

O TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME METABÓLICA

por

Juliano Boufleur Farinha

Artigo de monografia apresentado ao Curso de Especialização em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Daniela Lopes dos Santos

Santa Maria, RS, Brasil
2013

O TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME METABÓLICA

RESUMO

Objetivo: Investigar a influência de um treinamento físico combinado (TC) sobre a espessura da camada mio-intimal (CMI) carotídea e a idade vascular (IV) de indivíduos com síndrome metabólica (SM). *Métodos:* Doze indivíduos sedentários ($51,50 \pm 6,52$ anos) completaram um TC com duração de 30 semanas e frequência semanal de três vezes. Ao longo das semanas de TC, os sujeitos foram orientados a caminhar em uma velocidade relativamente rápida durante 45 minutos e a realizar três séries com 15 repetições em cada um dos 11 exercícios resistidos propostos durante uma média de 45 minutos. Antes e após o TC, foram analisadas variáveis antropométricas, funcionais e bioquímicas. Foi realizado o ultrassom bidimensional da espessura da CMI carotídea e denominou-se como IV a quantificação e comparação da espessura da CMI dos participantes. A diferença entre a IV e a idade cronológica de cada indivíduo foi denominada de delta da idade e o escore de Framingham foi calculado. Além disso, optou-se por calcular o escore de Framingham modificado (EFM), através da substituição da idade cronológica pela IV. *Resultados:* A espessura da CMI carotídea, a IV, o delta da idade e o escore de Framingham não diminuíram estatisticamente após as 30 semanas de TC. Entretanto, a pontuação obtida no EFM apresentou uma diminuição após a intervenção ($p < 0.05$). Além disso, o TC resultou em um aumento dos níveis de lipoproteína de alta densidade (HDL-C) ($p < 0.05$) e da estimativa do consumo máximo de oxigênio ($p < 0.01$) de indivíduos com SM. *Conclusão:* O treinamento físico proposto não alterou a espessura da CMI carotídea e a IV, embora tenha diminuído a pontuação do EFM, o qual pode identificar indivíduos anteriormente não reconhecidos como de alto risco e auxiliar na terapia individual de pacientes com SM.

Palavras-chave: Síndrome X Metabólica, Exercício, Espessura Intima-Media Carotídea, Aterosclerose.

THE CONCURRENT TRAINING IN INDIVIDUALS WITH METABOLIC SYNDROME

ABSTRACT

Objective: To investigate the influence of a concurrent physical training (CT) on the carotid intima-media thickness (IMT) and vascular age (VA) of individuals with metabolic syndrome (MS). *Methods:* Twelve sedentary volunteers ($51,50 \pm 6,52$ years old) were submitted to a CT during 30 weeks, three times per week. Over the weeks of CT, subjects were instructed to walk in a relatively fast velocity during 45 minutes and to perform 3 sets of 15 repetitions in each of 11 resistance exercises during an average of 45 minutes. Before and after the CT, anthropometric, functional and biochemical variables were analyzed. It was performed a two-dimensional ultrasound of carotid IMT and the quantification and comparison of carotid IMT of participants was named VA. The difference between VA and chronological age was named age's delta and the Framingham risk score was calculated. Furthermore, the modified Framingham risk score (MFS) was calculated, replacing chronological age for VA. *Results:* The carotid IMT, the VA, the age's delta and the Framingham score did not decrease statistically after 30 weeks of CT. However, the scoring in MFS decreased after the intervention ($p < 0.05$). Besides, the CT increased the high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) levels ($p < 0.05$) and the estimated maximal oxygen uptake ($p < 0.01$) in individuals with MS. *Conclusion:* The proposed concurrent training did not alter the carotid IMT and the VA, although has decreased the MFS scoring, which can identify individuals previously not recognized with a high risk and assist in the individual therapy of patients with MS.

Key-words: Metabolic Syndrome X, Exercise, Carotid Intima-Media Thickness, Atherosclerosis.

INTRODUÇÃO

A síndrome metabólica (SM), também conhecida como síndrome X metabólica, é caracterizada pela dislipidemia aterogênica, resistência insulínica, hipertensão arterial e obesidade visceral (1). Evidências científicas demonstram que a SM está relacionada com a presença da doença arterial coronariana, do aneurisma da aorta abdominal, de doenças cerebrovasculares e vasculares periféricas (2). Além disso, as doenças cardiovasculares (DCV) lideram as causas de morte no Brasil, respondendo por 17% das internações de pessoas com idade entre 40 e 59 anos e 29% daqueles com mais de 60 anos (3), com o acidente vascular cerebral estando, conforme o ano e o Estado da Federação, entre a 1ª e a 3ª principal causa de mortalidade no Brasil (4).

A perda ponderal e a prática regular de exercícios físicos têm sido aconselhadas para a prevenção e o tratamento da SM (5). Mais especificamente, o exercício físico regular de intensidade leve a moderada é recomendado para a manutenção da saúde e prevenção de inúmeras doenças (6). Intervenções que possibilitem a junção dos inúmeros benefícios crônicos relacionados com a prática de exercícios aeróbios e resistidos, como é o caso do treinamento combinado (TC), devem ser encorajadas.

Somadas à prática de exercícios físicos, ferramentas utilizadas na estratificação do risco de eventos cardiovasculares como a aterosclerose são importantes. Dentre elas, destaca-se a avaliação da espessura da camada mio-intimal (CMI) carotídea, representada pela distância compreendida entre a superfície luminal da túnica íntima e a face interna da túnica adventícia das artérias carótidas (7). Sabe-se que um aumento anormal da espessura da CMI das artérias carótidas está diretamente relacionado com a severidade da aterosclerose coronariana e com o derrame cerebral (8) e, espera-se que o exercício físico atenuar este danoso processo. Além disso, o escore de Framingham também tem sido utilizado no prognóstico de DCV. Como a pontuação final do escore de Framingham é bastante influenciada pela idade cronológica, a substituição desta pela “idade vascular”, ou seja, a quantificação e comparação da espessura mio-intimal carotídea, é incentivada na tentativa de melhorar a predição das DCV em populações de risco (9).

A literatura é controversa quanto à intensidade de esforço necessária para provocar alterações protetoras significativas na função endotelial e na CMI carotídea e, inconclusiva sobre os efeitos do treinamento dinâmico de força sobre o sistema vascular (10). Ressalta-se que os estudos que relacionam o exercício físico com a CMI carotídea são predominantemente transversais (11, 12) e que não foram encontradas investigações que analisassem os efeitos de

um TC sobre a espessura da CMI carotídea e/ou a idade vascular em populações com elevado risco cardiovascular.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar a influência de um treinamento físico combinado sobre a espessura mio-intimal carotídea e a idade vascular de indivíduos com síndrome metabólica.

MÉTODOS

Participantes

Primeiramente, a pesquisa foi divulgada no site da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), instituição localizada no estado do Rio Grande do Sul, e nos jornais de circulação da cidade. Foram incluídos sujeitos com idade entre 40 e 60 anos e que estavam sedentários (as) no momento inicial do estudo. Foram adotados como critérios de exclusão: (1) diagnóstico de alguma doença cardiovascular grave, (2) ausência em mais de 25% das sessões de exercício físico e (3) alterações nos medicamentos durante o período do estudo. O grupo de participantes contou inicialmente com 19 sujeitos destreinados que possuíam três ou mais dos critérios de classificação da SM de acordo com o *National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III* (13). Todos os indivíduos recrutados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM, de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 0032.0.243.000-07.

Programa de treinamento físico combinado

O programa de treinamento físico teve a duração de 30 semanas ($\pm 7,5$ meses), sendo as atividades realizadas nas segundas, quartas e sextas-feira. Quanto aos exercícios aeróbicos, os sujeitos foram orientados a caminhar em um ritmo moderado em uma pista ao ar livre da UFSM durante uma média de 30 minutos nas primeiras semanas. Solicitou-se que os participantes aumentassem a intensidade da caminhada ao longo dos meses, até atingir uma média de 45 minutos com uma velocidade relativamente rápida. Semanalmente, o tempo despendido e a distância total percorrida por cada participante eram registrados.

Na parte relativa ao treinamento resistido, que foi desenvolvida na sala de musculação do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da UFSM, os indivíduos seguiram um treinamento de resistência muscular. Iniciou-se o treinamento resistido com poucos exercícios e uma baixa carga para a familiarização da técnica de execução dos movimentos. Através da progressão do volume e da intensidade de treinamento, no último mês do programa de

exercícios resistidos proposto, todos os participantes estavam realizando três séries com 15 repetições em cada um dos seguintes exercícios: remada baixa, voador peitoral, tríceps no *pulley*, rosca bíceps, elevação lateral, *leg-press*, cadeira extensora, cadeira flexora, cadeira abdução, cadeira adutora, e abdominal no solo (15). Cada sessão de musculação durava em média 45 minutos e os participantes respeitavam o intervalo de um minuto de recuperação entre cada série. A carga dos aparelhos ou a dos pesos livres com que os indivíduos realizavam os exercícios no volume proposto também era registrada semanalmente. A orientação e o monitoramento dos exercícios físicos aeróbios e resistidos eram realizados por profissionais e acadêmicos do curso de Educação Física. Ao início de cada sessão, o alongamento era orientado coletivamente, e ao término da mesma, realizado individualmente.

Todos os testes descritos a seguir foram realizados pelo mesmo avaliador e no mesmo horário do dia, antes da 1ª e após as 30 semanas de intervenção.

Avaliação antropométrica

A estatura e a massa corporal foram verificadas com o uso de um estadiômetro portátil com resolução de 1mm (Cardiomed, Curitiba, PR) e uma balança digital com sensibilidade de 0,1kg (Plenna, São Paulo, SP). Para a medição das circunferências do abdômen, da cintura e do quadril foi utilizada uma fita inelástica graduada em milímetros (14).

Avaliação da aptidão cardiorrespiratória e níveis pressóricos

A capacidade cardiorrespiratória foi avaliada através do teste de caminhada de uma milha (16) desenvolvido para pessoas sedentárias e/ou com baixa capacidade funcional de ambos os sexos. Através de uma fórmula 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 $VO_{2máx}$. O teste foi realizado na pista atlética do CEFD da UFSM. As pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD) de repouso foram aferidas através de um esfigmomanômetro aneróide (BIC, Itupeva, SP) (17).

Avaliação do perfil bioquímico

A coleta de sangue foi realizada após os indivíduos permanecerem 12 horas em jejum e sem terem realizado exercícios físicos nas 48 horas anteriores. As amostras sanguíneas foram coletadas através da punção venosa em tubos *Vacutainers*® (BD *Diagnostics*, Plymouth, Reino Unido) com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), citrato de sódio ou sem anticoagulantes. Soro e plasma foram separados por uma centrifugação a 2500 xg por 15 min a 4°C. Os níveis de glicose, colesterol total (CT), triglicérides (TG) e proteína C-reativa ultra-

sensível (PCR-us) foram mensurados através de métodos enzimáticos padronizados pelo uso de reagentes (*Ortho Clinical Diagnostics*[®], Johnson & Johnson, Rochester, Estados Unidos América) com um analisador automático (*Vitros 950*[®] *dry chemistry system*; Johnson & Johnson, Rochester, Estados Unidos da América), de acordo com as instruções do fabricante. Os níveis da lipoproteína de alta densidade (HDL-C) foram mensurados através de um método previamente descrito na literatura (18) e as concentrações da lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) estimadas pela equação de Friedewald (19).

Avaliação da espessura mio-intimal carotídea

O ultrassom bidimensional utilizado para a mensuração da espessura da CMI carotídea foi realizado por um ecografista vascular com Certificado de Habilitação em Ultra-sonografia Vascular pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, Radiologia e Angiologia. Para tal, foi utilizado o aparelho *Esaote MyLab 25 Gold* (*Esaote Inc.*, Milano, Itália) com transdutor linear de 10 MHz. A técnica utilizada foi baseada na análise direta de sinal de radiofrequência, com alta resolução espacial. O software utilizado pelo aparelho é o *Quality Intima Media Thickness* (QIMT), o qual segue o Consenso de Mannheim (20).

O segmento utilizado para mensuração foi o das carótidas comuns distais bilateralmente, entre 1 e 3 cm proximalmente à bifurcação. Foram consideradas as medidas médias da CMI fornecidas pelo software. As médias obtidas para cada lado foram inseridas digitalmente em um gráfico baseado nos dados dos investigadores do *The Atherosclerosis Risk in Communities* (ARIC) (21), que delimita o percentil 75 para o sexo, raça e idade cronológica (IC) como ponto de corte superior da normalidade.

O ponto inserido no gráfico representa a maior medida obtida em ambos os lados. Este ponto plotado na IC de cada caso foi comparado com o percentil 75 que corresponderia a esta medida, obtendo-se assim a variável “idade vascular” (IV) de cada indivíduo. Por exemplo: uma mulher branca com 60 anos de idade deve apresentar uma espessura da CMI carotídea de aproximadamente 0,68 mm de acordo com o percentil 75 do estudo do ARIC (21). Entretanto, se ela apresenta uma espessura de 0,78 mm, sua idade vascular é de 70 anos.

A diferença entre a IV e a IC de cada indivíduo gerou outra variável denominada neste estudo “delta da idade”, ou "delta" ($\Delta = IC - IV$). Esta variável alternativa, o delta, foi utilizada para simplificar a interpretação e comparação dos dados, uma vez que integra a medida da camada mio-intimal de acordo com sexo, raça e idade cronológica em uma variável quantitativa. Quando negativo, o delta indica alteração da medida em relação aos critérios descritos. Valores iguais ou superiores a zero foram considerados normais.

Escore de Framingham

O escore de Framingham foi calculado através da avaliação das mesmas variáveis do estudo original (idade, sexo, taxas sanguíneas de CT e HDL-C, valores da pressão arterial, presença de diabetes e hábito do fumo) (22). Além disso, optou-se por realizar o mesmo cálculo com a substituição da idade cronológica pela idade vascular, denominado neste estudo de escore de Framingham modificado (EFM), pois tal proposta já se mostrou útil na predição do risco de DCV através da quantificação e comparação da espessura da CMI carotídea (9).

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*. Foi utilizado o teste de *Wilcoxon* na comparação pré e pós-intervenção das seguintes variáveis que apresentaram distribuição não paramétrica: $VO_{2máx}$, PAD, TG, glicose e PCR-us e o teste *t* de *Student* pareado para as demais variáveis. Utilizou-se o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, Chicago, Estados Unidos da América) versão 14.0 e adotado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Dos 19 voluntários que iniciaram participando do estudo, 12 concluíram o TC e foram considerados nas análises estatísticas (sete indivíduos desistiram ao longo do estudo devido à falta de interesse no mesmo ou pela ausência em mais 25% das sessões de TC). A aderência ao TC foi de 84% (número de sessões frequentadas X 100/número de sessões oferecidas) ao longo da intervenção. Na **Tabela 1**, são apresentados os dados descritivos da amostra. Observa-se que esta é predominantemente composta por mulheres (75%), não fumantes (75%) e indivíduos que utilizam recursos farmacológicos para o tratamento da SM (75%).

Após as 30 semanas de TC, observa-se que os valores da massa corporal, do índice de massa corporal (IMC), da circunferência da cintura e da pressão arterial sistólica e diastólica não mudaram significativamente em relação ao início da intervenção. Em contrapartida, as circunferências do abdômen e do quadril diminuíram ($p < 0.01$). Também constata-se que o TC não diminuiu os níveis sanguíneos de colesterol total, triglicérides, LDL-C e glicose. Entretanto, a concentração sérica de HDL-C teve um aumento significativo ($p < 0.05$) com a intervenção. Além disso, o $VO_{2máx}$ aumentou significativamente ($p < 0.01$) com o treinamento, indicando uma modificação positiva ao estímulo gerado pelo treinamento físico combinado (**Tabela 2**).

A espessura da camada mio-intimal carotídea ($0,758 \pm 0,160$ vs. $0,720 \pm 0,143$ mm), a idade vascular ($63,25 \pm 11,12$ vs. $60,75 \pm 12,24$ anos) e o delta da idade ($-11,75 \pm 9,32$ vs. $-9,25 \pm 10,35$ anos) não diminuíram significativamente em resposta à intervenção proposta. Apesar de haver uma diminuição, o escore de Framingham não mudou estatisticamente em relação à semana zero ($8,16 \pm 3,04$ vs. $7,16 \pm 2,97$ pontos). Entretanto, quando substituída a IC pela IV no mesmo escore, encontrou-se uma diminuição significativa ($p < 0,05$) na pontuação após as 30 semanas de TC ($10 \pm 3,51$ vs. $8,33 \pm 4,20$ pontos) (**Figura 1**).

DISCUSSÃO

Esta é a primeira investigação que estuda os efeitos do TC sem a utilização de cardiofrequencímetros e sem qualquer acompanhamento nutricional sobre a espessura da CMI carotídea e a IV em indivíduos com SM, ou seja, situações que reproduzem a maioria das situações vivenciadas pela população no cotidiano. Destaca-se que os indivíduos estudados tornaram-se fisicamente ativos durante a intervenção, o que se torna relevante pelo fato de que a proporção do tempo gasto em atividades sedentárias está diretamente associada com a CMI carotídea, independentemente da idade e do estabelecimento de fatores de risco ateroscleróticos (23). Dessa forma, o TC aumentou significativamente o $VO_{2máx}$ dos participantes, indicando uma adaptação funcional ao estímulo gerado pelos exercícios físicos. Além disso, maiores níveis de HDL-C após o TC (**Tabela 2**) são clinicamente importantes para indivíduos com SM, pois as partículas de HDL-C possuem atividades anti-inflamatórias, antioxidantes e anticoagulantes (24), auxiliando diretamente no tratamento das DCV.

A espessura mio-intimal carotídea foi mensurada antes e após o treinamento combinado. A grande maioria dos estudos que relacionou o nível de atividade física, o estilo de vida e/ou as atividades do tempo de lazer com a espessura da CMI carotídea em adultos possuem desenhos transversais ou observacionais (11, 12) e se utilizaram de questionários ou testes físicos de aptidão cardiorrespiratória. Estudos intervencionais que analisaram o efeito do exercício físico aeróbico em adultos, como é o caso da presente investigação, também não encontraram mudanças significativas na espessura da CMI carotídea (12, 25-27), enquanto outros resultaram na diminuição da espessura ou em uma menor progressão anual média da CMI (28, 29). Além disso, estudos que propuseram um treinamento resistido, seja com ênfase na fase concêntrica ou excêntrica dos exercícios, também não encontraram mudanças significativas na espessura mio-intimal carotídea em adultos (30-32). Dessa forma, a literatura é controversa quanto à capacidade do exercício físico em diminuir a espessura da CMI carotídea.

É provável que a manutenção da espessura da CMI em indivíduos com SM deva-se ao efeito prolongado da inatividade física dos indivíduos previamente ao estudo e, destaca-se que a simples manutenção dos valores advindos da prática do TC durante 30 semanas torna-se benéfico, pois evitou o aumento normal da espessura da CMI carotídea relacionado com a idade cronológica. Ainda sim, é possível que idosos, mulheres na pós-menopausa e indivíduos com lesões ateroscleróticas diagnosticadas que praticam exercícios físicos há anos apresentem maior eficácia da prática do exercício físico sobre a progressão da CMI carotídea (29).

Evidências demonstram efeitos mais pronunciados do exercício físico aeróbico sobre a espessura da CMI da artéria femoral, braquial e/ou poplítea em adultos (33, 34) e do resistido sobre a artéria braquial em pacientes com insuficiência cardíaca crônica (35) do que nas artérias carótidas, sugerindo que o treinamento físico resulta em um maior remodelamento da parede arterial em artérias periféricas do que nas artérias carótídeas. Acredita-se que a duração do presente estudo não limitou os resultados, já que outra investigação demonstrou que mesmo experientes corredores de longas distâncias não apresentaram uma diminuição da espessura da CMI carotídea com relação aos seus pares (12).

Na ausência de um parâmetro nacional ou latino-americano, optou-se por comparar as espessuras obtidas com o ultrassom das artérias carótidas dos sujeitos deste estudo com as medidas encontradas em uma investigação internacionalmente reconhecida e que mais se aproxima das características da população brasileira. No estudo do ARIC, foi avaliada a espessura da CMI carotídea de quase 16.000 pessoas de várias raças com idade entre 45 e 64 anos e advindas de diferentes regiões e classes econômicas dos Estados Unidos da América (21). Dessa forma, sugere-se a realização de coortes brasileiras para comparações ainda mais fidedignas.

No caso da SM, as variáveis que a compõem não são exatamente as mesmas da tabela de Framingham e, portanto, ela seria inaplicável em princípio (22). Contudo, na população de Framingham, a presença apenas da SM foi capaz de predizer cerca de 25% dos novos casos de doença cardiovascular observados em oito anos de seguimento (13). Como a idade cronológica e a idade vascular podem ser substancialmente diferentes em pessoas com similares perfis de risco cardiovascular (9), como confirmado no presente estudo, entende-se que a aplicação do EFM através do uso da idade vascular pode ser útil na predição do risco cardiovascular, apesar de sua acurácia ainda não ter sido determinada. Além disso, a variável aqui criada e denominada delta pode servir como um instrumento de análise de fácil obtenção em futuros estudos, pois compara justamente a diferença entre a idade cronológica e a idade vascular.

Ainda, a duração, o tipo, a intensidade e os mecanismos subjacentes relacionados a possíveis mudanças benéficas do treinamento físico sobre a parede arterial permanecem sem um

maior esclarecimento. Apesar de ser um método não invasivo e de fácil aplicação, o ultrassom das artérias carótidas não permite verificar possíveis influências benéficas do exercício físico sobre a composição da camada mio-intimal carotídea (atividade da metaloproteinase da matriz e permeabilidade das células endoteliais). Como fatores limitantes do presente estudo, podemos citar o tamanho da amostra e a ausência de um grupo controle.

Conclui-se que o treinamento combinado de 30 semanas não alterou significativamente a espessura mio-intimal carotídea e a idade vascular e o delta da idade de indivíduos com síndrome metabólica. Entretanto, o treinamento foi capaz de alterar a pontuação do escore de Framingham substituindo-se a idade cronológica pela idade vascular, os níveis de HDL-C e o $VO_{2\text{máx}}$ de indivíduos com SM. Dessa forma, o uso deste escore modificado pode identificar indivíduos anteriormente não reconhecidos como de alto risco através do escore de Framingham e auxiliar em uma melhor terapia individual, como a inclusão da realização de exercícios físicos aeróbicos e resistidos.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

1. Ferreira ALA, Correa CR, Freire CMM, Moreira PL, Berchieri-Ronchi CB, Reis RAS, et al. Síndrome metabólica: atualização de critérios diagnósticos e impacto do estresse oxidativo na patogênese. *Rev Bras Clin Med.* 2011;9:54-61.
2. Gorter PM, Olijhoek JK, van der Graaf Y, Algra A, Rabelink TJ, Visseren FL. Prevalence of the metabolic syndrome in patients with coronary heart disease, cerebrovascular disease, peripheral arterial disease or abdominal aortic aneurysm. *Atherosclerosis.* 2004;173:363-9.
3. Passos VMdA, Assis TD, Barreto SM. Hipertensão arterial no Brasil: estimativa de prevalência a partir de estudos de base populacional. *Epidemiol Serv Saude.* 2006;15:35-45.
4. Mendez-Otero R, Giraldi-Guimarães A, Pimentel-Coelho PM, Freitas GR. Terapia celular no acidente vascular cerebral. *Rev Bras Hematol Hemoter.* 2009;31:99-103.
5. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation.* 2005;112:2735-52.

6. Cheng CP, Herfkens RJ, Taylor CA. Abdominal aortic hemodynamic conditions in healthy subjects aged 50-70 at rest and during lower limb exercise: in vivo quantification using MRI. *Atherosclerosis*. 2003;168:323-31.
7. Pignoli P, Tremoli E, Poli A, Oreste P, Paoletti R. Intimal plus medial thickness of the arterial wall: a direct measurement with ultrasound imaging. *Circulation*. 1986;74:1399-406.
8. Stein JH, Korcarz CE, Hurst RT, Lonn E, Kendall CB, Mohler ER, et al. Use of carotid ultrasound to identify subclinical vascular disease and evaluate cardiovascular disease risk: a consensus statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force. Endorsed by the Society for Vascular Medicine. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21:93-111.
9. Stein JH, Fraizer MC, Aeschlimann SE, Nelson-Worel J, McBride PE, Douglas PS. Vascular age: integrating carotid intima-media thickness measurements with global coronary risk assessment. *Clin Cardiol*. 2004;27:388-92.
10. Galley HF, Webster NR. Physiology of the endothelium. *Br J Anaesth*. 2004;93:105-13.
11. Luedemann J, Schminke U, Berger K, Piek M, Willich SN, Doring A, et al. Association between behavior-dependent cardiovascular risk factors and asymptomatic carotid atherosclerosis in a general population. *Stroke*. 2002;33:2929-35.
12. Tanaka H, Seals DR, Monahan KD, Clevenger CM, DeSouza CA, Dinenna FA. Regular aerobic exercise and the age-related increase in carotid artery intima-media thickness in healthy men. *J Appl Physiol*. 2002;92:1458-64.
13. 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;106:3143-421.
14. Petroski EL. Antropometria: técnicas e padronizações. 3ª ed. Blumenau: Nova Letra; 2007.
15. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*. 2006;113:2642-50.
16. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of VO₂max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19:253-9.
17. American College of Sports Medicine (ACMS). Diretrizes do ACMS para os testes de esforço e sua prescrição. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
18. Bachorik PS, Albers JJ. Precipitation methods for quantification of lipoproteins. *Methods Enzymol*. 1986;129:78-100.

19. 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;18:499-502.
20. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Desvarieux M, et al. Mannheim intima-media thickness consensus. *Cerebrovasc Dis.* 2004;18:346-9.
21. Howard G, Sharrett AR, Heiss G, Evans GW, Chambless LE, Riley WA, et al. Carotid artery intima-media thickness distribution in general populations as evaluated by B-mode ultrasound. ARIC Investigators. *Stroke.* 1993;24:1297-304.
22. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84:3-28.
23. Kozakova M, Palombo C, Morizzo C, Nolan JJ, Konrad T, Balkau B. Effect of sedentary behaviour and vigorous physical activity on segment-specific carotid wall thickness and its progression in a healthy population. *Eur Heart J.* 2010;31:1511-9.
24. Nofer JR, Kehrel B, Fobker M, Levkau B, Assmann G, von Eckardstein A. HDL and arteriosclerosis: beyond reverse cholesterol transport. *Atherosclerosis.* 2002;161:1-16.
25. Anderssen SA, Hjelstuen AK, Hjermann I, Bjerkan K, Holme I. Fluvastatin and lifestyle modification for reduction of carotid intima-media thickness and left ventricular mass progression in drug-treated hypertensives. *Atherosclerosis.* 2005;178:387-97.
26. Kim SH, Lee SJ, Kang ES, Kang S, Hur KY, Lee HJ, et al. Effects of lifestyle modification on metabolic parameters and carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism.* 2006;55:1053-9.
27. Thijssen DH, de Groot PC, Smits P, Hopman MT. Vascular adaptations to 8-week cycling training in older men. *Acta Physiol (Oxf).* 2007;190:221-8.
28. Wildman RP, Schott LL, Brockwell S, Kuller LH, Sutton-Tyrrell K. A dietary and exercise intervention slows menopause-associated progression of subclinical atherosclerosis as measured by intima-media thickness of the carotid arteries. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44:579-85.
29. Rauramaa R, Halonen P, Vaisanen SB, Lakka TA, Schmidt-Trucksass A, Berg A, et al. Effects of aerobic physical exercise on inflammation and atherosclerosis in men: the DNASCO Study: a six-year randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2004;140:1007-14.
30. Olson TP, Dengel DR, Leon AS, Schmitz KH. Moderate resistance training and vascular health in overweight women. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:1558-64.
31. Rakobowchuk M, McGowan CL, de Groot PC, Bruinsma D, Hartman JW, Phillips SM, et al. Effect of whole body resistance training on arterial compliance in young men. *Exp Physiol.* 2005;90:645-51.

32. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Effects of eccentric and concentric resistance training on arterial stiffness. *J Hum Hypertens*. 2006;20:348-54.
33. Rowley NJ, Dawson EA, Birk GK, Cable NT, George K, Whyte G, et al. Exercise and arterial adaptation in humans: uncoupling localized and systemic effects. *J Appl Physiol*. 2011;110:1190-5.
34. Green DJ, Swart A, Exterkate A, Naylor LH, Black MA, Cable NT, et al. Impact of age, sex and exercise on brachial and popliteal artery remodelling in humans. *Atherosclerosis*. 2010;210:525-30.
35. Maiorana AJ, Naylor LH, Exterkate A, Swart A, Thijssen DH, Lam K, et al. The impact of exercise training on conduit artery wall thickness and remodeling in chronic heart failure patients. *Hypertension*. 2011;57:56-62.

Tabela 1. Características de adultos com SM pré-intervenção (n=12).

Características	Semana 0
Sexo, F/M	9/3
Idade, anos (média \pm DP)	51,50 \pm 6,52
Fumo, n (%)	
Nunca	9 (75)
Ex-fumantes	1 (8,3)
Fumantes	2 (16,7)
Medicamentos, n (%)	
Antidislipidêmicos	4 (33,3)
Antidiabéticos	3 (25)
Anti-hipertensivos	4 (33,3)

Tabela 2. Variáveis antropométricas, pressóricas, bioquímicas e da aptidão cardiorrespiratória de indivíduos com SM antes e após 30 semanas de treinamento combinado. Dados apresentados como média \pm DP.

Variável	Semana 0	Semana 30
Massa Corporal (kg)	93,37 \pm 23,83	93,16 \pm 23,93
Altura (m)	1,62 \pm 0,07	1,62 \pm 0,07
IMC (kg/m ²)	35,43 \pm 7,73	35,35 \pm 7,91
Circunferência do Abdômen (cm)	112,15 \pm 16,75	109,79 \pm 17,55**
Circunferência da Cintura (cm)	106,14 \pm 8,97	104,91 \pm 18,42
Circunferência do Quadril (cm)	113,80 \pm 12,54	112,12 \pm 12,41**
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)	144,16 \pm 17,81	143,41 \pm 19,77
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)	95,41 \pm 9,87	93,97 \pm 12,98
Colesterol Total (mg/dL)	238 \pm 65,49	216,16 \pm 49,10
Triglicérides (mg/dL)	223,16 \pm 162,07	167 \pm 82,41
HDL-C(mg/dL)	50,58 \pm 9,97	54,83 \pm 12,60*
LDL-C (mg/dL)	142,53 \pm 40,81	127,93 \pm 40,56
Glicose (mg/dL)	119,41 \pm 56,04	127,16 \pm 52,03
PCR-us (mg/L)	7 \pm 4,93	7,83 \pm 7,30
VO _{2max} (ml.kg. ⁻¹ min. ⁻¹)	18,34 \pm 9,69	22,01 \pm 7,74**

Legenda: *p < 0.05 e **p < 0.01 em relação à semana 0. IMC: índice de massa corporal. HDL-C: lipoproteína de alta densidade. LDL-C: lipoproteína de baixa densidade. PCR-us: proteína C-reativa ultra-sensível. VO_{2max}: consumo máximo de oxigênio.

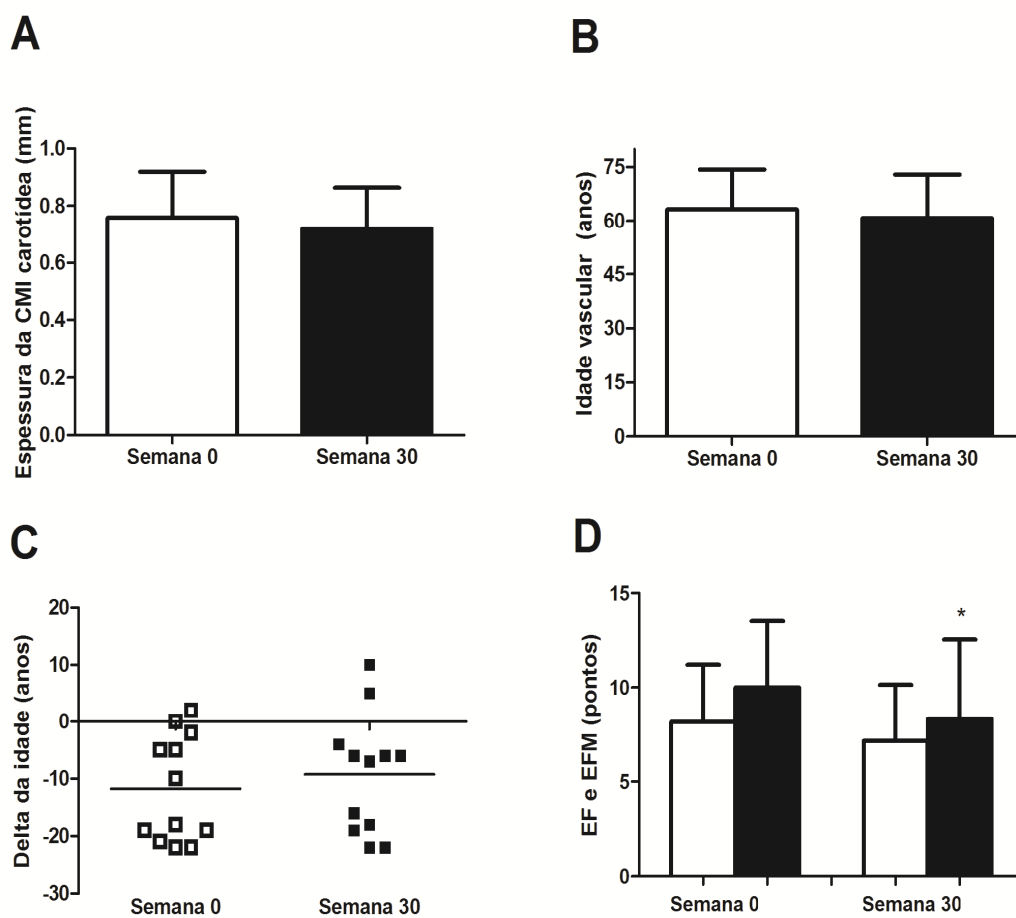


Figura 1. Média \pm DP da espessura da camada mio-intimal carotídea (A) e da “idade vascular” das artérias carótidas (B) pré e pós-treino físico. A linha representa a média do delta da idade das artérias carótidas dos sujeitos com SM submetidos a um programa de exercícios aeróbicos e resistidos (C). Média \pm DP do Escore de Framingham (EF) (barras em branco) e do Escore de Framingham modificado (EFM) (barras em preto) em indivíduos com SM antes e após 30 semanas de TC (D). CMI: camada mio-intimal carotídea. * $p < 0.05$ vs. semana 0.