



ConScientiae Saúde

ISSN: 1677-1028

conscientiaesaude@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Alsamir Tibana, Ramires; Tajra, Vitor; César, Denis; Lopes de Farias, Darlan; Gomes Teixeira,
Tatiane; Prestes, Jonato

Comparação da força muscular entre mulheres brasileiras com e sem síndrome metabólica

ConScientiae Saúde, vol. 10, núm. 4, 2011, pp. 708-714

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92921260015>

- ▶ 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

Comparação da força muscular entre mulheres brasileiras com e sem síndrome metabólica

Comparison of muscle strength between Brazilian women with and without metabolic syndrome

Ramires Alsamir Tibana¹; Vitor Tajra²; Denis César²; Darlan Lopes de Farias¹; Tatiane Gomes Teixeira³; Jonato Prestes⁴

¹Mestrando em Educação Física – Universidade Católica de Brasília. Brasília, DF – Brasil.

²Graduando em Educação Física – Universidade Católica de Brasília. Brasília, DF – Brasil.

³Doutoranda em Educação Física – Universidade Católica de Brasília. Brasília, DF – Brasil.

⁴Docente do Programa de Mestrado e Doutora em Educação Física – Universidade Católica de Brasília. Brasília, DF – Brasil.

Endereço para correspondência

Ramires Alsamir Tibana

Q.S. 07, Lote 01 – Bloco G,

71966-700 – Águas Claras Taguatinga – Brasília, DF [Brasil]

ramirestibana@gmail.com

Resumo

Introdução: A síndrome metabólica (SM) é caracterizada pelo agrupamento de fatores de risco cardiovascular como obesidade abdominal, hipertensão arterial sistêmica, resistência à insulina, intolerância à glicose/diabetes do tipo 2 e dislipidemia. Estudos têm demonstrado que baixos níveis de força muscular estão fortemente associados à prevalência de SM; no entanto, em nenhum estudo analisou-se a força muscular em mulheres brasileiras com SM. **Objetivo:** Comparar a força muscular entre brasileiras com e sem síndrome metabólica. **Métodos:** Foram avaliadas 17 ($37,2 \pm 8,2$ anos) mulheres brasileiras com SM, e 21 sem ($33,2 \pm 7,6$ anos). A SM foi definida de acordo com o *National Cholesterol Education Program – Adult Treatment Panel III* e a força muscular foi mensurada pelo teste de preensão manual. **Resultados:** A força muscular normalizada pelo peso corporal foi significativamente menor em mulheres com SM ($p=0,005$). **Conclusão:** Mulheres com SM apresentam valores de força muscular relativa menores do que as saudáveis.

Descritores: Doenças cardiovasculares; Força muscular; Saúde.

Abstract

Introduction: Metabolic syndrome (MS) is characterized by the combination of several cardiovascular risk factors such as: abdominal obesity, arterial hypertension, insulin resistance, glucose intolerance/type 2 diabetes, and dyslipidemia. Some studies have shown that low levels of muscle strength are strongly associated with the prevalence of MS; however, no studies have examined muscle strength in Brazilian women with MS. **Objective:** To compare the muscle strength between Brazilian women with and without MS. **Methods:** We evaluated 17 (37.2 ± 8.2 years) Brazilian women with MS and 21 (33.2 ± 7.6 years) Brazilian women without the MS. Metabolic syndrome was defined according to the National Cholesterol Education Program - Adult Treatment Panel III, and the muscle strength was measured by the handgrip test. **Results:** The muscle strength normalized per body weight was significantly lower in subjects with MS ($p=0.005$). **Conclusion:** Women with MS present relative muscle strength values lower than healthy women.

Key words: Cardiovascular disease; Muscle strength; Health.

Introdução

A síndrome metabólica (SM) é caracterizada pelo agrupamento de fatores de risco cardiovascular como obesidade abdominal, hipertensão arterial, resistência à insulina, intolerância à glicose/diabetes do tipo 2 e dislipidemia (triglicérides alto e HDL-C baixo)¹. Estudos epidemiológicos têm demonstrado fortes associações entre os riscos de desenvolvimento de câncer no sistema digestivo², de diabetes³, de doenças cardiovasculares⁴ e morte precoce⁵ em portadores de SM. Além disso, está associada a outras anormalidades metabólicas como a inflamação crônica sistêmica atestada por um aumento no sangue da IL-1, IL-6 e TNF-alpha⁶.

A prevalência da SM apresenta variação de acordo com o país analisado. Nos Estados Unidos 22% da população é diagnosticada com SM⁷, no Japão a prevalência dessa enfermidade é de 30,6% para os homens, e 3,6% para as mulheres⁸. Em relação ao Brasil, dados representativos da prevalência da síndrome metabólica na população são escassos, com exceção de determinadas regiões do país que têm demonstrado sua prevalência: Cuiabá (MT): 70,8% dos hipertensos possuem SM⁹; Vitória (ES): 29,8% da população com SM¹⁰; São Paulo (SP): 24% dos motoristas de caminhão e 54,3% dos nipo-brasileiros possuem SM^{11,12}.

Recentemente foi demonstrado que indivíduos com SM ($n = 98.091$) apresentam maior utilização de serviços de saúde e custos médicos em comparação com os sem SM ($n = 72.557$). A média total anual dos custos entre as pessoas com SM, comparadas com as sem tal síndrome, diferiu por uma magnitude de 1,6 mil dólares (5.732 vs. 3.581 dólares americanos). No geral, os custos totais aumentaram em média 24% por fator de risco adicional ($P < 0,001$)¹³. Assim, a modificação do estilo de vida, especialmente o nível de atividade física, é um importante fator para a prevenção e o tratamento da SM. Esse conceito é fundamentado por estudos epidemiológicos prospectivos que demonstram que a baixa aptidão cardiorrespiratória está associada a todas

as causas de mortalidade, doenças cardiovasculares e à incidência de síndrome metabólica, respectivamente^{14, 15, 16}.

A força muscular de portadores de SM vem sendo reconhecida como um importante componente em um programa para prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares¹⁷, ao passo que, baixos níveis de força muscular estão fortemente associados à prevalência de SM^{16, 18}, obesidade¹⁹, pressão arterial elevada²⁰ e a todas as causas de mortalidade²¹. No entanto, até o momento, não se analisou em nenhum estudo a força muscular em mulheres brasileiras com síndrome metabólica. Portanto, o objetivo neste estudo foi analisar a força muscular em mulheres sedentárias com e sem síndrome metabólica. A hipótese inicial foi de que mulheres com síndrome metabólica apresentariam maiores fatores de risco cardiovascular e menor força muscular relativa.

Material e métodos

Realizou-se uma pesquisa transversal, com amostra de conveniência, no período de 2010 e 2011 no Laboratório de Avaliação do Desempenho e Saúde do Centro Universitário Euro-Americanano (UNIEURO), incluindo mulheres residentes da Vila Telebrásilia (Distrito Federal). As participantes foram recrutadas voluntariamente por meio da divulgação em cartazes e palestra sobre o estudo. A amostra foi composta por 38 voluntárias que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para participarem do trabalho.

Cada voluntária foi submetida a exames clínicos gerais, que incluíram: histórico médico; eletrocardiograma de repouso e de esforço e medida da pressão arterial. Os critérios de inclusão para as participantes foram: idade maior ou igual a 18 anos e não menopausadas; assinatura do termo de consentimento e realização de todos os testes laboratoriais, antropométricos e de avaliação da composição corporal. Os critérios de exclusão foram: ter realizado exercício

sistematizado nos seis meses anteriores ao estudo; presença de doenças cardiorrespiratórias e limitações físicas que comprometessesem a saúde e desempenho durante os testes.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos da Universidade Católica de Brasília (Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde) (Projeto nº 376/2010).

Síndrome metabólica

A síndrome metabólica foi definida de acordo com os critérios propostos pela *National Cholesterol Education Program – Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III), que exige a presença de três ou mais dos seguintes componentes: obesidade central ($CC > 102$ cm para homens, e > 88 cm para mulheres), hipertrigliceridemia ($TG > 150$ mg/dl), baixo HDL-c ($HDL-c < 40$ mg/dl para homens, e < 50 mg/dl para mulheres), hipertensão arterial (pressão arterial sistólica [PAS] > 130 mmHg e/ou pressão arterial diastólica [PAD] > 85 mmHg e/ou tratamento para hipertensão arterial), hiperglicemia (glicemia de jejum > 100 mg/dl).

Antropometria

A medida da massa corporal foi realizada com a voluntária descalça, vestindo roupas leves, e utilizando-se balança digital (Welmy-W110H, São Paulo, Brasil) com capacidade de 150 kg e divisão de 100 g. A estatura foi medida por um estadiômetro de parede (Sanny, São Paulo, Brasil), com capacidade de 2200 mm e divisão de 1 mm. A circunferência da cintura foi medida com a voluntária na posição ereta, com o mínimo de roupa possível, na distância média entre a última costela flutuante e a crista ilíaca. Os valores do índice de adiposidade corporal (IAC) foram calculados por meio da fórmula:

$$IAC = ((\text{circunferência da cintura}) / ((\text{estatura})1.5) - 18)$$

O IAC pode ser usado para refletir o % de gordura corporal em adultos homens e mulhe-

res de diferentes etnias sem correções numéricas, além de possuir forte associação ($R = 0,85$) com os valores de gordura corporal derivados da Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA)²².

A circunferência do pescoço foi medida utilizando-se de uma fita métrica (Sanny, Brasil). As participantes foram convidadas a ficar eretas com a cabeça posicionada no plano horizontal de Frankfurt. A borda superior da fita métrica foi colocada logo abaixo da proeminência da laringe e aplicada perpendicularmente ao longo do eixo do pescoço²³.

Pressão arterial

A determinação da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foi realizada de acordo com a metodologia proposta pela V Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial²⁴. Utilizou-se um medidor oscilométrico (Microlife 3AC1-1, Widnau, Suíça), com a voluntária na posição sentada após 10 minutos de repouso, braço direito apoiado e ao nível do coração foi colocada a braçadeira do aparelho 3 cm acima da fossa antecubital, centralizando o manguito sobre a artéria umeral.

Análises bioquímicas

As dosagens dos lípides plasmáticos e da glicemia foram realizadas mediante punção de sangue venoso, após jejum de 12 horas e as concentrações de triglicerídeos, lipoproteína de alta densidade (HDL-C) e glicose foram determinadas pelos seguintes métodos: enzimático CHOP-POD; HDL-colesterol homogêneo e enzimático por hexoquinase.

Força de preensão manual

A força de preensão manual foi obtida com dinamômetro mecânico manual (Takei, T. K. K Grip strength dynamometer 0-100 kg, Japão), respeitando-se o protocolo de Heyward²⁵. As voluntárias permaneceram em pé com os dois

braços estendidos, com o antebraço em rotação neutra. Para todas as participantes, a pegada do dinamômetro foi ajustada individualmente, de acordo com o tamanho das mãos de forma que a haste mais próxima do corpo do dinamômetro estivesse posicionada sobre as segundas falanges dos dedos: indicador, médio e anular. O período de recuperação entre as medidas foi de aproximadamente um minuto. O teste foi realizado em três tentativas nas duas mãos. A melhor marca dentre as três tentativas foi utilizada como medida.

Análise estatística

O nível de significância para todas as variáveis estudadas foi $p \leq 0,05$. Inicialmente, foi realizada a análise descritiva das variáveis com medidas de tendência central e dispersão. Em seguida, realizou-se o teste de Shapiro-Wilk e Levene para avaliar a normalidade dos dados. As voluntárias foram separadas em Portadoras de Síndrome Metabólica e em Saudáveis para efeito da comparação da força muscular relativa, antropometria, pressão arterial e análises bioquímicas por meio do teste "t" de Student. Os dados foram analisados por meio do programa *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS (versão 13.0).

Resultados

A Tabela 1 apresenta as características antropométricas, pressóricas e bioquímicas dos grupos. Não houve diferença entre os grupos na idade e estatura. Contudo, as mulheres com síndrome metabólica apresentaram maior massa corporal ($p<0,001$), índice de massa corporal (IMC) ($p<0,001$), circunferência da cintura ($p<0,001$), índice de adiposidade corporal ($p<0,001$), razão cintura-estatura ($p<0,001$), circunferência do pescoço ($p<0,001$), pressão arterial sistólica ($p<0,001$), pressão arterial diastólica ($p<0,001$), níveis séricos de glicose ($p=0,02$) e triglicerídeos ($p<0,001$), e menor concentração de HDL ($p=0,03$), quando

comparado com as mulheres saudáveis. A força muscular relativa direita e esquerda foi significativamente inferior ($p<0,01$) nas mulheres com síndrome metabólica (Figura 1).

Tabela 1: Valores antropométricos, pressóricos e bioquímicos em mulheres com e sem síndrome metabólica

	Síndrome metabólica (n=17)	Saudáveis (n=21)	P
Idade (anos)	37,2 ± 8,2	33,2 ± 7,6	0,13
Massa corporal (kg)	78,6 ± 11,9*	57,3 ± 8,6	<0,001
Estatura (cm)	1,59 ± 0,08	1,56 ± 0,07	0,25
IMC (kg/m ²)	31,2 ± 3,6*	23,6 ± 3,4	<0,001
CC (cm)	92,4 ± 6,7*	74,4 ± 7,4	<0,001
CP (cm)	35,5 ± 1,7*	31,9 ± 1,7	<0,001
IAC (%)	20,9 ± 2,9*	13,9 ± 3,4	<0,001
PAS (mmHg)	142,93 ± 20,1*	110,9 ± 8,9	<0,001
PAD (mmHg)	89,5 ± 5,9*	74,5 ± 8,2	<0,001
Glicose (mg/dL)	93,5 ± 19,3*	82,5 ± 8,2	0,02
Triglicerídeos (mg/dL)	155,1 ± 68,0*	76,2 ± 23,9	<0,001
HDL (mg/dL)	46,1 ± 11,8*	55,1 ± 12,7	0,03

CC= circunferência da cintura; CP= circunferência do pescoço; IMC= índice de massa corporal; IAC= índice de adiposidade corporal; PAS= pressão arterial sistólica; PAD= pressão arterial diastólica.

*Diferença significativa entre os grupos.

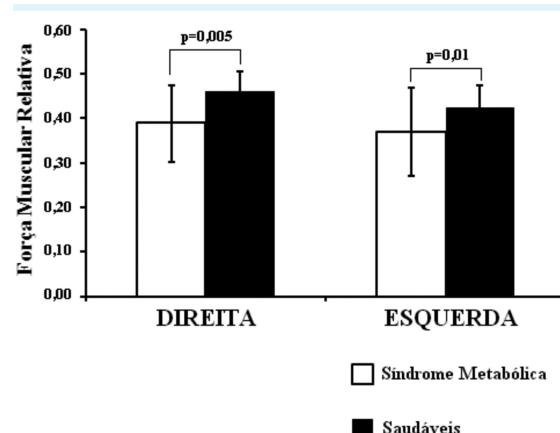


Figura 1: Força muscular relativa para os grupos com e sem síndrome metabólica

*Diferença significativa entre os grupos.

Discussão

O objetivo neste estudo foi comparar a força muscular de mulheres brasileiras sedentárias com e sem síndrome metabólica. Confirmando a nossa hipótese inicial, mulheres com síndrome metabólica apresentaram maiores fatores de risco cardiovascular e menor força muscular relativa, quando comparadas às mulheres saudáveis.

A prevalência de síndrome metabólica está em constante elevação. O estudo *Third National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES III) que avaliou 8.814 adultos, entre 1988 e 1994, encontrou prevalência de 22%⁷. Já para o ano de 1999 e 2002, os resultados do NHANES demonstraram a prevalência de 34,5⁶. Nesse aspecto, a presença da SM está associada ao risco aumentado de doença coronária, infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral. Tal risco é diretamente proporcional à quantidade de componentes da síndrome metabólica que o indivíduo apresenta⁴.

Atualmente, a modificação do estilo de vida, em especial a prática de atividade física tem sido recomendada como estratégia não medicamentosa para o tratamento dos fatores de risco da síndrome metabólica. Esse conceito é fundamentado por estudos epidemiológicos prospectivos que demonstram que a baixa aptidão cardiorrespiratória e força muscular estão associadas às causas de mortalidade, doenças cardiovasculares e à incidência de síndrome metabólica, respectivamente^{14, 15, 16}. Assim, os resultados deste estudo estão de acordo com trabalhos que analisaram a força muscular em mulheres e homens com síndrome metabólica do Japão⁸, Estados Unidos¹⁶, Inglaterra²⁷, Bélgica¹⁸ e Austrália²⁸. Recentes estudos controlados e randomizados, revisões sistemáticas e meta-análises enaltecem a efetividade da força muscular na melhora do perfil lipídico, da pressão arterial sistólica e diastólica, da obesidade e do metabolismo da glicose sanguínea²⁹.

Os mecanismos pelos quais a força muscular regula os fatores de risco cardiovascular ainda não estão totalmente elucidados; en-

tretanto, recentemente, Izumiya et al.³⁰ usaram intervenção genômica para produzir hipertrofia muscular nas fibras musculares de camundongos obesos. Os animais que tiveram as fibras musculares hipertrofiadas pela indução transgênica de Akt1 (mediador da hipertrofia muscular) tiveram reduções no peso corporal, na massa gorda, nos níveis de glicose sanguínea, insulina e leptina. Quando houve inativação transgênica da via Akt1, os animais tiveram regressão de hipertrofia muscular que foi associada com acelerados ganhos em deposição de gordura corporal e grande aumento de níveis circulantes de leptina e insulina, indicando disfunção metabólica. Esses resultados são semelhantes aos reportados por McPherron e Lee (2002)³¹ ao demonstrarem que os ratos com gene da miostatina (membro da família GDF-8, que atua como um regulador negativo do crescimento muscular) inibido tinham uma redução significativa no acúmulo de gordura com o aumento da idade em comparação com os ratos sem essa alteração.

Este estudo apresenta algumas possíveis limitações metodológicas, como o modelo transversal que impossibilita estabelecer relação de causa e efeito. Além disso, os níveis de força muscular foram avaliados apenas com o teste de preensão manual; entretanto, dados não publicados do laboratório dos autores desta pesquisa têm demonstrado uma boa relação entre a força de preensão manual com o desempenho nos testes de 1RM (*leg press*, cadeira flexora e extensora, supino vertical na máquina e puxador frontal), e por último o número limitado de participantes. Em vista dos resultados deste estudo, acredita-se que a força muscular pode ser considerada um componente indispensável em um programa de atividade física, cujo objetivo é a prevenção e tratamento de fatores de risco para o desenvolvimento da síndrome metabólica.

Conclusão

Em conclusão, demonstrou-se neste estudo que mulheres com síndrome metabólica pos-

suem menores níveis de força muscular relativa, quando comparadas as saudáveis.

Referências

1. Cornier MA, Dabelea D, Hernandez TL, Lindstrom RC, Steig AJ, Stob NR, et al. The metabolic syndrome. *Endocr Rev*. 2008;29:777-822.
2. Matthews CE, Sui X, LaMonte MJ, Adams SA, Hébert JR, Blair SN. Metabolic syndrome and risk of death from cancers of the digestive system. *Metabolism*. 2010;59:1231-9.
3. Wilson PW, D'Agostino RB, Parise H, Sullivan L, Meigs JB. Metabolic syndrome as a precursor of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Circulation*. 2005;112:3066-72.
4. Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsén B, Lahti K, Nissén M, et al. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2001;24:683-9.
5. Katzmarzyk PT, Church TS, Janssen I, Ross R, Blair SN. Metabolic syndrome, obesity, and mortality: impact of cardiorespiratory fitness. *Diabetes Care*. 2005;28:391-7.
6. Calabro P, Yeh ET. Intra-abdominal adiposity, inflammation, and cardiovascular risk: new insight into global cardiometabolic risk. *Curr Hypertens*. 2008;10:32-8.
7. Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*. 2002;287:356-9.
8. Miyatake N, Kawasaki Y, Nishikawa H, Takenami S, Numata T. Prevalence of metabolic syndrome in Okayama prefecture. *Japan. Intern Med*. 2006;45:107-8.
9. Franco GP, Scala LC, Alves CJ, França GV, Cassanelli T, Jardim PC. Metabolic syndrome in patients with high blood pressure in Cuiabá-Mato Grosso State: prevalence and associated factors. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92:437-42.
10. Salaroli LB, Barbosa GC, Mill JG, Molina MC. Prevalence of metabolic syndrome in population-based study, Vitória, ES, Brazil. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2007;51:1143-52.
11. Cavagioni LC, Bensenör IM, Halpern A, Pierin AM. Metabolic Syndrome in professional truck drivers who work on Highway BR-116 within the area of São Paulo City-Régis Bittencourt. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2008;52:1015-23.
12. Borges PK, Gimeno SG, Tomita NE, Ferreira SR. Prevalence and characteristics associated with metabolic syndrome in Japanese-Brazilians with and without periodontal disease. *Cad Saúde Pública*. 2007;23:657-68.
13. Nichols GA, Moler EJ. Metabolic syndrome components are associated with future medical costs independent of cardiovascular hospitalization and incident diabetes. *Metab Syndr Relat Disord*. 2011;9:127-33.
14. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002;346:793-801.
15. Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med*. 2002;347:716-25.
16. Jurca R, Lamonte MJ, Church TS, Earnest CP, Fitzgerald SJ, Barlow CE, et al. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1301-7.
17. Ciccolo JT, Carr LJ, Krupel KL, Longval JL. The role of resistance training in the prevention and treatment of chronic disease. *Am J Lifestyle Med*. 2010;4:293-308.
18. Wijnendaal K, Duvigneaud N, Matton L, Duquet W, Thomis M, Beunen G, et al. Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in Flemish adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:233-40.
19. Jackson AW, Lee DC, Sui X, Morrow JR Jr, Church TS, Maslow AL, Blair SN. Muscular Strength Is Inversely Related to Prevalence and Incidence of Obesity in Adult Men. *Obesity*. 2010;18:1988-95.
20. Tibana RA, Balsamo S, Prestes J. Associação entre força muscular relativa e pressão arterial de repouso em mulheres sedentárias. *Rev Bras Cardiol*. 2011;24:163-8.
21. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61:72-7.

22. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG et al. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity*. 2011;19:1083-9.
23. Fitch KV, Stanley TL, Looby SE, Rope AM, Grinspoon SK. Relationship between neck circumference and cardiometabolic parameters in HIV-infected and non-HIV-infected adults. *Diabetes Care*. 2010;34:1026-31.
24. Sociedade Brasileira de Cardiologia. VI Diretriz Brasileira de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95:1-51.
25. Heyward VH. Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription. In: Assessing strength, New Mexico (EUA): Human Kinetics. Sixth edition, p. 265-282; 2010.
26. Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. Increasing prevalence of the metabolic syndrome among u.s. Adults. *Diabetes Care*. 2004;27:2444-9.
27. Sayer AA, Syddall HE, Dennison EM, Martin HJ, Phillips DI, Cooper C, Byrne CD. Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *QJM*. 2007;100:707-13.
28. Atlantis E, Martin SA, Haren MT, Taylor AW, Wittert GA. Inverse associations between muscle mass, strength, and the metabolic syndrome. *Metabolism*. 2009;58:1013-22.
29. Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Resistance training in the treatment of the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of the effect of resistance training on metabolic clustering in patients with abnormal glucose metabolism. *Sports Med*. 2010;40:397-415.
30. Izumiya Y, Hopkins T, Morris C et al. Fast/Glycolytic muscle fiber growth reduces fat mass and improves metabolic parameters in obese mice. *Cell Metab*. 2008;7:159-72.
31. McPherron AC, Lee SJ. Suppression of body fat accumulation in myostatin-deficient mice. *J Clin Invest*. 2002;109:595-601.