

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL COM ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO ASSOCIADO AO TREINAMENTO FÍSICO SOBRE A GORDURA CORPORAL DE RATOS

EFFECT OF ORAL SUPPLEMENTATION WITH CONJUGATED LINOLEIC ACID ASSOCIATED WITH EXERCISE ON BODY FAT OF RATS

Carolina Amâncio Louly Sasaki^{*}
Jônatas de Oliveira Santos^{**}
Júlia Aparecida Devidé Nogueira^{***}
Keila Elizabeth Fontana^{***}
Ricardo Jacó Oliveira^{***}

RESUMO

Este estudo analisou o efeito da suplementação com ácido linoleico conjugado (CLA) associado ao exercício na redução da gordura corporal. Foram monitorados 24 ratos Wistar suplementados por 62 dias. Os grupos CLA (utilizou ácido linoleico conjugado) e CLAEX (utilizou-se ácido linoleico conjugado e exercício); o grupo controle (PLA) recebeu óleo de milho nas concentrações de 1% sobre o consumo diário de dieta. Alimentação e água foram fornecidas *ad libitum* e as sobras foram pesadas para a quantificação do consumo alimentar. O grupo CLAEX foi submetido a um exercício de natação de 30 min realizado três vezes por semana. Após 62 dias, os ratos foram sacrificados e os pesos secos das gorduras da carcaça, fígado, baço e rins foram verificados. Os ratos suplementados (CLA e CLAEX) reduziram a gordura corporal se comparados ao PLA. Ainda, o exercício potencializou a redução da gordura corporal.

Palavras-chave: Gordura corporal. Gordura visceral. Exercício de natação.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a prevalência de sobrepeso e a obesidade têm aumentado de forma preocupante em todo o mundo, tanto em países desenvolvidos como nos em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (WANG; MONTEIRO; POPKIN, 2002). De forma simplificada, o sobrepeso pode ser definido como o excesso de massa corporal em comparação com tabelas ou padrões de normalidade. Por outro lado, a obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal em consequência de um balanço energético positivo, e que acarreta repercussões à saúde com perda importante na qualidade e quantidade de vida (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000).

Neste contexto, vários estudos foram desenvolvidos nos últimos anos e demonstraram

que a suplementação de ácido linoleico conjugado (CLA) reduz a gordura corporal (BLANKSON et al., 2000; RISÉRUS et al., 2004; SMEDMAN; VESSBY, 2001).

O CLA é produzido de forma natural por meio de hidrogenação e isomerização bacteriana no intestino de animais ruminantes ou, ainda, pode ser sintetizada quimicamente por isomerização alcalina do ácido linoleico. Desta forma, o CLA pode ser encontrado na gordura do leite e de seus derivados e na carne vermelha de animais ruminantes. O isômero encontrado na maior proporção nestes alimentos, aproximadamente 70%, é o c9, t11-CLA. Por outro lado, o CLA produzido sinteticamente, aqueles que são comercializados nas lojas de suplementos, a forma mais comum utilizada pelos fabricantes é uma mistura de isômeros de CLA, nesta mistura contém 40% de c9, t11-CLA, 40% de t10, c12-CLA e 20% de outros isômeros (McLEOD et al., 2004).

* Mestre. Professora do Centro Universitário Euro-Americano, Brasília-DF, Brasil.

** Graduado em Educação Física pela Universidade de Brasília, Brasília-DF, Brasil.

*** Doutor. Professor da Universidade de Brasília, Brasília-DF, Brasil.

Alguns estudos demonstraram que a utilização do CLA promove efeitos benéficos sobre a composição corporal, a ação anticarcinogênica, a ação antiaterogênica, a função imune e a ação antidiabetogênica (AKAHOSHI et al., 2005; BELURY, 2002; HOUSE et al., 2005; WILLIAMS, 2000). Dessa forma, o CLA tem sido anunciado como promotor da redução de gordura corporal, apresentando efeitos benéficos à saúde, e, ainda, tem se tornado popular por não apresentar efeitos colaterais entre indivíduos com dificuldades em controlar ou diminuir a gordura corporal.

No entanto, estudos realizados a partir da suplementação com CLA associada à prática de exercícios físicos ainda são escassos e inconclusivos, seja em modelos animais ou em seres humanos. Por outro lado, alguns estudos com seres humanos apontam a possível redução da gordura corporal sem alteração significativa na massa corporal (RISÉRUS et al., 2004; THOM; WADSREIN; GUDMUNSEN, 2001). Nesse sentido, o presente estudo teve o propósito de verificar os efeitos da suplementação oral com CLA, associada ou não ao exercício físico, sobre a composição corporal de ratos Wistar.

MÉTODOS

Este estudo caracterizou-se como experimental duplo cego e com grupo controle. Este estudo foi aprovado e desenvolvido em conformidade com as normas do Comitê de Ética para uso animal da instituição, aprovado pelo protocolo (024/2007). Foram utilizados 24 ratos machos e saudáveis da linhagem *Wistar*, com 87 dias de idade, provenientes da empresa Bioagri – Laboratórios LTDA, Brasília, DF. Os ratos permaneceram alojados em gaiolas de crescimento individuais, onde a temperatura foi mantida a 22°C e a umidade do ar entre 60% e 70%, em ciclo de foto período (12h escuro, 12h claro, iniciando às 7h).

Os ratos consumiram água e alimento *ad libitum* (Labina da PURINA®). O acompanhamento do consumo alimentar ocorreu diariamente; toda oferta do dia e a sobra do dia seguinte foram pesadas e anotadas em ficha específica. O acompanhamento do ganho de peso corporal ocorreu por meio de pesagem a cada dois dias e com registro em fichas

específicas. Após sete dias de ambientalização os ratos foram divididos aleatoriamente em três grupos (1 placebo e 2 experimentais) e foram suplementados por 62 dias, sem interrupção.

O grupo placebo (PLA) recebeu óleo de milho a 1% do consumo diário da dieta, sem alteração nos percentuais de ingestão de lipídios. Os dois grupos experimentais receberam CLA (AdvantEdge® CLA; EAS) a 1% do consumo diário da dieta, entretanto, um grupo realizou treinamento físico (CLAEX) e o outro manteve-se sedentário (CLA). Cada rato recebeu, diariamente, sempre no mesmo horário, um pelete de ração com óleo de milho ou com CLA; quando observado que o rato havia consumido o pelete ofertado foi oferecido o restante da ração que deveria ser consumida nas próximas 24h para análise quantitativa do consumo alimentar de cada rato.

Antes do início do período de treinamento físico, os ratos do grupo CLAEX foram submetidos a um período de adaptação ao meio líquido (1h de natação por dia durante sete dias, sem sobrecarga) com o propósito de reduzir o estresse dos animais frente ao exercício físico realizado na água. A temperatura da água foi mantida entre 30 e 32°C por ser considerada termicamente neutra em relação à temperatura corporal do rato. O programa de treinamento físico consistiu na realização de 30 min de natação em um tanque individual três vezes por semana, suportando sobrecarga equivalente a 5% do peso corporal individual. A carga, que consistia de pequenos chumbos, era envolvida em uma tira de Velcro® e presa ao tórax logo abaixo das patas dianteira dos ratos (PRADA et al., 2004).

Após as oito semanas e seis dias, os ratos foram sacrificados por asfixia com dióxido de carbono (CO₂). O tempo de morte dos ratos foi aproximadamente 30 segundos. Em seguida, os animais foram levados ao laboratório de cirurgia para a retirada de fígado, baço e rim por meio de uma incisão no abdome; a carcaça foi liofilizada, liofilizador de bancada LyoQuest Plus 85, e extraída. Os órgãos e a carcaça foram armazenados em sacos autoclavados e, em seguida, congelados a -18°C. O procedimento foi executado em escala tecnicamente viável e a quantidade de solvente, uma solução 2:1 de clorofórmio e Metanol, a adicionado foi o suficiente para a purificação no extrator e separação da gordura da amostra analisada. A extração foi realizada durante à noite

(overnight), iniciando-se às 17h e terminando-se às 9h do dia seguinte. O funil de papel-filtro foi colocado em um bquer de 25 mL, os quais foram pesados e tarados em balança semianalítica 0,001g BL 200S. Feito isso, cada órgão foi colocado dentro do papel filtro que se encontrava dentro do bquer para medir seu peso inicial (em g); em seguida, o extrator foi levado à capela com exaustor para diluição de gases e vapores iniciando a extração da gordura.

Ao serem retirados dos extratores, os órgãos foram colocados em uma estufa a 70°C, onde permaneceram até a evaporação de todo o líquido ainda contido no balão de fundo chato. Após 2h dentro da estufa, os balões foram retirados e colocados no dissecador por mais 20 min e, em seguida, pesados; esse procedimento foi repetido até que o peso do balão se mantivesse constante. As carcaças permaneceram durante 72h no liofilizador e, em seguida, foram pesadas para verificar a perda de água. Após a liofilização, a carcaça foi moída (moinho Tecnal – 631) e pesada novamente. A massa estabilizada do órgão foi anotada na tabela de extração de gordura dos órgãos e a quantidade de gordura e o seu percentual extraído de cada órgão foram calculados pelo método de Soxhlet, conforme Jen, Greenwood e Brasel (1981).

O teste de Kolmogorov-Smirnov demonstrou que os dados de nosso trabalho não apresentaram distribuição normal; neste sentido, a comparação dos dados foi realizada pelo Teste U de Mann-Whitney. Para os dados relativos ao peso corporal, percentual de gordura e ingestão alimentar, foi adotado o nível de significância de $p \leq 0,01$ e para a quantidade de gordura dos órgãos o nível foi de $p \leq 0,05$. A análise dos dados foi realizada utilizando o pacote estatístico SPSS for Windows, versão 10.

RESULTADOS

No que se refere à ingestão alimentar dos ratos (Tabela 1) apesar de ter aumentado de 21 ± 4 g (1º dia) para 23 ± 5 g de ração por dia (62º dia), não foi observada significância mesmo quando estratificada pelos grupos. Por outro lado, o peso corporal inicial ($401,4 \pm 22,7$ g) apresentou aumento significativo após 62 dias de experimento ($481,1 \pm 30,4$ g). E, quando os

ratos foram separados por grupos (PLA, CLA e CLAEX), o peso corporal apresentou diferenças significantes desde o início (1º dia) até o final do estudo (62º dia), mostrando que todos os grupos apresentaram aumento do peso corporal durante o período experimental (Tabela 2), confirmando que os animais tiveram um crescimento normal.

Tabela 1 - Consumo de ração (g/dia) dos animais no 1º dia, 31º dia e 62º dia do estudo dividido por grupo (n=24).

Grupos	1º Dia	31º Dia	62º Dia
PLA	23 ± 3	22 ± 4	22 ± 5
CLA	20 ± 3	21 ± 3	25 ± 4
CLAEX	21 ± 4	22 ± 2	22 ± 6

Tabela 2 - Massa corporal (g) dos ratos no 1º dia, 31º dia e 62º dia do estudo dividido por grupo.

Grupos	1º Dia	31º Dia	62º Dia
PLA	$407,3 \pm 22,5$	$456,5 \pm 24,4^*$	$476,5 \pm 20,3^\circ$
CLA	$397,3 \pm 19,4$	$452,0 \pm 27,1^*$	$484,6 \pm 37,4^\circ$
CLAEX	$399,8 \pm 27,2$	$445,3 \pm 22,1^*$	$482,3 \pm 34,4^\circ$

* $p \leq 0,01$ - 1º dia x 31º dia; # $p \leq 0,01$ - 1º dia x 62º dia; ° $p \leq 0,01$ - 31º dia x 62º dia.

Em relação ao percentual de gordura dos animais, foram observadas alterações significantes após 62 dias de experimento, em que os grupos CLA e CLAEX apresentaram menores valores se comparados ao grupo PLA; os valores do grupo CLAEX foram menores quando comparados aos do grupo CLA (Tabela 3). Esses resultados demonstram o efeito da suplementação de CLA associado ao exercício físico na redução da gordura corporal.

A quantidade de gordura extraída da carcaça dos ratos apresentou resultados similares aos do percentual de gordura dos grupos do presente estudo. Houve redução significativa na quantidade de gordura da carcaça nos grupos experimentais (CLA e CLAEX) quando comparados ao grupo PLA; o mesmo ocorreu em relação aos grupos experimentais (CLAEX < CLA). A quantidade de gordura extraída dos órgãos apresentou redução significativa tanto no fígado como no baço dos animais pertencentes aos grupos CLA e CLAEX se comparados ao grupo PLA (Tabela 4); no entanto, não houve diferença significativa entre os grupos experimentais (CLAEX = CLA). Em relação à

gordura extraída dos rins, não foram observadas diferenças significativas quando todos os grupos

do presente estudo foram comparados.

Tabela 3 - Percentual de gordura (% GORDURA) dos ratos por grupo após 62 dias.

	PLA	CLA	CLAEX
% GORDURA (%)	51,5 ± 0,03	42,3 ± 0,01*	34,1 ± 0,01°#

*p ≤ 0,001(PLA x CLA), ° (PLA x CLAEX), # (CLA x CLAEX).

Tabela 4 - Gordura extraída (g/100 g) da carcaça e dos órgãos por grupo após 62 dias.

	PLA	CLA	CLAEX
Carcaça ^a	3,33 ± 0,16	2,72 ± 0,08 *	2,18 ± 0,11 °#
Fígado ^b	0,42 ± 0,08	0,31 ± 0,07 *	0,29 ± 0,09 #
Baço ^b	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,00 *	0,03 ± 0,01 #
Rins ^b	0,17 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,14 ± 0,01

^a = resultado em peso seco, ^b resultado em peso úmido, p ≤ 0,001: * (PLA x CLA), ° (PLA x CLAEX), # (CLA x CLAEX).

Não houve nenhuma intercorrência durante os 62 dias de experimento e os ratos, em sua totalidade, finalizaram o estudo.

O registro de ingestão alimentar (Tabela 1) foi semelhante se comparados os três grupos, demonstrando que a suplementação com CLA ou com óleo de milho (placebo) não modificou o apetite e, ainda, não gerou influência sobre os resultados de perda de gordura corporal dos animais, mesmo para aqueles que fizeram exercício físico.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo são similares aos obtidos por DeLany e West (2000) e Park et al. (1997). Esses estudos demonstraram que a suplementação com CLA reduziu a gordura corporal tanto de ratos como de camundongos. A redução do percentual de gordura pela ação do CLA ocorre, possivelmente, por meio de mecanismos que elevam o gasto energético e diminuem a biossíntese de gordura (DeLANY; WEST, 2000). O estudo de Botelho et al. (2005) verificou ratos Wistar saudáveis e em fase de crescimento, redução da gordura corporal em 18% após 21 dias de suplementação com CLA (2 a 4% do consumo diário). Esses autores mencionam que a alteração da composição corporal usando suplementação com CLA pode estar relacionada à redução da proliferação e diferenciação de pré-adipócitos, elevação do gasto energético e alterações da atividade das enzimas CPT (carnitina palmitoil-transferase) e LPL (lipase lipoproteica), e da concentração de leptina. A leptina é uma proteína sintetizada e

secretada nos adipócitos e está envolvida na homeostase energética. A leptina age centralmente por promover a saciedade e diminuir a ingestão de alimentos, enquanto também age periféricamente reduzindo a gliconeogênese no fígado e aumentando a utilização de glicose pelo músculo esquelético (MANTZOROS, 2012).

Entretanto, os estudos supracitados, diferentemente do realizado por nós, não investigaram a suplementação com CLA associada ao treinamento físico. Nossos resultados mostraram que a ingestão dessa substância associada ao treinamento físico resultou em diminuição da gordura corporal dos ratos. Quando analisados os órgãos separadamente, a suplementação com CLA reduziu significativamente a gordura no fígado e baço, sem, no entanto, demonstrar diferença significativa entre os grupos CLA e o CLAEX, sugerindo assim, que o treinamento físico não potencializou a redução de gordura visceral abdominal. No entanto, quando verificada a gordura corporal, o treinamento físico foi essencial para potencializar a redução da composição corporal. Sabe-se que o exercício físico exerce grande influência na modificação da composição corporal (WILMORE; COSTILL, 2001), mas quando não está associado a uma alimentação balanceada torna-se menos eficaz (BOUCHARD, 2000).

Bhattacharya et al. (2005) combinaram a ingestão de CLA (Clarinol powder, Loders Crocklaan) a 0,4% da dieta com o treinamento físico de camundongos, no qual foi utilizado um protocolo em esteira rolante por 14 semanas, 40 min/dia, 5 dias/semana, com aumento gradual de velocidade nas duas primeiras semanas (160,

320 e 640 m/h) e 1000 m/h nas semanas seguintes. A dieta era rica em gordura. Esses autores observaram aumento da massa magra e redução da massa gorda no grupo treinado e suplementado com CLA.

Mizunoya et al. (2005) demonstraram, por meio de análise gasosa em camundongos, durante 42 min de corrida em esteira rolante (velocidade inicial de 6 m/min com aumento de 3 m/min a cada 2 min até alcançar 21 m/min, mantendo-se constante nessa velocidade por 30 min), que o grupo suplementado com CLA (0,5% da dieta), apresentou maior oxidação de gordura, assim como, menor oxidação de carboidratos em relação ao grupo controle. Ainda no estudo de Mizunoya et al. (2005), após nadar até a fadiga, as concentrações séricas de ácidos graxos livres, corpos cetônicos e triglicerídeos foram significativamente maiores no grupo alimentado com CLA do que no grupo sedentário também alimentado com o CLA. Outro dado importante foi que a atividade LPL no músculo esquelético foi significativamente mais elevada no grupo CLA após nadar até a fadiga do que no grupo de controle, a atividade LPL também tendeu a ser maior no grupo de ratos sedentários alimentados com CLA do que nos ratos do grupo controle sedentários, porém estes dados não foram mostrados no estudo.

O presente estudo demonstrou que a suplementação com CLA promoveu redução na gordura corporal dos animais, principalmente quando associada ao treinamento físico. Este fato pode estar relacionado ao aumento do gasto energético em resposta ao exercício, somado ao possível efeito da suplementação com CLA (aumento da lipólise, culminando em maior oxidação de ácidos graxos) (PARK et al., 1997; BROWN; McINTOSH, 2003).

A suplementação com CLA, baseado nos resultados do presente estudo e em outros previamente descritos, pode ser uma ferramenta nutricional para promover redução do percentual de gordura e melhora da composição corporal em pessoas com excesso de gordura corporal; tais ocorrências metabólicas contribuem sobremaneira para o controle da obesidade (PELLIZZON et al., 2002) e para a prevenção de doenças cardiovasculares e outras doenças correlatas, melhorando assim, a qualidade de vida.

Entretanto, não há como extrapolar diretamente estes resultados para os seres humanos. O CLA teve sua comercialização proibida no Brasil pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) através do Informe Técnico nº 23 de 2007, alegando que as atuais evidências científicas não comprovam a segurança e a eficácia do uso do CLA (ANVISA, 2007). Um estudo realizado por O'hagan e Menzel (2003) a fim de apoiar a segurança na utilização de um produto que na sua composição química havia uma combinação de isômeros de CLA, verificaram que a suplementação do produto por 90 dias em ratos fêmeas, em doses elevadas, produziu hipertrofia hepatocelular. Este foi um adaptativo em resposta à alimentação com altos níveis do produto. Identificaram também um aumento nos níveis de insulina nas ratas alimentadas com o produto contendo a mistura de isômeros de CLA.

Alguns estudos realizados com seres humanos demonstraram alterações significativas no IMC após a suplementação com CLA (RISERUS et al., 2002a, 2004), além de redução nos riscos cardiovasculares (RISERUS et al., 2002). Por outro lado, há também estudos que não apresentam modificação na composição corporal a exemplo de Basu et al. (2000) e Medina et al. (2003). No estudo de Medina et al. (2003) que investigou os efeitos da suplementação de CLA em mulheres por 64 dias produziu diminuição transitória dos níveis de leptina, mas não alterou o apetite, concluindo que a suplementação com o CLA não afetou os parâmetros avaliadores do apetite de maneira que promovesse alguma redução na quantidade de gordura corporal.

A capacidade do CLA, para modular a sensibilidade à insulina em seres humanas, não está bem clara. Os primeiros relatórios demonstraram que os isômeros de CLA mistos podem inverter os estados de resistência à insulina em roedores pela ativação de PPAR (HOUSEKNECH et al., 1998). Em contraste, os relatórios posteriores demonstraram que a mistura de isômeros, mais especificamente do trans-10 cis-12 induziu a resistência à insulina (WARGENT et al., 2005; RISERUS et al., 2002a).

Tais incongruências encontradas em relação aos resultados obtidos por diferentes autores

podem ser explicadas, em parte, pela utilização de dosagens distintas de CLA, mesmo porque não há consenso sobre a dose ideal e/ou mais efetiva a ser suplementada, e qual mistura de isômeros torna-se mais eficaz (ZAMBELL et al., 2000).

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, podemos afirmar que a suplementação com CLA associada tanto a uma dieta balanceada (isocalórica) como a um

programa de treinamento físico foi capaz de reduzir o percentual de gordura em ratos. Além disso, observamos que a suplementação foi eficiente também em reduzir a gordura visceral abdominal dos animais, independente da realização do treinamento físico. Estudos futuros de natureza longitudinal, tanto com modelos animais como com seres humanos, são requeridos no sentido de melhor esclarecer a influência da suplementação com CLA sobre a composição corporal dos mesmos.

EFFECT OF ORAL SUPPLEMENTATION WITH CONJUGATED LINOLEIC ACID ASSOCIATED WITH EXERCISE ON BODY FAT OF RATS

ABSTRACT

This study analyzed the effect of supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) associated with exercise on the reduction of body fat. Twenty-four Wistar rats supplemented during 62 days were used. Both groups (CLA and CLAEX) received CLA and the control (PLA) received corn oil, both at 1% of the daily diet. Food and water were provided ad libitum and the leftovers were weighed to quantify the food intake. The CLAEX group was subjected to swimming exercise for 30 minutes, three times a week. After 62 days, the rats were sacrificed and the fat of the carcass, liver, spleen and kidneys were measured. The supplemented rats (CLA and CLAEX) have reduced the body fat when compared to the PLA. The exercise enhanced the body fat reduction.

Keywords: Body fat. Visceral fat. Swimming exercise.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Esclarecimentos sobre as avaliações de segurança e eficácia do Ácido Linoleico Conjugado – CLA. *Informes Técnicos*, 2007. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/23_190407.htm>. Acesso em: 27 fev. 2012.

AKAHOSHI, A. et al. Combined effects of dietary protein type and fat level on the body fat-reducing activity of conjugated linoleic acid (CLA) in rats. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, Tokyo, v. 69, no. 12, p. 2409-2415, 2005.

BASU, S. et al. Conjugated linoleic acid induces lipid peroxidation in men with abdominal obesity. *Clinical Science* (1979), London, v. 99, no. 6, p. 511-516, 2000.

BELURY, M. A. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. *Annual Review of Nutrition*, Palo Alto, v. 22, p. 505-531, 2002.

BHATTACHARYA, A. et al. The combination of dietary conjugated linoleic acid and treadmill exercise lowers gain in body fat mass and enhances lean body mass in high fat-fed male Balb/C mice. *Journal of Nutrition*, Rockville, v. 135, no. 5, p. 1124-1130, 2005.

BLANKSON, H. et al. Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *Journal of Nutrition*, Rockville, v. 130, no. 12, p. 2943-8, 2000.

BOTELHO, A. P. et al. A suplementação com ácido linoleico conjugado reduziu a gordura corporal em ratos Wistar. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 18, n. 4, p. 561-565, 2005.

BOUCHARD, C. *Physical Activity and Obesity*. Champaign, IL: Ed Human Kinetics, 2000.

BROWN, J. M.; MCINTOSH, M. K. Conjugated Linoleic Acid in humans: regulation of adiposity and insulin sensitivity. *Journal of Nutrition*, Rockville, v. 133, no. 10, p. 3041-3046, 2003.

DeLANY, J. P.; WEST, D. B. Changes in body composition with conjugated linoleic acid. *Journal of the American College of Nutrition*, New York, v. 19, no. 4, p. 487-493, 2000.

HOUSE, R. L. et al. Conjugated linoleic acid evokes delipidation through the regulation of genes controlling lipid metabolism in adipose and liver tissue. *Obesity Reviews*, Oxford, v. 6, no. 3, p. 247-258, 2005.

HOUSEKNECHT, K. L. et al. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, New York, v. 244, no. 3, p. 678-682, 1998.

JEN, K. L.; GREENWOOD, M. R.; BRASEL, J. A. Sex differences in the effects of high-fat feeding on behavior and carcass composition. *Physiology and Behavior*, Elmsford, v. 27, no. 1, p. 161-166, 1981.

- MANTZOROS, C. S. Leptin in Relation to the Lipodystrophy-Associated Metabolic Syndrome. **Diabetes Metab J**, Seoul, v. 36, no. 3, p. 181-189, 2012.
- MCLEOD, R. S. et al. Conjugated linoleic acids, atherosclerosis, and hepatic very-low-density lipoprotein metabolism. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 79, no. 6, p. 1169S-1174S, 2004.
- EDINA, E. A. et al. Conjugated linoleic acid supplementation in humans: effects on circulating leptin concentrations and appetite. **Lipids**, Illinois, v. 35, no. 7, p. 783-788, 2003.
- MIZUNOYA, W. et al. Dietary conjugated linoleic acid increases endurance capacity and fat oxidation in mice during exercise. **Lipids**, Illinois, v. 40, no. 3, p. 265-271, 2005.
- O'HAGAN, S.; MENZEL, A. A subchronic 90-day oral rat toxicity study and in vitro genotoxicity studies with a conjugated linoleic acid product. **Food Chem Toxicol**, Oxford, v. 41, no. 12, p. 1749-1760, 2003.
- PARK, Y. et al. W. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, Illinois, v. 32, no. 8, p. 853-858, 1997.
- PELLIZZON, M. et al. Effects of dietary fatty acids and exercise on body-weight regulation and metabolism in rats. **Obesity Research**, Baton Rouge, v. 10, no. 9, p. 947-955, 2002.
- PRADA, F. J. A. et al. Condicionamento aeróbico e estresse oxidativo em ratos treinados por natação em intensidade equivalente ao limiar anaeróbio. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 12, n. 2, p. 29-34, 2004.
- RISÉRUS, U. et al. Supplementation with conjugated linoleic acid causes isomer-dependent oxidative stress and elevated C-reactive protein: a potential link to fatty acid-induced insulin resistance. **Circulation**, Dallas, v. 106, n. 15, p. 1925-1929, 2002.
- RISÉRUS, U. et al. Treatment with dietary *trans10cis12* conjugated linoleic acid causes isomer-specific insulin resistance in obese men with the metabolic syndrome. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 25, no. 9, p. 1516-1521, 2002a.
- RISÉRUS, U. et al. Metabolic effects of conjugated linoleic acid in humans: the Swedish experience. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 79, no. 6, p. 1146S-1148S, 2004.
- SMEDMAN, A.; VESSBY, B. Conjugated linoleic acid supplementation in humans-metabolic effects. **Lipids**, Illinois, v. 36, n. 8, p. 773-781, 2001.
- THOM, E.; WADSTEIN, J.; GUDMUNSEN, O. Conjugated linoleic acid reduces body fat in healthy exercising humans. **Journal of International Medical Research**, Northampton, v. 29, no. 5, p. 392-396, 2001.
- WANG, Y.; MONTEIRO, C.; POPKIN, B. M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 75, no. 6, p. 971-977, 2002.
- WARGENT, E. et al. A. Prolonged treatment of genetically obese mice with conjugated linoleic acid improves glucose tolerance and lowers plasma insulin concentration: possible involvement of PPAR activation. **Lipids in Health and Disease**, London, v. 4, p. 3, 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC546236/>>. Acesso em: 27 fev. 2012.
- WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 49, no. 3, p. 165-180, 2000.
- WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Manole, 2001.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Consultation on Obesity. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva, Switzerland: World Health Organization, **WHO Technical Report Series**, 894, 2000.
- ZAMBELL, K. L.; KEIM, N. L.; VAN LOAN, M. D.; GALE, B.; BENITO, P.; KELLEY, D. S.; NELSON, G. J. Conjugated linoleic acid supplementation in humans: effects on body composition and energy expenditure. **Lipids**, Illinois, v. 35, no. 7, p. 777-782, 2000.

Recebido em 24/02/2012
Revisado em 28/09/2012
Aceito em 03/10/2012

Endereço para correspondência: Ricardo Jacó de Oliveira, *Campus* Universitário Darcy Ribeiro, Brasília - CEP 70910-900