



ConScientiae Saúde

ISSN: 1677-1028

conscientiaesaude@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Correia Rocha, Alexandre; Moraes-Silva, Ivana C.; Garcia Quinteiro, Hugo Rodrigo; Sartori, Michelle;  
De Angelis, Kátia

Ajustes agudos, subagudos e crônicos da pressão arterial ao exercício resistido

ConScientiae Saúde, vol. 11, núm. 4, 2012, pp. 685-690

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92924959020>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Ajustes agudos, subagudos e crônicos da pressão arterial ao exercício resistido

## *Acute, subacute and chronic blood pressure adjustments to resistance exercise*

Alexandre Correia Rocha<sup>1</sup>; Ivana C. Moraes-Silva<sup>2</sup>; Hugo Rodrigo Garcia Quinteiro<sup>3</sup>; Michelle Sartori<sup>4</sup>; Kátia De Angelis<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestre – USJT/SP, Membro do Laboratório de Fisiologia Translacional – Uninove/SP, Professor Titular – Fefis/Unimes. Santos, SP [Brasil].

<sup>2</sup> Doutora em Ciências – USP, Membro do Laboratório de Hipertensão Experimental, InCOR – HCFMUSP. São Paulo, SP [Brasil].

<sup>3</sup> Mestrando em Medicina – Uninove, São Paulo, SP, [Brasil].

<sup>4</sup> Mestre em Educação Física – USJT/SP, Membro do Laboratório de Hipertensão Experimental, InCOR – HCFMUSP. São Paulo, SP [Brasil].

<sup>5</sup> Doutora em Ciências Biológicas (Fisiologia) – UFRGS, Professora Titular N3. Uninove, São Paulo, SP [Brasil].

### Endereço para correspondência

Kátia De Angelis

Av. Francisco Matarazzo, 612, 1º andar,

05001-100 – São Paulo, SP – Brasil.

prof.kangelis@uninove.br

### Resumo

**Objetivo:** Investigar na literatura as alterações cardiovasculares agudas, subagudas e crônicas diante do exercício resistido (ER). **Método:** Realizou-se uma pesquisa nos indexadores SciELO, Medline e PubMed, com os termos: hipertensão arterial sistêmica, pressão arterial, hipotensão pós-exercício, exercício resistido, exercício de força e treinamento resistido, em artigos publicados nos últimos 25 anos. Foram incluídos nesta revisão 27 artigos. **Resultados:** O ER pode gerar alterações agudas, subagudas e crônicas na pressão arterial (PA) e essas são influenciadas principalmente pela intensidade do exercício, número de exercícios e massa muscular envolvida. Além disso, o papel do ER na redução da PA ainda não está totalmente esclarecido, principalmente em hipertensos. **Conclusão:** O ER, quando realizado em intensidade adequada e com a devida supervisão profissional, proporciona melhoras osteomusculares além de reduzir ou manter os níveis de PA e, dessa forma, não deve ser negligenciado em programas de treinamento físico voltado para a saúde.

**Descritores:** Hipertensão; Hipotensão pós-exercício; Pressão arterial; Treinamento de resistência.

### Abstract

**Objective:** To investigate acute, subacute and chronic cardiovascular changes to resistance exercise (RE). **Method:** A survey was conducted in SciELO, Medline and PubMed indexers using the keywords: hypertension, blood pressure, post-exercise hypotension, resistance exercise, strength exercise and resistance training. Twenty seven articles published in the last 25 years were considered for this review. **Results:** The RE can promote acute, subacute and chronic changes in blood pressure (BP) that are mainly influenced by exercise intensity, number of exercises and involved muscle mass. Furthermore, the role of RE on BP reduction is still unclear, especially in hypertensive patients. **Conclusion:** The RE performed in properly intensity and with professional supervision, provides musculoskeletal improvement and can reduce or maintain BP levels. Thus, the RE should not be overlooked in physical training programs for health.

**Key words:** Blood pressure; Hypertension; Post-exercise hypotension; Strength training.

## Introdução

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) atinge mais de 30% das pessoas em algumas cidades brasileiras, podendo acometer 75% da população com idade avançada<sup>1</sup>. Nesse contexto, uma das alternativas para controle e prevenção dessa doença é a prática regular do exercício físico. Pela facilidade no controle da intensidade e desconhecimento das alterações da pressão arterial (PA) em face de um programa de treinamento de força (TF), os exercícios aeróbios foram os mais estudados e são mais recomendados. Até o início dos anos 1990, o exercício resistido (ER), também chamado de TF, com pesos, contrarresistência ou musculação, não eram recomendados em diretrizes internacionais<sup>2</sup>. Graças aos esforços de diversos autores e ao aumento no número de pesquisas recentemente publicadas, o TF hoje pode ser visto como uma importante conduta complementar para profilaxia e tratamento de doenças crônico-degenerativas para todas as populações, inclusive para os hipertensos<sup>3</sup>.

Assim, objetiva-se neste estudo investigar na literatura as alterações cardiovasculares agudas, subagudas e crônicas diante do exercício resistido (ER).

## Método

Realizou-se uma pesquisa nos indexadores SciELO, Medline e PubMed de artigos publicados nos últimos 25 anos, com os seguintes termos: hipertensão arterial sistêmica, pressão arterial, hipotensão pós-exercício, exercício resistido, exercício de força e treinamento resistido em diferentes formas combinadas em citações no título ou no resumo. Foram considerados para esta revisão somente artigos em inglês ou português que atendessem os seguintes critérios de inclusão: a) ter utilizado protocolos de exercício resistido, treinamento resistido ou contrarresistência; b) ter avaliado respostas agudas, subaguda ou crônica da PA diante do ER; c)

ter sido realizado em humanos. Após a leitura de títulos e resumos, foram descartados os trabalhos que não preenchiam os critérios de inclusão estabelecidos e, assim, foram incluídos nesta revisão 27 artigos.

## Resultado e discussão

### Ajustes agudos da pressão arterial durante o exercício resistido

Durante a realização do ER, a PA aumenta não somente por conta da intensidade do exercício, mas também devido à duração, atingindo seus picos nas últimas repetições e próximo à falha concêntrica, na qual se observa o aumento do componente isométrico e a realização da manobra de Valsalva<sup>4</sup>. Além disso, Nery et al.<sup>4</sup> evidenciaram resposta pressórica exacerbada em sujeitos com hipertensão, quando comparado com normotensos, independentemente da carga (40% ou 80% da carga máxima dinâmica) utilizada durante o exercício de cadeira extensora até a falha concêntrica. Esses dados reforçam a importância da carga relativa no comportamento da PA, como também a resposta mais acentuada em hipertensos.

No entanto, no estudo realizado por Gordon et al.<sup>5</sup>, os autores não observaram nenhuma intercorrência cardiovascular digna de nota após aplicação do teste de carga máxima dinâmica (supino, *leg press* e extensão de joelhos), em 6.653 indivíduos, entre 20 e 69 anos, normotensos e de hipertensos grau I. Outro fator que influencia a resposta da PA é a massa muscular envolvida durante o exercício. As alterações da PA para os ERs são proporcionais à massa muscular envolvida e ao esforço realizado<sup>6</sup>. De acordo com McCartney et al.<sup>7</sup>, os maiores picos de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) (PAS: 320 mmHg e PAD: 250 mmHg) ocorrem quando exercícios envolvendo grandes massas musculares (*leg press*) são realizados. De fato, nesse estudo, as respostas da PAS e PAD foram significativamente maiores no *leg press* unilateral, quando comparadas com a flexão do co-

tovelo unilateral, independentemente da carga (80%, 90%, 95%, e 100% da carga máxima dinâmica). Já Polito et al.<sup>8</sup> não observaram alterações significantes na resposta da PA, durante a realização da cadeira extensora unilateral e bilateral. Apesar de ainda controverso na literatura, a relação da resposta da PA com a massa muscular envolvida parece ser mais pronunciada quando grupos musculares diferentes são recrutados<sup>9</sup>. Vale ressaltar que o método utilizado (direto ou indireto) para a mensuração da PA, como também a população (hipertenso e normotenso ou sedentário e treinado) investigada nos estudos, podem ter influenciado os resultados.

Já quanto às alterações da PA durante a realização dos ERs de forma contínua e fracionada, os estudos apresentam resultados controversos. No estudo de Polito et al.<sup>10</sup>, foi evidenciada uma maior resposta pressórica, quando o exercício de cadeira extensora foi realizado fracionadamente (quatro repetições máximas (RM) com dois segundos de intervalo seguidos de mais quatro RMs), quando comparado com a realização das oito RMs sequenciadas. Segundo os autores, isso pode ser atribuído ao fato de o exercício ter tido dois momentos de início de movimento (retirada da inércia), comprometendo, assim, a utilização da energia elástica muscular e, consequentemente, promovendo uma maior sobrecarga. Já Veloso et al.<sup>11</sup> observaram maiores respostas pressóricas durante o exercício realizado de forma contínua. De acordo com Polito et al.<sup>10</sup>, diferenças metodológicas podem ter interferido nos resultados, acarretando em respostas distintas.

### Efeitos subagudos do exercício resistido: hipotensão pós-exercício

Existem evidências de que uma única sessão de exercício físico aeróbio promove redução da PA e essas respostas podem permanecer por até 22 horas após a realização do exercício<sup>12</sup>. No entanto, em relação às alterações da PA ambulatorial os dados são escassos e controversos. Bermudes et al.<sup>13</sup> verificaram o efeito de uma sessão de ER em forma de circuito em sujeitos

entre 40 e 50 anos, normotensos e sedentários e não observaram nenhuma alteração significativa na PA, após o exercício ou durante o período de sono (avaliada pela Monitoração Ambulatorial da Pressão Arterial – MAPA), quando comparado ao repouso. Já Mutti et al.<sup>14</sup> verificaram redução da PAS e PAD, após sessão de ER em idosos normotensos, e esses resultados perduraram por pelo menos 60 minutos. Além disso, é importante destacar que sujeitos com maiores valores de PA parecem apresentar maior hipotensão pós-exercício<sup>15</sup>. Supostamente, o volume também pode influenciar na magnitude da hipotensão pós-exercício. Mediano et al.<sup>16</sup> verificaram efeito hipotensor em sujeitos com hipertensão controlada por fármacos, após ER de maior volume (três séries de dez RMs), quando comparado com o de menor volume (uma série de dez RMs).

Com relação ao intervalo de recuperação (um, dois ou três minutos) entre as séries de ER, esse parece não influenciar na magnitude da hipotensão pós-exercício<sup>17</sup>. Além disso, as realizações de séries contínuas ou fracionadas também não interferem na magnitude da hipotensão em sujeitos normotensos<sup>18</sup>. Em geral, ER de baixa intensidade promove maiores efeitos hipotensores; e sujeitos com maiores valores de PA apresentam mais reduções, após o treinamento, sendo esses resultados similares aos observados no treinamento aeróbio<sup>19</sup>. Entretanto, os mecanismos que agem de forma subaguda precisam ser mais investigados. Apesar da hipotensão pós-exercício aeróbio já estar bem estabelecida na literatura, os efeitos do ER na PA foram menos estudados. Logo, os possíveis mecanismos fisiológicos envolvidos nesse fenômeno ainda não foram totalmente esclarecidos. Melo et al.<sup>20</sup> verificaram diminuição da PAS e PAD, por dez horas, em mulheres hipertensas em uso de captopril pós-sessão de ER (três séries de 20 repetições, com 40% da carga máxima dinâmica, em seis exercícios) para membros superiores e inferiores. O mecanismo especulado nesse trabalho para a hipotensão pós-exercício foi uma possível vasodilatação muscular

provocada pelo acúmulo de metabólitos (o que é característico do ER), provocando diminuição da RVP e/ou uma possível redução do volume plasmático em razão do extravasamento deste para o líquido intersticial em decorrência da execução do ER, induzindo diminuição do volume sistólico e do Débito Cardíaco (DC)<sup>21</sup>. Rezk et al.<sup>22</sup> demonstraram, em um estudo, que houve redução da PAS, após sessão de ER de alta e baixa intensidade; e da PAD, depois da sessão de ER de baixa intensidade associada à redução do DC, mediada por diminuição do volume sistólico, apesar da elevação da FC determinada pelo aumento da ativação simpática e redução da atividade vagal cardíacas, no período de recuperação do ER, em indivíduos normotensos. Nesse aspecto, vale salientar que as flutuações da FC refletem a interação do sistema nervoso simpático e parassimpático e fornecem uma opção para o estudo do sistema nervoso autônomo a partir da variabilidade da frequência cardíaca (VFC)<sup>23</sup>. De forma geral, a VFC representa as oscilações entre os batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R) e alterações nesses padrões fornecem um indicador sensível e antecipado de comprometimento na saúde, ou seja, reduções na VFC cardíaca estão associadas a diversas doenças, dentre elas, a hipertensão arterial sistêmica e a morte prematura<sup>24</sup>. A maioria dos estudos tem como parâmetro a análise da VFC para os exercícios aeróbios, e, em poucos trabalhos, avalia-se a VFC antes, durante e após o ER. No estudo de Paschoa et al.<sup>25</sup>, foram observadas alterações na VFC durante as fases de repouso, exercício e recuperação, e os resultados demonstram um aumento da VFC, após uma sessão de ER, quando comparado com os valores de repouso em indivíduos jovens normotensos. Maior et al.<sup>26</sup> compararam os efeitos de sessões de ER realizadas a 6 RM em comparação a 12 RM, em sujeitos treinados e saudáveis. Segundo os autores, não houve diferença estatística na VFC, quando comparados os momentos pré e pós-exercício entre os grupos 6 RM e 12 RM.

## Efeitos crônicos do exercício resistido

O exercício físico crônico, ou treinamento físico, também traz diversos benefícios, conforme sua especificidade, por provocar adaptações importantes, como bradicardia de repouso, elevação do consumo máximo de oxigênio e aumento ou manutenção da massa muscular. Vale ressaltar que a PA é determinada pela interação entre DC e RVP, assim sua redução está intimamente relacionada com a diminuição simultânea ou isolada dessas duas variáveis; contudo, poucos estudos se propuseram a investigar esses possíveis mecanismos envolvidos na redução da pressão arterial pós-treinamento resistido. Observa-se que os mecanismos envolvidos na redução da PA após programas de treinamento aeróbio têm sido relacionados principalmente à diminuição da RVP mediada por adaptações neuro-humorais, vasculares e estruturais, havendo poucos trabalhos que evidenciaram diminuição do DC em hipertensos.

Já o treinamento resistido (TR) também promove alterações estruturais e funcionais que são benéficas para a redução e/ou controle da PA, conforme verificado em alguns estudos a serem descritos a seguir.

Terra et al.<sup>27</sup> evidenciaram reduções da PAS (10,5 mmHg), pressão arterial média (6,2 mmHg) e duplo produto em repouso (2218,6 mmHgxbpm) em mulheres idosas sedentárias, com a PA controlada por medicamentos, após 12 semanas de TR. Resultados similares foram observados por Carter et al.<sup>28</sup> para a PAS (de 130±3 para 121±2 mmHg) e PAD (de 69±3 para 61±2 mmHg), após programa de TR, por oito semanas, em jovens normotensos, e tal redução não se mostrou associada à diminuição da atividade simpática periférica (medida por meio de microeletrodo no nervo fibular) na população estudada. No entanto, é possível que o TR possa ter diminuído a PA, nesse estudo, por modular a atividade simpática, em outros territórios (atividade simpática para os rins, por exemplo). Portanto, não seria detectável pela medida da atividade simpática no nervo fibular. No estudo



realizado por Tinken et al.<sup>29</sup>, em jovens normotensos, também foi observado aumento no diâmetro da artéria braquial, melhora da função endotelial e remodelamento vascular, após oito semanas de TR (preensão manual). Tais resultados foram dependentes do aumento do *shear stress* no local, o que favoreceu uma maior biodisponibilidade do óxido nítrico (NO) nessa melhora da função arterial, após o TR. Entretanto, a participação do NO mostrou-se tempo-dependente, uma vez que os valores aumentados nas primeiras semanas do TR retornaram a níveis basais na oitava semana. Segundo os autores, adaptações estruturais e funcionais no leito arterial exercitado, decorrentes do TR, permitem que os valores de NO retornem aos níveis basais com o passar das semanas de treinamento. Apesar de ainda não serem claras as adaptações da PA em resposta ao TR, outros fatores como alterações metabólicas (melhora da sensibilidade à insulina, aumento e/ou manutenção HDL colesterol e redução e/ou manutenção do LDL colesterol) e osteomusculares (aumento da força, massa muscular e densidade mineral óssea e redução da gordura corporal), que contribuem para o surgimento e/ou agravamento da HAS e comorbidades associadas são influenciados de forma positiva pelo TR<sup>30</sup>.

## Considerações finais

A maioria dos estudos que avaliaram os efeitos do ER envolveu sujeitos normotensos, assim, ainda não estão claros os efeitos desse exercício em hipertensos. O ER provoca importantes alterações hemodinâmicas durante sua execução, as quais devem ser devidamente controladas, sobretudo em hipertensos. Além disso, o ER pode promover um efeito hipotensor após uma sessão de exercício. Entretanto, a magnitude e a duração dessa resposta dependem da organização da sessão de treinamento (série, intervalo, número e tipo de exercício). Mesmo existindo poucas evidências a respeito das adaptações crônicas ao TR e suas ações

diretas no controle da PA, principalmente em hipertensos, fica claro que esse tipo de exercício promove alterações positivas que, indiretamente, podem contribuir de forma efetiva para o controle e/ou prevenção dessa doença e/ou de suas complicações associadas.

Dessa forma, esse tipo de treinamento, quando realizado em intensidade adequada e com a devida supervisão profissional, proporciona melhoras osteomusculares além de reduzir ou manter os níveis de PA, e, portanto, não deve ser negligenciado em programas de treinamento físico voltado para a saúde.

## Referências

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia/Sociedade Brasileira de Hipertensão/Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol. 2010;95(1 Supl.1):S1-S1.
2. Umpierre D, Stein R. Efeitos hemodinâmicos e vasculares do treinamento resistido: implicações na doença cardiovascular. Arq Bras Cardiol. 2007;89:256-62.
3. American Heart Association. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: an advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, council on clinical cardiology. Circulation. 2000;101:828.
4. Nery SS, Gomides RS, Silvia GV, Forjaz CLM, Mion Junior D, Tinucci T. Intra arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low and high intensity resistance exercise. Clinics. 2010;65(3):271-7.
5. Gordon NF, Kohl HW, Pollock ML, Vaandrager H, Gibbons LW, Blair SN. Cardiovascular safety of maximal strength testing in healthy adults. Am J Cardiol. 1995;76:851-3.
6. Wallace JP. Exercise in hypertension. Sports Med. 2003;33:585-98.
7. McCartney N. Acute responses to resistance training and safety. Med Sci Sports Exerc. 1999;31:31-7.
8. Polito MD, Rosa CC, Schardong P. Respostas cardiovasculares agudas na extensão do joelho realizada em diferentes formas. Rev Bras Med Esp. 2004;10:173-7.

9. Lamotte M, Niset G, Borne PV. The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2005;12(1):12-7.
10. Polito MD, Simão R, Lira VA, Nóbrega, ACL, Farinatti PTV. Séries fracionadas de extensão do joelho proporciona maiores respostas cardiovasculares que séries contínuas. *Arq Bras Cardiol.* 2008;90(6):382-7.
11. Veloso U, Monteiro W, Farinatti P. Do continuous and intermittent exercise sets induce similar cardiovascular responses in the elderly women? *Rev Bras Med Esporte.* 2003;9(2):85-90.
12. Brandão Rondon MU, Alves MJ, Braga AM, Teixeira OT, Barretto AC, Krieger EM, Negrão CE. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39:676-82.
13. Bermurdes AMLM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima EG. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions: resistive exercise training and aerobic exercise training. *Arq Bras Cardiol.* 2003;82(1):65-71.
14. Mutti LC, Simão R, Dias I, Figueiredo T, Salles BF. Efeito hipotensivo do treinamento de força em homens idosos. *Rev Bras Cardiol.* 2010;23(2):111-5.
15. Brum PC, Rondon MUP, Silva GJJ, Krieger EM. Hipertensão arterial e exercício físico aeróbio. In: Negrão CE, Barreto ACP. (Org). *Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata.* Manole: São Paulo; 2005.
16. Mediano MFF, Paradino V, Simão R. Comportamento subagudo da pressão arterial após o treinamento de força em hipertensos. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(6):337-40.
17. Veloso J, Polito MD, Riera T, Celes R, Vidal JC, Bottaro M. Efeitos do intervalo de recuperação entre as séries sobre a pressão arterial após exercícios resistidos. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94(4):512-8.
18. Maior AS, Santos FG, Freitas JGP, Pessin AC, Figueiredo T, Dias I, Salles BF, Simão R. Efeito hipotensivo do treinamento de força em séries contínuas e fracionadas. *Rev SOCERJ.* 2009;22(3):1-7.
19. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensive. *J Appl Physiol.* 1987;63:270-6.
20. Melo CM, Alencar-filho AC, Tinucci T, Mion JR, Forjaz CL. Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive woman receiving captopril. *Blood Pressure Monitoring.* 2006;11:183-9.
21. Bush JA, Kraemer WJ, Mastro AM, Tripplet-McBride NT, Volek JS, Putukian M, Sebastianelli WJ, Knuttgen H. Exercise and recovery responses of adrenal medullary neurohormones to heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:554-9.
22. Rezk CC, Marache RCB, Tinuci T, Mion JD, Forjaz CLM. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98:105-12.
23. Lopes A, Dias V, Cunha GS, Oliveira AR, Stocchero, C. Variabilidade da frequência cardíaca: método não invasivo de avaliação do limiar ventilatório. *Rev Bras Fisiol do Exerc.* 2009;8:99-105.
24. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24:205-17.
25. Paschoa DC, Coutinho JFS, Almeida MB. Análise da variabilidade da frequência cardíaca no exercício de força. *Rev SOCERJ.* 2006;19:385-90.
26. Maior AS, Netto CF, Eichwald A, Druck G, Villaça G, Foschiera RS, Oliveira WB, et al. Influência da intensidade e do volume do treinamento resistido no comportamento autonômico cardíaco. *Rev SOCERJ.* 2009;22(4):201-9.
27. Terra DF, Mota MR, Rabelo HT, Bezerra LMA, Lima RM, Ribeiro AG, Vinhal PH, et al. Reduction of pressure and double product at rest after resistance exercise training in elderly hypertensive women. *Arq Bras Cardiol.* 2008;91:247-79.
28. 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;94:2212-6.
29. Tinken TM, Thijssen DHJ, Hopkins N, Dawson EA, Cable T, Green DJ. Shear stress mediates endothelial adaptations to exercise training in humans. *Hypertension.* 2010;55:312-8.
30. 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. *Circulation.* 2007;116:572-84.