

Efeitos do Treinamento Resistido sobre a Pressão Arterial de Idosos

Effects of Resistance Training on Blood Pressure in the Elderly

Andréia Cristiane Carrenho Queiroz, Hércio Kanegusuku, Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz

Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora - Escola de Educação Física e Esporte - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP - Brasil

Resumo

O processo de envelhecimento reduz drasticamente a massa, a força e a potência musculares, diminuindo a capacidade de execução das atividades da vida diária. A prática de exercícios resistidos pode reverter esse quadro, auxiliando na manutenção da massa muscular e melhorando sua força e resistência. No entanto, o envelhecimento ocasiona alterações cardiovasculares, que podem resultar em aumento nos níveis de pressão arterial de repouso, sendo importante analisar os efeitos do exercício resistido sobre a pressão arterial de indivíduos idosos. O objetivo deste estudo é avaliar o conhecimento científico existente sobre as respostas da pressão arterial aos exercícios resistidos e seus mecanismos em idosos. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica baseada nas literaturas portuguesa e inglesa relacionadas ao tema. Com base nos estudos encontrados, o *corpus* atual, embora escasso e controverso, sugere que, de forma crônica, os exercícios resistidos podem ter efeito hipotensor em indivíduos idosos. Entretanto, esse efeito ocorre, principalmente, em idosos normotensos e com o treinamento de baixa intensidade. Os mecanismos envolvidos nessa resposta hipotensora ainda precisam ser elucidados. Embora o treinamento resistido esteja sendo recomendado para idosos e haja alguns indicativos de que ele possa ter efeito hipotensor crônico, ainda há carência de dados científicos e muitas controvérsias sobre o assunto, o que evidencia que este ainda é um campo aberto à investigação.

Introdução

A melhora nas condições de vida e os avanços da medicina, advindos do progresso da sociedade, têm resultado no aumento da expectativa de vida, principalmente nos países em desenvolvimento¹, aumentando expressivamente a quantidade de pessoas que atingem os 60 anos². No Brasil, a Organização das Nações Unidas³ (ONU) estimava para 2005 um número superior a 16 milhões para a população idosa.

O processo de envelhecimento pode ser definido, dentre outros conceitos, como a soma de alterações biológicas,

psicológicas e sociais que levam à redução gradual da capacidade de adaptação e de desempenho do indivíduo⁴, tornando-o mais vulnerável a processos patológicos. Apesar dos avanços citados anteriormente, o processo de envelhecimento faz com que, após a sexta década de vida, haja uma acentuada perda na massa, força e potência musculares⁵. Tais modificações reduzem substancialmente a capacidade de execução das atividades da vida diária, aumentando o grau de deficiência dos idosos⁶. Como consequência, verifica-se aumento no número de quedas nessa fase da vida, o que comumente resulta em fraturas^{7,8}. De fato, mais de 90% das fraturas em idosos são decorrentes de quedas - responsáveis por 70% das mortes acidentais em pessoas com 75 anos ou mais⁹.

Para prevenir esse quadro, é fundamental adotar condutas que mantenham a força muscular, já que, mesmo nos idosos, o sistema neuromuscular ainda conserva parte de sua plasticidade, podendo se adaptar em resposta a estímulos físicos¹⁰. Assim, o exercício resistido tem surgido como uma boa solução.

Diversos estudos¹¹⁻¹³ têm relatado importantes benefícios musculares desse treinamento na população idosa, como a manutenção da massa muscular e o aumento expressivo da força e potência musculares. Por esse motivo, o exercício resistido vem sendo considerado uma intervenção promissora para impedir ou reverter, pelo menos em parte, as perdas decorrentes do envelhecimento. Ele tem sido fortemente recomendado para a terceira idade¹⁴, resultando na melhora das habilidades funcionais, do estado de saúde, da qualidade de vida e da independência dos idosos¹⁵.

Além dos prejuízos musculares, o envelhecimento também ocasiona alterações decrementais na função cardiovascular, as quais, com o avanço da idade¹⁶, resultam no aumento progressivo da pressão arterial. Tais alterações podem influenciar as respostas cardiovasculares ao treinamento resistido. É interessante observar que, mesmo em indivíduos jovens e de meia-idade, os efeitos do treinamento resistido sobre a função cardiovascular são controversos^{17,18}. Como está sendo recomendado para idosos, que podem apresentar alterações na função cardiovascular, torna-se importante investigar os efeitos desse treinamento na pressão arterial destes indivíduos.

O objetivo desse artigo foi realizar uma revisão narrativa sobre esse assunto, discutindo o conhecimento científico atual acerca das respostas da pressão arterial e seus possíveis mecanismos regulatórios, hemodinâmicos e neurais, após um período de treinamento resistido em indivíduos idosos. Ao longo do texto, serão abordadas, inicialmente, as alterações

Palavras-chave

Pressão arterial, envelhecimento, exercício.

Correspondência: Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz •

Av. Prof. Mello Moraes, 65 - Butantã - 05508-030, São Paulo, SP - Brasil
E-mail: cforjaz@cardiol.br, cforjaz@usp.br

Artigo recebido em 29/10/08; revisado recebido em 18/02/09; aceito em 17/06/09.

da pressão arterial e seus mecanismos em relação ao envelhecimento e, posteriormente, o efeito do treinamento resistido sobre tais parâmetros.

Foram realizadas buscas em bibliotecas da área de Ciências Biológicas - revistas eletrônicas e bases de dados virtuais, como *MEDLINE*, *PUBMED* e *SCIELO* - nos últimos 20 anos a fim de identificar, principalmente, ensaios clínicos controlados e randomizados que tenham avaliado os efeitos crônicos do exercício resistido sobre a pressão arterial de indivíduos idosos. Foram utilizadas nas buscas as seguintes palavras-chave: pressão arterial, envelhecimento, exercício resistido/força, treinamento resistido/força e suas respectivas traduções para a língua inglesa.

Sistema cardiovascular e envelhecimento

O envelhecimento se associa a várias alterações que culminam com o aumento expressivo de doenças do sistema cardiovascular¹⁹. Entre as alterações mais notáveis que acompanham o envelhecimento, destacamos o aumento da pressão arterial, resultado de modificações estruturais e funcionais no coração e nos vasos, além de alterações no sistema nervoso autônomo²⁰⁻²³.

Com o passar dos anos, a artéria aorta e a árvore arterial sofrem redução de sua complacência e distensibilidade, tornando-se mais rígidas. Essas modificações levam ao aumento da pressão arterial sistólica, o que impõe uma sobrecarga ao coração^{20,21,24}, resultando na deposição de colágeno e no aumento da espessura das paredes do ventrículo esquerdo, aumentando também a rigidez cardíaca^{24,25}. Entretanto, mesmo com tais alterações estruturais cardíacas, a função sistólica mantém-se inalterada, ao passo que a complacência ventricular diminui, prejudicando a função diastólica e causando um aumento no tempo de relaxamento ventricular^{20,24}.

Com o envelhecimento, a circulação periférica também sofre alterações, tanto morfológicas quanto funcionais, como a redução da relação capilar-fibra no músculo e diminuição do diâmetro capilar²². Além disso, há redução na liberação de óxido nítrico e menor resposta vasodilatadora dependente do endotélio²⁴, resultando em menor responsividade vascular aos estímulos neuro-humorais de vasodilatação. Dessa forma, a resistência vascular periférica total aumenta, podendo levar também ao aumento da pressão arterial diastólica e média^{22,26}.

O processo de envelhecimento também promove alteração da modulação da função cardíaca pelo sistema nervoso autônomo. Há redução da variabilidade da frequência cardíaca^{23,27,28}, com aumento do componente de baixa frequência e redução do componente de alta frequência, o que indica um aumento da modulação simpática e uma diminuição da parassimpática para o coração, explicando a elevação da frequência cardíaca com o aumento da idade.

Todas as alterações expostas anteriormente aumentam a chance de se desenvolver hipertensão arterial no indivíduo idoso¹⁶, impondo uma sobrecarga ao sistema cardiovascular já envelhecido. De fato, a prevalência de hipertensão arterial aumenta com a idade²⁹, chegando a 60% nos idosos¹⁶. O aumento da pressão arterial na terceira idade tem uma relação forte e direta com a mortalidade vascular³⁰, sendo

um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de doenças, tais como a insuficiência coronariana, a insuficiência cardíaca e o acidente vascular encefálico¹⁶. A prevenção da elevação da pressão arterial na população idosa, portanto, é de suma importância.

No cenário da função cardiovascular, o exercício aeróbico se destaca como importante intervenção para a prevenção de doenças. Isso ocorre em função da existência de inúmeros estudos que comprovam seus benefícios crônicos sobre a estrutura e função cardiovasculares, principalmente na redução da pressão arterial e na prevenção da hipertensão arterial³¹. Por outro lado, até pouco tempo, o exercício resistido era contraindicado para indivíduos com doenças cardiovasculares, por promover uma grande sobrecarga de pressão no coração durante sua execução³². Desse modo, por muitas décadas, poucos estudos foram realizados a respeito dos efeitos desse tipo de exercício sobre o sistema cardiovascular. Com o aumento do interesse e da aplicação do exercício resistido em indivíduos idosos, seus efeitos sobre a função cardiovascular passaram a ser investigados. Assim, mais recentemente, algumas instituições de saúde, como o *American College of Sports Medicine (ASCM)*³³ e o *American Heart Association (AHA)*¹⁸, passaram a recomendar o treinamento resistido, em complemento ao aeróbico, para indivíduos com problemas cardiovasculares, sobretudo mulheres e idosos, devido a seus comprovados benefícios osteomusculares¹¹ e aos atuais indicativos de seus possíveis benefícios sobre alguns fatores de risco cardiovascular¹⁸.

Efeito do exercício resistido na pressão arterial

Considerando-se os efeitos do treinamento resistido sobre a pressão arterial, uma meta-análise inicial³⁴, publicada em 2000, incluiu 11 estudos e observou redução de -2 e -4% nas pressões arteriais sistólica e diastólica, respectivamente. De modo semelhante, outra investigação mais recente³⁵, publicada em 2005, incluiu 9 estudos controlados e aleatórios, e verificou queda de -3,2 mmHg e -3,5 mmHg nas pressões arteriais sistólica e diastólica, respectivamente, após o treinamento resistido. Entretanto, essas meta-análises incluíram poucos estudos, e estes envolveram populações e protocolos de treinamento com diferentes características. Na presente revisão, foram levantados apenas os estudos que incluíram indivíduos idosos. Os principais resultados podem ser vistos na Tabela 1.

A redução da pressão arterial de repouso após o treinamento resistido foi observada em 10 estudos^{15,36-44}. Em 4 estudos⁴⁵⁻⁴⁸ não houve alterações. Tais resultados sugerem que o treinamento resistido também pode ter um efeito hipotensor no idoso. Entretanto, a magnitude de modificação da pressão arterial foi diferente entre os estudos, o que sugere que fatores relacionados às características da população estudada e/ou do protocolo de treinamento realizado possam ter influenciado esta magnitude.

Considerando-se a população examinada, os estudos citados envolveram indivíduos normotensos, hipertensos e/ou diabéticos. Na população hipertensa, dos 6 estudos

Artigo de Revisão

Tabela 1 - Principais resultados dos estudos sobre o efeito do treinamento resistido na pressão arterial de idosos

Autor	População	Treinamento	Exercício	PAS clínica	PAD clínica	MAPA 24h
Anton e cols. ⁴⁸	Meia-Idade e Idosos NT	13 semanas 3x semana	9 exercícios SDS, 12 rep 75%1RM	→	→	NA
Castaneda e cols. ³⁶	Idosos DM - NT e HT	16 semanas 3x semana	5 exercícios 3 s/ 8 rep 60-80%1RM	↓	→	NA
Cononie e cols. ⁴⁵	Idosos NT e HT	6 meses 3x semana	8 exercícios 1 s/ 8-12 rep SDI	→	→	NA
Delmonico e cols. ³⁷	Idosos NT	23 semanas 3x semana	6-8 exercícios 1-2 s/ 15 RM	↓	↓	NA
Dunstan e cols. ⁴⁶	Idosos DM - NT e HT	6 meses 3x semana	9 exercícios 3 s/ 8-10 rep 50-85%1RM	→	→	NA
Martel e cols. ³⁸	Idosos NT limitrofes	24 semanas 3x semana	7 exercícios 1-2 s/ 15 RM	↓	↓	NA
Sallinen e cols. ³⁹	Adultos + Idosos NT	21 semanas 2x semana	6-8 exercícios 1 s/ 5-15 rep 40-80% de 1RM	↓	↓	NA
Simons & Andel ¹⁵	Idosos NT	16 semanas 2x semana	6 exercícios 1 s/ 10 rep 75% de 1RM	↓	→	NA
Stewart e cols. ⁴⁰	Idosos NT e HT	26 semanas 3x semana	8 exercícios 2 s/ 10-15 rep 50%1RM + 45 min aeróbico 60-90%FC máxima	→	↓	NA
Taaffe e cols. ⁴¹	Idosos NT	20 semanas 2x semana	7 exercícios 1 s/ 8 RM 3 s/ 8 RM	→ →	↓ ↓	NA NA
Terra e cols. ⁴³	Idosos HT	12 semanas 3x semana	10 exercícios 3 s/ 12-8 rep 60-80% de 1RM	↓	→	NA
Thomas e cols. ⁴⁴	Idosos NT e HT DM, Obesos	1 ano 3x semana	7 exercícios 1 s/ 30 rep Baixa intensidade	↓	→	NA
Tsutsumi e cols. ⁴²	Idosos NT	12 semanas 3x semana	12 exercícios 2 s/ 12-16 rep 55-65% de 1RM 2 s/ 8-12 rep 75-85% de 1RM	↓ ↓	↓ →	NA NA
Wood e cols. ⁴⁷	Idosos NT	12 semanas 3x semana	8 exercícios 1-2 s/ 8-15 rep 75% de 5RM	→	→	NA

PA - pressão arterial; PAS - pressão arterial sistólica; PAD - pressão arterial diastólica; MAPA 24h - pressão arterial avaliada por monitorização ambulatorial; HT - hipertensos; NT - normotensos; DM - diabetes; DAC - doença da artéria coronária; NA - não avaliou; FC - frequência cardíaca; s - séries; rep - repetições; SDS - sem dados do número de série; SDI - sem dados de intensidade; 1RM - uma repetição máxima; → manutenção; ↓ redução.

que incluíram estes indivíduos, 4 observaram redução da pressão arterial^{36,40,43,44}, enquanto outros 2 não verificaram alterações^{45,46}. Entretanto, é importante ressaltar que, em 3 dos 4 estudos que evidenciaram queda da pressão arterial, a amostra incluiu também indivíduos normotensos. Além disso, em um desses estudos, o treinamento aeróbico foi realizado concomitante ao resistido, de modo que o efeito hipotensor pode se dever ao estímulo aeróbico⁴⁰. Em outros 2 estudos, os indivíduos também possuíam outras doenças

metabólicas concomitantes, sendo que a presença destas doenças também pode ter influenciado os resultados^{36,44}. Para finalizar, no único estudo que envolveu apenas idosos hipertensos⁴³, os pacientes estavam em uso de diferentes medicações anti-hipertensivas, o que não permitiu determinar o efeito isolado do treinamento resistido sobre a pressão arterial. Nos estudos envolvendo apenas indivíduos normotensos, apenas 2 não verificaram redução da pressão arterial clínica^{47,48}, enquanto outros 6 constataram queda

desta pressão^{15,37-39,41,42}. Tais resultados sugerem que o treinamento resistido é efetivo para reduzir a pressão arterial de idosos normotensos, mas seu efeito em hipertensos ainda precisa ser mais bem esclarecido. É importante ressaltar também que nenhum estudo evidenciou que o treinamento resistido possa aumentar a pressão arterial, nem em indivíduos normotensos, nem em hipertensos.

Com relação ao efeito da intensidade do treinamento resistido, Tsutsumi e cols.⁴² demonstraram, em idosos normotensos, que o treinamento realizado em menor intensidade (55 a 65% de 1 RM) foi capaz de reduzir tanto a pressão arterial sistólica quanto a diastólica, enquanto o treinamento resistido realizado com maior intensidade (75 a 85% de 1 RM) só diminuiu a pressão arterial sistólica. De fato, outros estudos realizados com intensidade elevada (75% de 1 RM) também observaram redução apenas da pressão arterial sistólica¹⁵, ou mesmo nenhum efeito hipotensor⁴⁸. Além disso, de modo geral, os estudos que envolveram exercícios com a intensidade classicamente utilizada para desenvolver resistência muscular localizada, ou seja, baixa intensidade (50 a 65% de 1 RM - 15 RM), encontraram queda tanto da pressão arterial sistólica quanto da diastólica^{37,38}. Por outro lado, Taaffe e cols.⁴¹ verificaram que os exercícios resistidos realizados com alta intensidade (8 RM) foram capazes de reduzir a pressão arterial diastólica, porém não tiveram efeito sobre a pressão arterial sistólica. Sendo assim, a maior parte dos dados permite supor que o treinamento resistido realizado com menor intensidade seria mais recomendado a fim de promover redução da pressão arterial de repouso; entretanto, ainda há controvérsias a este respeito.

A pressão arterial avaliada por monitorização ambulatorial de 24 horas (MAPA 24h) tem se mostrado mais eficaz em avaliar risco cardiovascular do que a pressão arterial clínica⁴⁹, sendo interessante verificar os efeitos de condutas clínicas sobre esta pressão. Entretanto, em idosos, não há nenhum estudo que aborde esse aspecto, o que demonstra a necessidade de investigações com este objetivo.

Além do possível efeito hipotensor crônico do treinamento resistido, é importante observar o efeito de cada sessão de treinamento sobre a pressão arterial (efeito agudo). Apenas um estudo abordou a questão em indivíduos idosos e hipertensos⁵⁰. Verificou-se que uma única sessão de exercícios resistidos promoveu redução significativa da pressão arterial após sua finalização. A redução máxima foi na ordem de 8 mmHg e a hipotensão foi observada por até 60 minutos pós-exercício. Entretanto, os indivíduos incluídos no estudo eram participantes de um programa de exercícios físicos supervisionados, mas não tinham experiência com o treinamento de força, sendo importante verificar se este efeito hipotensor agudo ocorre em indivíduos que estejam fazendo o treinamento resistido de forma regular.

Diante do exposto, o *corpus* atual sugere que o treinamento resistido regular pode ter efeito hipotensor sobre a pressão arterial clínica de idosos. Esses efeitos parecem ser principalmente evidenciados em indivíduos normotensos e com exercícios de menor intensidade. Como ainda há muita controvérsia e poucos estudos a esse respeito, este ainda é um

campo bastante aberto a investigações científicas.

Possíveis mecanismos responsáveis pela resposta da pressão arterial ao exercício resistido

Os mecanismos responsáveis pela resposta da pressão arterial após o treinamento resistido ainda não foram esclarecidos, tanto em jovens e indivíduos de meia-idade quanto em idosos. Porém, alguns mecanismos que se relacionam à regulação da pressão arterial têm sido estudados.

Em relação aos efeitos do treinamento resistido na estrutura cardíaca, os estudos não têm demonstrado modificação na massa, na espessura da parede nem no tamanho da câmara ventricular^{51,52}. É possível que o treinamento resistido não tenha repercussões estruturais cardíacas significantes em idosos, mas seu efeito na funcionalidade cardíaca ainda é controverso. Alguns estudos mostram manutenção da função sistólica⁵² e do débito cardíaco^{45,48} após um período de treinamento resistido. Entretanto, Cononie e cols.⁴⁵ observaram que a manutenção do débito cardíaco ocorria em função da redução do volume sistólico ser compensada pelo aumento da frequência cardíaca, o que sugere que o treinamento resistido tem um efeito negativo na função do coração.

Os mesmos estudos^{45,48} que observaram manutenção do débito cardíaco após o treinamento resistido também constataram manutenção da resistência vascular periférica, o que explica a conservação dos níveis de pressão arterial. Entretanto, embora a resistência vascular total não se modifique com o treinamento, Anton e cols.⁴⁸ verificaram aumento de fluxo e condutância vasculares na região dos membros inferiores, sugerindo que o treinamento resistido pode ter efeitos periféricos importantes.

Um mecanismo importante relacionado ao controle da pressão arterial é a integridade da estrutura e função do sistema vascular. Estudos envolvendo indivíduos jovens e de meia-idade têm relatado aumento da rigidez arterial após o treinamento resistido^{53,54}. Esse aumento foi evidenciado tanto em artérias elásticas centrais quanto em artérias periféricas musculares, mesmo quando houve redução da pressão arterial média pós-treinamento⁵³. Todavia, esses não são achados unânimes, uma vez que alguns autores⁵⁵⁻⁵⁷ não demonstraram alteração da rigidez arterial com o treinamento resistido em adultos jovens. O possível aumento da rigidez arterial tem importantes implicações clínicas, pois se associa ao aumento na mortalidade⁵⁸. Esse é um fato especialmente importante em idosos, que já apresentam aumento da rigidez em decorrência do avanço da idade⁵⁹. Apenas um estudo, o de Maeda e cols.⁶⁰, avaliou o efeito do treinamento resistido na rigidez arterial de idosos - não houve qualquer alteração significativa.

Em relação ao sistema nervoso autônomo, alguns estudos chegaram à conclusão de que este tipo de treinamento não altera a atividade nervosa simpática. Isso foi observado quando a atividade foi medida pela análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca^{61,62}, bem como quando foi avaliada pelos níveis plasmáticos de norepinefrina^{45,56} ou medida pela técnica de microneurografia⁶³. Porém, outros estudos^{48,64}

observam aumento nos níveis plasmáticos de norepinefrina, sugerindo um possível aumento da atividade nervosa simpática após o treinamento resistido em indivíduos idosos.

Diante do exposto, fica claro que o efeito do treinamento resistido sobre os mecanismos reguladores da pressão arterial ainda são muito controversos e precisam ser investigados com atenção no futuro.

Considerações finais

O *corpus* atual sugere que o treinamento resistido pode reduzir a pressão arterial de repouso de indivíduos idosos. Os dados, porém, ainda são escassos e os efeitos do treinamento foram evidenciados, principalmente, em idosos normotensos e com exercícios de menor intensidade. Os mecanismos responsáveis pela resposta de pressão arterial após um período de treinamento resistido foram pouco investigados e permanecem desconhecidos em idosos. Embora o treinamento resistido esteja sendo recomendado para idosos e haja alguns indicativos de que ele possa ter efeito hipotensor crônico, há ainda carência de dados científicos e

muitas controvérsias sobre este assunto, o que evidencia que este ainda é um campo aberto à investigação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo foi financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo.

Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Andréia Cristiane Carrenho Queiroz pela Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Referências

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE). Estudos e pesquisas: informação demográfica e socioeconômica: perfil dos idosos responsáveis pelo domicílio no Brasil 2000. Rio de Janeiro; 2002.
2. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. Painel de Indicadores do SUS; 2006.
3. ONU. World population prospects: the 2006 revision. New York; 2007. [Acesso em 2009 jan 10]. Disponível em <http://esa.un.org/unpp>.
4. Weineck J. Biologia do Esporte. São Paulo: Manole; 1991. p. 320-51.
5. Close JC. Prevention of falls in older people. *Disability & Rehabilitation*. 2005; 27 (18): 1061-71.
6. Inouye SK, Studenski S, Tinetti ME, Kuchel GA. Geriatric syndromes: clinical, research, and policy implications of a core geriatric concept. *J Am Geriatr Soc*. 2007; 55 (5): 780-91.
7. Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2004; 52 (7): 1121-9.
8. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. Myotendinous plasticity to ageing and resistance exercise in humans. *Exp Physiol*. 2006; 91 (3): 483-98.
9. Fuller GF. Falls in the elderly. *Am Fam Physician*. 2000; 61 (7): 2159-68.
10. Hakkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, et al. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1998; 53 (6): B415-23.
11. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. *JAMA*. 1990; 263 (22): 3029-34.
12. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*. 1988; 64 (3): 1038-44.
13. Galvao DA, Newton RU, Taaffe DR. Anabolic responses to resistance training in older men and women: a brief review. *J Aging Phys Act*. 2005; 13 (3): 343-58.
14. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007; 116 (9): 1094-105.
15. Simons R, Andel R. The effects of resistance training and walking on functional fitness in advanced old age. *J Aging Health*. 2006; 18 (1): 91-105.
16. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. *Hipertensão*. 2006; 9 (4): 121-56.
17. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*. 2006; 113 (22): 2642-50.
18. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2007; 116 (5): 572-84.
19. Zaslavsky C, Gus I. Idoso: doença cardíaca e comorbidades. *Arq Bras Cardiol*. 2002; 79 (6): 635-9.
20. Cheitlin MD. Cardiovascular physiology-changes with aging. *Am J Geriatr Cardiol*. 2003; 12 (1): 9-13.
21. Fleg JL. Alterations in cardiovascular structure and function with advancing age. *Am J Cardiol*. 1986; 57 (5): 33C-44C.
22. O'Rourke MF, Hashimoto J. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 50 (1): 1-13.
23. Singh D, Vinod K, Saxena SC, Deepak KK. Spectral evaluation of aging effects on blood pressure and heart rate variations in healthy subjects. *J Med Eng Technol*. 2006; 30 (3): 145-50.
24. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK, Nahas RM, et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Rev Bras Med Esporte*. 1999; 5 (6): 207-11.
25. Lakatta EG, Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part II: the aging heart in health: links to heart disease. *Circulation*. 2003; 107 (2): 346-54.
26. Spirduso W, Francis KL, Mac Rae PG. Physical dimensions of aging. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 2005.

27. Ferrari AU, Radaelli A, Centola M. Invited review: aging and the cardiovascular system. *J Appl Physiol.* 2003; 95 (6): 2591-7.
28. Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *J Am Coll Cardiol.* 1998; 31 (3): 593-601.
29. Vasan RS, Larson MG, Leip EP, Kannel WB, Levy D. Assessment of frequency of progression to hypertension in non-hypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet.* 2001; 358: 1682-6.
30. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet.* 2002; 360: 1903-13.
31. Cornelissen VA, Fagard RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension.* 2005; 46 (4): 667-75.
32. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol.* 1985; 58 (3): 785-90.
33. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
34. Kelley GA, Kelley KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension.* 2000; 35 (3): 838-43.
35. Cornelissen VA, Fagard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens.* 2005; 23 (2): 251-9.
36. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2002; 25 (12): 2335-41.
37. Delmonico MJ, Ferrell RE, Meerasahib A, Martel GF, Roth SM, Kostek MC, et al. Blood pressure response to strength training may be influenced by angiotensinogen A-20C and angiotensin II type I receptor A1166C genotypes in older men and women. *J Am Geriatr Soc.* 2005; 53 (2): 204-10.
38. Martel GF, Hurlbut DE, Lott ME, Lemmer JT, Ivey FM, Roth SM, et al. Strength training normalizes resting blood pressure in 65- to 73-year-old men and women with high normal blood pressure. *J Am Geriatr Soc.* 1999; 47 (10): 1215-21.
39. Sallinen J, Fogelholm M, Pakarinen A, Juvonen T, Volek JS, Kraemer WJ, et al. Effects of strength training and nutritional counseling on metabolic health indicators in aging women. *Can J Appl Physiol.* 2005; 30 (6): 690-707.
40. Stewart KJ, Bacher AC, Turner KL, Fleg JL, Hees PS, Shapiro EP, et al. Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2005; 165 (7): 756-62.
41. Taaffe DR, Galvao DA, Sharman JE, Coombes JS. Reduced central blood pressure in older adults following progressive resistance training. *J Hum Hypertens.* 2007; 21 (1): 96-8.
42. Tsutsumi T, Don BM, Zaichkowsky LD, Delizonna LL. Physical fitness and psychological benefits of strength training in community dwelling older adults. *Appl Human Sci.* 1997; 16 (6): 257-66.
43. Terra DF, Mota MR, Rabelo HT, Bezerra LM, Lima RM, Ribeiro AG, et al. Reduction of arterial pressure and double product at rest after resistance exercise training in elderly hypertensive women. *Arq Bras Cardiol.* 2008; 91 (5): 299-305.
44. Thomas GN, Hong AW, Tomlinson B, Lau E, Lam CW, Sanderson JE, et al. Effects of Tai Chi and resistance training on cardiovascular risk factors in elderly Chinese subjects: a 12-month longitudinal, randomized, controlled intervention study. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2005; 63 (6): 663-9.
45. Cononie CC, Graves JE, Pollock ML, Phillips MI, Sumners C, Hagberg JM. Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-yr-old men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 1991; 23 (4): 505-11.
46. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2002; 25 (10): 1729-36.
47. Wood RH, Reyes R, Welsch MA, Favalaro-Sabatier J, Sabatier M, Matthew Lee C, et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33 (10): 1751-8.
48. Anton MM, Cortez-Cooper MY, DeVan AE, Neidre DB, Cook JN, Tanaka H. Resistance training increases basal limb blood flow and vascular conductance in aging humans. *J Appl Physiol.* 2006; 101 (5): 1351-5.
49. Clement DL, De Buyzere ML, De Bacquer DA, de Leeuw PW, Duprez DA, Fagard RH, et al. Prognostic value of ambulatory blood-pressure recordings in patients with treated hypertension. *N Engl J Med.* 2003; 348 (24): 2407-15.
50. Mediano M, Paravidino V, Simao R, Pontes F, Polito M. Comportamento subagudo da pressão arterial após o treinamento de força em hipertensos controlados. *Rev Bras Med Esporte.* 2005; 11 (6): 337-40.
51. Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, Hikida RS, Gilders RM, Murray TF, et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000; 55 (7): B336-46.
52. Haykowsky M, Humen D, Teo K, Quinney A, Souster M, Bell G, et al. Effects of 16 weeks of resistance training on left ventricular morphology and systolic function in healthy men >60 years of age. *Am J Cardiol.* 2000; 85 (8): 1002-6.
53. Collier SR, Kanaley JA, Carhart R Jr, Frechette V, Tobin MM, Hall AK, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *J Hum Hypertens.* 2008; 22: 678-86.
54. Cortez-Cooper MY, DeVan AE, Anton MM, Farrar RP, Beckwith KA, Todd JS, et al. Effects of high intensity resistance training on arterial stiffness and wave reflection in women. *Am J Hypertens.* 2005; 18 (7): 930-4.
55. Rakobowchuk M, McGowan CL, de Groot PC, Hartman JW, Phillips SM, MacDonald MJ. Endothelial function of young healthy males following whole body resistance training. *J Appl Physiol.* 2005; 98 (6): 2185-90.
56. Casey DP, Beck DT, Braith RW. Progressive resistance training without volume increases does not alter arterial stiffness and aortic wave reflection. *Exp Biol Med (Maywood).* 2007; 232 (9): 1228-35.
57. Yoshizawa M, Maeda S, Miyaki A, Misono M, Saito Y, Tanabe K, et al. Effect of 12 weeks of moderate-intensity resistance training on arterial stiffness: a randomized controlled trial in women aged 32-59. *Br J Sports Med.* 2008. (In press).
58. Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I, Laloux B, Guize L, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension.* 2001; 37 (5): 1236-41.
59. Tanaka H, Dinunno FA, Monahan KD, Clevenger CM, DeSouza CA, Seals DR. Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation.* 2000; 102 (11): 1270-5.
60. Maeda S, Otsuki T, Iemitsu M, Kamioka M, Sugawara J, Kuno S, et al. Effects of leg resistance training on arterial function in older men. *Br J Sports Med.* 2006; 40 (10): 867-9.
61. Van Hoof R, Macor F, Lijnen P, Staessen J, Thijs L, Vanhees L, et al. Effect of strength training on blood pressure measured in various conditions in sedentary men. *Int J Sports Med.* 1996; 17 (6): 415-22.
62. Collier SR, Kanaley JA, Carhart R Jr, Frechette V, Tobin MM, Bennett N, et al. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with pre-hypertension. *Acta Physiol (Oxf).* 2009; 195 (3): 339-48.
63. Carter JR, Ray CA, Downs EM, Cooke WH. Strength training reduces arterial blood pressure but not sympathetic neural activity in young normotensive subjects. *J Appl Physiol.* 2003; 94 (6): 2212-6.
64. Pratley R, Nicklas B, Rubin M, Miller J, Smith A, Smith M, et al. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol.* 1994; 76 (1): 133-7.