

Efeito anti-hipertensivo do exercício

The anti-hypertensive effect of exercise

Mateus Camaroti Laterza¹, Maria Urbana Pinto Brandão Rondon¹, Carlos Eduardo Negrão^{1,2}

RESUMO

A hipertensão arterial é caracterizada pela manutenção elevada dos níveis pressóricos, provocando ao longo do tempo importantes lesões em órgãos-alvo. Apesar da sua alta prevalência acometendo aproximadamente 25% da população mundial com idade acima de 18 anos, o tratamento da hipertensão arterial ainda está longe do seu ideal. Apenas um terço dos pacientes hipertensos tratados apresenta valores de pressão arterial dentro de limites satisfatórios. Além do tratamento medicamentoso, a adoção de um estilo de vida mais saudável tem sido amplamente recomendada para prevenção e tratamento da hipertensão arterial. Dentre as medidas não-medicamentosas, envolvendo mudanças no estilo de vida, a prática regular de exercícios físicos vem sendo indicada por profissionais da saúde como um meio mais efetivo para o controle dos níveis elevados de pressão arterial. Diversos estudos relatam que o efeito do exercício físico nos níveis pressóricos é tão expressivo que uma única sessão de exercício físico aeróbio provoca reduções na pressão arterial por várias horas após sua realização. Além disso, quando realizado cronicamente, o exercício físico aeróbio é capaz de prevenir e tratar a hipertensão arterial.

Desta forma, abordaremos neste artigo os efeitos agudos de uma sessão de exercício físico e crônico (de um período de treinamento físico) do exercício sobre a pressão arterial do paciente hipertenso, os mecanismos autonômicos e hemodinâmicos envolvidos na redução da pressão arterial e a orientação de exercício recomendada para o paciente hipertenso.

PALAVRAS-CHAVE

Hipertensão arterial, hipotensão pós-exercício e treinamento físico.

ABSTRACT

Hypertension is characterized by high blood pressure levels whose maintenance can cause target organ lesions. Despite its high prevalence, treatment of hypertension is far of the ideal. In addition, only 30% of the treated hypertensive patients have blood pressure levels in the satisfactory limits. Besides the pharmacological treatment, the adoption of a more healthful life style has been widely recommended for prevention and treatment of hypertension. Among the non-pharmacological measures involving changes in the life style, regular exercise is the one of most effective way to reduce the high blood pressure levels. Previous studies have consistently demonstrated that the effect of the exercise on arterial pressure is so expressive that just a dynamic physical exercise session is sufficient to provoke a significant reduction in blood pressure levels that last for many hours. Moreover, when the aerobic exercise is performed regularly, it prevents and control hypertension.

In this manuscript, we will describe the acute and chronic effects of exercise on arterial blood pressure in hypertensive subjects, the autonomic and hemodynamic mechanisms involved in the reduction of blood pressure. In addition, the exercise strategy too reduces high blood pressure.

KEYWORDS

Hypertension, post-exercise hypotension and exercise training.

Recebido: 14/01/2007 Aceito: 21/02/2007

1 Instituto do Coração (InCor), Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

2 Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Correspondência para: 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 – 05403-000 – São Paulo, SP. Fone: (11) 3069-5699. Fax: (11) 3069-5043. E-mail: cndnegrao@incor.usp.br

INTRODUÇÃO

O indivíduo é considerado hipertenso quando, na ausência da terapia anti-hipertensiva, seus níveis pressóricos são mantidos cronicamente em valores iguais ou superiores a 140 mmHg para a pressão arterial sistólica e/ou 90 mmHg para a pressão arterial diastólica^{1,2}. Estudos epidemiológicos demonstram que no mundo um em cada cinco indivíduos com idade superior a 18 anos apresenta hipertensão arterial¹. Dados estatísticos mostram que, no Brasil, entre 22% e 44%^{3,4} da população adulta é portadora dessa síndrome. As conseqüências da manutenção elevada dos níveis pressóricos ao longo da vida é o surgimento, muitas vezes de forma assintomática, de lesões em órgãos-alvo^{1,2}. Entre os fatores de risco para a mortalidade cardiovascular, a hipertensão arterial chega a explicar 40% das mortes por acidente vascular e 25% das mortes por doença arterial coronariana². Além disso, tem sido estabelecida a relação da hipertensão arterial como um dos principais deflagradores para o desenvolvimento da insuficiência renal e da doença arterial periférica¹.

Nas últimas décadas, tem sido observado um considerável avanço no controle da hipertensão arterial. Contudo, essa melhora não abrange toda a população hipertensa. Por exemplo, em amostra representativa da população dos Estados Unidos, envolvida no National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) de 1999 a 2000, aproximadamente 30% dos adultos hipertensos ainda não foram diagnosticados, mais de 40% dos indivíduos hipertensos diagnosticados não são tratados, e dois terços dos indivíduos com hipertensão arterial não apresentam seus níveis de pressão arterial dentro de limites satisfatórios, ou seja, com valores inferiores a 140 mmHg para a pressão arterial sistólica e 90 mmHg para a pressão arterial diastólica¹.

Diante dessa realidade, fica evidente a necessidade de diferentes abordagens intervencionistas na tentativa de se prevenir e tratar a hipertensão arterial. Além do tratamento medicamentoso, a adoção de um estilo de vida mais saudável tem sido amplamente recomendada. E, entre as medidas não-farmacológicas para o tratamento da hipertensão arterial, a prática regular de exercícios físicos vem sendo indicada por profissionais da saúde como a maneira mais efetiva para reduzir os níveis de pressão arterial em pacientes em estágios 1 e 2^{1,2,5-7}.

EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO FÍSICO NA HIPERTENSÃO ARTERIAL

Pelos conhecimentos adquiridos nas últimas décadas, é possível descrever que após a realização de uma única sessão de exercício físico dinâmico os níveis de pressão arterial diminuem e permanecem abaixo dos níveis pré-exercício. Essa resposta fisiológica, denominada na literatura como hipotensão pós-exercício, pode ser observada tanto no indivíduo normotenso⁸⁻¹⁶, principalmente, em pacientes hipertensos^{8,11-13,15,17-25}. Esse comportamento na pressão arterial pós-exercício, no entanto, pode ser modulado por diversos fatores, como o nível inicial da pressão arterial, e a duração e intensidade do exercício físico realizado.

NÍVEL INICIAL DA PRESSÃO ARTERIAL

A magnitude da hipotensão pós-exercício parece depender do nível pressórico observado na condição de repouso antes da realização do exercício físico. Uma revisão da literatura²⁶ mostrou que a queda máxima da pressão arterial sistólica e diastólica pós-exercício, em pacientes hipertensos, varia de 18 a 20 mmHg e de 7 a 9 mmHg, respectivamente, enquanto em indivíduos normotensos essa redução da pressão arterial varia de 8 a 10 mmHg e de 3 a 5 mmHg, respectivamente. Esses resultados demonstram claramente que quanto maior o nível inicial da pressão arterial em repouso, maior a queda pressórica observada no período pós-exercício.

DURAÇÃO DO EXERCÍCIO FÍSICO

Outro fator que influencia de forma importante a redução da pressão arterial pós-exercício é a duração do exercício físico realizado. Em animais espontaneamente hipertensos, o exercício físico com duração de 40 minutos provoca uma diminuição da pressão arterial maior e mais prolongada do que o exercício com duração de 20 minutos²⁷. No homem normotenso, resultados semelhantes foram observados por Forjaz *et al.*⁹, em que uma sessão de exercício com duração de 45 minutos provocou queda da pressão arterial maior e mais duradoura quando comparada à sessão de exercício realizada por um período de 25 minutos.

INTENSIDADE DO EXERCÍCIO FÍSICO

A hipotensão pós-exercício é observada quando os exercícios dinâmicos são realizados em intensidades submáximas, variando entre 30% e 80% do consumo de oxigênio de pico^{23,28}. Entretanto, alguns autores demonstraram que exercícios com intensidades entre 70% e 75% do consumo de oxigênio de pico parecem provocar uma diminuição da pressão arterial maior e mais prolongada, quando comparados aos exercícios de menor intensidade^{21,29,30}.

DURAÇÃO DA HIPOTENSÃO PÓS-EXERCÍCIO

Apesar de o exercício provocar redução na pressão arterial nos momentos subseqüentes a ele, um aspecto importante a ser considerado é por quanto tempo esse efeito hipotensor perdura. Em nossa experiência³¹, utilizando a monitorização ambulatorial da pressão arterial por um período de 22 horas após uma sessão aguda de exercício físico dinâmico, realizada na intensidade de 50% do consumo de oxigênio de pico, foi possível demonstrar que os níveis de pressão arterial sistólica e diastólica de pacientes hipertensos estavam diminuídos nas 22 horas, no período da vigília e no período de sono, quando comparados a um dia-controle, isto é, um dia em que os pacientes não realizaram o exercício físico (Figura 1). Esses resultados demonstram, portanto, que o exercício físico dinâmico é uma importante conduta não-farmacológica no controle da pressão arterial de pacientes hipertensos.

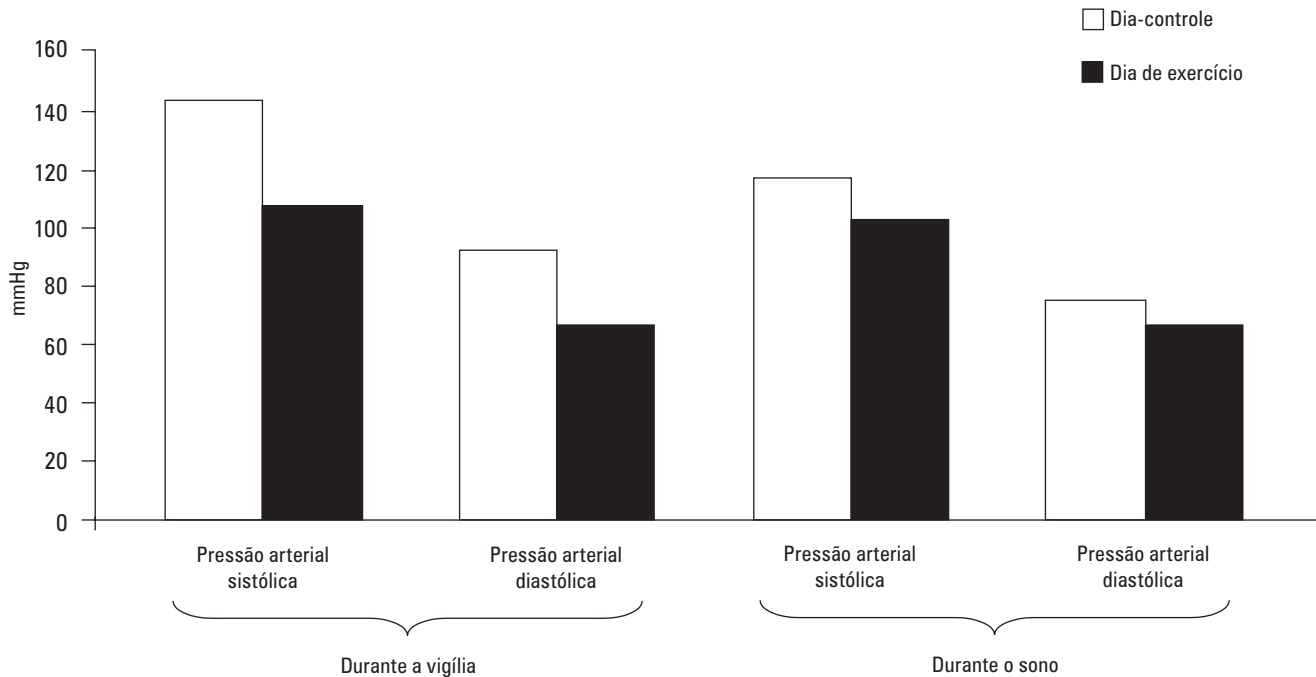


Figura 1. Pressão arterial ambulatorial sistólica e diastólica de um paciente hipertenso, do sexo masculino, 64 anos, durante os períodos de vigília e do sono após um dia sem a realização de exercícios (dia-controle), e um dia após a realização de uma sessão de 45 minutos de exercício físico em cicloergômetro em 50% do consumo de oxigênio de pico (dia de exercício). Note que no dia em que o paciente realizou o exercício as pressões arteriais sistólica e diastólica ficaram mais baixas que no dia-controle³¹.

MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELA HIPOTENSÃO PÓS-EXERCÍCIO

Dentre os mecanismos reguladores da pressão arterial, tanto o débito cardíaco como a resistência vascular periférica, ou ambos, poderiam estar envolvidos na hipotensão pós-exercício observada nos pacientes hipertensos. Em hipertensos idosos, alguns autores têm demonstrado que a redução da pressão arterial após o exercício físico pode ocorrer a partir da diminuição do débito cardíaco^{22,31}. Estudo realizado por Brandão Rondon *et al.*³¹ demonstrou que o mecanismo responsável pela diminuição da pressão arterial pós-exercício era decorrente da diminuição do débito cardíaco, já que a resistência vascular periférica não era modificada nesses pacientes. Além disso, esses autores observaram que a diminuição no débito cardíaco foi provocada pela redução no volume sistólico em função de um menor enchimento ventricular, desde que tanto a função sistólica quanto a função diastólica não estivessem alteradas no período pós-exercício em relação ao período pré-exercício.

Por outro lado, em hipertensos de meia-idade, o mecanismo responsável pela queda pressórica pós-exercício parece estar relacionado à menor resistência vascular periférica³², sendo possível, ainda, que um mecanismo hipotensor bifásico ocorra. Rueckert *et al.*²⁰ observaram que, na fase inicial pós-exercício,

ocorria diminuição da resistência vascular periférica e, posteriormente, após 50 minutos do término do exercício, os autores observaram diminuição no débito cardíaco. Esses resultados sugerem, portanto, que os mecanismos hipotensores agudos do exercício parecem ser distintos entre hipertensos jovens e hipertensos idosos.

Entretanto, não podemos descartar a possibilidade de que fatores neuro-humorais e endoteliais possam estar também envolvidos nas alterações pressóricas observadas após uma única sessão de exercício físico dinâmico em pacientes hipertensos³³⁻³⁷.

TREINAMENTO FÍSICO AERÓBIO E HIPERTENSÃO ARTERIAL

Enquanto uma única sessão de exercício físico leva a comportamentos fisiológicos transitórios, a realização de várias sessões de exercício produz adaptações crônicas que podem ser denominadas de respostas ao treinamento físico³⁸. De fato, a prática regular de exercícios físicos resulta em importantes adaptações autonômicas e hemodinâmicas que influenciam, sobremaneira, o sistema cardiovascular, atuando diretamente na prevenção e no tratamento de diversas patologias, entre elas a hipertensão arterial.

Estudos longitudinais³⁹⁻⁴¹ demonstraram que a prevalência de hipertensão arterial é inversamente relacionada ao nível da capacidade física. E mais, o risco relativo de se tornar hipertenso é aproximadamente 50% maior em pessoas com baixa capacidade física, quando comparadas às pessoas com alta capacidade física⁴². Assim, o treinamento físico tem sido colocado como um elemento de inquestionável importância na prevenção do desenvolvimento da hipertensão arterial.

Adicionalmente à prevenção, o exercício físico pode efetivamente influenciar no controle e no tratamento da hipertensão arterial estabelecida. Hoje há consenso que um programa de treinamento físico aeróbio pode reduzir os níveis de pressão arterial, principalmente nos indivíduos classificados nos estágios 1 e 2 de hipertensão arterial^{1,2,5}. Em nossa experiência com pacientes hipertensos sem uso de medicamentos, os valores médios de redução da pressão arterial clínica após um período de quatro meses de treinamento físico em cicloergômetro foram de 15 mmHg para a pressão arterial sistólica e 10 mmHg para a pressão arterial diastólica⁴³. Outro efeito clínico de grande importância é o treinamento físico aeróbio possibilitar redução pressórica mesmo naqueles pacientes hipertensos que estão sob a utilização de medicamentos anti-hipertensivos, acarretando numa diminuição da dose ou, em alguns casos, até mesmo na suspensão da medicação, reduzindo o ônus para os órgãos de saúde pública e os efeitos colaterais decorrentes do tratamento medicamentoso⁴⁴.

O efeito do treinamento físico na pressão arterial tem sido verificado também ao longo das 24 horas. Seals e Reiling⁴⁵ 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. Esses autores verificaram que os valores de pressão arterial obtidos pela monitorização ambulatorial da pressão arterial após 6 meses de treinamento físico não apresentaram reduções significativas. Porém, ao completarem 12 meses de acompanhamento, o treinamento físico diminuiu significativamente os níveis de pressão arterial sistólica por 24 horas, tanto no período diurno como noturno. Já estudo recente⁴⁶ sugere que esse efeito benéfico do treinamento físico sobre a pressão arterial ambulatorial de 24 horas estende-se, também, a pacientes hipertensos que fazem uso de medicamentos. Nesse estudo, os autores verificaram reduções na pressão arterial sistólica e diastólica durante o período diurno, após 6 semanas de um programa de caminhada. Finalmente, além de reduzir a pressão arterial em repouso, a prática regular de exercícios físicos também reduz a resposta pressórica diante de estímulos fisiológicos como o exercício físico submáximo^{47,48} e situações de estresse mental⁴⁹.

EVIDÊNCIAS DA INFLUÊNCIA GENÉTICA NA REDUÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL COM O TREINAMENTO FÍSICO

Embora não existam dúvidas sobre a importância do treinamento físico aeróbio na prevenção e no tratamento da hipertensão arterial, surpreende o fato de aproximadamente 25% dos pacientes hipertensos não se beneficiarem do exercício físico para a redução pressórica⁵⁰. Pela fisiopatologia da hipertensão arterial ser em grande parte mediada pela carga genética do indivíduo, a influência de alguns polimorfismos que ocorrem naturalmente na população pode explicar, pelo menos parcialmente, a falta de responsividade ao treinamento físico desses indivíduos⁵⁰. Em um elegante estudo, Zhang *et al.*⁵¹ investigaram em indivíduos com hipertensão arterial a associação entre o polimorfismo do gene da enzima conversora de angiotensina (ECA) e a resposta depressora provocada pelo treinamento físico aeróbio. Esses autores observaram que, após 10 semanas de treinamento físico em cicloergômetro, os níveis de pressão arterial sistólica, diastólica e média estavam significativamente diminuídos somente nos pacientes portadores do genótipo II ou ID da ECA, e não nos pacientes portadores do genótipo DD da ECA. Esses resultados oferecem evidências para o fato de que fatores genéticos podem influenciar na heterogeneidade da resposta depressora da pressão arterial com o treinamento físico.

MECANISMOS NEURO-HUMORAIS E HEMODINÂMICOS DO TREINAMENTO FÍSICO

Embora os mecanismos fisiopatológicos da hipertensão arterial não sejam integralmente conhecidos, inúmeras evidências apontam que a hiperativação do sistema nervoso simpático contribui, sobremaneira, para o estabelecimento e a progressão dessa patologia⁵². A atividade nervosa simpática e a subsequente liberação de noradrenalina norteiam respostas taquicárdicas (aumento no débito cardíaco) e vasoconstritoras (aumento na resistência vascular periférica). Dessa forma, uma possível diminuição do tônus simpático para o coração e os vasos poderia estar associada à diminuição dos níveis pressóricos⁵³.

Nesse sentido, estudo em ratos espontaneamente hipertensos mostrou que a queda da pressão arterial após um período de exercício físico aeróbio era explicada pela redução no débito cardíaco. Esta, por sua vez, estava relacionada à menor frequência cardíaca, associada à diminuição no tônus simpático sobre o coração⁵⁴. Alternativamente, a redução do débito cardíaco também tem sido atribuída à diminuição do volume plasmático observada em pacientes hipertensos após 10 semanas de treinamento físico⁵⁵. Estudo recente realizado no nosso laboratório⁴³ demonstrou que a hiperatividade simpática observada em pacientes hipertensos avaliada pela medida direta da atividade nervosa simpática muscular, por meio da técnica

de microneurografia, foi normalizada nesses pacientes após um período de quatro meses de treinamento físico aeróbio. Essa redução da atividade nervosa simpática muscular não foi observada nos pacientes hipertensos que permaneceram sedentários pelo mesmo período. Adicionalmente, observamos que essa diminuição no tônus simpático periférico tinha implicação importante nos níveis de pressão arterial, já que estes foram significativamente diminuídos após o treinamento físico nos pacientes hipertensos. Diminuição na atividade nervosa simpática, medida indiretamente pelos níveis plasmáticos de noradrenalina, após um período de treinamento físico, também foi verificada por outros investigadores⁵⁵. Esses autores demonstraram que a diminuição nos níveis da noradrenalina circulante estava associada com simultânea redução da resistência vascular periférica. Dessa forma, podemos afirmar que a diminuição na ativação do sistema nervoso simpático em pacientes hipertensos parece determinar menores níveis de pressão arterial nesses pacientes após um programa de treinamento físico aeróbio.

Contudo, o mecanismo responsável pela diminuição da atividade nervosa simpática após o treinamento físico nos pacientes hipertensos não é totalmente conhecido. Recentes observações em modelos experimentais sugerem algumas explicações para esse remodelamento autonômico observado após o treinamento físico nos pacientes hipertensos. Liu *et al.*⁵⁶ demonstraram em coelhos com insuficiência cardíaca que, após um período de treinamento físico, havia uma melhora na sensibilidade quimiorreflexa periférica, associada à redução da atividade nervosa simpática desses animais. Embora não haja na literatura, até o momento, estudos mostrando o efeito do treinamento físico no controle quimiorreflexo de pacientes hipertensos, não podemos descartar que, após o treinamento físico, a diminuição nos níveis de ativação do sistema nervoso simpático possa ser em função de uma possível melhora no controle quimiorreflexo desses pacientes.

Outras evidências sugerem ainda que a diminuição nos níveis centrais de angiotensina II (mediador excitatório simpático) e o aumento central da expressão da isoforma neuronal de óxido nítrico (mediador inibitório simpático) promovem a redução da atividade nervosa simpática renal observada após o treinamento físico em modelos experimentais⁵⁶.

Finalmente, a redução da atividade nervosa simpática após o treinamento físico pode estar relacionada à reestruturação da plasticidade neural do sistema nervoso central. Alguns autores^{57,58} demonstraram em ratos que neurônios do centro locomotor e do centro cardiorrespiratório do cérebro são profundamente remodelados com o treinamento físico. De fato, a área dendrítica total nas regiões do hipotálamo posterior, do núcleo cuneiforme e do núcleo do trato solitário foram muito menores nos animais treinados em relação aos animais sedentários. Esses

autores sugerem ainda que muitas dessas áreas estudadas são responsáveis por um potencial de simpatoexcitação e que a diminuição da atividade nervosa simpática poderia ocorrer em função de um menor número de sinapses excitatórias.

Outra importante adaptação provocada pelo treinamento físico é a melhora da sensibilidade barorreflexa arterial nos indivíduos hipertensos^{43,59}. Recentemente, demonstramos que o controle barorreflexo da atividade nervosa simpática muscular e da frequência cardíaca estava diminuído nos pacientes hipertensos e que, após um período de 4 meses de treinamento físico aeróbio, esse controle barorreflexo era restaurado tanto durante a ativação quanto na desativação dos pressorreceptores arteriais, produzidas pela infusão de doses crescentes de fenilefrina e nitroprussiato de sódio, respectivamente (Figura 2). Adicionalmente, observamos que a melhora da sensibilidade barorreflexa da atividade nervosa simpática muscular apresenta correlação positiva com a diminuição na pressão arterial nesses pacientes hipertensos treinados após o exercício físico⁴³.

Com o objetivo de explicar a melhora da sensibilidade barorreflexa arterial provocada pelo treinamento físico, estudo realizado em animais geneticamente hipertensos⁶⁰ demonstrou que o controle barorreflexo da frequência cardíaca observada após este treinamento estava associado a um aumento significativo da sensibilidade do nervo depressor aórtico. Entretanto, adaptações centrais como a diminuição da angiotensina II e do estresse oxidativo também podem estar envolvidas nesse processo⁶¹.

RECOMENDAÇÃO DE EXERCÍCIO 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 nadar².

DURAÇÃO DA SESSÃO

A duração de exercício para o paciente hipertenso deve ser de 30 a 60 minutos^{2,5}.

FREQÜÊNCIA DE TREINAMENTO

Tem sido recomendada a frequência de três ou mais sessões por semana^{2,5}.

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 seguinte fórmula²:

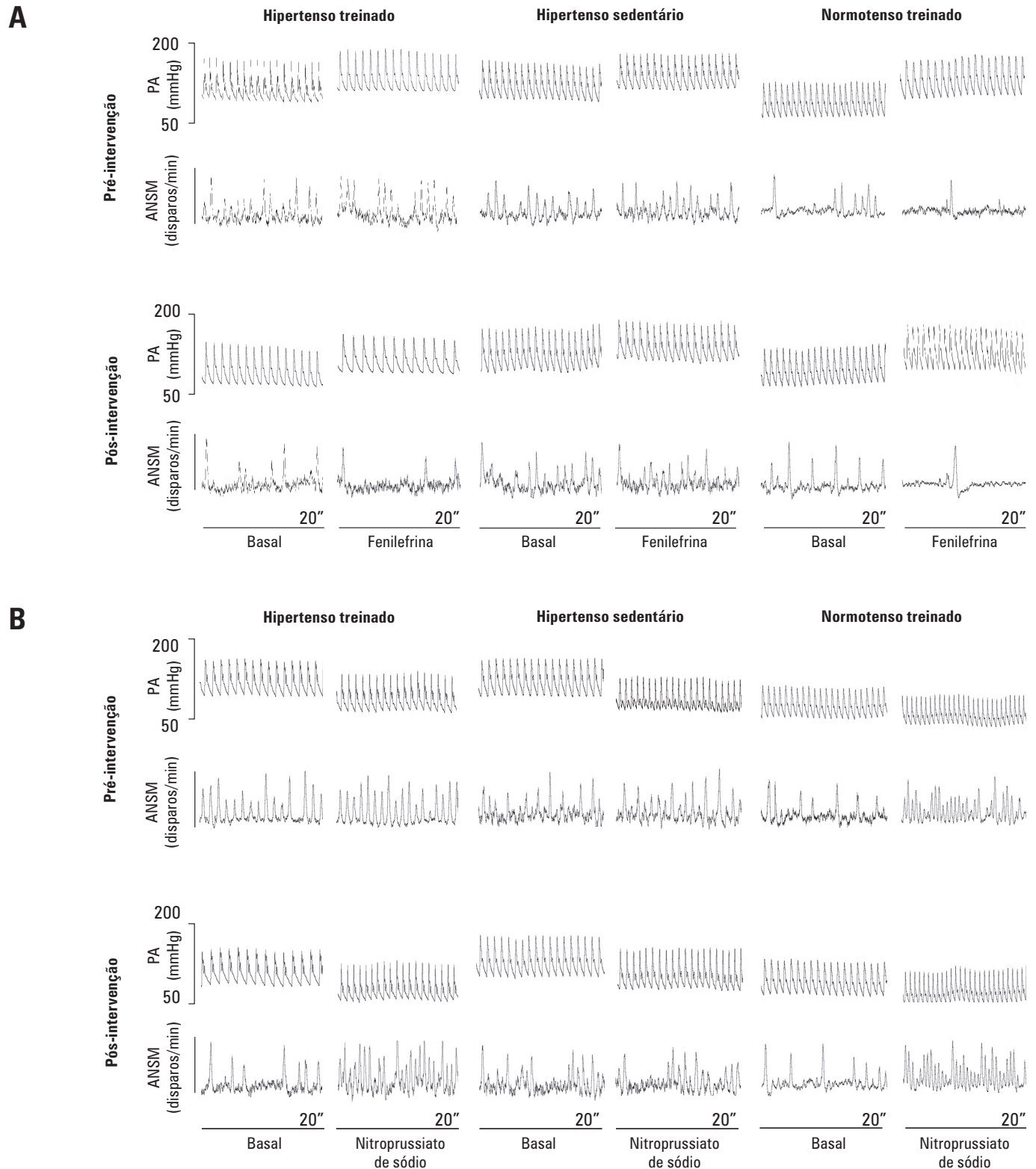


Figura 2. Registros simultâneos da atividade nervosa simpática muscular (ANSM) e da pressão arterial (PA) de um paciente hipertenso treinado (homem, 45 anos), um paciente hipertenso sedentário (homem, 45 anos) e um indivíduo normotenso treinado (homem, 42 anos) pré e pós-intervenção (treinamento físico durante 4 meses, três vezes por semana, com intensidade entre o limiar anaeróbio e 70% do consumo de oxigênio de pico ou 4 meses sem a realização de exercícios). Painel A – ANSM e PA no período basal e durante aumentos na PA por meio da infusão de fenilefrina. Painel B – ANSM e PA no período basal e durante diminuições na PA por meio da infusão de nitroprussiato de sódio. Note que, (1) na pré-intervenção, a resposta reflexa da ANSM para aumentos e diminuições da PA estava diminuída nos pacientes hipertensos; e (2) na pós-intervenção, a resposta reflexa da ANSM para aumentos e diminuições da PA estava aumentada no paciente hipertenso submetido ao treinamento físico⁴³.

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

em que:

FC = frequência cardíaca;

FC_{\max} = frequência cardíaca máxima, medida no teste de esforço progressivo máximo;

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 máxima² e esses exercícios devem ser empregados somente como forma complementar ao exercício aeróbio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática regular de exercício físico aeróbio provoca adaptações autonômicas e hemodinâmicas que melhoram, de forma expressiva, o funcionamento do sistema cardiovascular. Além disso, apresenta implicações clínicas importantes, uma vez que pode prevenir ou até mesmo tratar a hipertensão arterial. No entanto, cabe ressaltar a importância de uma avaliação clínica/cardiológica antes do início de um programa de exercícios, bem como o seguimento clínico do paciente hipertenso pelo seu médico ao longo do período de treinamento físico.

REFERÊNCIAS

- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, et al. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension* 2003;42:1206-52.
- Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Cardiologia e Sociedade Brasileira de Nefrologia. V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial, 2006.
- Rego RA, Berardo FA, Rodrigues SS, 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 Pùb* 1990;24:277-85.
- 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 Pùb* 1997;31:466-71.
- 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;33:53-53.
- 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.
- Montoyama M, Sunami Y, Kinoshita F, et al. Blood pressure lowering effect of low intensity aerobic training in elderly hypertensive patients. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:818-23.
- MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercising muscle mass on post exercise hypotension. *J Human Hypertens* 2000;14:317-20.
- 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;70:99-104.
- Wilcox RG, Bennett T, Brown AM, MacDonald IA. Is exercise good for high blood pressure? *Br Med J* 1982;285:767-9.
- 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.
- 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.
- Kaufman FL, Hughson RL, Schaman JP. Effect of exercise on recovery blood pressure in normotensive and hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:17-20.
- Piepoli M, Coats AJS, Adamopoulos S, et al. Persistent peripheral vasodilatation and sympathetic activity in hypotension after maximal exercise. *J Appl Physiol* 1993;75:1807-14.
- 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.
- Franklin PJ, Green DJ, Cable NT. The influence of thermoregulatory mechanisms on post-exercise hypotension in humans. *J Physiol* 1993;470:231-41.
- 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.
- MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercise duration on post-exercise hypotension. *J Human Hypertens* 2000;14:125-9.
- 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.
- Wilcox RG, Bennett T, Brown AM, MacDonald IA. Is exercise good for high blood pressure? *Br Med J* 1982;285:767-9.
- 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;28:24-32.
- Floras JS, Seals DR, Aylward 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;4:579.
- Hagberg JM, Montain ST, Martin WH. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensives. *J Appl Physiol* 1987;63:270-6.
- Arida RM, Affah-Mazzacoratti MG, Soares J, Cavalheiro EA. Monoamine responses to acute and chronic aerobic exercise in normotensive and hypertensive subjects. *S Paulo Med J* 1998;116:1618-24.
- 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:H1523-H531.
- Kenney MJ, Seals DR. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension* 1993;22:653-64.
- Overton JM, Joyner MJ, Tipton CM. Reduction in blood pressure after acute exercise by hypertensive rats. *J Appl Physiol* 1988;64:748-52.
- 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.
- Quinn TJ. Twenty-four hour, ambulatory blood pressure responses following acute exercise: impact of exercise intensity. *J Human Hypertens* 2000;14:547-53.
- 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.
- Brandão Rondon MUP, Alves MJNN, Braga AMFW, et al. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *JACC* 2002;39:676-82.
- 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.
- Cleroux J. After effects of exercise on exercise on regional and systemic hemodynamics in hypertension. *Hypertension* 1992;19:183-91.
- Krieger EM, Brum PC, Negrão CE. Role of arterial baroreceptor function on cardiovascular adjustments to acute and chronic dynamic exercise. *Biol Res* 1998;31:273-9.
- Krieger EM, Brum PC, Negrão CE. Influence of exercise training on neurogenic control of blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *Hypertension* 1999;34:720-3.
- 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.
- Piepoli M, Coats AJ, Adamopoulos S, et al. Persistent peripheral vasodilatation and sympathetic activity in hypotension after maximal exercise. *J Appl Physiol* 1993;75:1807-14.
- Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise. *Sports Med* 2006;36:109-16.
- Paffenbarger RS, Thorbe MC, Wing AL. Chronic disease in former college students, VIII: characteristics in youth predisposing to hypertension in later years. *Am J Epidemiol* 1968;88:25-32.
- Lee LM, Hsieh S, Paffenbarger RS. Exercise intensity and longevity in men the Harvard Alumni Study. *JAMA* 1995;273:1179-84.

41. Paffenbarger RS, Wing AL, Hyde RT, *et al.* Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol* 1983;117:245-57.
42. 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.
43. Laterza MC, de Matos LD, Trombetta IC, *et al.* Exercise training restores baroreflex sensitivity in never-treated hypertensive patients. *Hypertension* 2007;49 (*in press*).
44. Cade R, Mars D, Wagemaker H, *et al.* Effect aerobic exercise training on patients with systemic arterial hypertension. *Am J Med* 1984;77:785-90.
45. Seals DR, Reiling MJ. Effect of regular exercise on 24-hour arterial pressure in older hypertensive humans. *Hypertension* 1991;18:583-92.
46. 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.
47. 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;70:243-9.
48. 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.
49. 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.
50. Hagberg JM, Park J, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension. *Sports Med* 2000;30:193-206.
51. Zhang B, Sakai T, Miura S. Association of angiotensin-converting-enzyme gene polymorphism with the depressor response to mild exercise therapy in patients with mild to moderate essential hypertension. *Clin Genet* 2002;62:328-33.
52. Smith PA, Grahm LN, Mackintosh AF, Stoker JB, Mary DASG. Relationship between central sympathetic activity and stages of human hypertension. *Am J Hypertens* 2004;17:217-22.
53. Shoji VM, Forjaz CLM. Treinamento físico na hipertensão arterial. *Rev Soc Cardiol Est S Paulo* 2000;6:7-14.
54. Gava NS, Véras-Silva AS, Negrão CE, Krieger EM. Low-intensity exercise training attenuates cardiac β -adrenergic tone during exercise in spontaneously hypertensive rats. *Hypertension* 1995;26:1129-33.
55. Urata H, Tanabe Y, Kiyonaga A, *et al.* Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension* 1987;9:245-52.
56. Liu JL, Irvine S, Reid IA, Patel KP, Zucker IH. Chronic exercise reduces sympathetic nerve activity in rabbits with pacing-induced heart failure: a role for angiotensin II. *Circulation* 2000;102:1854-62.
57. Nelson AJ, Juraska JM, Musch TI, Iwamoto GA. Neuroplastic adaptations to exercise: neuronal remodeling in cardiorespiratory and locomotor areas. *J Appl Physiol* 2005;99:2312-22.
58. Ichiyama RM, Gilbert AB, Waldrop TG, Iwamoto GA. Changes in the exercise activation of diencephalic and brainstem cardiorespiratory areas after training. *Brain Res* 2002;947:225-33.
59. 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.
60. Brum PC, Silva GJJ, Moreira ED, Ida F, Negrão CE, Krieger EM. Exercise training increases baroreceptor gain sensitivity in normal and hypertensive rats. *Hypertension* 2000;36:1018-22.
61. Pan Y, Gao L, Wang W, *et al.* Exercise training prevents arterial baroreflex dysfunction in rats treated with central angiotensin II. *Hypertension* 2007;49:519-27.