

Artículo original

## Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica



R.A. Albarello<sup>a</sup>, J. Boufleur Farinha<sup>a</sup>, C. Reckelberg Azambuja<sup>a,b,\*</sup> e D. Lopes dos Santos<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Núcleo de Estudos em Exercício Físico e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>b</sup> Programa de Pós Graduação Educação Física, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

### INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

#### Historial do artigo:

Recebido a 15 de julho de 2014

Aceite a 19 de novembro de 2014

On-line a 6 de setembro de 2016

#### Palavras-chave:

Obesidade

Sedentarismo

Treinamento de resistência

Lipoproteínas

Circunferência do Abdômen

### R E S U M O

**Objetivo:** Investigar os efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica.

**Método:** Dez indivíduos sedentários ( $52.88 \pm 10.9$  anos) com síndrome metabólica completaram um protocolo de treinamento resistido, com duração total de 15 semanas e frequência semanal de 3 vezes. Antes e após o treinamento resistido, foram analisados parâmetros antropométricos, como massa corporal, índice de massa corporal, circunferências do abdômen, cintura, quadril, percentagem de gordura corporal total, conteúdo de massa magra. Além disso, foi estimado o consumo máximo de oxigênio e foram verificados parâmetros bioquímicos, como colesterol total, triglicérides, lipoproteína de alta densidade, lipoproteína de baixa densidade, glicose e ureia.

**Resultados:** A intervenção não modificou estatisticamente a massa corporal, o índice de massa corporal, as circunferências de cintura e quadril, o percentual de gordura corporal total, o conteúdo de massa magra, os níveis bioquímicos do colesterol total, triglicérides, lipoproteína de baixa densidade e glicose. Entretanto, o treinamento resistido provocou um aumento dos níveis de lipoproteína de alta densidade, e uma diminuição significativa da circunferência do abdômen e da concentração de ureia.

**Conclusão:** Maiores concentrações de lipoproteína de alta densidade, a diminuição da circunferência do abdômen e menores níveis de ureia, bem como provocados pelo treinamento resistido na população em questão são reflexão de menor risco cardiovascular, indicando que o treinamento resistido pode ser benéfico.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Efectos del entrenamiento de la resistencia en el perfil bioquímico en personas con síndrome metabólico

### R E S U M E N

**Objetivo:** Investigar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre el perfil lipídico de las personas con síndrome metabólico.

**Método:** Diez personas sedentarias ( $52.88 \pm 10.9$  años) con síndrome metabólico completaron un protocolo de entrenamiento de fuerza de 15 semanas de duración total y tres sesiones semanales. Antes y después de entrenamiento de fuerza, se analizaron parámetros antropométricos como la masa corporal, el índice de masa corporal, las circunferencias abdominal, de la cintura y de la cadera, porcentaje de grasa corporal y la masa magra. Además, se estimó el consumo máximo de oxígeno y se analizaron parámetros bioquímicos como el colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de alta densidad, lipoproteínas de baja densidad, glucemia y urea.

#### Palabras clave:

Obesidad

Sedentarismo

Entrenamiento de fuerza

Lipoproteínas

Circunferencial abdominal

\* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: [cati.razambuja@hotmail.com](mailto:cati.razambuja@hotmail.com) (C. Reckelberg Azambuja).

**Resultados:** La intervención no modificó estadísticamente masa corporal, índice de masa corporal, circunferencia de la cintura y la cadera, el porcentaje de grasa corporal total, el contenido de masa magra, los niveles bioquímicos de colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de baja densidad y glucosa. Sin embargo, el entrenamiento de fuerza provocó aumento en las lipoproteínas de alta densidad, disminución significativa en la circunferencia abdominal y en la concentración de urea.

**Conclusión:** Las concentraciones altas de lipoproteínas de alta densidad, los niveles más bajos de urea, así como la reducción de la circunferencia abdominal, inducidos por el entrenamiento de fuerza en esta población, son reflejo de una reducción del riesgo cardiovascular, lo que indica que el entrenamiento de fuerza puede ser beneficioso.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Effects of resistance training on the lipid profile of subjects with metabolic syndrome

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Obesity  
Sedentary Lifestyle  
Resistance Training  
Lipoproteins  
Abdominal circumference

**Objective:** To investigate the effects of resistance training on the lipid profile of Metabolic Syndrome patients.

**Method:** Ten sedentary subjects ( $52.88 \pm 10.9$  years) with Metabolic Syndrome completed a resistance training protocol with a total duration of 15 weeks, three times per week. Before and after the resistance training, anthropometric parameters, such body mass, body mass index, abdominal, waist and hip circumferences, percentage of body fat and muscle mass content were analyzed. Furthermore, the maximal oxygen uptake was estimated and biochemical parameters, such as total cholesterol, triglycerides, high-density lipoprotein, low-density lipoprotein, glycemia and urea were analyzed.

**Results:** The intervention didn't statistically modified body mass, body mass index, circumferences of waist and hip, the percentage of total body fat, lean mass content, the biochemical levels of total cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein and glucose. However, the resistance training provoked an increase in high-density Lipoprotein levels and a significant decrease in abdominal circumference and urea concentration.

**Conclusion:** Higher concentrations of high-density Lipoprotein and lower levels of urea as well as the reductions in abdominal circumference provoked by resistance training in this population are indicators of a lower cardiovascular risk, indicating that the resistance training may be beneficial.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introdução

A síndrome metabólica (SM) é caracterizada como um transtorno complexo representado por um conjunto de fatores de risco cardiovascular, usualmente relacionado à deposição central de gordura e à resistência insulínica. Além disso, a SM é responsável por aumentar a mortalidade cardiovascular em 2.5 vezes<sup>1</sup>. Nesse sentido, foi aplicada a definição de SM proposta pela *Third Report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults* (NCEP-ATP III), a qual estabelece como critério a combinação de pelo menos dos seguintes componentes: circunferência abdominal superior a 102 cm nos homens e superior a 88 cm nas mulheres; níveis de triglicéridos (TG) iguais ou superiores a 150 mg/dL ou uso de medicação específica; níveis séricos de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) menores que 40 mg/dL nos homens e menores que 50 mg/dL nas mulheres, ou uso de medicação específica; níveis de pressão arterial sistólica iguais ou superiores a 130 mmHg e de pressão arterial diastólica iguais ou superiores a 85 mmHg, ou uso de medicação específica; e níveis glicêmicos em jejum iguais ou superiores a 110 mg/dL, ou uso de medicação específica<sup>2</sup>.

As dislipidemias apresentam papel central no desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Elevadas concentrações de TG, colesterol total (CT) e de lipoproteína de baixa densidade (LDL-c), associadas à diminuição nos valores de HDL-c, aumentam a probabilidade do desenvolvimento da aterosclerose<sup>3</sup>. Assim, recomenda-se que a obesidade seja o alvo principal do tratamento da SM<sup>2</sup>, já que a perda de peso melhora o perfil lipídico, diminui

a pressão arterial e a glicemia, além de melhorar a sensibilidade à insulina, reduzindo o risco de doença aterosclerótica<sup>4</sup>.

A prática regular de exercícios físicos tem sido recomendada por diferentes associações, como a Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>1</sup>, para a prevenção e a reabilitação de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas não transmissíveis. Estudos epidemiológicos têm demonstrado uma forte relação entre a inatividade física e a presença de múltiplos fatores de risco<sup>5</sup>, e associações entre envelhecimento e perda de força e massa muscular, enquanto outras investigações têm relatado efeitos benéficos do exercício físico sobre a hipertensão arterial, resistência insulínica, diabetes, dislipidemia e obesidade<sup>6</sup>. Nesse sentido, sabe-se que a obesidade visceral aumenta em torno de 300% entre os 25-65 anos de idade, aumentando o risco de desenvolvimento de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares, mesmo em adultos com índice de massa corporal (IMC) classificado como normal<sup>7</sup>.

O treinamento resistido (TR) apresenta um importante papel na busca pelo emagrecimento, pois está associado ao aumento da taxa metabólica de repouso, através da manutenção e/ou aumento da massa muscular, e aumento no consumo de energia pós-exercício<sup>8</sup>. Este tipo de treinamento promove aumento da força e da resistência muscular localizada, podendo melhorar a execução das tarefas da vida diária. O TR tem sido utilizado como parte integrante de programas para a melhora das capacidades físicas em indivíduos com doenças crônicas não transmissíveis, como a SM. Além disso, a prática regular do TR pode resultar em mudanças no desempenho motor, na força muscular, na composição corporal e, conseqüentemente, na estética corporal<sup>9</sup>. No entanto, a intensidade e o volume

do TR necessários para causar modificações benéficas no perfil lipídico de indivíduos com SM são controversos<sup>10</sup>. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do TR sobre o perfil lipídico e a composição corporal de indivíduos com SM.

## Método

### Participantes

O grupo de estudo foi composto por 10 indivíduos com idade entre 38-66 anos ( $52.88 \pm 10.9$  anos), praticantes de musculação há 3 meses, sendo 8 do sexo feminino e 2 do sexo masculino, participantes de um projeto de pesquisa e extensão do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os (as) voluntários (as) possuíam 2 ou mais dos critérios de diagnóstico da SM<sup>2</sup>. Adotaram-se como critérios de exclusão a ausência em mais de 25% das sessões das intervenções propostas, mudanças no uso de alguma medicação e variação muito grande na dieta, que foi avaliada ao início e ao final do TR através de um recordatório alimentar. Todos os indivíduos recrutados foram informados sobre os objetivos e a metodologia do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O protocolo deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM, sob Certificado de Apresentação para Apreciação Ética número 0032.0.243.000-07, e acompanha as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas envolvendo seres humanos. Anteriormente às intervenções, também foi aplicada uma anamnese previamente estruturada pelo grupo de pesquisadores.

### Programa de treinamento resistido

O TR teve duração de 15 semanas, sendo as sessões realizadas nas segundas, quartas e sextas-feiras na sala de musculação do CEFD da UFSM. As sessões do TR eram constituídas de três séries de 10 repetições em cada aparelho, com um intervalo de 60-90 segundos entre as séries. A intensidade de treinamento foi estabelecida em 70% de uma repetição máxima (RM)<sup>11</sup>. Utilizou-se o teste de Baechle<sup>12</sup>, também conhecido como teste de RM para a predição da carga de treinamento, proporcionando um menor risco para a população estudada. O teste de RM foi realizado nos 10 exercícios que faziam parte da rotina de TR: voador peitoral, puxada alta, rosca tríceps, rosca bíceps, voo lateral, *leg press*, extensor dos joelhos, flexor dos joelhos, flexão plantar e cadeira abduzora.

O TR proposto teve como objetivo diminuir as perdas fisiológicas e contribuir para uma melhor realização das atividades de vida diária<sup>13</sup>. Este treinamento foi realizado posteriormente a uma fase de adaptação, para que os alunos se adequassem aos exercícios e as cargas. Ao início de cada sessão, o aquecimento era orientado coletivamente e, ao término da mesma, o alongamento era realizado individualmente. Cada sessão de treino durava em média 60 minutos.

### Avaliação antropométrica

Todos os testes descritos a seguir foram realizados pelo mesmo avaliador e no mesmo horário do dia, antes da 1.<sup>a</sup> e após a 15.<sup>a</sup> semana do TR. A estatura e a massa corporal foram verificadas com o uso de um estadiômetro portátil com resolução de 1 mm (Cardiomed, Curitiba, Brasil) e uma balança digital com sensibilidade de 0.1 kg (Plenna, São Paulo, Brasil). Para a medição das circunferências do abdômen, da cintura, do quadril, do antebraço, do bíceps relaxado, do bíceps contraído e da panturrilha (CP), foi utilizada uma fita inelástica graduada em milímetros (Cardiomed, Curitiba, Brasil), de acordo com protocolos previamente descritos na literatura<sup>14</sup>.

### Avaliação da aptidão cardiorrespiratória

A capacidade cardiorrespiratória foi avaliada através do teste de caminhada de uma milha<sup>15</sup>. Através de um cálculo que utiliza informações como a idade, massa corporal, sexo, tempo transcorrido e a frequência cardíaca do indivíduo no final do teste, tem-se uma estimativa do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ). O teste foi realizado na pista atlética do CEFD da UFSM.

### Coletas e análises sanguíneas

As coletas sanguíneas foram realizadas após os indivíduos permanecerem 12 horas em jejum e sem terem realizado exercícios físicos nas 48 horas anteriores. Amostras sanguíneas foram coletadas através da punção venosa em tubos *Vacutainers*<sup>®</sup> sem anti-coagulantes (BD Diagnostics, Plymouth, Reino Unido). Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 2500 r/min durante 15 minutos e o soro utilizado para os ensaios bioquímicos. As concentrações de CT, HDL-c, TG, glicose e ureia foram determinadas através de kits colorimétricos comercialmente disponíveis (Labtest, Lagoa Santa, Brasil). Os níveis de LDL foram estimados através de uma equação previamente estabelecida<sup>16</sup>.

### Análise estatística

A estatística descritiva dos resultados está apresentada como valor da média  $\pm$  desvio padrão da média (DP). A normalidade dos dados foi verificada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Utilizou-se o teste *t* pareado de *Student* ou o teste de *Wilcoxon* na comparação pré e pós-intervenção, conforme a distribuição dos dados. Foi utilizado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, Chicago, Estados Unidos da América) versão 14.0 e adotado um nível de significância de 5%.

## Resultados

Na [tabela 1](#), são apresentados os dados antropométricos e funcionais da amostra. Observa-se que o TR alterou significativamente os valores da CA ( $p=0.017$ ), da CP ( $p=0.042$ ) e do  $VO_{2max}$

**Tabela 1**

Variáveis antropométricas e funcionais, antes e após 15 semanas de treinamento resistido, em indivíduos com síndrome metabólica

Variável	Antes	Depois
Massa corporal (kg)	85.41 $\pm$ 8.53	84.70 $\pm$ 8.24
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	31.35 $\pm$ 4.20	31.09 $\pm$ 4.14
Circunferência da cintura (cm)	96.64 $\pm$ 11.66	94.57 $\pm$ 12.16
Circunferência do quadril (cm)	108.77 $\pm$ 7.27	108.38 $\pm$ 8.41
Circunferência do abdômen (cm)	106.63 $\pm$ 12.03	103.91 $\pm$ 13.05*
Circunferência do antebraço (cm)	25.78 $\pm$ 4.52	28.83 $\pm$ 3.40
Circunferência do bíceps relaxado (cm)	32.76 $\pm$ 3.18	33.53 $\pm$ 3.81
Circunferência do bíceps contraído (cm)	34.77 $\pm$ 3.41	34.81 $\pm$ 4.06
Circunferência da panturrilha (cm)	39.94 $\pm$ 4.40	40.78 $\pm$ 4.30*
Gordura corporal (%)	38.02 $\pm$ 7.65	39.11 $\pm$ 7.23
Conteúdo de massa magra (kg)	62.00 $\pm$ 7.65	60.88 $\pm$ 7.23
Consumo máximo de oxigênio (ml.kg. <sup>-1</sup> min. <sup>-1</sup> )	23.45 $\pm$ 8.52	28.96 $\pm$ 6.69*

\*  $p < 0.05$  em relação à antes do treinamento resistido.

**Tabela 2**  
Parâmetros bioquímicos antes e após 15 semanas de treinamento resistido

Variável	Antes	Depois
Colesterol total (mg/dL)	163.7 ± 11.6	171.1 ± 48.3
Triglicerídeos (mg/dL)	107.7 ± 85.7	85.0 ± 36.3
Lipoproteína de alta densidade (mg/dL)	39.8 ± 11.6	48.6 ± 7.9*
Lipoproteína de baixa densidade (mg/dL)	102.4 ± 39.3	105.5 ± 49.7
Glicose (mg/dL)	93.0 ± 27.5	96.7 ± 23.7
Ureia (mg/dL)	46.4 ± 7.5	40.6 ± 5.2*

\* p < 0.05 em relação à antes do treinamento resistido.

(p = 0.039), sem causar mudanças significativas nas demais variáveis.

Na **tabela 2**, observa-se que o TR provocou um aumento nos níveis de HDL-c (p = 0.008) e uma diminuição na concentração de ureia (p = 0.011), sem causar alterações significativas nas demais variáveis bioquímicas.

## Discussão

O TR tem sido recomendado por diversas organizações de saúde como parte importante de programas de prevenção de doenças e reabilitação funcional de adultos<sup>17</sup>, idosos<sup>18</sup> e portadores de doenças crônicas degenerativas<sup>19,20</sup>. A SM tem recebido muita atenção nos últimos anos por estar cada vez mais presente na sociedade moderna. Vários estudos têm relatado os benefícios da prática regular de exercícios físicos na prevenção e no tratamento dos fatores de risco desta doença crônica<sup>21</sup>.

A diminuição dos fatores de risco cardiovascular tem sido demonstrada por estudos que reforçam a associação entre a força muscular e a melhora nos perfis bioquímicos e hemodinâmicos dos praticantes de TR<sup>22-25</sup>. No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas dos níveis de CT, LDL-c, glicemia e TG nos pacientes após as 15 semanas de TR. Nesse sentido, outras investigações também demonstram que o TR não altera os níveis de TG e glicose em indivíduos com SM<sup>26-29</sup>. Em contrapartida, observou-se uma redução nos níveis de ureia e um aumento dos níveis de HDL-c.

Indo ao encontro dos resultados aqui observados, pesquisas relatam os efeitos benéficos do exercício regular pelo aumento nos níveis de HDL-c, sendo essas alterações atribuídas à diminuição de sua degradação no fígado e ao aumento de sua síntese<sup>30</sup>. O aumento da concentração de HDL-c é considerado protetor, pois se associa ao baixo teor de lipídios e lipoproteínas que causam danos à concentração elevada de HDL-c, responsável pela mobilização dos lipídios da parede arterial<sup>31</sup>. Diante disso, sugere-se que, apesar de não ter sido encontrada uma diminuição dos níveis de LDL-c e de TG, provavelmente porque os mesmos apresentavam valores iniciais considerados como normais<sup>2</sup>, o aumento significativo da concentração de HDL-c é considerado benéfico e positivo para a saúde dos participantes do presente estudo.

Nesse sentido, já foi demonstrado que o exercício físico modifica a atividade da enzima triacilglicerol lipase hepática, provocando uma menor transformação de HDL<sub>2</sub> em HDL<sub>3</sub> na circulação, ocasionado uma maior permanência de HDL<sub>2</sub> na circulação, que por sua vez capta mais TG e colesterol, explicando o efeito benéfico do treinamento físico<sup>10</sup>. Além disso, o aumento do HDL-c, através de hábitos de vida saudáveis e a prática sistemática de exercícios físicos, é considerado um dos mais importantes fatores de risco modificáveis para doenças cardiovasculares<sup>10</sup>.

Nesse sentido, já foi demonstrado que, diferentemente do que ocorre com os praticantes de atividades esportivas com finalidade de competição, os indivíduos submetidos à prática rotineira de exercícios moderados não apresentam modificações na maioria dos níveis plasmáticos de lipídios e lipoproteínas ou estes

são pouco expressivos<sup>32</sup>. Esta é a situação observada no presente estudo, sendo comprovada pela maioria dos exames bioquímicos. Os mecanismos, através dos quais a força muscular contribui para a diminuição da obesidade e de seus fatores de risco, incluem a redução na gordura abdominal, diminuição da concentração de TG no plasma, aumento do HDL-c e controle glicêmico<sup>21</sup>.

Recentemente, foram investigados os efeitos de diferentes intensidades e volumes de treinamento físico sobre a sensibilidade da insulina 24 horas pós-exercício<sup>33</sup>. Os autores verificaram que todos os protocolos testados melhoraram a sensibilidade à insulina, glicemia e insulina de jejum. Contudo, o treinamento realizado em alta intensidade (85% de uma RM) foi mais eficaz no aumento da sensibilidade insulínica, quando comparado aos treinamentos de intensidade moderada (65% de uma RM). Nesse sentido, em uma investigação que objetivou verificar o efeito de um programa de exercícios resistidos na composição corporal e hemoglobina glicada, além do efeito agudo sobre a glicemia capilar<sup>34</sup>, os indivíduos obtiveram resultados positivos como o aumento da massa corporal e massa magra, além da diminuição do percentual de gordura e glicemia capilar, porém não houve modificações nos níveis de hemoglobina glicada. As autoras concluíram que os exercícios resistidos são efetivos para o aumento da massa corporal e massa magra, diminuição do percentual de gordura corporal e níveis de glicemia capilar, fatores esses importantes no controle a diabetes.

Níveis de ureia elevados ocorrem em pacientes com doença renal, fluxo sanguíneo reduzido (desidratação, por exemplo), obstrução do trato urinário e em catabolismo de proteína aumentado (queimaduras). Níveis deprimidos de ureia ocorrem em comprometimento hepático grave, desnutrição e super-hidratação. Em um recente estudo realizado com homens adultos, observou-se uma redução dos níveis séricos de ureia após 8 semanas de treinamento aeróbico, bem como após 8 semanas de TR<sup>35</sup>, indo ao encontro dos resultados aqui relatados. Nesse sentido, foi recentemente proposto que o treinamento físico promove benefícios sobre o perfil renal, contribuindo para uma maior atividade da renina plasmática e da taxa de filtração glomerular em indivíduos com SM e sem doenças renais crônicas<sup>36</sup>.

Conclui-se que o TR com duração de 15 semanas não alterou significativamente a maioria dos marcadores bioquímicos em indivíduos com SM. Entretanto, o mesmo alterou benéficamente os níveis de HDL-c e ureia, proporcionando um menor risco cardiovascular à população. Além disso, este tipo de treinamento diminuiu a circunferência abdominal dos indivíduos estudados, que é um dos principais fatores determinantes da SM. Assim, a prática do treinamento com pesos deve ser estimulada para qualquer indivíduo, pois a força muscular é considerada, atualmente, como um dos componentes da aptidão física relacionada à saúde. Como fatores limitantes do presente estudo, podemos destacar a ausência de um grupo controle e o tamanho amostral.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Análises Clínicas (LABIMED) pelo apoio técnico e incentivo à pesquisa.

## Referências

1. Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia, Sociedade Brasileira de Diabetes, Sociedade Brasileira de Estudos da Obesidade. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. Arq Bras Cardiol. 2005; 84(Suppl 1):1-28.

2. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002; 106(25):3143–421.
3. Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FA, Bertolami MC, Afiune Neto A, Souza AD, et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2007;88 Suppl 1:2–19.
4. Cornier MA, Dabelea D, Hernandez TL, Lindstrom RC, Steig AJ, Stob NR, et al. The metabolic syndrome. *Endocr Rev*. 2008;29(7):777–822.
5. Rennie KL, McCarthy N, Yazdgerdi S, Marmot M, Brunner E. Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. *Int J Epidemiol*. 2003;32(4):600–6.
6. Jakicic JM, Clark K, Coleman E, Donnelly JE, Foreyt J, Melanson E, et al. American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(12):2145–56.
7. Hunter GR, Lara-Castro C, Byrne NM, Zakharkin SO, St-Onge MPDBA. Weight loss needed to maintain visceral adipose tissue during aging. *Int J Body Compos Res*. 2005;3:55–61.
8. Meirelles CdM, Gomes PSC. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético: revisitando o impacto das principais variáveis. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(2):122–30.
9. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Artmed; 2006.
10. Da Silva MJ, Neto MP, Kedor HH, Camargo PA, Kiss MA, Giannini SD, et al. Influência da atividade física sobre os níveis plasmáticos dos lipídeos e lipoproteínas em coronariopatas. *Arq Bras Cardiol*. 1988;50(4):231–6.
11. Seo DI, Jun TW, Park KS, Chang H, So WY, Song W. 12 weeks of combined exercise is better than aerobic exercise for increasing growth hormone in middle-aged women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2010;20(1):21–6.
12. Pollock ML, Wilmore JH. Exercício na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
13. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. São Paulo: Manole; 2000.
14. Petroski E. Antropometria: técnicas e padronizações. 3rd ed Blumenau: Nova Letra; 2007.
15. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of  $\dot{V}O_{2\max}$  from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19(3):253–9.
16. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972;18(6):499–502.
17. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41(3):687–708.
18. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;3. CD002759.
19. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*. 2011;58(5):950–8.
20. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance training and type 2 diabetes: Considerations for implementation at the population level. *Diabetes Care*. 2006;29(8):1933–41.
21. Ciolac EG, Guimarães GV. Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(4):319–24.
22. Cheng YJ, Gregg EW, de Rekeneire N, Williams DE, Imperatore G, Caspersen CJ, et al. Muscle-strengthening activity and its association with insulin sensitivity. *Diabetes Care*. 2007;30(9):2264–70.
23. Maslow AL, Sui X, Colabianchi N, Hussey J, Blair SN. Muscular strength and incident hypertension in normotensive and prehypertensive men. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(2):288–95.
24. Jackson AW, Lee DC, Sui X, Morrow JR Jr, Church TS, Maslow AL, et al. Muscular strength is inversely related to prevalence and incidence of obesity in adult men. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18(10):1988–95.
25. Tibana RA, Teixeira TG, De Farias DL, Silva AO, Madrid B, Vieira A, et al. Relação da circunferência do pescoço com a força muscular relativa e os fatores de risco cardiovascular em mulheres sedentárias. *Einstein (São Paulo)*. 2012;10(3):329–34.
26. Stensvold D, Tjønnå AE, Skaug EA, Aspenes S, Stølen T, Wisløff U, et al. Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. *J Appl Physiol*. 2010;108(4):804–10.
27. Bateman LA, Slentz CA, Willis LH, Shields AT, Piner LW, Bales CW, et al. Comparison of aerobic versus resistance exercise training effects on metabolic syndrome (from the Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention Through Defined Exercise - STRRIDE-AT/RT). *Am J Cardiol*. 2011;108(6):838–44.
28. Geisler S, Brinkmann C, Schiffer T, Kreutz T, Bloch W, Brixius K. The influence of resistance training on patients with metabolic syndrome—significance of changes in muscle fiber size and muscle fiber distribution. *J Strength Cond Res*. 2011;25(9):2598–604.
29. Layne AS, Nasrallah S, South MA, Howell ME, McCurry MP, Ramsey MW, et al. Impaired muscle AMPK activation in the metabolic syndrome may attenuate improved insulin action after exercise training. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(6):1815–26.
30. Sprecher DL, Massien C, Pearce G, Billin AN, Perlstein I, Willson TM, et al. Triglyceride: High-density lipoprotein cholesterol effects in healthy subjects administered a peroxisome proliferator activated receptor delta agonist. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2007;27(2):359–65.
31. Sutherland WH, Woodhouse SP. Physical activity and plasma lipoprotein lipid concentrations in men. *Atherosclerosis*. 1980;37(2):285–92.
32. Wei C, Penumetcha M, Santanam N, Liu YG, Garelnabi M, Parthasarathy S. Exercise might favor reverse cholesterol transport and lipoprotein clearance: Potential mechanism for its anti-atherosclerotic effects. *Biochim Biophys Acta*. 2005;1723(1–3):124–7.
33. Black LE, Swan PD, Alvar BA. Effects of intensity and volume on insulin sensitivity during acute bouts of resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010;24(4):1109–16.
34. Cambri LT, Santos DL. Influência dos exercícios resistidos com peso em diabéticos tipo 2. *Motriz*. 2006;12(1):33–41.
35. Afshar R, Shegarfy L, Shavandi N, Sanavi S. Effects of aerobic exercise and resistance training on lipid profiles and inflammation status in patients on maintenance hemodialysis. *Indian J Nephrol*. 2010;20(4):185–9.
36. Straznicky NE, Grima MT, Lambert EA, Eikelis N, Dawood T, Lambert GW, et al. Exercise augments weight loss induced improvement in renal function in obese metabolic syndrome individuals. *J Hypertens*. 2011;29(3):553–64.