhora na sensibilidade barorreflexa, decorrente do treinamento físico, tem sido observada tanto em humanos saudáveis⁽⁶²⁾ quanto em hipertensos⁽⁶³⁾, e em ratos espontaneamente hipertensos⁽⁶⁴⁾. Esta melhora no controle barorreflexo pode ser explicação plausível para elucidar a redução dos níveis pressóricos, observada após o período de treinamento físico. Outros mecanismos humorais têm sido propostos para esclarecer a redução da pressão arterial com o treinamento físico. Por exemplo, a diminuição no nível de noradrenalina plasmática pode ser explicada tanto pelo aumento da Prostaglandina E⁽⁶⁵⁾ quanto pela redução do fator *oubain-like*. O aumento da prostaglandina E plasmática, após o treinamento físico, pode inibir a liberação da noradrenalina na fenda sináptica⁽⁶⁵⁾. Já o fator *oubain-like* tem a função de inibir a recaptação de noradrenalina no terminal nervoso simpático. Após o treinamento físico, tem sido demonstrado⁽⁶⁶⁾ que esse fator está diminuído, permitindo, desta forma, que a noradrenalina liberada na fenda sináptica seja recaptada pelo terminal nervoso simpático, contribuindo, assim, para a diminuição nos níveis plasmáticos de noradrenalina. A menor secreção de insulina, observada após um período de treinamento físico em pacientes hipertensos, também pode ser um dos mecanismos responsáveis pela redução da atividade nervosa simpática, uma vez que o nível de insulina está relacionado de modo direto ao nível de noradrenalina plasmática⁽⁶⁷⁾.

Atividade Nervosa Simpática Muscular

PRÉ TF
(39 disparos/minuto)



PÓS TF
(21 disparos/minuto)



20''

Figura 3- Registro da atividade nervosa simpática muscular (ANSM) de um paciente hipertenso, com 51 anos de idade, sem uso de medicamentos, antes e após 4 meses de treinamento físico dinâmico realizado 3 vezes por semana, com duração de 40 minutos por sessão e com intensidade entre o limiar anaeróbio e 70% do consumo de oxigênio de pico (Treinado). Observe que após o treinamento físico, a ANSM (número de disparos do nervo simpático fibular) foi reduzida em relação ao registro pré-treinamento físico.

Orientação de treinamento físico para o paciente hipertenso

Tipo de exercício

O exercício físico recomendado para o paciente hipertenso é do tipo aeróbio, isto é, exercícios de longa duração, envolvendo grandes grupos musculares em movimentos cíclicos, como andar, correr, pedalar ou nadar⁽²⁾.

Duração da sessão

A duração de exercício para o paciente hipertenso deve ser de 30 a 60 minutos^(2,6).

Frequência de treinamento

Tem sido recomendada a frequência de 3 a 5 sessões por semana^(2,6).

Intensidade do exercício

Recomenda-se intensidade de 50 a 70% do consumo máximo de oxigênio, ou 50% a 70% da frequência cardíaca de reserva para indivíduos sedentários, e 60% a 80% da frequência cardíaca de reserva para indivíduos condicionados. Para cálculo da frequência cardíaca de reserva podemos utilizar a fórmula⁽²⁾

$$FC \text{ de treinamento} = (FC_{\text{max}} - FC_{\text{rep}}) \times \% \text{ recomendada da FC} + FC_{\text{rep}}$$

em que

FC = frequência cardíaca

FC_{max} = frequência cardíaca máxima, medida no teste de esforço

FC_{rep} = frequência cardíaca de repouso, medida após 5 minutos de repouso deitado

Quanto aos exercícios de resistência muscular localizada, a sobrecarga recomendada não deve ultrapassar 50% a 60% da contração voluntária máxima⁽²⁾, e devem ser empregados como forma complementar ao exercício aeróbio.

Considerações finais

O exercício físico regular é uma conduta não-farmacológica que deve ser incluída no tratamento do paciente hipertenso. No entanto, cabe ressaltar a importância de uma avaliação clínica/cardiológica antes do início do programa de treinamento físico, bem como o seguimento clínico do paciente hipertenso pelo seu médico ao longo do período de treinamento físico.

Resumo

A hipertensão arterial, quando não controlada, causa importantes lesões em órgãos-alvo, as quais potencializam o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Desta forma, uma abordagem terapêutica para o controle dos níveis pressóricos de pacientes hipertensos é necessária para a redução da morbidade e mortalidade cardiovascular desses pacientes. Nos últimos anos, grande ênfase tem sido dada às modificações no

estilo de vida como conduta não farmacológica para o tratamento da hipertensão arterial. Dentre as principais alterações no modo de vida recomenda-se: redução do peso corporal, diminuição da ingestão de sal, redução no consumo de bebidas alcoólicas e prática regular de exercício físico.

Estudos epidemiológicos têm sugerido uma relação inversa entre a prática regular de exercícios físicos e o desenvolvimento de hipertensão arterial. Adicionalmente, recentes metanálises vêm demonstrando que o treinamento físico é eficaz em reduzir ou até mesmo normalizar os níveis pressóricos de pacientes hipertensos. Assim, a prática regular de exercícios físicos passou a ser recomendada de maneira ampla como abordagem não farmacológica para prevenção e tratamento da hipertensão arterial.

Nesta resenha, abordaremos os efeitos agudo e crônico do exercício físico aeróbio sobre a hipertensão arterial, os mecanismos potenciais envolvidos na redução da pressão arterial e o programa de exercícios para o paciente hipertenso.

Palavras-chave

Exercício, hipertensão e hipotensão pós-exercício.

Effects of aerobic exercise on arterial hypertension

Abstract

Hypertension leads to important target organ lesions, therefore increasing the risk for cardiovascular diseases. A therapeutic approach is necessary to control the levels of blood pressure in hypertensive patients, reducing the cardiovascular morbidity and mortality. In the last years, life-style changes have been emphasized as a non-pharmacological treatment of hypertension. The main life-style changes recommended are: weight loss, lowering salt intake, reducing alcoholic beverages, and regular physical activity.

Epidemiological studies have suggested an inverse relationship between regular physical exercise and development of hypertension. Furthermore, recent meta-analyses have demonstrated that exercise training reduces or normalizes clinical blood pressure levels in hypertensive patients. Thus, regular exercise has been widely recommended as a non-pharmacological tool in the prevention and treatment of hypertension.

This review will focus on the acute and chronic effects of aerobic exercise on hypertension, the potential mechanisms involved in blood pressure reduction, and the exercise training prescription recommended for hypertensive patients.

Key words

Exercise, hypertension and post-exercise hypotension

Referências Bibliográficas

1. Stokes J, Kannel WB, Wolf PA, D'Agostino RB. The relative importance of selected risk factors for various manifestations of cardiovascular disease among men and women from 35 to

64 years old: 30years of follow-up in the Framingham study. *Circulation*. 1987;75(6Pt2):V65-V73.

2. V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Cardiologia

e Sociedade Brasileira de Nefrologia. 2006.

3. The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *JAMA*. 2003;289(19):2560-72.

4. Rego RA, Berardo FA, Rodrigues SS, Oliveira ZM, Vasconcellos C, Aventurato LV, et al. Risk factors for chronic non communicable diseases: a domiciliary survey in the municipality of São Paulo, SP (Brazil). *Methodology and preliminary results. Rev Saúde Pública*. 1990;24(4):277-85.

5. Martins IS, Marucci MF, Velasquez-Melendez G, Coelho LT, Cervato AM. Doenças cardiovasculares ateroscleróticas, dislipidemias, hipertensão, obesidade e diabetes melito em população da área metropolitana da região sudeste do Brasil. III – Hipertensão. *Rev Saúde Pública*. 1997;31(5):466-71.

6. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:533-53.

7. Grimm RH, Grandits GA, Culter JA, Stewart AL, McDonald RH, Svendsen K, et al. Relationships of quality of life measures to long term lifestyle and drug treatment in the treatment of mild hypertension study. *Arch Intern Med*. 1997;157: 638-64.

8. Hu G, Barengo NC, Tumblehto J, Lakka TA, Nissinen A, Jousilahti P. Relationship of physical activity and body mass index to the risk of hypertension: A prospective study in Finland. *Hypertension*. 2004;43:25-30.

9. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic on blood pressure: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*. 2002;136:493-503.

10. Montoyama M, Sunami Y, Kinoshita F, Kiyonaga A, Tanaka H, Shindo M, et al. Blood pressure lowering effect of low intensity aerobic training in elderly hypertensive patients. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(6):818-23.

11. Vêras-Silva AS, Mattos KC, Negrão CE, Krieger EM. Exercise intensity affects differently resting hemodynamics in spontaneously hypertensive rats. *J Hypertens*. 1996;14(supl1):S103.

12. Chen Y, Chandler MP, DiCarlo SE. Acute exercise attenuates cardiac autonomic regulation in hypertensive rats. *Hypertension*. 1995;26:676-83.

13. Overton JM, Joyner MJ, Tipton CM. Reduction in blood pressure after acute exercise by hypertensive rats. *J Appl Physiol*. 1988;64(2):748-52.

14. Chandler MP, Rodenbaugh DW, DiCarlo SE. Arterial baroreflex resetting mediates postexercise reductions in arterial pressure and heart rate. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 1998;275(44):H1627-H34.

15. Chandler MP, DiCarlo SE. Acute exercise and gender alter cardiac autonomic tone differently in hypertensive and normotensive rats. *Am J Physiol Reg Int Comp*. 1998;274(43): R510-R6.

16. MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercising muscle mass on post exercise hypotension. *J*

Human Hypertens. 2000;14:317-20.

17. Forjaz CLM, Santanella DF, Rezende LO, Barreto AC, Negrão CE. A duração do exercício determina a magnitude e a duração da hipotensão pós-exercício. *Arq Bras Cardiol*. 1998;70(2):99-104.

18. Wilcox RG, Bennett T, Brown AM, MacDonald IA. Is exercise good for high blood pressure? *Br Med J*. 1982;285(18):767-9.

19. Izdebska E, Cybulska I, Sawicki M, Izdebski J, Trzebski A. Post exercise decrease in arterial blood pressure, total peripheral resistance and in circulatory responses to brief hyperoxia in subjects with mild essential hypertension. *J Human Hypertens*. 1998;12:855-60.

20. Somers VK, Conway J, Coats A, Isea J, Sleight P. Post exercise hypotension is not sustained in normal and hypertensive humans. *Hypertension*. 1991;18:211-5.

21. 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.

22. Piepoli M, Coats AJS, Adamopoulos S, Bernardi L, Feng YH, Conway J, et al. Persistent peripheral vasodilatation and sympathetic activity in hypotension after maximal exercise. *J Appl Physiol*. 1993;75(4):1807-14.

23. 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 Science*. 1984;67:97-103.

24. Boone JB, Levine M, Flynn MG, Pizza FX, Kubitz ER, Anders FF. Opioid receptor modulation of postexercise hypotension. *Med Sci Sports Exerc*. 1992;24(10):1108-13.

25. Franklin PJ, Green DJ, Cable NT. The influence of thermoregulatory mechanisms on post-exercise hypotension in humans. *J Physiol*. 1993;470:231-41.

26. Floras JS, Sinkey CA, Aylward PE, Seals DR, Thoren PN, Mark AL. Postexercise hypotension and sympathoinhibition in borderline hypertensive men. *Hypertension*. 1989;14:28-35.

27. MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercise duration on post-exercise hypotension. *J Human Hypertens*. 2000;14:125-9.

28. 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 Human Hypertens*. 2001;15:567-71.

29. Wilcox RG, Bennett T, Brown AM, MacDonald IA. Is exercise good for high blood pressure?. *Br Med J*. 1982;285(18):767-9.

30. 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.

31. Floras JS, Seals DR, Ayward PE, Sinkey C, Thoren PN, Mark AL. Post-exercise decreases in blood pressure in borderline hypertensive subjects are accompanied by decreases in muscle sympathetic nerve activity. *J Hypertens.* 1986;4(suppl6):S79.

32. Hagberg JM, Montain ST, Martin WH. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensives. *J Appl Physiol.* 1987;63(1):270-6.

33. Arida RM, Affah-Mazzacoratti MG, Soares J, Cavalheiro EA. Monoamine responses to acute and chronic aerobic exercise in normotensive and hypertensive subjects. *São Paulo Med Journal.* 1998;116(1):1618-24.

34. Cléroux J, Kouamé N, Nadeau A, Coulombe D, Lacourcière Y. Baroreflex regulation of forearm vascular resistance after exercise in hypertensive and normotensive humans. *Am J Physiol.* 1992;263(Heart Circ Physiol):H1523-H31.

35. Kenney MJ, Seals DR. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension.* 1993;22:653-64.

36. Forjaz CL, Matsudaira Y, Rodrigues FB, Nunes N, Negrão 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;31:1247-55.

37. 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.

38. Pescatello LS, Fargo AE, Leach CN, Scherzer HH. Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure. *Circulation.* 1991;83:1557-61.

39. 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;9:200-6.

40. 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;13:44-51.

41. Rejeski WJ, Neal KM, Wurst ME, Brubaker PH, Ettinger WH. Walking, but not weight lifting, acutely reduces systolic blood pressure in older, sedentary men and women. *J Aging Physical Activity.* 1995;3:163-77.

42. Quinn TJ. Twenty-four hour, ambulatory blood pressure responses following acute exercise: impact of exercise intensity. *J Human Hypertens.* 2000;14:547-53.

43. Rondon MUPB, Alves MJNN, Braga AMFW, Teixeira OTUN, Barreto ACP, Krieger EM, et al. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *JACC.* 2002;39:676-82.

44. Hara K, Floras JS. Influence of naloxone on muscle sympathetic nerve activity, systemic and calf haemodynamics and ambulatory blood pressure after exercise in mild essential hypertension. *J Hypertens.* 1994;13:447-61.

45. Blair SN, Goodyear NN, Gibbons LW, Cooper KH. Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA.* 1984;252:487-90.

46. Martin JE, Dubbert PM, Cushman WC. Controlled trial of aerobic exercise in hypertension. *Circulation.* 1990;81:1560-7.

47. Kelley G, McClellan P. Antihypertensive effects of aerobic exercise. A brief meta-analytic review of randomized controlled trials. *Am J Hypertens.* 1994;7:115-9.

48. Hagberg JM, Park J, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension. *Sports Med.* 2000;30(3):193-206.

49. Lima EG, Herkenhoff F, Vasquez EC. Monitorização ambulatorial da pressão arterial em indivíduos com resposta exagerada dos níveis pressóricos em esforço. Influência do condicionamento físico. *Arq Bras Cardiol.* 1998;70(4):243-9.

50. Kokkinos PF, Narayan P, Fletcher RD, Tsagadopoulos D, Papademetriou V. Effects of aerobic training on exaggerated blood pressure response to exercise in African-Americans with severe systemic hypertension treated with indapamide + verapamil + enalapril. *Am J Cardiol.* 1997;79:1424-6.

51. Rogers MW, Probst MM, Gruber JJ, Berger R, Boone JB. Differential effects of exercise training intensity on blood pressure and cardiovascular responses to stress in borderline hypertensive humans. *J Hypertens.* 1996;14:1369-75.

52. Cade R, Mars D, Wagemaker H, Zauner C, Packer D, Privette M, et al. Effect aerobic exercise training on patients with systemic arterial hypertension. *Am J Med.* 1984;77:785-90.

53. Seals DR, Reiling MJ. Effect of regular exercise on 24-hour arterial pressure in older hypertensive humans. *Hypertension.* 1991;18:583-92.

54. Pinto A, Raimondo DD, Tuttolomondo A, Fernandez P, Arna V, Licata G. Twenty-four hour ambulatory blood pressure monitoring to evaluate effects on blood pressure of physical activity in hypertensive patients. *Clin J Sports Med.* 2006;16:238-43.

55. Urata H, Tanabe Y, Kiyonaga A, Ikeda M, Tanaka H, Shido M, et al. Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension.* 1987;9:245-52.

56. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH. Effect of exercise training in 60 to 69 year old persons with essential hypertension. *Am J Cardiol.* 1989;64:348-53

57. Vêras-Silva AS, Mattos KC, Gava NS, Brum PC, Negrão CE, Krieger EM. Low-intensity exercise training decreases cardiac output and hypertension in spontaneously

hypertensive rats. *Am J Physiol: Heart Circ Physiol.* 1997;273:H2627-H31.

58. Nelson L, Esler MD, Jennings GL, Korner PI. Effect of changing levels of physical activity on blood pressure and haemodynamics in essential hypertension. *Lancet.* 1986;30:473-6.

59. Smith PA, Grahan LN, Mackintosh AF, Stoker JB, Mary DASG. Relationship between central sympathetic activity and stages of human hypertension. *Am J Hypertens.* 2004;17:217-22.

60. Meredith IT, Friberg P, Jennings GL, Dewar EM, Fazio VA, Lambert GW, et al. Exercise training lowers resting renal but not cardiac sympathetic activity in humans. *Hypertension.* 1991;18:575-82.

61. Gava NS, Vêras-Silva AS, Negrão CE, Krieger EM. Low-intensity exercise training attenuates cardiac β -adrenergic tone during exercise in spontaneously hypertensive rats. *Hypertension.* 1995;26(part2):1129-33.

62. Grassi G, Seravalle G, Calhoun DA, Mancia G. Physical training and baroreceptor control of sympathetic nerve activity in humans. *Hypertension.* 1994;23:294-301.

63. Somers VK, Conway J, Johnston J, Sleight P. Effects of endurance training on baroreflex sensitivity and blood pressure in borderline hypertension. *Lancet.* 1991;337:1363-8.

64. Silva GJ, Brum PC, Negrão CE, Krieger EM. Acute and chronic effects of exercise on baroreflex in spontaneously hypertensive rats. *Hypertension.* 1997;30:714-9.

65. Kiyonaga A, Arakawa K, Tanaka H, Shindo M. Blood Pressure and hormonal responses to aerobic exercise. *Hypertension.* 1985;7:125-31.

66. Koga M, Ideishi M, Matsusaki M, Tashiro E, Kinoshita A, Ikeda M, et al. Mild exercise decreased plasma endogenous digitalislike substance in hypertensive individuals. *Hypertension.* 1992;19(suppl 2):231-6.

67. Kohno K, Matsuoka H, Takenaka K, Miyake Y, Okuda S, Nomura G, et al. Depressor effect by exercise training is associated with amelioration of hyperinsulinemia and sympathetic overactivity. *Intern Med.* 2000;39:1013-9.