

# Efeito de diferentes frequências de exercício físico na prevenção da dislipidemia e da obesidade em ratos normo e hipercolesterolêmicos

CDD. 20.ed. 613.25  
796.073

Nádia Carla CHEIK\* / \*\*  
Ricardo Luís Fernandes GUERRA\*  
Fabiana Pavan VIANA\*  
Elizeu Antônio ROSSI\*\*\*  
Iracilda Zeponne CARLOS\*\*\*  
Regina VENDRAMINI\*\*\*  
Ana Cláudia Garcia de Oliveira DUARTE\*  
Ana Raimunda DÂMASO\* /\*\*\*\*

\*Departamento de Educação Física, Universidade Federal de São Carlos.  
\*\*Centro Universitário do Triângulo.  
\*\*\*Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista.  
\*\*\*\*Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo.

## Resumo

Inúmeros relatos científicos têm demonstrado os benefícios dos exercícios físicos realizados regularmente (três a cinco dias/semana), no entanto, os efeitos do treinamento realizado dois dias/semana tem sido negligenciado. Desta forma, o presente estudo objetivou comparar os ajustes fisiológicos crônicos decorrentes do treinamento físico realizado dois e cinco vezes/semana consecutivamente sobre o metabolismo e o perfil lipídico de ratos normo e hipercolesterolêmicos. Foram utilizados 48 ratos adultos da linhagem *Wistar*, sendo divididos em seis grupos, a saber; Dieta padrão: Grupo Sedentário (SP), Grupo Treinado cinco vezes/semana (TP5) e Grupo Treinado dois vezes/semana (TP2); Dieta hipercolesterolêmica: Grupo Sedentário (SH), Grupo Treinado cinco vezes/semana (TH5) e Grupo Treinado duas vezes/semana (TH2). Após oito semanas de tratamento os ratos foram sacrificados, o plasma e os tecidos adiposos brancos retroperitoneal (RET) e epididimal (EPI) foram pesados e estocados para posteriores análises bioquímicas e morfométricas. Nos animais alimentados com dieta hipercolesterolêmica, o treinamento físico realizado de duas e cinco vezes/semana promoveu a redução do peso corporal, do peso e do diâmetro dos adipócitos do EPI e RET, da taxa de lipogênese do EPI e dos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos, sendo este efeito mais evidente com o treinamento de cinco vezes por semana, enquanto nos animais com dieta padrão apenas o treinamento realizado cinco vezes/semana promoveu alterações significativas em poucas variáveis analisadas, como na diminuição do ganho de peso e no diâmetro dos adipócitos do EPI e RET.

UNITERMOS: Frequência de treinamento físico; Dislipidemias; Obesidade.

## Introdução

A obesidade é atualmente considerada uma epidemia mundial. Decorrente dela, outras doenças crônicas podem ser desencadeadas aumentando a morbi/mortalidade. Em consequência, ocorre sobrecarga do sistema de saúde com uma demanda crescente de atendimento a doenças crônico-degenerativas, dentre as quais destacam as dislipidemias por ter forte correlação com as doenças

cardiovasculares (CONSENSO LATINO-AMERICANO DE OBESIDADE, 1999).

Os mecanismos que relacionam altos níveis de gordura corporal às dislipidemias não estão completamente entendidos, entretanto sugere-se que o aumento exacerbado na taxa de lipólise resulte em elevadas concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados, contribuindo para o aumento da

síntese hepática de VLDL, além de inibir a captação de glicose estimulada pela insulina, de maneira dose dependente, resultando em resistência periférica à insulina (HARDMAN, 1999).

Freqüentemente observa-se interesse em diferentes estratégias de prescrição de exercícios físicos visando a prevenção e o controle da obesidade e síndrome metabólica.

Em recente estudo OLIVEIRA, RAMIRES e LANCHÁ JUNIOR (2004), realizaram uma comparação entre a atividade de resistência “versus” a de contra-resistência, com o objetivo de avaliar qual intervenção seria mais eficaz na promoção do emagrecimento e constataram que a atividade realizada na intensidade de 60% do consumo máximo de oxigênio por três dias na semana, durante quatro semanas, foi mais efetiva na redução da gordura corporal.

Estudo realizado por GILL, MURPHY e HARDMAN (1998), comparou efeitos do exercício contínuo “versus” intermitente, concluindo que ambos os exercícios reduziram a lipemia pós-prandial em homens adultos.

Apesar de resultados controversos, alguns estudos demonstram que exercício realizado cronicamente diminui a concentração de TG e LDL-colesterol e aumenta a concentração sérica de HDL-colesterol e Apolipoproteína A-I (HARDMAN, 1999; VASANKARI, KUJALA, VASANKARI & AHOTUPA, 1998).

Com relação à freqüência do treinamento, estudos demonstram que aproximadamente 60% dos norte-americanos não se exercitam regularmente e que 25% não se exercitam (KIG & MARTIN, 1994). No Brasil, pesquisa realizada pelo IBGE (1998), indicou que 80,8% dos indivíduos investigados não praticam exercício regularmente.

Inúmeros relatos científicos evidenciaram os benefícios do exercício físico contínuo realizados sistematicamente três a cinco vezes/semana, como promotores de benefício ao organismo e controle de muitas doenças (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 1996; INTERNATIONAL FEDERATION OF SPORTS MEDICINE, 1990; PATE, PRATT, BLAIR, HASKELL, MACERA, BOUCHARD, BUCHNER, ETTINGER, HEATH, KING, KRISKA, LEON, MARCUS, MORRIS, PAFFENGERGER JUNIOR, PATRICK, POLLOCK, RIPPE, SALLIS & WILMORE, 1995). Entretanto, poucos estudos da literatura descrevem os efeitos do treinamento realizado com menor freqüência semanal ou demonstram os ajustes fisiológicos crônicos sobre variáveis do metabolismo lipídico do mesmo.

O que foi anteriormente descrito reforça a importância de novos estudos que visem explicitar e comparar os benefícios de diferentes protocolos de treinamento físico.

## Objetivo

Determinar e comparar os efeitos crônicos do treinamento físico, realizado duas e cinco vezes consecutivamente por semana, sobre o balanço

energético, metabolismo lipídico e perfil metabólico em ratos normo e hipercolesterolêmicos.

## Metodologia

Foram utilizados ratos Wistar adultos machos (n = 48), com massa corporal de 22010 g, procedentes do Biotério Central da UFSCar. Durante oito semanas os animais foram mantidos em gaiolas individuais no biotério do Laboratório de Nutrição e Metabolismo, com temperatura ambiente aproximada de 24 °C e foto período artificial de 12/12 horas.

Os animais foram aleatoriamente divididos em grupos sedentários alimentados com dieta padrão (SP) e dieta hipercolesterolêmica (SH): Grupos treinados cinco dias consecutivos/semana, alimentados com dieta padrão (TP5) e dieta hipercolesterolêmica (TH5) e

grupos treinados dois dias consecutivos/semana, alimentados com dieta padrão (TP2) e dieta hipercolesterolêmica (TH2). Ambas condutas experimentais (treinamento e intervenção nutricional) foram iniciadas simultaneamente.

Após o período experimental, os ratos foram sacrificados por decapitação em guilhotina. O plasma foi estocado em freezer a -20°C para posteriores análises bioquímicas e os tecidos adiposos brancos retroperitoneal (RET) e epididimal (EPI) foram retirados e pesados para análises morfológicas. Estes procedimentos foram realizados em conformidade com a regulamentação sobre

experimento com animais, adotada pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1985).

### Protocolo de treinamento

Os grupos treinados foram submetidos ao exercício aeróbio crônico moderado (natação), com frequência de cinco vezes/semana ou duas vezes/semana em dias consecutivos durante oito semanas em tanques individuais (50 cm de altura x 30 cm de diâmetro) com água aquecida a  $32 \pm 2^\circ\text{C}$ . Cada sessão de exercício teve duração de 90 minutos, com sobrecarga adicional de 3 a 5% do peso corpóreo atado à cauda do animal. Este procedimento foi previamente padronizado por DÂMASO (1996).

### Composição da dieta hipercolesterolêmica

A dieta hipercolesterolêmica foi preparada através da incorporação na dieta padrão de 0,15% (p/p) de colesterol Sigma C 8503 diluído em éter etílico P.A. estabilizado com 10ppm de butil hidroxitolueno-BHT (ROSSI, VENDRAMINI, CARLOS, UEJI, SQUINZARI, SILVA JÚNIOR & VALDEZ, 2000), esta dieta foi consumida a partir do início do período experimental, visando estabelecer um quadro de hipercolesterolemia nos animais.

### Análises bioquímicas do plasma

As análises dos lípides séricos (colesterol total, triglicerídeos e HDL-c) foram realizadas por métodos colorimétricos específicos utilizando-se Kit da CELM®.

## Resultados

Decorrente do exercício observou-se menor evolução do peso corporal dos animais treinados duas e cinco vezes/semana, alimentados com dieta hipercolesterolêmica, quando comparados ao grupo SH. Já para os animais alimentados com dieta padrão, somente o exercício realizado cinco vezes por semana foi efetivo na redução desta variável, TP2 foi diferente de TP5. Os animais alimentados com dieta hipercolesterolêmica aumentaram o consumo alimentar e o peso corporal, quando comparados aos respectivos grupos alimentados com dieta padrão, a exceção ao grupo treinado duas vezes por semana na variável evolução do peso corporal (TABELA 1).

### Medida do diâmetro das células adiposas

Para a determinação do tamanho das células adiposas foi utilizado o método previamente descrito por HIRSCH e GALLIAN (1968). Os tecidos adiposos foram fixados em tampão colidina 0,2 M contendo 2% de tetróxido de ósmio e mantidos em estufa à  $37^\circ\text{C}$  por um período de aproximadamente 24 horas. Posteriormente as células foram lavadas e espalhadas em lâminas para a medida das células adiposas, sendo utilizado um sistema de microscopia ótica, LEICA® modelo Image Pro Plus. Os valores médios e os respectivos erros padrão foram expressos em mm.

### Determinação da taxa de lipogênese

A taxa de lipogênese foi avaliada a partir da incorporação de água triciada ( $^3\text{H}_2\text{O}$ ) às moléculas de lipídios através do método descrito por ROBINSON e WILLIAMSON (1978). Os animais receberam injeção intraperitoneal de 3 mCi de água triciada e foram sacrificados após 60 minutos. Como a atividade específica da água triciada no plasma permanece constante por uma hora, mediu-se a síntese de lipídios que ocorreu durante esse período. A taxa de lipogênese foi expressa como  $\mu\text{mol}$  de  $^3\text{H}_2\text{O}$  incorporada em lipídios/g de tecido.

### Análise estatística

Os dados estão apresentados na forma de média  $\pm$  erro padrão da média. Para análise estatística dos dados foi realizada a análise de variância "two way", em caso de significância foi utilizado o post-hoc de Tukey e adotado um  $p < 0,05$ .

TABELA 1 - Ganho de peso corporal (%) e consumo alimentar total (g) em animais sedentários e treinados, alimentados com diferentes dietas.

Grupos	Delta do Peso (%)	Consumo Alimentar (g)
SP	$64,06 \pm 4,18$	$1108 \pm 55,05$
TP5	$36,58 \pm 2,88^{*+}$	$1127 \pm 34,73$
TP2	$60,98 \pm 3,01$	$1034 \pm 55,70$
SH	$94,86 \pm 3,64^0$	$1405 \pm 33,64^0$
TH5	$68,35 \pm 3,53^{*0}$	$1347 \pm 23,19^0$
TH2	$72,20 \pm 4,38^*$	$1252 \pm 31,22^0$

Os valores estão apresentados como média e erros padrão (n = 8).  
\*p < 0,05, diferente do sedentário com mesma dieta.  
<sup>0</sup>p < 0,05, diferente do treinamento com duas sessões semanais.  
<sup>0</sup>p < 0,05, efeitos da dieta nos mesmos protocolos de sedentarismo ou treinamento.

Quando analisamos o peso dos tecidos adiposos brancos epididimal (EPI) e retroperitoneal (RET), os treinamentos físicos realizados cinco vezes/ semana (TF5) e duas vezes/ semana (TF2) foram efetivos na redução do percentual de gordura dos animais hipercolesterolêmicos. Especificamente em resposta às diferentes dietas, observou-se aumento significativo no peso RET e do EPI em animais hipercolesterolêmicos sedentários. Observou-se também que o treinamento controlou esta variável (TABELA 2).

TABELA 2 - Peso absoluto (g) dos tecidos adiposos brancos retroperitoneal (RET) e epididimal (EPI) em animais sedentários e treinados, alimentados com diferentes dietas.

Grupos	RET (g)	EPI (g)
SP	3,73 ± 0,29	3,20 ± 0,40
TP5	1,77 ± 0,20	1,75 ± 0,15
TP2	2,09 ± 0,36	2,28 ± 0,18
SH	5,34 ± 0,77 <sup>0</sup>	4,17 ± 0,43 <sup>0</sup>
TH5	1,96 ± 0,18*	1,97 ± 0,20*
TH2	2,81 ± 0,25*	2,63 ± 0,07*

Os valores estão apresentados como média e erros padrão (n = 8).  
\*p < 0,05, diferente do sedentário com mesma dieta.  
<sup>0</sup>p < 0,05, efeitos da dieta nos mesmos protocolos de sedentarismo ou treinamento.

Nos animais alimentados com dieta hipercolesterolêmica notou-se que ambos protocolos de treinamento foram efetivos em reduzir o diâmetro dos adipócitos do EPI e RET. Comparando-se o TF5 “versus” o TF2, observou-se valores significativamente menores no diâmetro dos adipócitos quando os animais treinaram cinco vezes por semana. No grupo alimentado com dieta padrão o TF2 não reduziu o diâmetro dos adipócitos do EPI e RET, somente o TF5 foi efetivo na redução significativa desta variável. Observou-se ainda aumento do diâmetro do RET em resposta à ingestão de dieta hipercolesterolêmica. Com relação ao efeito do treinamento físico, ambos protocolos de treinamento foram benéficos (TABELA 3).

TABELA 3 - Medida do diâmetro (D) dos adipócitos (μm), dos tecidos adiposos brancos retroperitoneal (RET) e epididimal (EPI), em animais sedentários e treinados, alimentados com diferentes dietas.

Grupos	RET (D) μm	EPI (D) μm
SP	127,35 ± 2,49	128,25 ± 2,50
TP5	115,71 ± 2,56**	99,77 ± 1,64**
TP2	126,49 ± 2,85	135,77 ± 3,05
SH	138,59 ± 2,38 <sup>0</sup>	122,69 ± 1,73
TH5	102,66 ± 1,60** <sup>0</sup>	96,99 ± 1,30**
TH2	115,21 ± 1,99* <sup>0</sup>	112,61 ± 1,65* <sup>0</sup>

Os valores estão apresentados como média e erros padrão (n = 8).  
\*p < 0,05, diferente do sedentário com mesma dieta.  
<sup>0</sup>p < 0,05, diferente do treinamento com duas sessões semanais.  
<sup>0</sup>p < 0,05, efeitos da dieta nos mesmos protocolos de sedentarismo ou treinamento.

O TF2 e o TF5 reduziram significativamente a taxa de síntese lipídica do RET nos animais alimentados com dieta padrão e a lipogênese do EPI quando os animais foram alimentados com dieta hipercolesterolêmica. Verificou-se maiores valores de lipogênese no tecido adiposo EPI do grupo alimentado com dieta hipercolesterolêmica e que os grupos treinados (TH2 e TH5) normalizaram esta variável (TABELA 4).

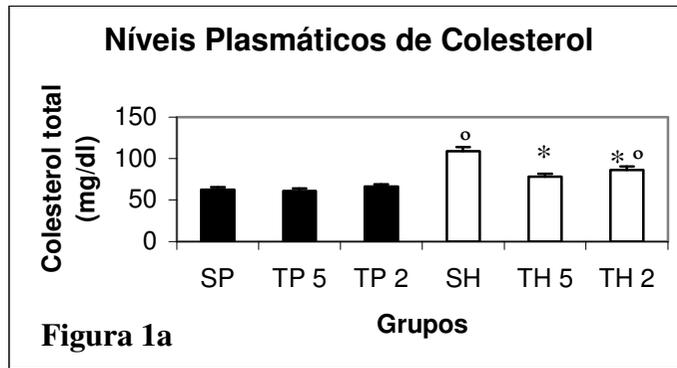
TABELA 4 - Taxa de síntese lipídica dos tecidos adiposos, brancos retroperitoneal (RET) e epididimal (EPI), em animais sedentários e treinados, alimentados com diferentes dietas.

Grupos	Tecido RET	Tecido EPI
SP	1,34 ± 0,29	0,59 ± 0,11
TP5	0,47 ± 0,03*	0,32 ± 0,04
TP2	0,17 ± 0,02*	0,33 ± 0,04
SH	1,26 ± 0,11	1,30 ± 0,20 <sup>0</sup>
TH5	0,82 ± 0,10	0,68 ± 0,06*
TH2	0,82 ± 0,18 <sup>0</sup>	0,59 ± 0,07*

Os valores estão apresentados como média e erros padrão (n = 8), e expressos em μmol<sup>3</sup>H<sub>2</sub>O incorporada por lipídios /h por g de tecido.  
\*p < 0,05, diferente do sedentário com mesma dieta.  
<sup>0</sup>p < 0,05, efeitos da dieta nos mesmos protocolos de sedentarismo ou treinamento.

Quanto à concentração circulante de lípidos séricos, observa-se na FIGURA 1a e 1b, que em resposta ao exercício, a concentração circulante de colesterol e triglicerídeos reduziu significativamente no grupo hipercolesterolêmico comparando-se os animais sedentários aos exercitados duas ou cinco vezes/ semana. O modelo experimental proposto para o desenvolvimento da hipercolesterolemia em ratos foi efetivo, uma vez que aumentou significativamente os níveis plasmáticos de colesterol total e triglicerídeos e o treinamento físico realizado cinco vezes/semana normalizou estes parâmetros.

Na fração HDL-c não houve alterações estatisticamente significativas, no entanto observou-se um aumento percentual (24%) nos animais hipercolesterolêmicos treinados duas vezes (24,42 ± 1,28) ou cinco vezes (24,85 ± 1,84) por semana quando comparados aos respectivos sedentários (20 ± 1,26) (FIGURA 2).



\*p < 0,05, diferente do sedentário com mesma dieta.  
 °p < 0,05, efeitos da dieta nos mesmos protocolos de sedentarismo ou treinamento.

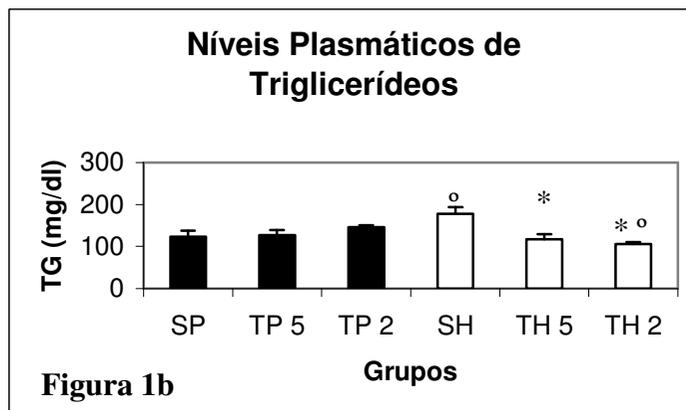


FIGURA 1 - Níveis plasmáticos de colesterol (a) e triglicerídeos (b) em animais sedentários e treinados (cinco e duas vezes por semana), alimentados com dieta padrão e hipercolesterolêmica.

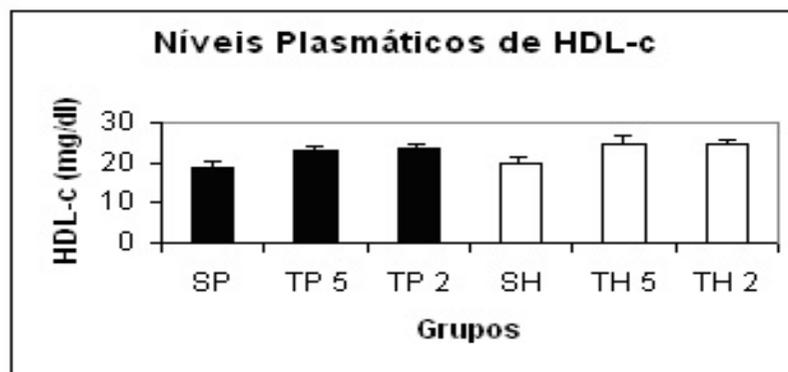


FIGURA 2 - Níveis plasmáticos de HDL-c em animais sedentários e treinados (cinco e duas vezes por semana), alimentados com dieta padrão e hipercolesterolêmica.

## Discussão

Em resposta ao treinamento físico realizado duas ou cinco vezes por semana, observamos nos animais alimentados com dieta hipercolesterolêmica redução da evolução peso corporal, do percentual de gordura e do diâmetro dos adipócitos nos tecidos adiposos brancos RET e EPI, dos níveis plasmáticos de colesterol total e triglicérides, sem

que alterações significativas na ingestão alimentar dos animais fossem observadas.

A diminuição da gordura e do diâmetro dos adipócitos nos tecidos adiposos brancos RET e EPI pode ser explicada devido ao tipo de exercício realizado ao longo de oito semanas de treinamento pois, o exercício físico aeróbio de longa duração e intensidade

moderada aumenta a atividade da lipase hormônio sensível (LHS) via AMPc (MCMURRAY & HACKNEY, 2005), além de aumentar também a capacidade oxidativa muscular sendo os ácidos graxos livres (AGL) o principal substrato energético e mesmo após a realização de exercícios, os lipídeos continuam sendo predominantemente utilizados como substrato energético pelos músculos esqueléticos (BROOKS & MERCIER, 1994).

Respaldo em estudos previamente realizados, podemos inferir que no presente estudo em função do tipo de exercício realizado possa ter ocorrido também alterações específicas na atividade da lipase lipoproteica (LPL) em diferentes tecidos, reduzindo a atividade desta enzima no tecido adiposo e, concomitantemente, aumentando a atividade da LPL no músculo esquelético e cardíaco, provendo maior disponibilidade de AGL à fibra muscular (LADU, KAPSAS & PALMER, 1991) o que resultou em diminuição dos depósitos de gordura central em resposta aos dois protocolos de treinamentos utilizados no grupo hipercolesterolêmico. Observamos também que independentemente do tipo de dieta, o TF5 promoveu redução estatisticamente significativa do diâmetro do EPI e RET quando comparado ao TF2.

Foi observado que o ganho de peso corporal foi maior nos animais alimentados com dieta hipercolesterolêmica, sabe-se que obesos possuem redução do fluxo sanguíneo muscular (RIBEIRO, TROMBETTA, BATALHA, RONDON, FORJAZ, BARRETTO, VILLARES & NEGRÃO, 2001). Entretanto, verificou-se que o treinamento físico realizado duas e cinco vezes/semana promoveu redução significativa de peso corporal, um dos fatores relacionados é o aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico, e conseqüentemente, melhora do fluxo sanguíneo muscular e da resposta vasodilatadora em resposta ao treinamento (ROBERTS, NOSRATOLA & BARNARD, 2002; BRUM, FORJAZ, TINUCCI & NEGRÃO, 2004), o que somado ao aumento da atividade da LPL no músculo disponibiliza um aumento de AGL à fibra muscular (LADU, KAPSAS & PALMER, 1991).

Os ajustes fisiológicos anteriormente citados possivelmente contribuíram para uma diminuição da reesterificação dos AGL, que ocorre principalmente nos tecidos adiposos e no tecido hepático (DE GLISEZINSKI, CRAMPES, HARANT, BERLAN, HEJNOVA, LANGIN, RIVIERE & STICH, 1998). Provavelmente este mecanismo pode ter auxiliado na melhora do perfil lipídico e na redução do peso e diâmetro do tecidos adiposos branco RET e EPI, observados nos animais hipercolesterolêmicos do presente estudo.

Adicionalmente verificamos que em animais hipercolesterolêmicos, o TF2 e o TF5 diminuíram significativamente a taxa de síntese lipídica da gordura visceral (EPI), sugerindo que houve importantes ajustes fisiológicos em vias de regulação do metabolismo lipídico, favorecendo menor armazenamento de triglicérides nos tecidos viscerais. O treinamento modificou a síntese lipídica do RET dos ratos com dieta padrão, o que não foi observado nos ratos com dieta hipercolesterolêmica. Estudos prévios demonstram que manipulações dietéticas e hormonais induzem a distintas respostas metabólicas em diferentes depósitos de gordura (POND, 1999). Dietas hiperlipídicas reduzem a atividade de enzimas lipogênicas e a taxa de síntese lipídica no tecido retroperitoneal e inguinal (ROTHWELL, STOCK & TRAYHURN, 1983).

Esta redução da gordura central (EPI) resultante do exercício físico se torna ainda mais relevante à medida que analisamos os diferentes compartimentos do tecido adiposo, pois, apresentam distintas expressões e secreções de adipocitocinas, sendo que o tecido adiposo visceral, seguido do tecido adiposo subcutâneo abdominal, os que secretam maiores quantidades de substâncias pró-inflamatórias e que possuem íntima ligação com as doenças crônico-degenerativas resultante da obesidade. Dentre estas substâncias destacam-se: inibidor 1 do ativador do plasminogênio (PAI-1), resistina, angiotensinogênio, angiotensina II, proteína-C reativa (PCR) e interleucina 6 (IL-6) (GIACCHETTI, FALOIA, MARINIELLO, SARDU, GATTI & CAMILONI, 2002; McTERNAN, McTERNAN, CHETTY, JENNER, FISHER & LAUER, 2002; WAJCHENBERG, 2000). Devido a estes fatores, quando ocorre redução da gordura corporal, similarmente observa-se melhora no estado de saúde do organismo. Os animais treinados com maior frequência (TF5) apresentaram maior redução do diâmetro ( $p > 0,05$ ) e tendência à redução do peso ( $p > 0,08$ ) da gordura visceral.

Quanto aos lípides séricos, ambos protocolos de exercício físico diminuíram significativamente a colesterolemia e a trigliceridemia e aumentaram percentualmente a fração lipídica HDL-c. Estas adaptações sugerem efeito antiaterogênico do exercício, uma vez que no grupo SH o índice aterogênico (colesterol total/HDL-c) foi 5,43 e nos grupos treinados duas e cinco vezes por semana foi 3,13 e 3,58, respectivamente.

Ainda quanto aos efeitos do exercício sobre a aterogênese, sabe-se que o tecido adiposo visceral é o depósito de gordura com maior potencial

aterogênico, pois além de ser altamente adipocitogênico é mais sensível à lipólise, consequentemente quando ativado libera maior quantidade de AGL diretamente na veia porta, o que tende a aumentar a síntese endógena de lipoproteínas (ARNER, 2003; WAJCHENBERG, 2000). Como em nosso estudo observamos redução da gordura visceral, sugerimos que este foi um fator adicional que contribuiu para o controle das dislipidemias.

CAMPAIGNE, FONTAINE, PARK e RYMASZEWSKI (1993) demonstraram que o exercício agudo aumenta a atividade da enzima lecitina colesterol acil transferase (LCAT) e do receptor de HDL-c. Desta forma, sugerimos que o aumento percentual da concentração circulante de HDL-c, bem como as possíveis mudanças funcionais desta fração, possa ser um outro fator responsável pela melhora do perfil lipídico observada

nos animais hipercolesterolêmicos submetidos ao treinamento físico.

Observamos que o treinamento associado à dieta padrão pouco alterou as variáveis analisadas no estudo, entretanto foi um importante fator de controle do metabolismo e perfil lipídico no grupo hipercolesterolêmico, o que reflete as potencialidades do exercício em normalizar variáveis metabólicas.

Nossos resultados sugerem que o exercício físico, mesmo que realizado duas vezes/semana, possa ser uma importante estratégia terapêutica não medicamentosa para o controle da dislipidemia e obesidade, no entanto, novos estudos deverão ser realizados para reforçar estas evidências. Vale ressaltar ainda, que na maioria das variáveis analisadas, os efeitos do treinamento foram mais acentuados no grupo treinado cinco vezes/semana.

## Considerações finais

Em conjunto, nossos resultados sugerem que o treinamento físico realizado duas ou cinco vezes promovem importantes ajustes fisiológicos em vias de regulação do metabolismo lipídico, favorecendo menor armazenamento de gorduras na região central e controle dos lipídeos plasmáticos e que a somatória destes fatores resultou em menor diâmetro de

adipócitos nos tecidos adiposos brancos. Apesar de se tratar de um estudo experimental, não podendo ser extrapolado diretamente para o ser humano, nossos achados demonstram importantes resultados que deveriam ser testados em seres humanos visando gerar alternativas de treinamento físico para o controle e prevenção de doenças crônicas.

## Abstract

Effect of physical training frequency on obesity and dyslipidemia prevention in normo and hypercholesterolemic rats

Studies have shown a significant hypocholesterolemic effect of continuous exercise, however the effects of physical training made two times a week has been negligible. Therefore, the present study was developed to observe if different frequencies of exercise can promote adaptations in the lipidic metabolism of normo or hypercholesterolemic rats. Forty eight adults male Wistar rats were divided into six groups (n = 8): 1- Normocaloric diet: Sedentary (SP), Weekend Training (TP2), Continuous Training (TP5); 2- Hypercholesterolemic diet: Sedentary (SH); Weekend Training (TH2) and Continuous Training (TH5). The rats of the trained groups were submitted to the aerobic chronic moderate exercise (swimming), either five or two times a week on consecutive days during eight weeks. The present study show that in animals fed with hypercholesterolemic diet both exercise training regimes were important for reduction of body weight, central body fat (EPI and RET), lipogenesis rate (EPI) and lipid profile modifications. However it is important to point out that the training accomplished five times a week was more effective in dyslipidemia and obesity control.

UNITERMS: Physical training frequency; Dyslipidemia; Obesity,

## Nota

Auxílio Financeiro da FAPESP.

## Referências

- ARNER P. The adipocyte in insulin resistance: key molecules and the impact of the thiazolidinediones. **Trends in Endocrinology and Metabolism**, New York, v.14, n.3, p.137-45, 2003.
- BROOKS, G.A.; MERCIER, J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: The “crossover” concept. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 76, n.6, p. 2253-61, 1994.
- BRUM, P.C.; FORJAZ, C.L.M.; TINUCCI, T.; NEGRÃO, C.E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.18, p.21-31, 2004.
- CAMPAIGNE, B.N.; FONTAINE, R.N.; PARK, M.S.; RYMASZEWSKI. Reverse cholesterol transport with acute exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.25, n.12, p.1346-51, 1993.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION(CDC). National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Youth risk behavior surveillance - United States. **MMWR**, v.45, p.1-90, 1996.
- CONSENSO LATINO-AMERICANO DE OBESIDADE. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.43, n.1, 1999.
- DÂMASO, A.R. **Efeitos do exercício agudo e crônico sobre o metabolismo lipídico e a celularidade adiposa de ratas durante a lactação e 48 horas após o desmame**. 1996. 120f. Dissertação (Doutorado) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.
- De GLISEZINSKI, I.; CRAMPES, E; HARANT, I.; BERLAN, M.; HEJNOVA, J.; LANGIN, D.; RIVIERE, D.; STICH, V. Endurance training changes in lipolytic responsiveness of obese adipose tissue. **American Journal of Physiology**, Washington, v.275, p.951-56, 1998.
- GIACCHETTI, G.; FALIOIA, E.; MARINIELLO, B.; SARDU, C.; GATTI, C.; CAMILONI, M.A. Overexpression of the rennin-angiotensin system in human visceral adipose tissue in normal and overweight subjects. **American Journal of Hypertension**, New York, New York, v.15, p.381-8, 2002.
- GILL, J.M.R.; MURPHY, M.H.; HARDMAN, A.E. Postprandial lipemia: effects of intermitent *versus* continuous exercise. **Medicine and Science and Exercise**, Madison, v.30, n.10, p.1515-20, 1998.
- HARDMAN, A E. Physical activity, obesity and blood lipids. **International Journal of Obesity**. London, v. 23, p.64-71, 1999. Supplement 3.
- HIRSCH, J.; GALLIAN, E. Methods for determination of adipose cell size in man and animals. **Journal of Lipid Research**, Memphis, v. 9, p.110-9, 1968.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PPV aprofunda investigação de indicadores sociais**. Brasília: IBGE, 1998.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF SPORTS MEDICINE. Physical exercise: an important factor for health. **Physician and Sports Medicine**, Minneapolis, v.18, p.155-6, 1990.
- KIG, A.C.; MARTIN, J.E. Aderência ao exercício. In: BLAIR,S.N; PAINTER, P; RUSSEL, R.P; SMITH, L.K.; TAYLOR, C.B. **Prova de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro: Revinter, 1994. p.431.
- LADU, M. J.; KAPSAS, H.; PALMER, W. K. Regulation of lipoprotein lipase in muscle and adipose tissue during exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 71, n.2, p.404-9, 1991.
- McMURRAY, R.G.; HACKNEY, A.C. Interactions of metabolic hormones, adipose tissue and exercise. **Sports Medicine**, Auchland, v. 35, n.5, p.393-412, 2005.
- McTERNAN, P.G.; McTERNAN, C.L.; CHETTY, R.; JENNER, K.; FISHER, F.M.; LAUER, M.N. Increased resistin gene and protein expression in human abdominal adipose tissue. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v.87, n.5, p.2407-10, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Guide for care and use of laboratory animals**. Revised ed. Washington: National Academy of Science, 1985. p. 85-123.
- OLIVEIRA, E.M.; RAMIRES, P.R.; LANCHA JUNIOR, A.H. Nutrição e bioquímica do exercício. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.18, p.7-19, 2004.

- PATE, R.; PRATT, M.; BLAIR, S.; HASKELL, W.; MACERA, C.; BOUCHARD, C.; BUCHNER, D.; ETTINGER, W.; HEATH, G.; KING, A.; KRISKA, A.; LEON, A.; MARCUS, B.; MORRIS, J.; PAFFENBERGER JUNIOR, R.; PATRICK, K.; POLLOCK, M.; RIPPE, J.; SALLIS, J.; WILMORE, J. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. **JAMA**, Chicago, v. 273, p.402-7, 1995.
- POND, C.M. Physiological specialization of adipose tissue. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v.38, p.225-9, 1999.
- RIBEIRO, M.M.; TROMBETTA, I.C.; BATALHA, L.T.; RONDON, M.U.P.B.; FORJAZ, C.L.M.; BARRETTO, A.C.P.; VILLARES, S.M.F.; NEGRÃO, C.E. Muscle sympathetic nerve activity and hemodynamic alterations in middle-age obese women. **Brazilian Journal of Medical Biological Research**, Ribeirão Preto, v.34, p.475-8, 2001.
- ROBERTS, C.K.; NOSRATOLA, D.V.; BARNARD, J. Effect of diet and exercise intervention blood pressure, insulin, oxidative stress and nitric oxide availability. **Circulation**, Dallas, v.106, p.2530-2, 2002.
- ROBINSON, A.M.; WILLIAMSON, D.H. Control of glucose metabolism in isolated acini of the lactating mammary gland do rat: effects of oleate on glucose utilization and lipogenesis. **Biochemical Journal**, London, v.170, p. 609-21, 1978.
- ROSSI, E.A.; VENDRAMINI, R.C.; CARLOS, I.Z.; UEIJI, I.S.; SQUINZARI, M.M.; SILVA JUNIOR, S.I.; VALDEZ, G.F. Effects of a novel fermented soy product on the serum lipids of hypercholesterolemic rabbits. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v.74, p. 213-15, 2000.
- ROTHWELL, N.J.; STOCK, M.J.; TRAYHURN, P. Reduced lipogenesis in cafeteria-fed rats exhibiting diet-induced thermogenesis. **Bioscience Reports**, London, v.3, p.217-20, 1983.
- VASANKARY, T.J.; KUJALA, U.M.; VASANKARI, T.M.; AHOTUPA, M. Reduced oxidized LDL levels after a 10-month exercise program. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.30, n.10, p.1496-1501, 1998.
- WAJCHENBERG B.L. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. **Endocrine Reviews**, Baltimore, v.21, n.6, p. 697-738, 2000.

ENDEREÇO

Nádia Carla Cheik  
 Av. Getúlio Vargas, 689  
 38400-299 - Uberlândia - MG - BRASIL  
 e-mail: nadiacheik@unitri.edu.br

Recebido para publicação: 01/09/2005  
 1a. Revisão: 11/09/2006  
 2a. Revisão: 17/11/2006  
 Aceito: 28/11/2006