

Dieta hiperlipídica e ácido linoleico conjugado: efeitos nos lipídios séricos, peso e composição corporal de camundongos Apo E^(-/-) exercitados

High-fat diet and conjugated linoleic acid: effects on serum lipids, weight and body composition of exercised Apo E^(-/-) mice

FERNANDES AS, NATALI AJ, FRANCO FSC, LATERZA MC, PELUZIO MCG. Dieta hiperlipídica e ácido linoleico conjugado: efeitos nos lipídios séricos, peso e composição corporal de camundongos Apo E^(-/-) exercitados. *R. bras. Ci. e Mov* 2012;20(1):47-55.

RESUMO: Estratégias têm sido utilizadas para a prevenção de doenças cardiovasculares e aumento de peso. Sendo assim, muito tem sido especulado sobre alimentos funcionais e seus efeitos benéficos para a saúde humana e, em especial do Ácido Linoleico Conjugado (CLA). O objetivo foi avaliar os efeitos da dieta hiperlipídica e do CLA sobre os lipídios séricos, peso e composição corporal de camundongos Apolipoproteína E^(-/-) (Apo E) exercitados. Camundongos *knockout* para Apo E foram alocados em quatro grupos/dieta: Normal (n=5), Hiperlipídica (n=6), Normal+CLA (n=5) e Hiperlipídica+CLA (n=6). Todos os grupos foram submetidos a um protocolo de corrida em esteira. Determinou-se o colesterol total, LDL-c e HDL-c no sangue, o peso e a composição corporal. Utilizou-se ANOVA e Tukey ao nível de significância de 5%. A dieta hiperlipídica elevou o colesterol total (Hiperlipídica=920,2±392,3 e Normal=382,3±207,9), LDL-c (Hiperlipídica=893,9±402,9 e Normal=339,9±204,8) e o peso corporal (Hiperlipídica=25,83±1,90 e Normal=339,9±204,8). O CLA reduziu a gordura (CLA=4,24±1,82 e Sem CLA=6,28±2,77) e elevou a proteína (CLA=23,02±1,04 e Sem CLA=21,45±1,04) na carcaça. Concluiu-se que a dieta hiperlipídica aumenta colesterol total e LDL-c e, o consumo de CLA diminui o gordura e aumenta a proteína na carcaça de camundongos Apo E^(-/-) exercitados.

Palavras-chaves: Aterosclerose; Exercício; Lipídios; Dislipidemia.

ABSTRACT: Strategies have been used for prevention of cardiovascular disease and weight gain. So much has been talked about functional foods and their beneficial effects on human health and, in particular conjugated linoleic acid. Evaluate the effects of high-fat diet and CLA on serum lipids, weight and body composition in Apolipoprotein E^(-/-) mice (Apo E) exercised. Knockout mice ApoE were divided into four groups/diet: Normal (n=5), High-fat (n = 6), Normal+CLA (n=5) and High-fat+CLA (n=6). All groups underwent a protocol of treadmill running. Total cholesterol, LDL-c and HDL-c in the serum, weight and body composition were measured. ANOVA followed by Tukey test were used (P<0.05). The high-fat diet elevated total cholesterol (High-fat=920,2±392,3 and Normal=382,3±207,9), LDL-c (High-fat=893,9±402,9 and Normal=339,9±204,8) and body weight (High-fat=25,83±1,90 and Normal=339,9±204,8). The CLA reduced fat (CLA=4,24±1,82 and Without CLA=6,28±2,77) and increased the protein (CLA=23,02±1,04 and Without CLA=21,45±1,04) in the carcass. We conclude that the High-fat diet increases total cholesterol and LDL-C, and the consumption of the CLA reduces fat and increases the protein in the body composition of exercised ApoE^(-/-) mice.

Keywords: Atherosclerosis; Exercise; Lipids; Dyslipidemia.

Silvio A. T. Fernandes¹
Antônio J. Natali²
Bruno G. Teodoro³
Frederico S. C. Franco¹
Mateus C. Laterza⁴
Maria do C. G. Peluzio²

¹Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais – Brasil.

³Instituto Federal de São Paulo, Sertãozinho, São Paulo – Brasil.

⁴Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil.

Enviado: 03/03/2011
Aceito: 06/11/2011

Contato: Silvio Anderson Toledo Fernandes - silvio.fernandes@ifsudestemg.edu.br

Introdução

O aumento da ingestão de alimentos com elevada densidade energética e elevado conteúdo de gordura e a falta de atividade física são fatores comuns ao estilo de vida ocidental. Estes fatores contribuem para o desenvolvimento de problemas de saúde pública e reforça a necessidade de desenvolver novas estratégias para o tratamento de doenças, tais como aterosclerose, obesidade, hipertensão, hiperlipidemias e outras, decorrentes destes hábitos¹. A aterosclerose tem sido a causa principal de doenças coronarianas, sendo causada por uma inflamação progressiva na parede dos vasos sanguíneos pela acumulação de lipoproteínas (LDL-c e VLDL-c), consequência do aumento do colesterol total na circulação sanguínea. Este processo é devido a uma ativação endotelial a partir da qual ocorre um recrutamento de leucócitos e com isso inicia-se um centro de desenvolvimento e progressão de placas aterogênicas que causa complicações clínicas².

O consumo de ácido linoleico conjugado (CLA) tem demonstrado efeito positivo sobre o perfil lipídico e antiaterogênico³, sobre a composição corporal, com redução da massa gorda e aumento da massa magra com diminuição do ganho de peso em modelos experimentais animais¹. O CLA tem sido usado como suplemento, pois eleva a atividade da lipase hormônio-sensível e, conseqüentemente, da lipólise em adipócitos, o que eleva a oxidação de ácidos graxos, tanto no músculo esquelético quanto no tecido adiposo⁴. É importante ressaltar ainda, que alguns efeitos indesejáveis relacionados ao uso do ácido linoleico conjugado foram encontrados, tanto em estudos com humanos quanto em animais. Há relatos de aumento da resistência à insulina e aumento da glicose e insulina de jejum; elevação da peroxidação lipídica e, redução do HDL-colesterol em humanos obesos tratados com CLA⁵.

A prática de exercícios físicos tem sido uma estratégia para perda de peso e redução do risco ou reversão da formação de placas ateromatosas nas artérias. Essa prática, muito das vezes, alia-se ao uso de suplementos, como o ácido linoléico conjugado, tentando a maximização da perda de peso, porém não se atentam

para o controle da dieta, consumindo muita gordura e excesso de calorias.

Como forma de constatar os efeitos de uma dieta rica em gordura e da efetividade do CLA nas doenças cardiovasculares, modelos animais, como camundongos *knockout* para o gene da apolipoproteína E (Apo E), apolipoproteína responsável pela remoção da LDL-c no plasma, são utilizados em estudos envolvendo a gênese da aterosclerose e dislipidemias^{3,5}. Sendo assim, buscou-se nesse trabalho, reproduzir o hábito dos indivíduos que praticam atividade física, mas consomem dieta rica em gordura e utilizam suplementos como o CLA visando a perda de peso e a redução do risco de desenvolver doenças cardiovasculares. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da dieta hiperlipídica e do CLA sobre os lipídios séricos, peso e composição corporal de camundongos Apolipoproteína E^(-/-) (Apo E) exercitados.

Materiais e Métodos

Animais de Experimentação

Foram utilizados 22 camundongos *knockout* para o gene da apolipoproteína E, com doze semanas de vida (Peso: 19,62±2,62 g; Média±DP). Os animais foram subdivididos em quatro grupos: Normal – dieta AIN-93M (n=5), Hiperlipídica – dieta A.O.A.C (n=6), Normal + CLA – dieta AIN-93M + 1% CLA (n=5), e Hiperlipídica + CLA – dieta A.O.A.C. + 1% CLA (n=6). Os camundongos foram alojados em gaiolas coletivas de polipropileno e mantidos em ambientes com temperatura média de 21°C, com alternância de período de 12 horas claro-escuro. Os animais receberam água, dieta *ad libitum* e fizeram corrida em esteira com intensidade moderada por doze semanas até a véspera da eutanásia, quando foram colocados em jejum de 12 horas. Após a eutanásia com CO₂, o sangue foi coletado por punção na região axial, sendo imediatamente centrifugado a 4000rpm por 15 minutos. O soro foi congelado e mantido em freezer a -20°C até a análise futuras. Todas as vísceras foram retiradas, separando a carcaça vazia (músculos e ossos) para as determinações de água, proteínas e gordura da carcaça.

Os camundongos foram procedentes do Biotério Central do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal de Viçosa. Os procedimentos empregados no estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética do Departamento de Veterinária desta universidade (processo nº. 13/2008), estando de acordo com o Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

Dietas, controle de peso, ingestão alimentar e coeficiente de eficácia alimentar

A dieta hiperlipídica foi elaborada baseando-se na proposta da *Association of Official Analytical Chemistry* - A.O.A.C⁶, e a dieta normal seguindo a proposta da AIN-93M⁷, sendo confeccionadas manualmente e mantidas sob refrigeração e protegidas da luz até o momento da utilização. O CLA utilizado apresentou 50% dos isômeros cis-9, trans-11 e 50% dos isômeros trans-10, cis-12 e a concentração desse na dieta foi de 1% do total. Substituiu-se dez gramas de óleo de soja por dez gramas de CLA em

cada quilo de dieta nas dietas: normal + CLA e hiperlipídica + CLA (Tabela 1).

O peso corporal e a ingestão alimentar foram monitorados semanalmente para controle de peso, consumo de dieta e determinação do coeficiente de eficácia alimentar (CEA%).

$$CEA\% = \frac{\text{Ganho de peso do animal (g)}}{\text{Consumo da ração (g)}} \times 100$$

Protocolo de atividade física

Todos os camundongos foram submetidos a um programa progressivo de corrida na esteira (*INSITH*[®], Equipamentos Científicos, Ribeirão Preto – SP, Brasil), cinco dias por semana, 30 min/dia, a uma velocidade de 15 metros por minutos, por 12 semanas consecutivas⁹ (adaptado de MEILHAC et al., 2001). A progressão da carga do exercício está demonstrada na tabela 2.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais (g/kg de dieta)

Ingredientes	Normal	Hiperlipídica	Normal + CLA	Hiperlipídica + CLA
Amido de milho	465,692	-	465,692	-
Caseína	140	200	140	200
Maltodextrina	155	-	155	-
Sacarose	100	500	100	500
Óleo de soja	40	10	30	-
Celulose	50	50	50	50
Mistura mineral	35	50	35	50
Mistura vitamínica	10	10	10	10
L-cistina	1,8	-	1,8	-
Bitartarato de colina	2,5	10	2,5	10
Colesterol	-	10	-	10
Gordura hidrogenada	-	150	-	150
CLA	-	-	10	10
Total (cal/kg dieta)	4002,8	4530	4002,8	4530

Fonte: Dieta Normal e Normal + CLA (AIN-93M; Reeves et al., 1993). Dieta Hiperlipídica e Hiperlipídica + CLA (Association of Official Analytical Chemistry; 1989).

Concentração da água, proteína e gordura corporal

O percentual hídrico das carcaças dos animais foi avaliado pelo método gravimétrico com emprego de calor baseado na evaporação da água em estufa a 105°C por 24

horas. O percentual de gordura foi determinado pelo processo gravimétrico com emprego do aparelho de *Soxhlet* usando éter etílico como solvente na extração por 8 horas. O percentual de proteína foi calculado pelo

método primário de *Kjeldahl*, por meio da determinação do nitrogênio empregando o fator N x 6,25⁸.

Tabela 2. Protocolo de corrida utilizado nos camundongos APO E^(-/-)

Semanas	Velocidade (metros/minuto)	Tempo (minuto)	Frequência (dias/semana)
1 a 2 (progressão diária)	10 a 15	10 a 30	5
3 a 12	15	30	5

Concentração de Colesterol total, HDL-c e LDL-c

As determinações de colesterol total e o HDL-c foram realizadas baseando-se no método enzimático colorimétrico, utilizando kit enzimático KATAL⁵. A concentração de LDL-c no plasma foi calculada baseando-se na fórmula de Friedewald citado por Warnick *et al.*⁹.

$$LDL-c = (\text{colesterol total} - HDL-c) - (TG \times 0,20)$$

Análise estatística

Os dados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) *one-way* para comparações entre grupos e *two-way* para comparação entre fatores. O teste de *Tukey* foi empregado para análise de múltipla comparação *post-hoc*, quando necessário. Utilizou-se o *software* Sigma Stat versão 3.0 para as análises estatísticas, empregando o nível de significância estatística de $p < 0,05$.

Resultados

Colesterol total, HDL-c e LDL-c

Não foi identificada modificação significativa ($p > 0,05$) entre os grupos para as análises de colesterol total, HDL-c e LDL-c. Entretanto, os animais que ingeriram dieta hiperlipídica apresentaram elevações significantes ($p < 0,05$; Tabela 3) nas concentrações de colesterol total e LDL-c, comparados com os grupos que se alimentaram com dieta normal. Já o consumo de

CLA não demonstrou efeitos significantes nestas concentrações, apesar de uma tendência a aumentá-las (colesterol total: $p = 0,081$ e LDL-c: $p = 0,083$; Tabela 3).

Peso Corporal, Ganho de Peso, Consumo Alimentar e Coeficiente de eficácia alimentar

Não foi observada diferença estatística no peso corporal inicial e final dos animais entre grupos ($P > 0,05$). Também, não foi verificada alteração significativa no peso corporal para o efeito principal do consumo de CLA. Porém, para o efeito principal da dieta, os grupos alimentados com dieta hiperlipídica mostraram maior peso corporal ao final do experimento quando comparado aos grupos alimentados com dieta normal ($p = 0,021$; Tabela 4).

Em relação ao consumo de dieta e coeficiente de eficácia alimentar, não foi identificada diferença entre os grupos, assim como para o efeito principal da suplementação de CLA ($p > 0,05$). Contudo, observou-se que os grupos com dieta hiperlipídica apresentaram estatisticamente menor ingestão alimentar e maior CEA% quando comparados aos grupos com dieta normal ($43,90 \pm 0,67$ vs. $53,07 \pm 1,63$ g e $13,37 \pm 0,31$ vs. $8,99 \pm 0,74$ %; $p < 0,05$; respectivamente).

Composição da Massa Corporal Magra

Não foi verificada diferença estatística para o peso da carcaça vazia e os respectivos percentuais de água, gordura, proteína e cinzas entre os grupos experimentais ($p > 0,05$). Ao efeito principal da dieta, não se verificou alteração significativa nos parâmetros da composição corporal analisados. Todavia, para o efeito principal da

suplementação, observou-se que os grupos consumindo CLA exibiram menor percentual de gordura, e maior teor protéico na carcaça, comparados com os grupos que não ingeriram este composto ($p < 0,05$; Tabela 5).

Tabela 3. Conteúdo de colesterol total, HDL-c e LDL-c nos camundongos APO E^(-/-)

Grupos	Colesterol Total (mg/dL)	HDL-c (mg/dL)	LDL-c (mg/dL)
Normal (n=5)	299,0±203,6	25,5±14,7	259,9±215,5
hiperlipídica (n=6)	760,0±303,8	26,3±30,2	727,9±333,0
Normal +CLA (n=5)	465,5±196,4	29,5±12,3	419,9±178,8
Hiperlipídica + CLA (n=6)	1080,4±429,8	14,2±6,3	1060,0±424,4
Efeito da Dieta			
Normal (n=10)	382,3±207,9	27,5±13,0	339,9±204,8
Hiperlipídica (n=12)	920,2±392,3 ^a	20,2±21,7	893,9±402,9 ^a
Efeito da Suplementação			
Sem CLA (n=11)	550,5±347,3	25,9±23,3	515,2±365,7
CLA (n=11)	800,9±459,3	21,1±12,0	769±463,2

Dados: médias ± DP. Significância ($P < 0,05$): ^a vs. Normal (Two Way analysis of variance).

Tabela 4. Peso corporal inicial e final e, ganho de peso (g) de camundongos APO E^(-/-)

Grupos	Peso Corporal		Ganho de Peso
	1ª semana	12ª semana	
Normal (n=5)	18,81±2,07	23,40±2,12	4,59±2,34
Hiperlipídica (n=6)	19,98±1,43	26,00±2,52	6,02±3,27
Normal + CLA (n=5)	19,66±3,58	24,60±1,34	4,94±4,52
Hiperlipídica + CLA (n=6)	19,95±3,57	25,67±1,21	5,72±2,69
Efeito da Dieta			
Normal (n=10)	19,44±2,98	24,00±1,33	4,77±1,08
Hiperlipídica (n=12)	19,83±2,53	25,83±1,90 ^a	5,87±0,83
Efeito da Suplementação			
Sem CLA (n=11)	19,39±3,39	24,70±1,33	5,31±1,04
CLA (n=11)	19,80±1,85	25,13±2,36	5,33±0,86

Dados: Valores são médias ± DP. Significância ($p < 0,05$): ^a vs. Normal (Two Way Analysis of Variance).

Tabela 5. Composição corporal dos camundongos APO E^(-/-)

Grupos	Carcaça (g)	Água (%)	Gordura (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)
Normal (n=5)	16,42±0,83	69,33±3,21	7,17±3,94	21,19±0,80	1,33±0,11
Hiperlipídica (n=6)	17,27±0,92	70,84±1,58	5,59±1,35	21,81±1,35	1,39±0,03
Normal + CLA (n=5)	16,03±0,74	69,77±1,62	4,16±1,47	23,17±1,23	1,49±0,15
Hiperlipídica + CLA (n=6)	16,76±1,96	70,54±0,74	4,72±2,19	22,86±1,07	1,32±0,18
Efeito da Dieta					
Normal	16,23±0,77	69,55±2,41	5,67±3,22	22,18±1,43	1,42±0,15
Hiperlipídica (n=12)	17,02±1,49	70,73±1,10	4,92±1,82	22,30±1,23	1,40±0,16
Efeito da Suplementação					
Sem CLA (n=11)	16,88±0,95	70,10±2,38	6,28±2,77	21,45±1,04	1,38±0,09
CLA (n=11)	16,43±1,51	70,29±1,26	4,24±1,82 ^a	23,02±1,04 ^a	1,43±0,19

Dados: Valores são médias ± DP. Significância (P<0,05): ^a vs. Sem CLA (Two Way Analysis of Variance)..

Discussão

No presente estudo foi utilizada uma dieta hiperlipídica com 1% de colesterol e 15% de gordura hidrogenada comparada com a controle (normal), onde não se utilizou estes compostos. Já em relação ao suplemento, utilizou-se 1% de CLA sobre o consumo total da dieta (normal e hiperlipídica), com duração de 12 semanas. A discussão a respeito da dieta hiperlipídica é conclusiva no diz respeito às alterações das lipoproteínas plasmáticas, peso e composição corporal, porém os questionamentos em relação à suplementação com CLA têm sido acirrados frente aos efeitos fisiológicos reportados por muitos grupos de pesquisa^{1,10,11} nos últimos anos. Os estudos^{1,10} que tratam da suplementação deste composto variam de 0,05 a 4% de CLA sobre o consumo total de dieta de animais (coelhos, ratos e camundongos), com tempo de experimentação variando de 2 a 12 semanas.

A dieta hiperlipídica foi um fator prejudicial para os camundongos, pois demonstrou que quando indivíduos

fazem atividade física e tem este tipo de alimentação, o

exercício não é um fator protetor, comparado com os que fazem uma alimentação normal. Outro ponto que deve ser levado em consideração é a quantidade de caloria da dieta, pois a maior concentração de colesterol total e LDL-c nos animais alimentados com dieta hiperlipídica, observada no presente estudo, pode ser, também, devido à maior densidade calórica na dieta hiperlipídica (Tabela 1).

A monitoração quanto à prática habitual de atividade física tem recebido grande notoriedade no campo da saúde, não apenas por sua ação isolada na prevenção e no controle das doenças cardiovasculares, mas também por induzir a alterações desejáveis nos níveis de lipídeos plasmáticos¹². Entretanto, no presente estudo, pode-se deduzir que para se ter uma vida saudável, livre de doenças cardiovasculares, não basta só fazer exercícios físicos, a alimentação também deve ser um fator a ser observado, principalmente no que diz respeito à quantidade de gordura e caloria da dieta.

Em relação ao suplemento, os modelos animais

que consumiram CLA não demonstraram efeito significativo no colesterol total e LDL-c. Entretanto, nos estudos de Botelho et al.¹⁰, verificaram diminuição do colesterol quando ratos foram suplementados com 4% de CLA na dieta, aumento do colesterol com suplementação de 1% de CLA e manutenção dos níveis de colesterol quando os animais foram suplementados com 2% de CLA, todas as suplementações ocorridas num período de 21 dias. Nos trabalhos de Steck et al.¹³ com humanos obesos suplementados com 3,4 g/dia de CLA ou 6,4 g/dia de CLA, por 12 semanas consecutivas, não foram observados aumentos do LDL-c. Resultado semelhante foi apresentado por Raff et al.¹⁴ com humanos jovens suplementados com 5,5 g/dia de CLA por 5 semanas. Estes efeitos podem ser explicados pelo declínio da produção de colesterol, assim como de sua secreção pelo fígado, e pela redução da síntese de triacilgliceróis, associada ao aumento de sua oxidação¹⁵.

Apesar dos grupos alimentados com dieta hiperlipídica e dos suplementados com CLA terem apresentado menores concentrações de HDL-c, estes não demonstraram diferenças estatísticas (Tabela 3). Da mesma forma, Nicolosi et al.¹⁶ trabalharam com Hamsters hipercolesterolêmicos suplementados com 0,06%, 0,11% ou 1,1% de CLA durante 11 semanas e não observaram diferenças significantes. Gavino et al.¹¹, também trabalharam com Hamster alimentados com dieta rica em gordura e suplementados com 1% de CLA durante seis semanas, não verificando diferenças significantes no HDL-c. Humanos jovens, todos suplementados com 5,5 g/dia de CLA durante 5 semanas, também não relataram diferenças significantes nesta lipoproteína¹⁴. Contudo, no trabalho de Steck et al.¹³, foi verificado diminuição do HDL-c em humanos obesos suplementados com 3,4 g/dia de CLA ou 6,4 g/dia de CLA por um período de 12 semanas.

O aumento de peso nos animais alimentados com dieta hiperlipídica (Tabela 4), pode ser devido à maior quantidade de gordura e densidade calórica da dieta (Tabela 1), pois mesmo com um coeficiente de eficácia alimentar menor, ou seja, eles terem consumindo menos dieta, o peso não deixou de aumentar. Neste caso,

exercício físico, não mostrou ser preventivo para o ganho de peso, isto nos faz concluir que, mesmo fazendo atividade física a qualidade da alimentação deve ser levada em consideração. Já nos grupos suplementados com 1% de CLA, não foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) no aumento de peso dos animais, quando comparados com os grupos não suplementados. Estes resultados concordam com os de Mirand et al.¹⁷ onde ratos suplementados com 1% de CLA por seis semanas e submetidos a exercício aeróbio em esteira não apresentaram diminuição do ganho de peso corporal. Da mesma forma, Steck et al.¹³, estudaram humanos obesos que ingeriram 3,4 g/dia ou 6,4 g/dia de CLA por 12 semanas e também não encontraram diferenças significantes na perda de peso.

Neste estudo, a suplementação de 1% CLA sobre o consumo total da dieta resultou em diminuição da gordura corporal total e aumento da proteína no músculo dos animais alimentados com dieta hiperlipídica ou normal. Isto indica que a suplementação com 1% de CLA foi capaz de reduzir a gordura e aumentar a proteína no músculo, independentemente da concentração de gordura alimentar da dieta. Apesar de Mirand et al.¹⁷, que trabalharam com ratos Wistar adultos suplementados com 1% ou 2% de CLA combinado com atividade física moderada por seis semanas, não verificarem diferenças significantes na composição corporal, resultados semelhantes foram encontrados por Bhattacharya et al.¹, quando estudaram camundongos BALB/C alimentados com dieta rica em gordura, suplementados com 0,4% de CLA e submetidos a exercício moderado em esteira.

Conclui-se que, a dieta hiperlipídica pode aumentar o colesterol total, LDL-c e o peso corporal, mas não influencia o HDL-c nem a porcentagem de gordura. Em relação à suplementação com 1% de CLA, pode-se concluir que foi eficiente na diminuição da porcentagem de gordura da massa magra e no aumento do percentual de proteína no músculo, sendo os resultados significantes ($p < 0,05$). Porém, não diminuiu o peso corporal, colesterol total, LDL-c e também não foi capaz em aumentar a concentração do HDL-c.

Os dados do presente estudo não possibilitam especificar os mecanismos responsáveis pelos efeitos do CLA na composição corporal, todavia é possível que tenha havido: diminuição da proliferação e diferenciação de pré-adipócitos pela inibição do receptor ativado por proliferadores de peroxissoma gama (PPAR γ), aumento do gasto energético e alteração da atividade das enzimas carnitina palmitoiltransferase e lipase lipoprotéica e da concentração de leptina¹⁸.

Sugere-se que novos trabalhos sejam feitos para analisar a atividade da lipase hormônio-sensível e, conseqüentemente, da lipólise em adipócitos em um desenho experimental semelhante a este trabalho. E, também, que novos trabalhos sejam feitos avaliando os efeitos do exercício e da dieta hiperlipídica em indivíduos que ingerem CLA e não se preocupam com a dieta e, nem mesmo, fazem exercícios físicos. Torna-se importante, ainda, realizar análise da combinação da atividade física e do CLA em indivíduos sedentários e que se alimentam de uma dieta rica em gordura.

Referências

1. Bhattacharya A, Rahman MM, Sun D, Lawrence R, Mejia W, McCarter R, 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. **J Nutr** 2005;135(5):1124-30.
2. Petrovan RJ, Kaplan CD, Reisfeld RA, Curtiss LK. DNA vaccination against VEGF receptor 2 reduces atherosclerosis in LDL receptor-deficient mice. **Arterioscler Thromb Vasc Biol** 2007;27(5):1095-100.
3. Kritchevsky DST, Tepper SA, Wright S, Czarnecki SK. Influence of graded levels of conjugated linoleic acid (CLA) on experimental atherosclerosis in rabbits. **Nutr Res** 2002;22:1275-9.
4. Park Y, Albright KJ, Liu W, Storkson JM, Cook ME, Pariza MW. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*. 1997 Aug;32(8):853-8.
5. Fossati P, Prencipe L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. **Clin Chem** 1982;28(10):2077-80.
6. AOAC - Association Official Analytical Chemistry. Guidelines for collaborative study procedure to validate characteristics of a method of analysis. **J Assc Off Anal Chem** 1989;72(4):694-704.2.
7. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC, Jr. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **J Nutr** 1993;123(11):1939-51.
8. AOAC - Association Of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**. 14 ed. Washington: AOAC; 1998.
9. Warnick GR, Knopp RH, Fitzpatrick V, Branson L. Estimating low-density lipoprotein cholesterol by the Friedewald equation is adequate for classifying patients on the basis of nationally recommended cutpoints. **Clin Chem** 1990;36(1):15-9.
10. Botelho AP, Santos-Zago LF, Reis SMPM, Oliveira AC. O efeito da suplementação com ácido linoléico conjugado sobre o perfil lipídico sérico em ratos. **Rev Bras Tecnol Agroind** 2007;1(1):1-7.
11. Gavino VC, Gavino G, Leblanc MJ, Tuchweber B. An isomeric mixture of conjugated linoleic acids but not pure cis-9, trans-11-octadecadienoic acid affects body weight gain and plasma lipids in hamsters. **J Nutr** 2000;130(1):27-9.
12. Miller YD, Dunstan DW. The effectiveness of physical activity interventions for the treatment of overweight and obesity and type 2 diabetes. **J Sci Med Sport** 2004;7(1):52-9.
13. Steck SE, Chalecki AM, Miller P, Conway J, Austin GL, Hardin JW, et al. Conjugated linoleic acid supplementation for twelve weeks increases lean body mass in obese humans. **J Nutr** 2007;137(5):1188-93.
14. Raff M, Tholstrup T, Basu S, Nonboe P, Sorensen MT, Straarup EM. A diet rich in conjugated linoleic acid

and butter increases lipid peroxidation but does not affect atherosclerotic, inflammatory, or diabetic risk markers in healthy young men. **J Nutr** 2008;138(3):509-14.

15. Rahman SM, Wang Y, Yotsumoto H, Cha J, Han S, Inoue S, et al. Effects of conjugated linoleic acid on serum leptin concentration, body-fat accumulation, and beta-oxidation of fatty acid in OLETF rats. **Nutrition** 2001;17(5):385-90.

16. Nicolosi RJ, Rogers EJ, Kritchevsky D, Scimeca JA, Huth PJ. Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. **Artery** 1997;22(5):266-77.

17. Mirand PP, Arnal-Bagnard MA, Mosoni L, Faulconnier Y, Chardigny JM, Chilliard Y. Cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid isomers do not modify body composition in adult sedentary or exercised rats. **J Nutr** 2004;134(9):2263-9.

18. Granlund L, Juvet LK, Pedersen JI, Nebb HI. Trans10, cis12-conjugated linoleic acid prevents triacylglycerol accumulation in adipocytes by acting as a PPARgamma modulator. **J Lipid Res** 2003;44(8):1441-52.