

고지방식에 혼합단백질과 L-카르니틴을 첨가했을 때 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

원 향 레 · 김 민 선 · 이 승 교
상지대학교 식품영양학과 · 수원대학교 식품영양학과

Effects of Dietary Mixed Protein and L-Carnitine Supplementation on Lipid Metabolism in Rats fed High Fat Diet

Won, Hyang Rye · Kim, Min Sun · Rhie, Seung Gyo
Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju, Korea
Dept. of Food and Nutrition, The University of Suwon, Hwasung, Korea

ABSTRACT

This study is to investigate the effect of dietary mixed protein and L-carnitine supplementation on lipid metabolism in the rats fed high fat diet. Six experimental groups were organized and each group had eight Sprague-Dawley male white rats with the initial weight of around 180g. The six experimental groups were CO(supplemented with casein), CC(supplemented with casein and cartinine), ISO(supplemented with isolated soy protein), ISC(supplemented with isolated soy protein and cartinine), CIM(supplemented with casein and isolated soy protein), and CIC(supplemented with casein, isolated soy protein and cartinine). Each group was supplemented with the experimental diet for four weeks, and carnitine contained 3% of the diet. The results were as follows; 1. There was no significant difference in food intake among the experimental groups. The weight increased more significantly in the group supplemented with the mixed protein than in the group supplemented with casein($p < 0.05$). 2. There was weight reduction effect by the supplementation of carnitine($p < 0.05$), however no weight reduction effect by the supplementation of carnitine was observed in the group supplemented with the mixed protein and isolated soy protein. 3. Food efficiency was lower in the group supplemented with the mixed protein than in the group supplemented with casein ($p < 0.05$), however it was similar in the group supplemented with isolated soy protein. 4. Serum total lipid and serum total cholesterol were lower in the group supplemented with mixed protein than in the group supplemented with casein($p < 0.05$).

5. There was no significant difference of serum triglyceride, HDL-cholesterol, and LDL-cholesterol among the experimental groups.

6. Liver triglyceride was the highest in the group supplemented with mixed protein ($p < 0.05$), and there was no significant difference of liver total lipid and total cholesterol among the experimental groups. 7. In the groups supplemented with mixed protein, the level of liver TBARS showed the lowest when casein was supplemented ($p < 0.05$), and there was no significant difference of GSH-Px activities among the experimental groups.

In summary, when mixed protein was supplemented to the rats weight gain and food efficiency were similar with those in the group supplemented with isolated soy protein, however they were lower than those in the group supplemented with casein. The effect of carnitine on weight was not observed in the group supplemented with mixed protein and isolated soy protein, however it was observed in the group supplemented with casein. Serum Total lipid and total cholesterol were lower than those in the group supplemented with casein. Liver total triglyceride was high in the group supplemented with mixed protein, and the antioxidant effect was observed in the group supplemented with mixed protein.

Key words: dietary mixed protein, L-carnitine supplementation, lipid metabolism, high fat diet

I. 서 론

카르니틴은 인간의 간과 신장에서 합성되거나 육류 등의 동물성 식품을 통해 공급받기 때문에 채식하는 사람들에게는 VB_{12} 의 결핍과 함께 부족 되기 쉬운 물질로 지적되고 있다 (Sachan et al. 1997). 동물 체내에서 카르니틴의 생리작용은 매우 다양한 것으로 알려져 있는데 특히 지방대사와의 관련성이 많이 보고되고 있다. 세포내에서 장쇄 지방산이 대사되어 에너지를 생성하기 위해 세포질에 있는 장쇄지방산을 미토콘드리아로 운반하는 과정에 관여하며 (Diaz et al. 2000; Evangeliou 2003; Muller et al. 2002; Singh & Aslam 1998), 지방과 산화물의 지표로 알려진 malondialdehyde의 생성을 낮추는 것으로 알려져 있다 (Loster & Bohm 2001). 따라서 동맥경화의 시발인자로 알려져 있는 지방과산화물을 감소시키는 효과도 보고되고 있다 (Dayanandan et al. 2001; Singh & Aslam 1998). 혈청 콜레스테롤을 낮춘다는 연구 결과 (Arslam et al. 2003; Bell et al. 1992; Diaz et al. 2000; Maccari et al. 1987; Raymond et al. 1987)와 고콜레스테롤 식이에 카르니틴을 첨가하였을 때 지단백 성분과 apolipoprotein의 패턴을 정상으로 회복시킨다는

연구 결과도 있다 (Bell et al. 1992; Ji et al. 1996; Mondola et al. 1988; Ruggiero et al. 1990). 우리나라도 비만 이환율의 증가와 함께 사망원인의 주요 질병으로 알려져 있는 (Korea National Statistical Office, 2002) 순환기계 질환이 특히 지방대사와 관련성이 높은 것으로 알려져 있고, 특히 혈청 콜레스테롤 농도의 과다한 증가는 관상동맥질환 (coronary artery disease: CAD)과 관련된 위험요인으로 지적되어 왔다 (Khor 1997; Willet 1990). 우리나라 성인기 식생활 패턴은 동물성 단백질의 섭취가 과거에 비해 늘어나긴 했어도 아직도 식물성 단백질이 52.1%로 식물성 단백질의 섭취가 차지하고 있는 비율이 동물성 단백질보다 높은 것으로 알려져 있다 (Ministry of Health and Welfare 2002).

또한 아미노산인 lysine이 카르니틴의 합성의 재료로 쓰이므로 식이 내의 단백질 급원이 카르니틴의 합성에 영향을 끼칠 수 있다. 지금까지의 연구는 단백질 급원으로서 카제인이나 콩단백질을 공급한 연구가 대부분이고 특히 우리나라 식생활 내용과 비슷한 동식물 혼합단백질을 공급한 실험논문은 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 식물성 단백질인 콩 단백질, 동물성 단백질인 카제인, 이 두가지 단백질이 반반 혼합된 혼합단백질

과 L-카르니틴을 고지방식에 첨가하여 공급원이 다른 단백질, L-카르니틴첨가가 고지방식을 급여한 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향을 보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물 및 식이

체중 약 180g의 Sprague-Dawley 종 수컷 흰쥐를 환경 조절된 실험동물 사육실 (온도 22±2℃, 상대습도 65±5%, 조명 06:00 Am-18:00 Pm)에서 stainless- steel wire cage 에 한 마리씩 분리 사육하였으며 실험군은 체중에 따라 완전 임의 배치하였다. 실험군은 동물성 단백질인 카제인을 공급한 군(CO), 카제인에 카르니틴을 첨가한 군(CC), 식물성 단백질인 콩단백질을 공급한 군(ISO), 콩단백질에 카르니틴을 첨가한 군(ISC), 카제인과 콩단백질의 혼합단백질을 공급한 군(CIM), 혼합단백질에 카르니틴을 첨가한 군(CIC) 등 6군으로 하였다. 카제인과 콩단백질은 ICN에서 구입하였

고. L-카르니틴은 이지바이오 주식회사에서 구입하여 사용하였다. 카르니틴 공급군은 카르니틴을 3% 함유한 실험 식이를 급여하였다. 실험식은 Table 1과 같다.

2. 시료수집 및 분석방법

4주간 실험식이를 급여하고 18시간 절식시킨 후 ether로 마취하여 경동맥혈을 채취하였고, 채취한 혈액은 냉장고에서 하룻동안 방치한 후 3000rpm에서 20분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 후 HDL-cholesterol을 즉시 분석하였고 다른 지질 성분은 분석 전까지 -70℃에서 냉동 보관하였다. 혈청과 간의 총지질, 중성지질, 총콜레스테롤 농도는 Fringe와 Dunn(1970)의 방법, Biggs 등(1975)의 방법, Zlatkis와 Zak(1969)의 방법을 사용하였고 혈청의 HDL-cholesterol 농도는 효소법을 이용한 kit(영동제약)를 사용하였다. 혈청 LDL-cholesterol은 Friedwalt식(1972)을 이용하여 산출하였다. 간의 microsome에서의 TBARS(thiobarbituric acid reactive substance) 측정은 Ohkawa 등(1979)의 방

Table 1. Composition of experimental diet

Ingredients	g/kg						
	Group ¹⁾	CP	CC	ISP	ISC	CIM	CIC
Starch		560.62	560.62	560.62	560.62	650.62	650.62
Casein		140.0	137.0	-	-	70.0	68.5
Isolated soyprotein		-	-	140.0	137.0	70.0	68.5
Sucrose		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Beef tallow		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
α-Cellulose		50.0	50.0	50.0	50.0	50.5	50.5
Mineral-mix(AIN-93)		35.0	35.0	35.0	35.0	35.5	35.5
Vitamin-mix(AIN-93)		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
L-Cystine		1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Choline bitartrate		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
THBQ		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
L-Carnitine		-	3.0	-	3.0	3.0	3.0

¹⁾ CP:Casein only supplemented group, CC:Casein and 3% L-carnitine supplemented group, ISP: Isolated soyprotein only supplemented group, ISC:Isolated soyprotein and 3% L-carnitine supplemented group, CIM:Casein and isolated soy protein supplemented group, CIC:Casein and isolated soy protein supplemented with 3% L-Carnitine group

법으로 측정하였고, 간의 cytosol에서의 glutathione peroxidase(GPx)의 활성도는 Levander등 (1983)의 방법으로 측정하였다.

3. 통계분석

실험분석 결과는 SAS Program (version 6.12)을 사용하여 평균±오차로 나타내었으며 군 간의 차이를 ANOVA test 와 Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 최종 체중, 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

실험식이 섭취에 따른 최종체중, 체중증가량, 식이섭취량 및 식이 효율은 Table 2와 같다.

실험군에 따라 식이섭취량은 차이가 없었으나 최종체중, 체중증가량(P<0.05)과 식이효율(P<0.01)은 차이가 있는 것으로 나타났다. 카제인을 공급한 군에서는 카르니틴을 첨가하였을 때 체중이 감소하는 것으로 나타났으나 콩 단백질을 공급한 군과 혼합단백질을 공급한 군에서는 체중에 미치

는 카르니틴 첨가효과가 없었다. 체중증가는 카제인을 공급한 군에서 가장 크게 나타났다(P<0.05). 전체적으로 카제인을 공급한 군이 콩 단백질을 공급한 군과 혼합 단백질을 공급한 군보다 체중증가가 큰 것으로 나타났다. 식이효율은 콩 단백질을 공급한 군과 혼합 단백질을 공급한 군보다 카제인을 공급한 군에서는 높게 나타났고 다른 군은 카르니틴 첨가에 따라 식이 효율의 차이가 없었는데 카제인을 공급한 군에서는 카르니틴 첨가가 식이효율을 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다(P<0.01). Olson 등(1989)은 생후 6-9일된 신생아에게 112일 간 카르니틴을 첨가한 콩 단백질을 주로 한 조제분유를 먹인 실험에서 성장률과 식이섭취량의 차이가 없었다고 보고하였다. 본 연구에서도 콩단백질을 공급한 군과 혼합단백질을 공급한 군에서는 동일한 결과를 보여 주고 있었다.

2. 혈청 중의 지질 조성

혈청 중의 총지방, 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도는 Table 3과 같다.

Table 2. Final body weight, weight gain, food intake and FER

Item \ Group	CP	CC	ISP	ISC	CIM	CIC
Final body weight (g)	339.9±5.4 ^{a*}	322.0±6.6 ^{ab}	313.8±7.1 ^b	309.3±6.6 ^b	328.63±7.1 ^{ab}	314.13±15.2 ^{ab}
Mean	330.9±4.8 ^{a*}		311.5±4.7 ^b		321.38±8.3 ^{ab}	
Weight gain (g/day)	4.07±0.18 ^{a*}	3.30±0.31 ^b	3.06±0.27 ^b	3.10±0.21 ^b	3.29±0.23 ^b	3.47±0.36 ^{ab}
Mean	3.69±0.20 ^{a*}		3.08±0.16 ^b		3.38±0.17 ^{ab}	
Food intake (g/day)	20.71±0.50	22.03±0.55	21.44±0.84	21.50±0.86	20.90±0.54	20.76±0.59
Mean	21.39±0.40		21.47±0.58		20.83±0.38	
FER ¹⁾	0.20±0.01 ^{a*}	0.15±0.01 ^b	0.14±0.01 ^b	0.14±0.01 ^b	0.16±0.01 ^b	0.17±0.01 ^b
Mean	0.17±0.01 ^{a*}		0.14±0.01 ^b		0.16±0.01 ^{ab}	

All value are mean± SE of 8 rats per groups

¹⁾ FER : weight gain / food intake

Values with different superscript are significantly different at P<0.05

Table 3. Concentration of serum total lipid, triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol mg/dL

Item \ Group	CP	CC	ISP	ISC	CIM	CIC
Total lipid	417.3±13.6 ^{a*}	401.4±4.4 ^{ab}	398.1±11.4 ^b	308.3±14.5 ^b	393.1±22.4 ^{ab}	403.4±13.7 ^{ab}
Mean	409.7±6.3		389.3±10.9		394.3±13.8	
Triglyceride	60.8±2.3	58.9±1.7	60.4±0.8	57.9±2.3	60.2±1.8	60.9±1.1
Mean	59.9±1.4		58.6±1.2		60.6±1.0	
Total cholesterol	108.2±4.2	103.8±3.0	99.2±2.8	96.4±2.7	98.3±4.2	97.4±2.1
Mean	106.0±2.5 ^{a*}		97.5±1.9 ^b		97.4±3.1 ^b	
HDL cholesterol	30.5±2.7	32.7±1.7	35.7±3.6	31.7±2.4	38.3±3.4	33.1±3.4
Mean	31.6±1.6		33.7±2.2		35.7±2.4	
LDL cholesterol ¹⁾	65.9±6.5	59.7±3.3	51.5±4.6	59.0±3.8	61.9±6.8	52.1±4.5
Mean	62.8±3.6		55.2±3.1		56.9±4.1	

All value are mean ± SE of 8 rats per groups

¹⁾ LDL-cholesterol : total cholesterol-HDL cholesterol-TG/5

Values with different superscript are significantly different at P<0.05

혈청중의 총지방, 총 콜레스테롤 농도는 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(P<0.05). 혈청의 총지방은 카제인만을 공급한 군이 콩단백질과 혼합단백질을 공급한 군보다 혈청 총지방의 농도가 높게 나타났다(P<0.05). 공급한 단백질의 급원과 카르니틴 첨가에 따른 혈청 총지방 농도의 차이는 나타나지 않았다.

혈청 중의 콜레스테롤은 공급한 단백질의 종류에 따라서 유의차별(P<0.05) 보였으나 카르니틴 첨가에 따른 혈청 총 콜레스테롤의 농도 차이는 나타나지 않았다. 카제인을 공급한 군의 혈청 총 콜레스테롤 농도가 콩단백질을 공급한 군과 혼합단백질을 공급한 군보다 높게 나타났다(P<0.05).

혈청 중의 중성지방과 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤은 공급한 단백질의 급원, 카르니틴 첨가 여부에 따라 유의차를 보이지 않았다.

Won(2004)은 카제인과 콩단백질만을 공급한 식이에 카르니틴을 첨가하였을 때 혈청 중의 총지방, 중성지방, 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤 농도의 변화가 없었으나 단백질 종류에 따라 전체적으로 카제인 공급군에서 혈청 총 지방과 총 콜레스테롤의 농도가 높았음을 보고하였다. 본

연구에서는 혼합단백질을 공급하였을 때 콩단백질 공급 시와 비슷한 양상을 보여주고 있다. Rhic와 Won(2004)은 고 콜레스테롤식이에 오가피 추출물과 카르니틴을 공급하였을 때 혈청 중의 총지방과 총 콜레스테롤 농도가 유의하게 낮은 것으로 보고하였다.

Bell 등(1992)은 토끼에게 L-카르니틴을 공급한 결과 혈청 콜레스테롤과 VLDL이 유의하게 감소하였고 HDL과 LDL, IDL의 단백질이 증가하였다고 하였다. Raymond 등(1987)은 고지혈증 토끼에 카르니틴을 공급하였을 때 혈청의 VLDL과 HDL이 유의하게 감소하였고 VLDL과 HDL의 중성지방은 감소하고 단백질과 인지질은 증가하였다고 하였다.

위의 연구들은 각각의 실험조건과 실험결과는 다양하나 카르니틴이 혈청 지질성분을 일반적으로 낮추는 효과가 있음을 보고하고 있다. Olson 등 (1989)은 콩단백 조제분유를 먹인 유아에 카르니틴을 첨가하였을 때 혈청 유리지방산과 중쇄지방산의 농도가 낮아지는 것을 보고하고 콩단백 조제분유를 먹는 유아의 카르니틴 결핍증이 지방대사에 영향을 미친다고 하였다.

본 연구에서는 혈청 총지방과 총 콜레스테롤 농도는 단백질의 급원에 따라 유의한 차이를 보였고($P<0.05$), 카르니틴의 첨가는 혈청 총지방과 콜레스테롤 농도 변화에 영향을 주지 않았다.

4. 간의 총지방, 중성지방, 총콜레스테롤 농도
간의 총지방, 중성지방, 총 콜레스테롤 농도는 Table 4와 같다.

간의 총지방, 총콜레스테롤의 농도는 실험군 간 유의차가 없었으나 중성지방은 혼합 단백질을 공급한 군에서 가장 높게 나타났다($P<0.05$). 중성지방의 농도가 가장 낮은 군은 카제인과 카르니틴을 공급한 군이었다($P<0.05$). 세 군 모두 카르니틴 첨가에 따른 농도 변화는 보이지 않았다. Owen 등(2001)은 카르니틴 첨가에 따라 간세포의 지방 산화물이 증가하여 간의 총지방의 양이 감소한다고 하였고, Bell 등(1992)은 콜레스테롤이 squalene 유도체의 합성을 위한 사용이 증가되어 카르니틴 첨가가 간지방의 합성비율을 변화시킬 수 있다고 하였다. 또한 Maccari 등(1987)은 카르니틴 첨가가 간에서 지방의 β -산화 촉진시켜 VLDL의 생성(즉 중성지방)을 낮춘다고 보고하였다. 그러나 본 실험결과에서는 카르니틴 첨가에 따른 이러한 효과를 볼 수 없었다. Novak(1990)은 카르니틴 부족시 지방산의 β -산화의 저하를 보고하고 두유조제분유에 카르니틴을 첨가할 것을 주장하였으나 본 실험결과에서는 이러한 효과

역시 볼 수 없었다.

본 연구결과는 카르니틴을 첨가하였을 때 중성지방의 저하는 볼 수 없었으나 단백질 급원에 따라 간의 중성지방 농도 차이는 볼 수 있었다.

5. 간의 TBARS 수준과 GSH-Px 의 활성

간의 TBARS (thiobarbituric acid reactive substance) 수준과 GSH-Px (Glutathione peroxidase)의 활성은 Table 5와 같다.

간의 GSH-Px활성은 실험군 간 유의차가 없는 것으로 나타났으나 TBARS 수준은 혼합 단백질을 공급한 군에서 카르니틴을 첨가하였을 때 낮게 나타났다($P<0.05$). 즉 혼합단백질 공급군에 카르니틴을 첨가하였을 때 항산화 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 혼합단백식을 하는 우리나라 사람의 경우 카르니틴의 공급 필요성을 제시하는 결과라고 사료된다. Loster와 Bohm (2000)은 카르니틴을 식이에 첨가하여 사육한 쥐의 심장에서 malondialdehyde의 형성이 낮았다고 보고하였는데 본 연구에서도 이러한 효과를 볼 수 있었다.

IV. 결론 및 요약

본 연구는 식물성 단백질인 콩단백질, 동물성 단백질인 카제인, 이 두가지 단백질이 혼합된 혼합단백질과 L-카르니틴을 첨가하여 공급원이 다

Table 4. Concentration of liver total lipid, triglyceride and total cholesterol

		mg/g of wet liver				
Group	CP	CC	ISP	ISC	CIM	CIC
Item						
Total lipid	87.5±2.5	85.6±2.7	86.3±2.8	84.9±2.8	89.3±1.9	84.4±2.4
Mean	86.5±1.8		85.6±1.9		86.8±1.6	
Triglyceride	39.9±1.6	36.1±1.1	38.5±2.9	41.3±2.4	43.4±1.9a	42.8±1.7*
Mean	38.0±1.1 ^b		39.9±1.9 ^{ab}		43.1±1.3 ^{a*}	
Total cholesterol	26.3±1.2	24.9±0.8	25.6±1.1	22.2±0.9	24.0±1.2	22.3±0.7
Mean	25.4±0.9		24.0±0.8		23.0±0.7	

All value are mean± SE of 8 rats per groups

Values with different superscript are significantly different at $P<0.05$

Table 5. Concentration of TBARS and GSH-Px activity in liver

Item \ Group	CP	CC	ISP	ISC	CIM	CIC
TBARS (mg/g of wet liver)	6.8±0.2 ^{ab}	7.0±0.3 ^{ab}	7.0±0.3 ^{ab}	6.6±0.2 ^a	7.5±0.3 ^{a*}	6.5±0.2 ^b
Mean	6.9±0.2		6.8±0.2		7.0±0.2	
GSH-Px (mmol/NADPH/min/mg protein)	7.2±0.2	7.1±0.3	7.3±0.1	6.8±0.1	6.9±0.3	7.2±0.2
Mean	7.1±0.2		7.0±0.1		7.1±0.2	

All values are mean ± SE of 8 rats per groups

Values with different superscript are significantly different at P<0.05

른 단백질, L-카르니틴 첨가가 고지방식을 급여한 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향을 보고자 개시체중이 약 180g 되는 Spague-Dawley종 숫컷 흰쥐를 8마리씩 4군으로 나누었다. 실험군은 카제인을 공급한 군(CO), 카제인과 카르니틴을 공급한 군(CC), 콩단백질을 공급한 군(ISO), 콩단백질과 카르니틴을 공급한 군(ISC), 카제인과 콩단백질의 혼합단백질을 공급한 군(CIM), 혼합단백질에 카르니틴을 첨가한 군(CIC) 등 6군으로 하였다. 카르니틴은 식이의 3%를 공급하였다.

모든 실험군은 실험식으로 4주간 사육하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 실험군에 따라 식이섭취량은 유의차가 없었으나, 혼합 단백질을 공급한 군이 카제인을 공급한 군보다 체중이 유의하게 증가하였다(P<0.05).

2. 카르니틴 첨가가 체중을 감소시키는 효과는 카제인을 공급한 군에서는 있었으나(P<0.05), 혼합 단백질과 콩단백질을 공급한 군에서는 카르니틴 첨가가 체중을 감소시키는 효과가 없었다.

3. 식이효율은 혼합단백질을 공급한 군이 카제인을 공급한 군보다 낮았고(P<0.05), 콩단백질을 공급한 군과는 비슷하였다.

4. 혈청의 총지방과 총콜레스테롤은 혼합단백질을 공급한 군이 카제인을 공급한 군보다 낮게 나타났다(P<0.05).

5. 혈청의 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤은 실험군간 유의차가 없었다.

6. 간의 중성지방은 혼합단백질 공급 군에서

가장 높게 나타났다(P<0.05). 간의 총지방, 총 콜레스테롤의 농도는 실험군 간의 유의차가 없었다.

7. 간의 TBARS 수준은 혼합단백질 군에서 카르니틴을 첨가하였을 때 가장 낮았고(P<0.05), GSH-Px 활성은 실험군 간 유의차가 없었다.

이상의 결과를 요약하면 흰쥐에게 혼합단백질을 공급 하였을 때 체중증가, 식이효율은 콩단백질을 공급한 군과 비슷하였고 카제인을 공급한 군보다는 낮게 나타났다. 체중에 미치는 카르니틴의 효과는 혼합단백질과 콩단백질을 공급한 군에서는 없었으나 카제인을 공급한 군에서는 볼 수 있었다.

혈청의 총지질과 총콜레스테롤은 카제인을 공급한 군보다 낮게 나타났다. 간의 중성지방은 혼합단백질을 공급한 군에서 높게 나타났고, 혼합단백질을 공급한 군에서 카르니틴의 항산화효과가 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Arslam C, Citi M, Saatci M(2003) Effects of L-carnitine administration on growth performance, carcass traits, blood serum parameters and abdominal fatty acid composition of ducks. Arch Tierernahr. 57(5), 381-388.
- Bell FP, Vidmar TJ, Raymond TL(1992) L-carnitine administration and withdrawal affect plasma and hepatic carnitine concentration, plasma lipid and lipoprotein composition, and in vitro hepatic lipogenesis from labeled mevalonate and oleate in normal rabbits. J Nutr 122(4), 959-966.

- Biggs HG, Gricson MJ, Wells RM(1975) A manual colorimetric assay of triglycerides in serum. *Clin Chem* 21, 437-441.
- Dayanandan, Kumar P, Panneerselvam C(2001) Protective role of L-carnitine on liver and heart lipid peroxidation in atherosclerotic rats. *J Nutr Biochem* 12(5), 254-257.
- Diaz M, Lopez F, Hernandez F, Urbina JA(2000) L-carnitine effects on chemical composition of plasma lipoproteins of rabbits fed with normal and high cholesterol diets. *Lipids*. 35(6), 627-632.
- Evangeliou A, Vlassopoulos D(2003) Carnitine metabolism and deficit-when supplementation is necessary? *Curr Pharm Biotechnol* 4(3), 211-219.
- Friewald WI, Levy RI, Fredrisko DS(1972) Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol with use of the preparation ultracentrifuge. *Clin Chem* 18, 499-502.
- Fringe CS, Dunn RT(1970) A colorimetric method for determination of total serum lipids based in the sulphosovanilain reaction. *Am J Clin Pathol* 53, 89-91.
- Ji H, Bradley TM, Tremblay GC(1996) Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed L-carnitine exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but no change in growth rate. *J Nutr* 126(8), 1937-1950.
- Khor GR(1997) Nutrition and cardiovascular disease. *J Clin Nutr* 6, 122-124.
- Korea National Statistical Office (2000) Annual report of the cause of death statistics, Seoul
- Levender OA, Oeloach DP, Moprris VC, Moser PB(1983) Platelet glutathione peroxidase activity as an index of selenium status in rats. *J Nutr* 113, 55-63.
- Loster H, Bohm U(2001) L-carnitine reduces malondialdehyde concentrations in isolated rat hearts in dependence on perfusion conditions. *Mol Cell Biochem* 217(1-2), 83-90.
- Maccari F, Arseni A, Ramacci MT, Angelucci L, Hulsman WC(1987) L-carnitine effect on plasma lipoproteins of hyperlipidemic fat-loaded rats. *Lipids* 22(12), 1005-1008.
- Ministry of Health and Welfare(2002) 2001 National nutrition survey report
- Mondola, Belfiore A, Santillo M(1988) The effect of L-carnitine on the apolipoprotein pattern of rats fed a cholesterol-rich diet. *Comp Biochem Physiol B* 89(1), 69-73
- Muller DM, Seim H, Kiess W, Loster H, Richter T (2002) Effects of oral L-carnitine supplementation on in vivo long-chain fatty acid oxidation in healthy adults. *Metabolism* 51(11), 1389-1391.
- Novak M(1990) Carnitine supplementation in soy-based formula-fed infants. *Bio Neonate*.58 Suppl 1, 89-92.
- Ohkawa, O Yagi K(1979) Assay for lipid peroxide in animal tissue by thiobabaturic acid reaction. *Anal Biochem* 95, 351-353.
- Olson AL, Nelson SE, Rebouch CJ(1989) Low carnitine intake and altered lipid metabolism in infants. *Am J Clin Nutr* 49(4), 624-628.
- Owen KQ, Jit H, Maxwell CV, Nelssen JL, Goodband R.D, Tokach M, Tremblay GC, Koo SI(2001) Dietary L-carnitine suppresses mitochondrial branched-chain keto acid dehydrogenase activity and enhance protein accretion and carcass characteristics of swine. *J Anim Sci* 79(12), 3104-3112.
- Raymond TL, Ryenolds A Swanson JA, Pantnode CA, Bell FP(1987) The effect of oral L-carnitine on lipoprotein composition in the Watanabe Heritable Hyperlipidemic "Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) *Comp Biochem Physiol A*. 88(3), 503-506.
- Rhie SG, Won HR(2004) Effects of soluble extract from *Eleutherococcus Senticosus* and dietary carnitine on the lipid metabolism and antioxidant defense system of rats on hypercholesterol diet. *Korean J of Community Living Sci* 15(1), 105-113.
- Ruggiero FM, Cagagna F, Godaleta MN, Quagliariello E(1990) Effect of aging and acetyl-L-carnitine on the lipid composition of rat plasma and erythrocytes. *Biochem Biophys Res Commun* 170(2), 621-626.
- Sachan DS, Hynatt RL(1993) Wheat gluten based diet retarded ethanol metabolism by altering alcohol dehydrogenase and hot carnitine status in adult rats. *J Am College Nutr* 12(2), 170-175.
- Singh RB, Aslam M(1998) L-carnitine administration in coronary artery disease and cardiomyopathy. *J Assoc Physicians India* 46(9), 801-805.
- Willet W(1990) *Nutritional Epidemiology*, New York, Oxford University Press.
- Won HR(2004) Effect of dietary L-carnitine supplementation on serum and liver lipid composition and antioxidant defense system in rats fed with different types of rat. *Korean J Community Living Sci* 15(1), 77-83.
- Zlatkis, Zak BA(1969) A study of a new cholesterol reagent. *Anal Biochem* 29, 143-145.