

Mariana Drago

Universidade de São Paulo - ICB/USP

maridrago@hotmail.com

Luiz Carlos Carnevali Junior

Faculdade Anhanguera de

Taboão da Serra

luiz.carnevali@aedu.com

COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES INTENSIDADES DE TREINAMENTO NO CONTROLE DOS FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À SÍNDROME METABÓLICA

RESUMO

A síndrome metabólica (SM) é um grupo de anormalidades que envolvem: dislipidemia, hipertensão e tolerância à glicose prejudicada. A prática de atividade física diminui o risco relacionado a cada componente da SM. O treinamento aeróbio de baixa e moderada intensidade proporciona benefícios nos níveis de lipoproteínas, pressão sanguínea, sensibilidade à insulina e redução da obesidade. O treinamento de força de alta intensidade por sua vez, preserva e aumenta a massa magra, promovendo diminuição do tecido adiposo visceral e do peso corporal, controlando a pressão arterial, bem como os índices de glicose circulantes. A combinação entre os diferentes tipos de treinamento, sejam estes de força ou resistência, é capaz de produzir mudanças positivas nos fatores de risco associados à SM. Ambos os tipos de treinamento quando realizados em alta intensidade proporcionam melhores resultados para redução da prevalência da SM.

Palavras-Chave: síndrome metabólica; intensidade do treinamento; resistência à insulina; treinamento aeróbio; treinamento de força.

ABSTRACT

Metabolic syndrome (MS) is a group of abnormalities involving: dyslipidemia, hypertension and impaired glucose tolerance. Physical activity reduces the risk related to each component of MS. The aerobic training of low and moderate intensity may provide benefits in lipoprotein levels, blood pressure, insulin sensitivity and reduction of obesity. High- intensity resistance training preserves and enhances lean body mass, decreases the visceral adipose tissue and acts on weight loss, controlling the systolic and diastolic blood pressure, as well as the levels of circulating glucose in diabetic patients, promoting a beneficial effect upon the lipid profile. The association between resistance and aerobic training at different intensities may produce positive changes in MS associated risk factors. Both types of training when performed at high intensity may provide better results for reducing the prevalence of MS.

Keywords: metabolic syndrome; dyslipidemia; insulin resistance; aerobic training; resistance training.

Anhanguera Educacional Ltda.

Correspondência/Contato

Alameda Maria Tereza, 2000

Valinhos, São Paulo

CEP 13.278-181

rc.ipade@unianhanguera.edu.br

Coordenação

Instituto de Pesquisas Aplicadas e

Desenvolvimento Educacional - IPADE

Revisão de Literatura

Recebido em: 27/10/2009

Avaliado em: 29/07/2010

Publicação: 6 de julho de 2011

1. INTRODUÇÃO

1.1. Definições, epidemiologia e componentes individuais da SM

O conceito de síndrome metabólica (SM) foi designado por Gerald Reaven em 1988, que se referiu a ela como um grupo de anormalidades que envolvem: dislipidemia, obesidade, hipertensão e tolerância à glicose prejudicada. Essa síndrome também possui outras denominações: quarteto letal, síndrome plurimetabólica ou síndrome X, mas os nomes 'Resistência à insulina' e 'Síndrome metabólica' foram os mais aceitos pela entidade clínica (CARROLL; DUDFIELD, 2004; BERTOLAMI, 2004). Embora a maioria dos critérios para a definição da SM se foque nas adaptações fisiológicas supracitadas, há uma variabilidade entre os critérios adotados por cada associação (CARROLL; DUDFIELD, 2004).

A definição mais adotada em todo o mundo é a do National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III), que em 2001 elaborou as primeiras orientações para diagnosticar a síndrome metabólica. Essa definição é semelhante à da Organização Mundial de Saúde (OMS) e inclui como critérios: triglicérides > 150 mg/dl, HDL-colesterol baixo (< 40 mg/dl nos homens e < 50 mg/dl nas mulheres), obesidade central (circunferência abdominal > 88 cm para as mulheres e > 102 cm para os homens), glicemia de jejum > 110 mg/dl e pressão arterial > 130/ 85 mmHg. O indivíduo deve apresentar três ou mais anormalidades para ser considerado portador da síndrome (KASAI et al., 2008).

A American Heart Association (AHA) utilizou os mesmos critérios da NCEP-ATP III e da OMS para definição da SM, diferindo apenas no critério obesidade abdominal: circunferência da cintura \geq 90 cm para os homens e \geq 80 cm para as mulheres (PISCHON et al., 2008). Já de acordo com a Associação Americana de Diabetes, são considerados portadores da síndrome metabólica indivíduos com resistência à insulina, intolerância à glicose ou diabetes. Essa definição também inclui alguns outros fatores: uso de anti-hipertensivos e/ou pressão arterial elevada acima de 140/ 90 mmHg, obesidade (índice de massa corpórea > 30 kg/m²), níveis elevados de triglicérides (> 150 mg/dl), HDL-colesterol baixo (< 35 mg/dl no homem e < 39 mg/dl na mulher) e microalbuminúria (excreção urinária de albumina > 20 mg/min) (CARLET et al., 2006).

Segundo Bertolami (2004), além destas anormalidades metabólicas, fatores tais como inflamação, defeitos da coagulação e da fibrinólise; nefropatia, microalbuminúria e hiperuricemia podem estar associados à SM. Ainda, devido a adoção de um estilo de vida

sedentária, a epidemia global de sobrepeso (reconhecida como fatores de risco para o desenvolvimento de doença cardiovascular e diabetes tipo 2) tornou-se um sério e crescente problema de saúde mundial, e na grande maioria dos casos associa-se com o desenvolvimento da SM (PISCHON et al., 2008; LAKKA; LAAKSONEN, 2007).

De fato, em um estudo realizado recentemente no Japão demonstrou-se uma associação entre a presença de um maior número de componentes individuais da SM e a extensão da doença arterial coronariana (DAC). Em homens, os componentes relacionados à extensão da DAC foram: pressão sanguínea elevada, HDL-C reduzido e elevada glicemia de jejum. Nas mulheres, além destes componentes foi também considerada a obesidade central (KASAI et al., 2008).

Em concordância com o supracitado, Pischon et al. (2008) verificaram que homens e mulheres com maior número de anormalidades metabólicas são mais propensos a desenvolverem DAC, além disso, o estudo também mostrou um maior risco relativo de SM em mulheres do que em homens, estando esse estado associado a baixos níveis de HDL-C e resistência à insulina para as mulheres em comparação com os homens. Tal resistência define-se quando a insulina circulante apresenta anormalidades funcionais nos tecidos sensíveis à sua ação, como por exemplo: tecido adiposo, fígado, endotélio e musculatura esquelética (BERTOLAMI, 2004).

Gutierrez e Marins (2008) verificaram que com o aumento na esterificação e conseqüentemente dos adipócitos, decorrentes do sedentarismo e má alimentação, ocorre diminuição da captação e oxidação da glicose. Essa dificuldade das células em utilizar a glicose resulta em gliconeogênese hepática e hiperinsulinemia compensatória, por aumento da secreção desse hormônio pelas células betas do pâncreas, na tentativa de manter a glicemia em níveis normais, resultando em tolerância à glicose diminuída e conseqüente desenvolvimento de diabetes mellitus. Além disso, a resistência à insulina gerada pela obesidade visceral resulta em aumento do nível de triglicerídes na circulação, diminuição das HDL2 cardioprotetoras e aumento de partículas de HDL e LDL menores e mais aterogênicas; isso aumenta o risco de doença coronariana pelo motivo de ficarem um maior tempo na circulação, e maior facilidade de penetração na íntima arterial (CARROLL; DUDFIELD, 2004; BERTOLAMI, 2004).

1.2. A prática de exercícios no combate aos fatores de risco associados à SM

Entre as diversas intervenções recomendadas para os pacientes com SM destaca-se a modificação do estilo de vida, priorizando-se uma dieta saudável e a prática regular de exercícios. Soma-se a esta o combate ao tabagismo, que *per se* potencializa o risco

cardiovascular. Atualmente, associações de saúde no mundo, como American College of Sports Medicine (ACSM), American Heart Association (AHA), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institutes of Health (NIH), US Surgeon General e Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), têm indicado a prática de exercícios regulares na prevenção e reabilitação de indivíduos portadores da SM, considerando a estreita relação entre sedentarismo e aumento dos fatores de risco associados a esta.

Os efeitos favoráveis da prática de exercícios na melhora da resistência à insulina, intolerância à glicose, diabetes tipo 2, dislipidemia e pressão sanguínea elevada não estão diretamente associados à perda de peso (LAKKA; LAAKSONEN, 2007) contudo, reduz a pressão arterial, eleva o HDL-colesterol e melhora o controle glicêmico (BRANDÃO et al., 2005). Adicionalmente, a prática de qualquer tipo de atividade física é fator determinante no gasto de calorias e fundamental para o balanço energético e controle do peso. Tal prática, além dos efeitos sobre a SM, traz benefícios também contra outras doenças (p.e câncer de cólon e câncer de mama) (BRANDÃO et al., 2005). Ainda tratando-se de resistência a insulina, a prática de exercícios, desconsiderando-se o modelo, apresenta tanto um efeito agudo quanto crônico sobre a sensibilidade à insulina, porém existe a necessidade da regularidade e frequência da prática da atividade física, uma vez que o efeito do exercício sobre a insulina apresenta-se entre 12 à 48 horas após a sessão de exercício, voltando aos níveis pré - atividade entre três à cinco dias após a última sessão de exercício físico (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004; CARLET et al., 2006).

A prática de exercícios decresce a quantidade de gordura abdominal, visceral e subcutânea, independente da dieta em indivíduos com sobrepeso e obesos (homens e mulheres). Alguns resultados demonstram que o exercício crônico decresce a gordura visceral (que em excesso é fator complicador de distúrbios metabólicos), mais efetivamente do que a gordura total ou subcutânea abdominal, independente da perda de peso (LAKKA; LAAKSONEN, 2007).

O exercício praticado cronicamente também proporciona adaptações positivas sobre o perfil lipídico de indivíduos fisicamente ativos, como maiores níveis de HDL - c e menores níveis de triglicérides, LDL e VLDL -c, comparativamente à indivíduos sedentários, independente do gênero, biótipo e dieta. É provável que esse efeito do exercício sobre o perfil de lipídios e lipoproteínas em indivíduos com síndrome metabólica, ocorra devido ao fato de que o mesmo aumenta o consumo de ácidos graxos pelo tecido muscular e a atividade da enzima lipase lipoprotéica no músculo (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004; CARLET et al., 2006).

Embora as adaptações fisiológicas promovidas pela prática de exercícios estejam bem estabelecidas na literatura, atividades de caráter aeróbio de intensidade moderada é sem dúvida a mais recomendada no combate aos distúrbios metabólicos e fisiológicos promovidos pelo estabelecimento da síndrome metabólica. Contudo, nos últimos anos, diversos pesquisadores utilizando o conceito de “*time efficiency*” têm verificado adaptações metabólicas e fisiológicas significantes quando da utilização de protocolos de treinamento mais curtos e com maior intensidade de trabalho no que diz respeito a melhora do condicionamento físico e perda de peso, bem como no auxílio ao tratamento de patologias, entre estas a síndrome metabólica. (TALANIAN et al., 2010)

Para tal torna-se importante reunir as informações disponíveis na literatura científica objetivando a comparação entre as diversas metodologias baseadas em diferentes intensidades de treinamento no auxílio ao tratamento dos fatores de risco associados à (SM) síndrome metabólica, como faremos a seguir.

2. TREINAMENTO EM DIFERENTES INTENSIDADES NO CONTROLE DA SÍNDROME METABÓLICA

2.1. Treinamento de baixa (moderada) intensidade

Diversos estudos mostram mudanças positivas em fatores de risco da SM com intervenção de exercício físico aeróbico de baixa à moderada intensidade (CARROLL; DUDFIELD, 2004; JOHNSON et al., 2007; MAXWELL et al., 2008; KING et al., 1995; PRADO; DANTAS, 2002; SILVA et al., 1988). Sabe-se que os benefícios da atividade física podem ser alcançados com intensidade baixa, moderada ou alta, indicando que um estilo de vida ativa, independente de qual atividade praticada, pode evitar o desenvolvimento de obesidade e amenizar os efeitos da SM (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004).

Segundo Prado e Dantas (2002), o exercício aeróbio com intensidade moderada (50-70% do VO₂ máximo), com duração mínima de 30 minutos, 3 vezes por semana é suficiente para produzir mudanças lipoprotéicas em qualquer indivíduo. Dados publicados em 2003 mostraram que 30,5% de 105 indivíduos de meia idade se tornaram livres da síndrome metabólica após 20 semanas de exercício aeróbico de intensidade moderada (KATZMARZYK et al., 2003).

Em relação ao perfil lipídico, poucos são os estudos que não encontram modificações nos níveis de LDL-C e HDL-C com o exercício aeróbio (HURLEY, 1989). King et al. (1995) constataram que indivíduos saudáveis de meia idade podem conseguir

alterações benéficas nos níveis lipoprotéicos com exercícios aeróbios de intensidade moderada. Outros três estudos também observaram alterações no perfil de HDL - C usando treinamento aeróbio e intensidade moderada como intervenção (ZMUDA et al., 1998; THOMPSON et al., 1997; KATZEL et al., 2007). Silva et al. (1988) também constataram diminuição nos níveis de triglicérides e aumento de HDL -C em indivíduos submetidos à exercício aeróbico de baixa intensidade (duas vezes por semana, duração de 15 minutos, de caminhada, bicicleta, corrida e ginástica em colchão). Tais resultados forma corroborados por Carroll e Dudfield (2004), que encontraram melhoras modestas no perfil da dislipidemia, no aumento do HDL - C e diminuição de triglicérides, em adultos de meia-idade submetidos a um longo tempo de exercício com intensidade moderada.

Contudo, mais recentemente, em revisão publicada Maruyama et al., (2010), comparou-se a eficiência dos exercícios aeróbios em diferentes intensidades no controle dos níveis plasmáticos de HDL-C. De fato, o treinamento de caráter aeróbio modula positivamente as concentrações do HDL-C, mostrando-se aquele realizado em alta intensidade mais efetivo que o de baixa intensidade na modulação dos níveis plasmáticos de HDL-C. Em contrapartida, os níveis de LDL parecem diminuir de maneira mais eficiente a partir de um programa de exercícios de baixa à moderada intensidade.

Sugere-se na literatura que um dos motivos dos maiores benefícios em exercício de baixa intensidade seria a maior porcentagem de energia proveniente oxidação de gorduras, enquanto que a energia do exercício de alta intensidade provém da oxidação de carboidratos (JOHNSON et al., 2007). Contudo pesquisas recentes de diversos autores (TALANIAN et al., 2010; BURGOMASTER et al., 2008; TALANIAN et al., 2007) e realizadas pelo nosso grupo de pesquisa (CARNEVALI et al., 2011), demonstram que embora os exercícios realizados em alta intensidade intensifiquem a utilização de carboidratos durante a prática, efeitos metabólicos pós-exercício, potencializam o uso de lipídios como fonte de energia para a manutenção e recuperação da célula, inclusive amenizando os fatores de risco associados a SM.

Treinamento de alta intensidade

Diversos estudos relatam os efeitos do exercício aeróbico de intensidade moderada, contudo, o exercício resistido também é capaz de proporcioná-los. Estes se caracterizam por preservar a musculatura, aumentar a massa magra, força e potência muscular que tendem a diminuir devido à dieta, aumentando a redução de gordura corporal (CARLET et al., 2006; CIOLAC; GUIMARÃES, 2004).

O ganho de força muscular e massa magra amenizam os efeitos da SM em homens normais e com sobrepeso de todas as idades, (JURCA et al., 2005), além disso, o treinamento de força de alta intensidade diminui o tecido adiposo visceral e age na perda de peso por aumentar o gasto energético total e o EPOC (excesso de consumo de oxigênio pós-exercício), aumenta a termogênese induzida pelo alimento e a atividade da leptina, além de diminuir a pressão arterial sistólica e diastólica e induzir à secreção de substâncias vasodilatadoras como o óxido nítrico (GUTIERREZ; MARTINS, 2008).

Em estudo realizado por Nindl et al. (2002) sugeriu-se que o treinamento de força de alta intensidade reduz os níveis de leptina circulante devido a energia gasta durante o exercício e ao consumo de oxigênio pós-exercício, proporcionando mudanças agudas e crônicas no gasto energético total. As agudas correspondem ao custo energético na realização do exercício e na fase de recuperação, as crônicas se devem ao aumento da TMB (taxa metabólica basal) (MEIRELLES; GOMES, 2004). Segundo Melby et al. (1998), esse benefício durante o exercício está relacionado à liberação de cortisona e hormônio do crescimento (ativação do metabolismo anaeróbico), e na recuperação, o benefício está relacionado à restauração dos estoques de ATP, fosfocreatina muscular e oxigênio sanguíneo, além da remoção de lactato, aumento da FC (frequência cardíaca) e à alta atividade do sistema nervoso simpático.

Os benefícios pós-exercício são maiores após a prática de atividades de caráter anaeróbico. De fato, o volume de treinamento é a variável mais relevante no gasto calórico, enquanto que a intensidade se mostra mais importante no período de recuperação (BURLESON et al., 1998; THORNTON et al., 2002). O aumento de força e massa muscular induzidas pelo treinamento de força em alta intensidade também melhora o controle glicêmico de pacientes diabéticos idosos, pela diminuição dos níveis de glicose sanguínea, aumento dos estoques de glicogênio muscular e redução da gordura do tronco (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004), podendo ainda aumentar a sensibilidade dos receptores celulares à insulina, parecendo ainda ter efeito benéfico sobre o perfil lipídico, diminuindo LDL-C (MEIRELLES; GOMES, 2004).

Honkola et al. (1997) verificaram reduções nas concentrações de colesterol total, LDL-C e TG em diabéticos tipo 2 submetidos à 5 meses de exercícios resistidos de alta intensidade, 2 vezes por semana. Existe ainda a possibilidade de que a realização do trabalho aeróbico de alta intensidade parece promover adaptações semelhantes às encontradas no treino de força em alta intensidade. Contudo, tal estratégia se faz eficiente a partir de um maior volume de trabalho (SOUSA; VIRTUOSO, 2005; KING et al., 1995; THOMPSON et al., 1997; ZMUDA et al., 1998).

De fato, diversos estudos observaram melhora no perfil lipídico após treinamento aeróbico de alta intensidade (60-80% da FC de reserva, três à cinco vezes por semana), com aumento nos níveis de HDL- C e menor concentração de LDLs pequenas e densas (GOMEZ et al., 2005; BERLIN et al., 1990; MORRIS et al., 1953). Katznel et al. (2007) também encontraram mudanças positivas nos níveis de HDL - C e na subfração HDL 2 - C em indivíduos obesos de meia-idade submetidos a exercício aeróbio de alta intensidade.

Sugere-se, portanto, que tanto O exercício aeróbico de alta intensidade (3x/semana, 60 minutos em 60 - 80% da frequência cardíaca) quanto o exercício resistido de alta intensidade controla e ameniza os efeitos deletérios dos fatores de risco associados a SM (circunferência da cintura, triglicérides, HDL -C, PAS, PAD e tolerância à glicose), podendo estes ser uma boa estratégia para tal tratamento (ANDERSEN et al., 2007, MCARTNEY et al., 1993).

3. COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES INTENSIDADES DE TREINAMENTO NO TRATAMENTO DA SM

O efeito agudo do exercício aeróbio de baixa ou alta intensidade pode melhorar o perfil lipoprotéico, ocasionando aumento do nível do HDL-C e da subfração HDL2 - C, e modificando as partículas das LDL - C tornando-as menos aterogênicas (PRADO; DANTAS, 2002). Em contrapartida, um estudo usando treinamento em diferentes intensidades mostrou que somente aquele de alta intensidade induz aumento nos níveis de HDL-C (KING et al., 1995).

Comparando os efeitos do treinamento de resistência e treinamento aeróbio de alta intensidade nos fatores de risco da DAC, Banz et al. (2002) demonstraram que o treinamento aeróbio proporciona benefícios na pressão arterial diastólica, na relação cintura-quadril e HDL-C, e que o treinamento de resistência melhora a relação cintura-quadril e composição de gordura corporal, indicando que embora de maneiras distintas, ambas intervenções mostraram-se eficazes, considerando-se a intensidade de treinamento fator fundamental para obtenção destes. Contudo, em estudo clássico realizado por Hurley et al. (1989) não se encontraram modificações significativas no perfil lipídico de indivíduos saudáveis quando comparou os efeitos do treinamento de força e aeróbio de alta intensidade, ressaltando-se ainda que apenas o treinamento aeróbio foi capaz de diminuir o nível de triglicérides.

Scherve et al. (2008) realizaram um estudo usando treinamento de força (TF), treinamento aeróbico de intensidade moderada (TAM) e treinamento aeróbico de alta intensidade (TAAI). Estes observaram maior oxidação de LDL -C no TF, maior redução

do peso e da pressão arterial diastólica no TAM, maior redução de gordura corporal no TAM e no TAAI, e maior consumo de oxigênio (aumento do VO₂ máximo) no TAAI, sugerindo mais uma vez que a intensidade do treinamento é capaz de induzir adaptações à nível celular de maneira semelhante aos exercícios de intensidade moderada, ainda dentro do mecanismo de “*time efficiency*” supracitado.

Em trabalho realizado em 2005, Souza e Virtuoso (2005) sugerem que exercícios anaeróbicos de alta intensidade podem ser mais eficientes no controle de peso corporal, por aumentarem a massa corporal magra e contribuírem para a perda de gordura corporal. Mais recentemente, Moreira et al. (2008) compararam os efeitos do treinamento realizado em baixa e alta intensidade no controle das variáveis de risco cardíaco em adultos com sobrepeso, e encontraram uma significativa redução do colesterol total no grupo do exercício de baixa intensidade e maior redução de circunferência do quadril, razão cintura-quadril e aumento do limiar anaeróbio no grupo praticante do treino de alta intensidade.

Em estudo realizado em 2004 observou-se que a associação entre treinamento de força e treinamento aeróbio proporciona efeitos benéficos e independentes à SM em homens saudáveis de meia-idade, com sobrepeso e obesos, efeitos estes que incluem: redução da circunferência do quadril, nível de triglicerídeos, glicose sanguínea, pressão sanguínea sistólica e diastólica e aumento no nível de HDL-C. Esse estudo também demonstrou melhores resultados para a redução da prevalência da SM com ambos os tipos de exercício em alta intensidade (JURCA et al., 2004). Portanto, assumi-se que a soma entre exercícios aeróbios e resistidos em diferentes intensidades é capaz de produzir mudanças positivas nos fatores da SM (ALMEIDA; SANTOS, 2007).

Conclui-se dessa maneira que a prática regular de atividade física diminui o risco relacionado a cada componente da SM. O treinamento aeróbio de baixa e moderada intensidade proporcionam benefícios nos níveis lipoprotéicos, pressão sanguínea, sensibilidade à insulina e redução da obesidade. O treinamento de força (TF) também proporciona benefícios, preserva e aumenta a massa magra, diminui o tecido adiposo visceral e age na perda de peso, diminui a pressão arterial sistólica e diastólica, melhora o controle glicêmico de pacientes diabéticos e tem efeito benéfico sobre o perfil lipídico. A realização de treinamento aeróbio de alta intensidade também parece promover adaptações semelhantes às encontradas no TF, mas este se mostra mais eficaz a partir de um maior volume de trabalho. A associação entre TF e treinamento aeróbio é capaz de produzir mudanças positivas nos fatores de risco da SM, mudanças estas que incluem: redução da circunferência do quadril, nível de triglicerídeos, glicose sanguínea, pressão

sanguínea sistólica e diastólica e aumento no nível de HDL-C. Os melhores resultados para redução da prevalência da SM se mostram com a somatória dos dois tipos de exercício, principalmente se realizados em intensidade mais elevada. Dessa maneira, ao aliar os dois tipos de treinamento obtêm-se melhores resultados para a redução da prevalência da SM.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.; SANTOS, C. O enfrentamento da síndrome metabólica em indivíduos obesos: a intervenção da atividade física. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, São Paulo, v.1, n.5, p. 24-34, set./out. 2007.
- ANDERSSON, S.; CARROLL, S.; URDAL, P.; HOLME, I. Combined diet and exercise intervention reverses the metabolic syndrome in middle-aged males: results from the Oslo Diet and Exercise Study. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Oslo, v. 17, p. 687-695, 2007.
- BANZ W.; MAHER M.; THOMPSON W.; BASSETT D.; MOORE W.; ASHRAF M.; KEEFER D.; ZEMEL M. Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. **Experimental Biology and Medicine**, Illinois, v. 228, n.4, p. 434-440, abr. 2003.
- BERLIN, J.; COLDITZ, A. A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. **Am J Epidemiol.**, Boston, v. 132, n.4, p. 612-627, out. 1990.
- BERTOLAMI, M. Alterações do metabolismo lipídico no paciente com síndrome metabólica. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, São Paulo, v.14, n.4, p. 551-556, jul. 2004.
- BURLESON, M.; O'BRYANT, H.; STONE, M.; COLLINS, M.; TRIPLET, T. Effect of weight training and treadmill exercise on post exercise oxygen consumption. **Med Sci Sports Exerc.**, Boone, 4, v. 30, p. 518-22, 1998.
- BURGOMASTER, K.A.; HOWARTH, K.R.; PHILLIPS, S.M.; RAKOBOWCHUK, M.; MACDONALD, M. J.; MCGEE, S.L.; GIBALA, M.J. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. **J Physiol**, v.586, v.1, p.151-160, 2008.
- CARNEVALI JR., L.C; EDER, R.; PAULA LIMA, W.; GONÇALVES, D.C.; NICASTRO, H.; ZANCHI, N.E.; LAVOIE, J.M.; SEELAENDER, M. Effects of high- intensity intermittent training on carnitine palmitoyl transferase activity in the gastrocnemius muscle of rats. **Braz J Med Biol Res**, 2011, submetido.
- CARLET, R.; BENELLI, V.; MENDONÇA, C.; MILISTETD M. Síndrome metabólica: a importância da atividade física. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/>>. **Revista Digital**, Buenos Aires, 102, nov. 2006.
- CARROLL, S.; DUDFIELD, M. What is the relationship between exercise and metabolic abnormalities? A review of the metabolic syndrome. **Sports Med**, Leeds, v. 34, n.6, p. 371-418, 2004.
- CIOLAC, E.; GUIMARÃES, G. Síndrome metabólica: abordagem do educador físico. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 14, n.4, p. 659-670, jul. 2004.
- FAGARD, R.; CORNELISSEN, V. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. **Eur J Cardiovasc Rehabil.**, Leuven, v. 14, n.1, p. 12-27, fev. 2007.
- FAGARD, R. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. **Med Sci Sports Exerc.**, Leuven, v. 33, n.6, p. 484-492, jun. 2001.
- GOMEZ, L.; DUPERLY, J.; LUCUMI, D.; GOMEZ, R.; VENEGAS, A. Nível de actividad física global en la población adulta de Bogotá (Colômbia). Prevalência y factores asociados. **Gac Sanit.**, Bogotá, v. 19, n.3, p. 206-213, 2005.

- GUTIERRES, A.; MARINS, J. Os efeitos do treinamento de força sobre os fatores de risco da síndrome metabólica. **Rev. Bras. Epidemiol.**, Viçosa, v. 11, n.1, p. 147-158, 2008.
- HONKOLA, A.; FORSEN, T.; ERIKSSON, J. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. **Acta Diabetol**, Helsink, v. 34, n.4, p. 245-248, dez. 1997.
- HURLEY, B. Effects of resistive training on lipoprotein-lipid profiles: a comparison to aerobic exercise training. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 21, n.6, p. 689-693, dez. 1989.
- JOHNSON, J.; SLENTZ, C.; HOUMARD, J.; SAMSA, G.; DUSCHA, B.; AIKEN, L.; MCCARTNEY, J.; TANNER, C.; KRAUS, W. Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise). **The American Journal of Cardiology**, Maryland, v. 100, p. 1759-1766, jul. 2007.
- JURCA, R.; LAMONTE, M.; CHURCH, T.; EARNEST, C.; FITZGERALD, S.; BARLOW, C.; JORDAN, A.; KAMPERT, J.; BLAIR, S. Associations of muscle strength and aerobic fitness with metabolic syndrome in men. **Medicine & Science in sports & Exercise**, Dallas, v. 36, p. 1301-1307, abr. 2004.
- JURCA, R.; LAMONTE, M.; BARLOW, C.; KAMPERT, J.; CHURCH, T.; BLAIR, S. Associations of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. **Medicine and science in sports and exercise**, Dallas, v. 37, p. 1849-1855, fev. 2005.
- KASAI, T.; MIYAUCHI, K.; KUBOTA, N.; TAMURA, H.; KOJIMA, T.; YOKOYAMA, K.; KURATA, T.; DAIDA, H. The relationship between the metabolic syndrome defined by various criteria and the extent of coronary artery disease. **Atherosclerosis**, Tokio, v. 197, p. 944-950, dez. 2008.
- KATZEL, L.; BLEECKER, E.; ROGUS, E.; GOLDBERG, A. Sequential effects of aerobic exercise training and weight loss on risk factors for coronary disease in healthy, obese middle-aged and older men. **Metabolism**, New York, v. 46, n.12, p. 1441-1447, 2007.
- KATZMARZYK, P.; LEON, A.; WILMORE, J.; SKINNER, J.; RAO, D.; RANKINEN, T.; BOUCHARD, C. Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the Heritage family study. **Medicine and science in sports and exercise**, Ontario, v. 35, n.10, p. 1703-1709, out. 2003.
- KING, C.; HASKELL, W.; YOUNG, D.; OKA, R.; STEFANICK, M. Long term effects of varying intensities and formats of physical activity on participation rates, fitness, and lipoproteins in men and women aged 50 to 65 years. **Circulation**, Calif, v. 91, n.10, p. 2596-604, maio 1995.
- LAKKA, T.; LAKKSONEN, D. Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.**, Canadá, v. 32, p. 76-88, 2007.
- MARUYAMA, M.; PAPERESCHI DA SILVA, J.C.; PAULA LIMA, W.; CARNEVALI JR., L.C. Comparação entre as modulações dos níveis plasmáticos da lipoproteína de alta densidade-colesterol induzida pelo treinamento aeróbico de alta e baixa intensidade (revisão). **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 9, n. 3, p.193-197, 2010.
- MAXWELL, M.; GOSLIN, B.; GELLISH, R.; HIGHTOWER, K.; OLSON, R.; MOUDGIL, V.; RUSSI, G.. Metabolic syndrome status changes with fitness level change: a retrospective analysis. **Metabolic syndrome and related disorders**, Michigan, v. 6, n.1, p. 8-14, 2008.
- MCCARTNEY, N.; MCKELVIE, R.; MARTIN, J.; SALE, D.; MACDOUGALL, J. Weight-training induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. **J Appl Physiol.**, Ontario, v. 74, n.3, p.1056-1060, 1993.
- MEIRELLES, C.; GOMES, S. Efeitos agudos da atividade contra resistência sobre o gasto energético: revisando o impacto sobre as principais variáveis. **Rev Bras Med Esporte.**, Rio de Janeiro, v. 10, n.2, p. 122-130, mar./abr. 2004.
- MELBY, C.L; COMMENFORD, S.R.; HILL, J.O. Exercise, macronutrient balance, and weight control. In: LAMB, D.R.; MURRAY, R. **Perspectives in exercise science and sports medicine: exercise, nutrition, and weight control**. Carmel: Cooper Publication Group, p. 1-60, 1998.

MOREIRA, M.; SOUZA, H.; SCHWINGEL, P.; SÁ, C.; ZOPPI, C. Efeitos do exercício aeróbico e anaeróbico em variáveis de risco cardíaco em adultos com sobrepeso. **Arq. Bras. Cardiol.**, Salvador, v. 91, n.4, p. 219-226, out. 2008.

MORRIS, J.; HEALDY, H.; RAFFLE, P.; ROBERTS, C.; PARKS, J. Coronary heart disease and physical activity of work. **Lancet**, v. 265, p. 1053-1057, dez. 1953.

MOTA, M. **Efeitos hipotensores de exercícios aeróbios e resistidos realizados por funcionários da Presidência da República**. 2006. 74. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Católica de Brasília, Distrito Federal, 2006.

NINDL, B.; KRAEMER, J.; ARCIERO, P.; SAMATALLEE, N.; LEONE, C.; MAYO, M. Leptin concentrations experience a delayed reduction after resistance exercise in men. **Med Sci Sports Exerc.**, Pennsylvania, v. 34, n.4, p. 608-13, abr. 2002.

PISCHON, T.; HU, F.; REXRODE, K.; GIRMAN, C.; MANSON, J.; RIMM, E. Inflammation, the metabolic syndrome, and risk of coronary heart disease in women and men. **Atherosclerosis**, Boston, v. 197, p. 392-399, ago. 2008.

PRADO, E.; DANTAS, E. Efeitos dos exercícios físicos aeróbico e de força nas lipoproteínas HDL, LDL e Lipoproteína (a). **Arq. Bras. Cardiol.**, São Paulo, v. 79, n.4, p. 429-433, 2002.

SILVA, M.; NETTO, M.; KEDOR, H.; CAMARGO, P.; KISS, M.; GIANNINI, S.; DEPERON, S. Influência da atividade física sobre os níveis plasmáticos dos lípidos e lipoproteínas em coronariopatas. **Arq. Bras. Cardiol.**, São Paulo, v. 50, n.4, p. 231-236, abr. 1988.

SCHJERVE, I.; TYLDUM, G.; TJONNA, A.; STOLEN, T.; LOENNECHEN, J.; HANSEN, H.; HARAM, P.; HEINRICH, G.; BYE, A.; NAJJAR, S.; SMITH, G.; SLORDAHL, S.; KEMI, O.; WISLOFF, U. Both aerobic endurance and strength training programs improve cardiovascular health in obese adults. **Clinical Science**, Glasgow, v. 115, p. 283-293, mar. 2008.

SOUZA, L.M.; VIRTUOSO, J.S. A efetividade de programas de exercício físico no controle do peso corporal. **Rev. Saúde. Com.**, Jequié, v. 1, n.1, p. 71-78, 2005.

TALANIAN, J.L.; GALLOWAY, S.D.R.; HEIGENHAUSER, G.J.F; BONEN, A.; SPRIET, L.L. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity of fat oxidation during exercise in women. **J Appl Physiol**, Ontario, v. 102, p. 1439-1447, 2007.

TALANIAN, J.L; HOLLOWAY, G.P.; SNOOK, L.A.; HEIGENHAUSER, G.J.F; BONEN, A.; SPRIET, L.L. Exercise training increases sarcolemmal and mitochondrial fatty acid transport proteins in human skeletal muscle. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, Maryland, v. 299, p. E180-E188, 2010.

THOMPSON, P.; YURGALEVITCH, S.; FLYNN, M. Effect of prolonged exercise training without weight loss on high-density lipoprotein metabolism in overweight men. **Metabolism**, Providence, v. 46, 2, p. 217-223, fev. 1997.

THORTON, K.; POTTEIGER, J. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Med Sci Sports Exerc.**, Statesboro, v. 34, n.4, p. 715-22, abr. 2002.

ZMUDA, J.; YURGALEVITCH, S.; FLYNN, M. Exercise training has little effect on HDL levels and metabolism in men with initially low HDL cholesterol. **Atherosclerosis**, Ireland, v. 137,1 , p. 215-221, mar. 1998.

Mariana Drago

Nutricionista, Especialista em Bases Fisiológicas e Metabólicas Aplicadas à Atividade Física e Nutrição pelo ICB-USP (Universidade de São Paulo).

Luiz Carlos Carnevali Junior

Mestre e Doutorando em Ciências (Instituto de Ciências Biomédicas ICB/USP), Especialista em Fisiologia do Exercício (UniFMU), Coordenador do Curso de Educação Física da Faculdade Anhanguera de Taboão da Serra. Coordenador e Professor dos cursos de Pós graduação da Universidade Gama Filho (UGF).