

# EFEITOS DO TREINAMENTO AERÓBIO SOBRE O PERFIL LIPÍDICO DE RATOS COM HIPERTIREOIDISMO



EFFECTS OF AEROBIC TRAINING ON THE LIPID PROFILE OF RATS WITH HYPERTHYROIDISM

Renata Valle Pedroso<sup>1</sup>  
Alexandre Konig Garcia Prado<sup>1</sup>  
Luiza Hermínia Gallo<sup>1</sup>  
Marcelo Costa Junior<sup>1</sup>  
Natália Oliveira Betolini<sup>1</sup>  
Rodrigo Augusto Dalia<sup>1</sup>  
Maria Alice Rostom de Mello<sup>1</sup>  
Eliete Luciano<sup>1</sup>

UNESP – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, DEF, Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento (LAFE) Rio Claro, SP – Brasil.

## Correspondência:

Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento Universidade Estadual Paulista – Rio Claro, SP.  
Av. 24 A, 1.515, Bela Vista  
13506-900 – Rio Claro, SP  
E-mail: re.pedroso@hotmail.com

## RESUMO

Há poucos estudos analisando a importante relação entre o exercício físico, agudo e crônico, e alterações metabólicas decorrentes do hipertireoidismo. O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito de quatro semanas de treinamento aeróbio sobre o perfil lipídico de ratos com hipertireoidismo experimental. Foram utilizados 45 ratos da linhagem Wistar, divididos aleatoriamente em quatro grupos: Controle Sedentário (CS) – administrados com salina durante o período experimental, não praticaram exercício físico (n = 12); Controle Treinado (CT) – administrados com salina, participaram do treinamento (n = 11); Hipertireoidismo Sedentário (HS) – induzidos ao hipertireoidismo, não praticaram exercício físico (n = 12); e Hipertireoidismo Treinado (HT) – induzidos ao hipertireoidismo, participaram do treinamento (n = 10). O treinamento aeróbio teve duração de quatro semanas, cinco vezes na semana, com duração de uma hora por sessão. Após o término do período experimental todos os ratos foram anestesiados em câmara de CO<sub>2</sub> até sua sedação. Coletaram-se amostras de sangue para dosagem de colesterol total, triglicerídeos, HDL-colesterol e LDL-colesterol e hormônio T3; e amostras do coração, fígado, músculo gastrocnêmio e tecido adiposo das regiões mesentérica, retroperitoneal e subcutânea para pesagem e dosagem de triglicerídeos. Para análise estatística utilizou-se ANOVA *two-way*, seguida do *post hoc* LSD de Fischer. Observaram-se menores valores de AGL no grupo HS quando comparado ao CS. O grupo HS teve nível de triglicerídeos significativamente superior nas regiões mesentérica, do gastrocnêmio e retroperitoneal quando comparado com os grupos CS e CT, e apenas o tecido adiposo da região retroperitoneal apresentou diferenças significativas na qual o grupo HT apresentou menor peso quando comparado com o grupo CS. Pode-se concluir que os ratos hipertireoidicos apresentaram perfil lipídico diferente dos ratos controle, e o treinamento aeróbio em ratos Wistar pode ter alterado o perfil lipídico dos animais com hipertireoidismo experimental quando comparados com o grupo sedentário e grupos controle.

**Palavras-chave:** atividade física, efeito crônico, hormônio da tireoide, metabolismo, substratos metabólicos.

## ABSTRACT

*The relationship between physical exercise, either acute or chronic, and metabolic changes resulting from hyperthyroidism has been little studied in the literature. The aim of this study was to analyze the effects of four weeks of aerobic training on the lipid profile of rats with experimental hyperthyroidism. 45 Wistar rats were randomly divided in four groups: Sedentary Control (SC) - administered saline solution during the experimental period and did not exercise (n = 12); Trained Control (TC) - administered saline solution and underwent physical training (n = 11); Sedentary Hyperthyroidism (SH) - induced hyperthyroidism and did not exercise (n=12) and Trained Hyperthyroidism (TH) - induced hyperthyroidism and underwent physical training (n = 10). The aerobic training lasted one hour per day, five times a week, during four weeks. After the training period, the rats were anesthetized in CO<sub>2</sub> chamber until their sedation. The blood was collected for total cholesterol, triglycerides, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol and serum T3 dosage. Additionally, heart, liver, gastrocnemius muscle and adipose tissue of the mesenteric, retroperitoneal and subcutaneous regions were collected for weighing and triglycerides dosage. Two-way ANOVA, followed by Fisher LSD Post-Hoc was applied for statistical analysis. Lower AGL values were observed in the SH group when compared with SC. The TH group presented lower weight of adipose tissue in the retroperitoneal compared with the SC group. The triglycerides concentrations in the mesenteric, gastrocnemius and retroperitoneal regions were higher in SH group compared with the SC and TC groups. Therefore, it can be concluded that the hyperthyroidism rats presented lipid profile different from the control rats and that aerobic training in rats may have altered the lipid profile of animals with experimental hyperthyroidism compared with the sedentary and control groups.*

**Keywords:** physical activity, chronic effects, thyroid hormone, metabolism, metabolic substrates.

## INTRODUÇÃO

O hipertireoidismo é caracterizado por um aumento na concentração do hormônio da tireoide, seja este causado por uma maior produção pelas glândulas ou pelo consumo excessivo do hormônio através de medicamentos<sup>1</sup>.

O excesso deste hormônio afeta profundamente o metabolismo, causando inúmeras alterações como gasto energético aumentado, excessiva mobilização e utilização de substratos metabólicos<sup>2,3</sup>. Além disso, o hipertireoidismo parece alterar de forma significativa o perfil lipídico do indivíduo doente, causando alterações nas concentrações de glicerol e ácidos graxos livres circulantes (AGL)<sup>2</sup>, além de modular a distribuição do colesterol de alta densidade (HDL)<sup>4</sup> que, associada a alterações nos níveis de colesterol de baixa densidade (LDL), resultam numa razão HDL/LDL favorável<sup>5</sup>.

Estudos mostram que em função do hipertireoidismo ocorrem alterações morfológicas como a atrofia muscular<sup>6</sup>, redução de massa muscular e tecido adiposo<sup>6</sup> que comprometem a realização de tarefas cotidianas e conseqüentemente a qualidade de vida do indivíduo<sup>6,7</sup>.

No sentido de atenuar e/ou reverter esses efeitos, tem-se recomendado a prática de atividade física regular, uma vez que esta apresenta como um dos seus principais benefícios a melhora do perfil lipídico a longo prazo<sup>8</sup>. Alguns estudos têm demonstrado que a realização de exercício físico agudo tem apresentado efeitos positivos sobre alguns parâmetros fisiológicos, como concentrações de lipídios sanguíneos, lipoproteínas, colesterol, pressão arterial, metabolismo da glicose, sistema imunológico e muitas outras variáveis<sup>8,9,10</sup>.

Observando os substratos energéticos utilizados durante o exercício, sugere-se que o tipo de exercício que mais atua no metabolismo lipídico é o aeróbio<sup>11,12</sup>.

Contudo, ainda existem poucos estudos sobre a relação do exercício físico com o perfil lipídico em hipertireoidicos, enfatizando assim a importância de trabalhos que verifiquem os efeitos agudos e crônicos do exercício físico nas principais alterações metabólicas decorrentes do hipertireoidismo.

Modelos animais utilizando condições controladas podem contribuir do ponto de vista da investigação científica, permitindo uma análise mais ampla sob diversos aspectos, uma vez que estudos envolvendo variáveis endócrinas e bioquímicas em seres humanos apresentam limitações devido aos fatores interferentes e ao caráter invasivo de diversas análises. Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito de quatro semanas de treinamento aeróbio sobre o perfil lipídico de ratos com hipertireoidismo experimental.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Foram utilizados 45 ratos jovens da linhagem Wistar, provenientes do Biotério Central da UNESP – Campus de Botucatu, e mantidos no Biotério do Laboratório de Biodinâmica do Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Rio Claro. Os animais foram alojados em gaiolas de polietileno (quatro ratos por gaiola), mantidos à temperatura ambiente controlada de  $23^{\circ}\text{C} \pm 1$ , foto período de 12 horas de claro/12 horas de escuro e alimentados com ração balanceada padrão Purina<sup>®</sup> para roedores e água *ad libitum*. O experimento foi realizado de acordo com a legislação brasileira corrente e as normas do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal-COBEA.

### Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos: Controle Sedentário (CS) – ratos que foram administrados com salina

durante o período experimental e não realizaram exercício físico ( $n = 12$ ); Controle Treinado (CT) – ratos que foram administrados com salina e realizaram treinamento físico aeróbio ( $n = 11$ ); Hipertireoidismo Sedentário (HS) – ratos induzidos ao hipertireoidismo que não realizaram exercício físico ( $n = 12$ ); e Hipertireoidismo Treinado (HT) – ratos induzidos ao hipertireoidismo que realizaram o treinamento físico aeróbio ( $n = 10$ ).

Para indução ao hipertireoidismo experimental foram administradas doses diárias de levotiroxina sódica (T4) via intraperitoneal, em meio salino ( $25\mu\text{g}/100\text{g}$  de peso corporal), durante o período de 10 dias antecedentes ao teste de lactato mínimo e durante todo o período experimental<sup>13</sup>.

### Protocolo de treinamento

Inicialmente foi realizada uma adaptação ao meio líquido. Nos dois primeiros dias de adaptação, os animais permaneceram em água rasa durante 10 minutos no primeiro dia e 20 minutos no segundo dia. No terceiro dia, os animais foram mantidos durante 10 minutos em água profunda e no quarto dia durante 10 minutos em água profunda portando uma mochila com velcro acoplada ao tórax. Por fim, no quinto dia, os animais foram mantidos em água profunda por 10 minutos com mochila contendo pesos de chumbo equivalentes a 5% do seu peso corporal.

Após um dia de descanso, todos os animais passaram pelo teste de lactato mínimo para a determinação da carga de treinamento, a qual constituía na indução de hiperlactacidemia através de dois esforços com carga de 13% do peso corporal, separados por 30 segundos de repouso passivo. O primeiro esforço teve duração de 30 segundos, enquanto que o segundo foi realizado até a exaustão (TLim). Após o protocolo de indução, foi determinada a concentração pico de lactato com coletas de amostras sanguíneas nos minutos sete e nove durante o repouso passivo. Imediatamente após essas coletas da fase de indução, foi iniciado o teste incremental com um total de oito estágios com duração de cinco minutos cada (3%, 3,5%, 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% e 7% do peso corporal). Os estágios foram separados por 30 segundos para coletas de amostras sanguíneas (25ml) e determinação da lactacidemia. Os valores de lactacidemia obtidos no teste incremental foram plotados e através de ajuste de curva polinomial de segunda ordem foram obtidos os valores de carga e lactacidemia<sup>14</sup>.

Os animais pertencentes ao grupo treinado iniciaram o treinamento físico 48 horas após o teste de lactato mínimo, na qual sua carga de treinamento correspondia a 80% da carga obtida no teste de lactato mínimo, sendo cada carga ajustada de forma individualizada. As sessões de treinamento eram realizadas em recipiente de 100cm de comprimento, 70cm de largura e 60cm de altura com a temperatura da água mantida em  $31 \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante a realização do exercício, durante uma hora por dia, cinco dias por semana por um período total de quatro semanas.

### Avaliações prévias e pós-sacrifício dos animais

Durante todo período experimental, o peso corporal foi registrado semanalmente e posteriormente analisado através do método de trapezoidal de área sob a curva<sup>15</sup>.

Ao final do período experimental todos os ratos foram anestesiados em câmara de  $\text{CO}_2$  até sua sedação, sendo o sangue coletado através de punção cardíaca através de agulhas e seringas descartáveis. O sangue foi centrifugado a 3.000rpm por 15 minutos e através das amostras de soro sobrenadante foram realizadas as análises de colesterol total, triglicerídeos, HDL-colesterol e LDL-colesterol pelo método enzimático colorimétrico através de kits comerciais (Laborlab<sup>®</sup>), e o hormônio T3 através de método ELISA (Bioclin<sup>®</sup>).

O tecido adiposo das regiões mesentérica, retroperitoneal e subcutânea posterior foi removido para pesagem. A excisão dos diferentes depósitos de gordura foi realizada de acordo com a descrição de Cinti<sup>16</sup>.

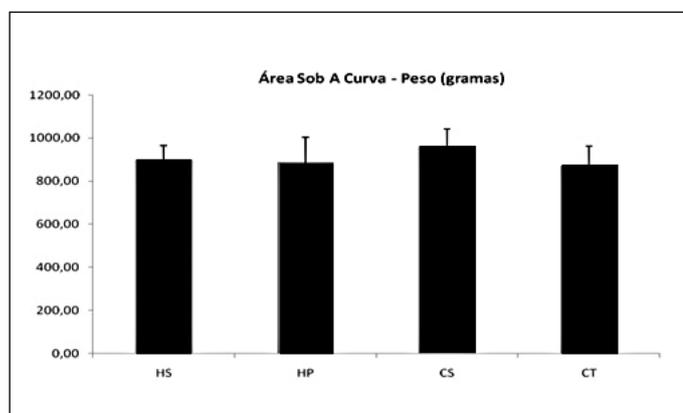
Amostras do coração, do fígado e do músculo gastrocnêmio e do tecido adiposo das regiões mesentérica, retroperitoneal e subcutânea foram retiradas para a determinação das concentrações de triglicérides. As amostras foram colocadas em tubos contendo 0,5ml de TritonX-100 a 0,1%. Em seguida, foram homogeneizadas em Polytron® por 20 segundos em velocidade máxima e, após este procedimento, as amostras foram centrifugadas a 4.000rpm por um período de 10 minutos. O sobrenadante foi extraído para a determinação dos triglicérides pelo método da espectrofotometria através de *kit* comercial<sup>17</sup>.

### Análise de dados

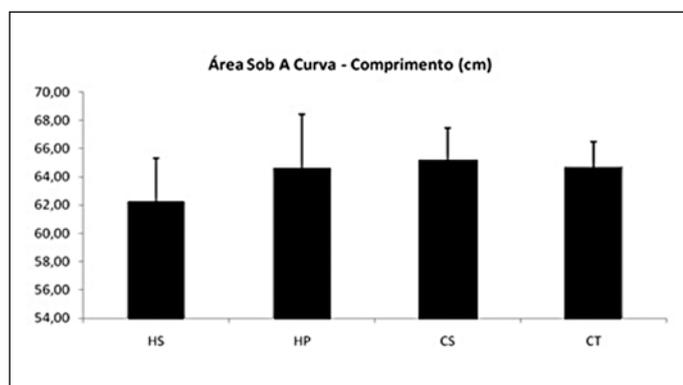
Primeiramente, foi realizada análise descritiva dos dados, apresentados na forma de média e desvio padrão. Não tendo o teste de Shapiro-Wilk rejeitado a hipótese de normalidade da distribuição dos dados, foi aplicada a estatística de análise de variância (ANOVA *two-way*), seguida de teste *post hoc* LSD de Fischer. Foi adotado um nível de significância preestabelecido de 5%.

## RESULTADOS

As figuras 1 e 2 apresentam os dados da área sob a curva do peso corporal e do comprimento nasoanal, respectivamente. A análise estatística não apontou diferenças entre os grupos, tanto para o peso quanto para o comprimento, demonstrando homogeneidade entre estes.

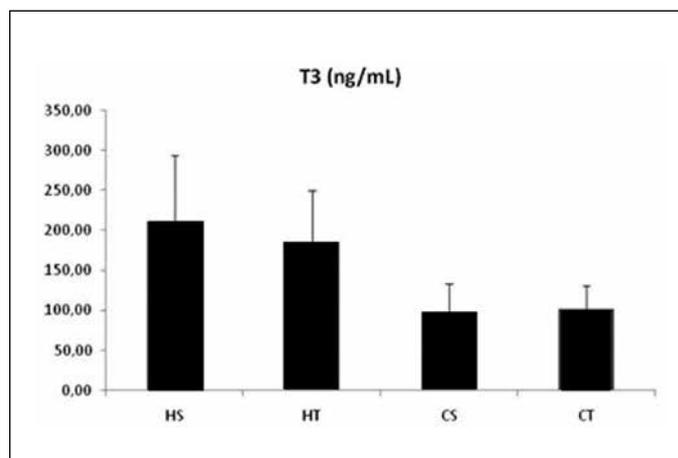


**Figura 1.** Área sob a curva da evolução do peso corporal dos grupos durante as quatro semanas de experimento (gramas). Resultados expressos em média  $\pm$  desvio padrão. HS = hipertireoidismo sedentário; HT = hipertireoidismo treinado; CS = controle sedentário; CT = controle treinado.



**Figura 2.** Área sob a curva da evolução do comprimento nasoanal dos grupos durante as quatro semanas de experimento (gramas). Resultados expressos em média  $\pm$  desvio padrão. HS = hipertireoidismo sedentário; HT = hipertireoidismo treinado; CS = controle sedentário; CT = controle treinado.

Da mesma forma, não houve diferença na média da ingestão alimentar (controle:  $\pm$ ; hipertireoidismo: g/100g de peso corporal) e hídrica (controle:  $\pm$ ; hipertireoidismo:  $\pm$  g/100g de peso corporal) durante o experimento. Para os níveis de tri-iodotironina (T3) foi encontrada diferença estatística significativa com valores superiores para os grupos HS ( $p = 0,015$ ) e HT ( $p = 0,008$ ) quando comparados ao CS (figura 3).



**Figura 3.** Área sob a curva dos níveis de triiodotironina (T3) dos grupos durante as quatro semanas de experimento (gramas). Resultados expressos em média  $\pm$  desvio padrão. HS = hipertireoidismo sedentário; HT = hipertireoidismo treinado; CS = controle sedentário; CT = controle treinado.

A tabela 1 apresenta os valores referentes ao perfil lipídico, como colesterol total, HDL, LDL, AGL e triglicérides. Foi encontrada diferença estatística significativa com menores valores de AGL no grupo HS quando comparado ao CS.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão (mg/dl) do colesterol total, colesterol de baixa densidade (LDL), colesterol de alta densidade (HDL) e triglicérides totais dos grupos: controle sedentário (CS), controle treinado (CT), hipertireoidismo sedentário (HS) e hipertireoidismo treinado (HT).

	HS	HT	CS	CT
Colesterol	112,58 $\pm$ 14,15	104,16 $\pm$ 14,43	101,47 $\pm$ 18,20	112,11 $\pm$ 14,21
LDL	91,54 $\pm$ 18,83	88,72 $\pm$ 13,22	88,62 $\pm$ 13,39	90,56 $\pm$ 15,90
HDL	67,67 $\pm$ 9,81	65,59 $\pm$ 8,82	58,81 $\pm$ 8,68	62,76 $\pm$ 8,34
Triglicérides	157,16 $\pm$ 38,60	170,49 $\pm$ 50,25	170,42 $\pm$ 50,30	192,29 $\pm$ 54,55

\*Diferença significativa na comparação com CS.

Para os níveis de triglicérides das regiões apresentadas na tabela 2, foi observada diferença significativa da variável TG coração na qual o grupo HT apresentou maiores níveis quando comparados ao CS ( $p = 0,013$ ), CT ( $p = 0,016$ ) e HS ( $p = 0,032$ ). Também foi encontrada diferença estatística na região do gastrocnêmio com maiores valores para o grupo HS quando comparado com os grupos CS ( $p = 0,009$ ) e CT ( $p = 0,002$ ). Os níveis de triglicérides do mesentério foram significativamente maiores para o grupo HS, quando comparado com os grupos CS ( $p = 0,035$ ) e CT ( $p = 0,016$ ). Foi encontrada também diferença estatística na comparação em que o HS apresentou maiores níveis de triglicérides na região retroperitoneal do que o CS ( $p = 0,024$ ) e o CT ( $p = 0,046$ ), e maiores valores para o grupo HT comparado ao CS ( $p = 0,017$ ) e ao CT ( $p = 0,035$ ) na mesma região.

**Tabela 2.** Níveis de triglicerídeos (mg/dl) de regiões específicas, expressos em média e desvio padrão dos grupos.

	HS	HT	CS	CT
TG fígado	10,00 ± 1,83	10,04 ± 1,10	10,39 ± 1,24	10,37 ± 1,19
TG coração	2,38 ± 0,26	2,79 ± 0,74 <sup>abc</sup>	2,33 ± 0,39	2,28 ± 0,24
TG gastrocnêmio	2,75 ± 0,66 <sup>bc</sup>	2,04 ± 0,61	1,91 ± 0,56	1,88 ± 0,31
TG mesentérica	29,2 ± 06,0 <sup>bc</sup>	28,1 ± 4,5	22,8 ± 6,2	22,1 ± 4,4
TG retroperitoneal	22,5 ± 3,2 <sup>bc</sup>	22,9 ± 4,8 <sup>bc</sup>	18,7 ± 4,9	19,2 ± 1,2
TG subcutânea	23,0 ± 3,9	20,4 ± 2,5	20,1 ± 4,6	19,7 ± 4,2

CS = controle sedentário, CT = controle treinado, HS = hipertireoidismo sedentário, HT = hipertireoidismo treinado. TG: triglicerídeos; <sup>a</sup>Diferença significativa na comparação com HS; <sup>b</sup>Diferença significativa na comparação com CS; <sup>c</sup>Diferença significativa na comparação com CT.

Quanto ao peso do tecido adiposo coletado neste estudo, os resultados são apresentados na tabela 3. Apenas o tecido retirado da região retroperitoneal apresentou diferenças significativas, na qual o grupo com hipertireoidismo que praticou atividade física apresentou menor peso do tecido adiposo quando comparado ao grupo CS ( $p = 0,045$ ) e HS ( $p = 0,024$ ).

**Tabela 3.** Peso do tecido adiposo (mg/100mg) das regiões mesentérica, retroperitoneal e subcutânea expresso em média e desvio padrão dos grupos.

	HS	HT	CS	CT
Mesentérica	0,51 ± 0,16	0,44 ± 0,15	0,46 ± 0,12	0,48 ± 0,12
Retroperitoneal	0,51 ± 0,11	0,35 ± 0,14 <sup>ab</sup>	0,50 ± 0,13	0,45 ± 0,13
Subcutânea	0,25 ± 0,07	0,26 ± 0,05	0,29 ± 0,08	0,28 ± 0,08

CS = controle sedentário, CT = controle treinado, HS = hipertireoidismo sedentário, HT = hipertireoidismo treinado. <sup>a</sup>Diferença significativa na comparação com HS; <sup>b</sup>Diferença significativa na comparação com CS.

## DISCUSSÃO

O hipertireoidismo é causado por aumento na concentração do hormônio tireoidiano causado pela maior produção ou administração exógena do hormônio.

Os resultados do presente estudo confirmaram a efetiva indução dos ratos ao quadro de hipertireoidismo uma vez que se encontrou diferença estatisticamente significativa do hormônio T3 nos grupos tratados quando comparados aos controles.

Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas em nenhuma comparação com CT, apesar do valor médio do hormônio ter sido superior para este grupo comparado ao CS. São raros ou inexistentes os estudos que procuraram avaliar o efeito crônico do exercício físico sobre os níveis de T3 de indivíduos com hipertireoidismo; porém, é consenso na literatura que ocorrem alterações nos níveis de tri-iodotironina durante e após o exercício aeróbico em indivíduos saudáveis<sup>18,19</sup>. No entanto, os resultados parecem controversos no que diz respeito à direção dessas alterações, e estas podem estar relacionadas às variáveis do exercício implementado<sup>18,19</sup>. Contudo, não podemos afirmar que o treinamento aeróbico empregado no presente estudo foi capaz de alterar de maneira significativa os níveis de T3 circulantes para os grupos controle e hipertireoidismo. O tratamento ou o treinamento

físico, no entanto, não mostram interferência sobre peso corporal e comprimento de ratos durante o período experimental.

Com relação aos pesos dos tecidos adiposos retirados das regiões mesentérica, retroperitoneal e subcutânea, os resultados do presente estudo demonstraram que a maior parte dos valores médios foram semelhantes entre os grupos, exceto para os hipertireoides treinados que apresentam diferença significativa na comparação com os hipertireoides e controles sedentários para a região retroperitoneal. Dessa forma, o exercício aeróbico, empregado em ratos com hipertireoidismo, levou a uma redução significativa do tecido adiposo da região retroperitoneal. Os estudos encontrados na literatura não procuraram avaliar alterações do tecido adiposo em indivíduos treinados e com hipertireoidismo, mas o efeito de um ou de outro separadamente. Para o exercício físico, estudos observaram diminuição da lipogênese na região retroperitoneal, sugerindo que este pode prevenir o acúmulo de gordura visceral em indivíduos saudáveis<sup>20,21</sup>. Para indivíduos com hipertireoidismo, sem avaliação da prática de exercício físico, Neves *et al.*<sup>5</sup>, em revisão da literatura, e Haluzik *et al.*<sup>22</sup> encontraram aumento da lipólise também no tecido adiposo subcutâneo. Além disso, o hipertireoidismo também parece estar relacionado a uma diminuição do tecido adiposo mensurado através das dobras cutâneas<sup>6</sup>. Dessa forma, exercício físico e hipertireoidismo, separadamente, parecem causar alterações fisiológicas capazes de reduzir a gordura visceral e subcutânea, que só foram observadas em nosso estudo quando associadas estas duas variáveis.

Os hormônios da tireoide estimulam a síntese de colesterol<sup>23</sup>, aumentando consequentemente seus níveis em indivíduos com hipertireoidismo. Em nosso estudo, não encontramos diferenças significativas com relação ao colesterol. Porém, quanto ao treinamento físico, esperava-se que, de forma crônica, promovesse uma diminuição nos níveis de colesterol total<sup>24</sup>. Uma vez que tanto a intensidade quanto a duração do treinamento constituem fatores importantes para o melhoramento do perfil lipídico, possivelmente o treinamento realizado neste estudo não tenha sido suficiente para promover a diminuição dos níveis médios do colesterol total<sup>25</sup>.

Para o colesterol LDL, esperava-se que o treinamento físico proporcionasse uma diminuição na sua concentração<sup>24</sup>; porém, nosso estudo não encontrou mudanças significativas para os ratos saudáveis e com hipertireoidismo. Nossos resultados corroboram uma meta-análise realizada por Leon e Sanches<sup>26</sup>, na qual os autores concluíram que a redução nas concentrações do colesterol LDL, colesterol total e triglicerídeos é menos frequente em comparação ao aumento das concentrações de HDL, em estudos com período igual ou superior a 12 semanas de intervenção. Possivelmente, em treinamentos com menor duração, essa diferença apareça com menor frequência.

Por outro lado, para o colesterol HDL, estudos têm relatado que o treinamento físico regular promove um aumento em sua concentração plasmática<sup>10,24,27</sup>. Em nosso estudo, ao observar os valores de ratos controles, pode-se verificar uma tendência ao aumento do HDL plasmático para todas as formas de intervenção. Contudo, nenhuma diferença significativa foi encontrada.

Apesar de não significativo, vale observar que, ao aplicar um treinamento aeróbico em ratos hipertireoides, nota-se que seus valores chegam muito próximos aos de ratos sedentários não tireoides.

Quando comparamos os níveis de triglicerídeos retirados de áreas corporais específicas, apenas encontramos diferenças significativas nas regiões do coração e tecido adiposo retroperitoneal.

O grupo hipertireoide que praticou atividade física obteve níveis de triglicerídeos superiores na região do coração quando comparados com os outros grupos. Este achado vai de encontro com a literatu-

ra, visto que indivíduos com hipertireoidismo sedentários possuem metabolismo acelerado com maior demanda cardiovascular e, conseqüentemente, menores concentrações de gordura nesta região<sup>2,28</sup>.

O grupo com hipertireoidismo sedentário obteve nível de triglicérides significativamente superior nas regiões mesentérica, do gastrocnêmio e retroperitoneal quando comparado com os grupos controle sedentário e treinado. O grupo com hipertireoidismo treinado mostrou valores superiores também quando comparados com os grupos

controle, porém não foi significativo. Possivelmente, a atividade física reduziu os valores de triglicérides neste grupo, mas não de forma eficiente para gerar tantas modificações metabólicas.

A partir do exposto, pode-se concluir que os ratos hipertireoidicos apresentaram perfil lipídico diferente dos ratos controle, e o treinamento aeróbio em ratos Wistar pode ter alterado o perfil lipídico dos animais com hipertireoidismo experimental quando comparados com o grupo sedentário e grupos controle.

## REFERÊNCIAS

1. Instituto da Tireóide – [http://www.indatir.org.br/a\\_tiroide\\_hiper.htm](http://www.indatir.org.br/a_tiroide_hiper.htm) – acesso em 26 de junho de 2010.
2. Moller N, Nielsen S, Nyholm B, Porsken N, Alberti KG, Weeke J. Glucose turnover, fuel oxidation and forearm substrate exchange in patients with thyrotoxicosis before and after medical treatment. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1996;44:453-9.
3. Morrison WL, Gibson JN, Jung RT, Renniemi MG. Skeletal muscle and whole body protein turnover in thyroid disease. *Eur J Clin Invest* 1998;18:68.
4. Papi G, Uberti E, Betterle C, Carani C, Pearce EN, Braverman LE, Roti, E. Subclinical hypothyroidism. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2007;6:344-55.
5. Neves C, Alves M, Medina JL, Delgado JL. Doenças da Tireóide, Dislipidemia e Patologia Cardiovascular. *Rev Port Cardiol* 2008;27:1211-36.
6. Santos KB, Paula KC, Barreto NDM, Filho RAC, Figueiredo WC, Nóbrega ACL. Função muscular esquelética e composição corporal de pacientes com hipertireoidismo submetidos ao treinamento contra resistência. *Rev Bras Med Esporte* 2002;17:18-23.
7. Weetman AP. Graves' Disease. *N Engl J Med* 2000;343:1236-48.
8. Thomas TR, La Fontaine T. Exercise and lipoproteins In: ACSM resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 3<sup>rd</sup> ed. USA: Williams & Wilkins, 1998;294-301.
9. Afonso M, Souza CN, Zagatto AM, Luciano E. Respostas metabólicas agudas ao exercício físico moderado em ratos Wistar. *Motriz* 2003;9:87-92.
10. Thompson PD, Crouse SF, Goodpaster B, Kelley D, Moyna N, Pescatello L. The acute versus chronic response to exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:438-45.
11. Blair SN, Horton EH, Fortanez N, Hollerian S, Matheus K, Roheim PS, et al. Physical activity, nutrition, and chronic disease. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:335-9.
12. Rique ABR, Soares EA, Meirelles CM. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. *Rev Bras Med Esporte* 2002;8:244-54.
13. Hu LW, Benvenuti LA, Liberti EA, Carneiro-Ramos MS, Barreto-Chaves ML. Thyroxine-induced cardiac hypertrophy: influence of adrenergic nervous system versus renin-angiotensin system on myocyte remodeling. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2003;285:1473-80.
14. Araujo GG, Papoti M, Machado FB, Mello MAR, Gobatto CA. Protocols for hyperlactatemia induction in the lactate minimum test adapted to swimming rats. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 2007;148:888-92.
15. Mathews JNS, Altman DG, Campbell MJ, Royston P. Analysis of serial measurements in medical research. *Br Med J* 1990;27:230-5.
16. Cinti S. The adipose organ. *Prostaglandins, Leukot Essentl Fatty Acids* 2005;73:9-15.
17. Belmonte MA, Aoki, MS, Tavares FL, Seelaender MCL. Rat myocellular and perimysial intramuscular triacylglycerol: a histological approach. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:60-7.
18. Fortunato RS, Ignacio DL, Padron AS, Peçanha R, Marassi MP, Rosenthal D, et al. Acute exercise and thyroid function. *J Endocrinol* 2008;198:347-53.
19. Ciloglu F, Peker I, Pehlivan A, Karacabey K, Ilhan N, Saygin O, et al. Exercise intensity and its effects on thyroid hormones. *Neuroendocrinol Lett* 2005;26:830-4.
20. Riechman SE, Schoen RE, Weissfeld J L, Thaete FL, Kriska AM. Adipose Tissue in Older Women and Men. *Obes Res* 2002;10:1065-73.
21. Silva JLT, Guedes DP, Barbosa DS, Oliveira JÁ, Guedes JERP. Obesidade centrípeta e disfunções metabólicas: patogenia, mensuração e papel profilático do exercício físico. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 2002;23:49-66.
22. Haluzik M, Nedvidkova J, Bartak V, Dostalova I, Vlcek P, Racek P, et al. Microdialysis Concentrations in Human Subcutaneous Abdominal Adipose Tissue Assessed with Effects of Hypo- and Hyperthyroidism on Noradrenergic Activity and Glycerol. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:5605-8.
23. Friis T, Pedersen LR. Serum lipids in hyper- and hypothyroidism before and after treatment. *Clin Chim Acta* 1987;162:155-63.
24. Silva CA, Lima WC. Efeito Benéfico do Exercício Físico no Controle Metabólico do Diabetes Mellitus Tipo 2 à Curto Prazo. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2002;46:550-6.
25. Sunami Y, Motoyama M, Kinoshita F, Mizooka Y, Matsunaga A, Sasaki J, et al. Effects of low-intensity aerobic training on the high-density lipoprotein cholesterol concentration in healthy elderly subjects. *Metabolism* 1999;48:984-8.
26. Leon AS, Sanches OA. Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:502-15.
27. Bemben DA, Bemben MG. Effects of resistance exercise and body mass index on lipoprotein lipid patterns of postmenopausal women. *J Strength Cond Res* 2000;14:80-5.
28. Gonçalves A, Resende ES, Fernandes, MLMP, Costa AB. Effect of thyroid hormones on cardiovascular and muscle systems and on exercise tolerance: a brief review. *Arq Bras Cardiol* 2006;87:42-4.