

칼슘과 마그네슘이 콜레스테롤 첨가식으로 사육한 흰쥐의 혈청과 조직중 지질 및 무기질에 미치는 영향

장순희 · 조수열 · 박미리

영남대학교 식품영양학과

Effect of Calcium and Magnesium on the Lipid and Mineral Composition of Serum and Tissues in Cholesterol-fed Rats

Soon-Hee Chang, Soo-Yeul Cho and Mi-Lee Park

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyongsan, 713-800, Korea

Abstract

This experiment was undertaken to investigate the effect of calcium and magnesium on the lipid and mineral composition of serum and tissues in cholesterol-fed rats. GOT of serum was significantly decreased in normal Ca and high Mg supplemented group. Serum cholesterol level was significantly decreased in high Mg supplemented group, whereas that of low Mg supplemented group was significantly increased. Content of total lipid in liver were significantly decreased by supplementation with high calcium of magnesium. However, the content of cholesterol was not affected by supplementation with high calcium and that of low Mg supplemented group was significantly increased. In fatty acid composition of liver, the order of fatty acid content is as following; oleic acid (18:1), stearic acid (18:0), and palmitic acid (16:0). Levels of Ca, Mg, K and Cu in liver were significantly affected by dietary calcium and magnesium levels. The Mg level of kidney was decreased but Cu level was elevated in cholesterol supplemented group. Levels of Ca, Mg, and Zn in serum were significantly elevated by supplementation with high calcium or magnesium.

서 론

무기질은 조직의 구성성분이며 생체기능을 정상화 하는데 필수적인 영양소이다^{1,2)}. 그 중 칼슘(Ca)은 인(P)이나 마그네슘(Mg)과 더불어 골격성분으로 중요할 뿐 아니라, 혈액응고, 심근이 수축작용, 근육의 흥분성 억제, 신경세포의 자극전달 촉진등의 역할을 하고³⁻⁵⁾ Mg 또한 당질, 단백질, 지질 및 핵산의 대사에 필수적이며^{6,7)} 체내에서 칼슘과 길항작용을 한다⁸⁻¹²⁾. 한편 Flishman 등¹³⁾은 Ca가 혈청 cholesterol 함량을 낮춘다고 하였으며, 많은 연구자들에

의해 혈압강화작용에 Ca가 관련된 것으로 밝혀졌으나¹⁴⁻¹⁶⁾, 이는 혈장 PTH의 저하, calcitonin 농도의 증가등에 기인한다고 생각된다. 또한 Mg결핍시 hypertriglyceridemia 현상과^{17,18)} 저 칼슘혈증¹⁹⁾이 일어난다. 이상과 같이 Ca와 Mg의 과부족은 지질 및 무기질 대사에 영향을 미치므로 물질대사의 중요 장기인 간장의 기능과 성분 및 혈청성분의 변화가 일어날 것이다.

최근 혈액순환계 질병의 발병율이 높아짐에 따라 그 발병 mechanism에 대한 연구가 주목받는 바, 본 실험에서는 콜레스테롤 첨가식에 Ca와 Mg의 함량을 변화시킴으로서 흰쥐의 혈청과 조직중의 지

Table 1. Composition of experimental diets

(%)

Ingredients	Diets						
	I (NN) ^{*1)}	II (CNN)	III (CHN)	IV (CLM)	V (CNH)	VI (CNL)	
Casein	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
DL-Methionine	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
Sucrose	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
Cellulose	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
Lanoline oil	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
Vitamin mix. ^{*2)}	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Choline chloride	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	
Cholesterol		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Salt mix ^{*3)}	2.229	2.229	2.229	2.229	2.229	2.229	
CaCO ₃	1.193	1.193	1.193	11.93	0.024	1.193	
MgO	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	
Corn starch	50.00	49.00	49.00	50.169	48.298	49.0776	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

*1) I (NN) : Basal group

II (CNN) : Basal + Cholesterol 1% III (CHN) : Basal + Cholesterol 1% + High Ca Normal Mg

IV (CLN) : Basal + Cholesterol 1% + Low Ca Normal Mg

V (CNH) : Basal + Cholesterol 1% + Normal Ca High Mg

VI (CNL) : Basal + Cholesterol 1% + Normal Ca Low Mg

*2) Vitamin mix. (g / kg of diet)²⁰⁾ according to AIN-76 Vitamin mix ; thiamin-HCl 0.6, riboflavin 0.6, pyridoxine-HCl 0.7, nicotinic acid 3.0, Ca-panthothenate 1.6, folic acid 0.2, biotin 0.02, cyanocobalamin 0.001, retinyl acetate 0.8, dl-tocopherol 3.8, 7-dehydrocholesterol 0.0025, menadione 0.005*3) Salt mix. (g / kg of diet) ; KH₂PO₄ 500, Na₂CO₃ 49.1, NaCl 74, K₂SO₄ 52, MnCO₃ 3.5, FeC₆H₅O₇ · XH₂O 6.0, KIO₃, 10mg, Na₂SeO₃ · 5H₂O 10mg, KCr(SO₄)₂ · 12H₂O 550mg, ZnCO₃ 1.6, CuCO₃ 0.3.

질 및 무기질에 미치는 영향을 조사 검토하였다.

시킨 뒤 ether마취하에 복부의 대동맥으로부터 채혈한 후 원심분리(3,000rpm, 15분간)하여 혈청을 얻었다.

재료 및 방법

실험동물

실험동물은 Sprague-Dawley계 흰쥐(♂)를 구입하여 표준식이로 3주간 적응시킨 후 체중이 170±10g인 것을 선별하고 6마리씩 6군으로 나누어 Table 1의 식으로써 4주간 ad libitum 식이로 사육하였다. 사육실 온도는 20±2℃, 습도는 60±10%로 하였다.

식이조성은 Table 1과 같고 Ca과 Mg의 급원으로는 CaCO₃, MgO를 각각 사용했다.

시료의 채취

4주간 사육한 흰쥐를 해부하기 16시간전에 절식

GOT, GPT

혈청중 GOT(glutamic oxalacetic transaminase), GPT(glutamic pyruvic transaminase)의 활성은 Reitman Frankel 방법²¹⁾을 이용한 시판 kit(영연화학주식회사)을 사용하여 측정하였다.

Hematocrit치와 혈청 중의 cholesterol 정량

Hematocrit치²²⁾는 모세관을 이용하여 고속원심침전시킨 micro-hematocrit법으로 측정하여 %로 표시하였고, cholesterol함량은 효소이용법에 의한 시판

Table 2. Flame analytical conditions for Ca, Mg, Na, K, Zn, Cu, and Fe in Liver and Kidney (%)

A.A Method Number	Wave Length (nm)	Slit Width (nm)	Character Cone (mg / l)	Sensitivity Check (mg / l)	Linear To (mg / l)	S ₁	S ₂	S ₃
Ca 20.1	422.7	0.7	0.092	4.0	5.0	1	3	5
Mg 12.1	285.2	0.7	0.0078	0.30	0.50	0.3	0.5	1.00
Na 11.1	589.0	0.2	0.012	0.50	1.0	0.5	1.00	2.00
K 19.3	404.4	0.7	7.8	350.0	600.0	100		
Zn 30.1	213.9	0.7	0.018	1.0	1.0	1	3	5
Cu 29.1	324.8	0.7	0.077	4.0	5.0	1	3	5
Fe 26.1	248.3	0.2	0.10	5.0	5.0	1	3	5

Table 3. Flame analytical conditions for Ca, Mg, Na, K, Zn, Cu, and Fe in Serum

A.A Method Number	Wave Length (nm)	Slit Width (nm)	Character Cone (mg / l)	Sensitivity Check (mg / l)	Linear To (mg / l)	S ₁	S ₂	S ₃
Ca 20.1	422.7	0.7	0.092	4.0	5.0	1	3	5
Mg 12.1	202.6	0.7	0.19	9.0	10.0	0.1	0.3	0.5
Na 11.1	330.2	0.7	1.7	80.0		20	30	50
K 19.3	404.4	0.7	7.8	350.0	600.0	1	5	10
Cu 29.2	327.4	0.7	0.17	8.0	5.0	1	3	5
Zn 30.2	307.6	0.7	79.0	3500.0		0.5	1	2
Fe 26.1	248.3	0.2	0.10	5.0	5.0	1	3	5

kit(영연화학주식회사)를 사용하여 정량하였다.

간장중의 지질성분 측정

간장을 일정량 취하여 Folch법²³⁾에 의해 조지질을 정량하였으며, 간장중의 cholesterol 함량은 Zak-Henry 법²⁴⁾으로 측정하였다.

간장중 지방산 조성

앞에서 추출한 조지질의 일정량을 취하여 methylation 시켜 gas chromatography(Hitachi 163)로 분석²⁵⁾하였고 각 지방산의 함량은 반치폭법에 의한 구성지방산의 비로 산출하였다.

혈청, 간장 및 신장중 무기질 측정

혈청은 직접회석법에 의하여, 간장과 신장은 습식 회화²⁶⁾시켜 산용액으로 만든 후 atomic absorption spectrophotometer로 측정하였고 이 때의 모든 조건은 Table 2, 3과 같다.

통계처리

완전임의배치법에 의한 분산분석을 하였고 유의성 검정은 Duncan 법^{27,28)}에 의했다.

결과 및 고찰

혈청중의 GOT, GPT 활성치

혈청 GOT, GPT의 측정은 잠재성 간 장애의 선별, 급성간염발생의 조기진단에 중요하다. 무기질의 과부족에 의해 혈청 및 간장중의 지질성분이 변화하고²⁹⁾ Ca 및 Mg의 과부족은 여러 무기질의 함량 변화를 초래하므로(Table 8,9,10), 지질대사의 중요 장기인 간에 영향을 미칠 것이다³⁰⁾.

Table 4에서 GPT활성의 변화에는 유의성이 없었으나 GOT의 경우 Mg과잉 첨가군인 V군이, cholesterol 1% 첨가한 II군보다 유의하게 감소된 반면 Ca과잉 첨가군인 III군에서는 다소 높은 경향을 보였다. 그러나 간기능 장애의 경우에 나타나는 현상³¹⁾으로 보아, 본 실험의 경우 간기능에는 영향이 없는 것으로 사료된다.

Table 4. Activity of GOT and GPT in serum

(unit / mg)^{*1}

Group	GOT	GPT
I (NN)	56.8±5.84 ^{bcd*2}	29.0± 1.41
II (CNN)	59.4± 4.03 ^{cd}	38.8± 4.35
III (CHN)	67.2±12.89 ^d	38.0±11.15
IV (CLN)	54.0± 2.76 ^{abc}	32.0± 5.90
V (CNH)	44.0± 4.94 ^a	31.0± 8.92
VI (CNL)	50.4± 9.48 ^{abc}	32.4± 5.31

*1 : Mean±S.D. for 5 rats

*2 : Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p<0.05)

Table 5. Values of hematocrit and contents of cholesterol in serum

Group	Hematocrit(%) ^{*1}	Cholesterol(mg / 100ml) ^{*1}
I (NN)	43.92± 0.66	274.64± 27.92 ^{a*2}
II (CNN)	47.18± 2.27	561.33±132.32 ^b
III (CHN)	40.42± 1.57	287.38± 63.29 ^a
IV (CLN)	44.48± 6.19	594.75±116.56 ^b
V (CNH)	50.60±11.03	257.33± 29.24 ^a
VI (CNL)	42.04± 1.01	543.08± 43.13 ^b

*1 : Mean±S.D. for 5 rats

*2 : Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p<0.05)

Table 6. Contents of total lipid and cholesterol in liver

Group	Total lipid(mg / g) ^{*1}	Cholesterol(mg / wet liver 1g) ^{*1}
I (NN)	7.57± 7.06 ^{abc*2}	2.51±0.48 ^a
II (CNN)	98.78±23.30 ^d	4.37±0.58 ^b
III (CHN)	54.96± 6.37 ^a	2.38±0.64 ^a
IV (CLN)	84.76±11.59 ^{bcd}	2.26±0.11 ^a
V (CNH)	57.34±11.93 ^a	2.21±0.67 ^a
VI (CNL)	87.94±14.63 ^{cd}	4.92±0.86 ^b

*1 : Mean±S.D. for 5 rats

*2 : Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p<0.05)

Hematocrit치와 혈청중의 cholesterol함량

Table 5에서와 같이 hematocrit치는 군 상호간에 유의성을 찾을 수 없었다.

혈청중 cholesterol치는 cholesterol 1% 첨가한 II 군이 현저히 높았으며, Mg과잉 첨가군인 V군이 유의하게 감소된 반면, Mg 결핍군인 VI군에서는 높게 나타났다. 이는 Yves Rayssiguier등¹⁷⁾의 Mg 결핍시 혈청중 triglyceride와 cholesterol함량이 높아졌다고

한 연구결과와 일치한다. 또 Yacowitz²¹⁾은 Ca가 hypocholesterolemic effect를 갖는다고 보고한 바 본 실험 결과와 같다.

간장중의 지질변화

간장중의 총지질과 cholesterol 함량 : Table 6에서와 같이 표준식이군에 비해 cholesterol 1% 첨가한 III 군이 유의하게 증가하였으며, 이는 Tsai와 Kelley²⁴⁾

의 연구결과와 일치한다.

Ca과잉 첨가군인 III군의 경우 간장 중 총지질량은 감소되었으나 Ca 결핍군인 IV군과 비교해 볼 때 cholesterol함량에는 상호간에 유의성이 없었다.

Mg는 II군과 비교할 때 과잉 첨가군인 V군에서 현저하게 감소되었고, Mg결핍군인 VI군은 간장내 cholesterol함량이 증가된 것으로 나타났다. 이로써 Biernoat³⁵⁾의 Ca는 Mg의 결핍이 고지방식을 먹인 rat의 간내지방수준에 영향을 미치지 않았다는 보고와는 상반된다.

간장중의 지방산 조성 : 간장중의 지방산 조성은 Table 7과 같다. 전 실험군에서 oleic acid(18:1)의 함량이 가장 많았으며 stearic acid(18:0), palmitic acid(16:0), linoleic acid(18:2)의 순으로 나타났다. 표준식이군과 비교했을 때 cholesterol 1% 첨가한 II군의 경우, palmitoleic acid(16:1)는 유의하게 증가되었고 stearic acid는 감소되었다.

Lauric acid는 Mg 과잉군인 V군에서 유의하게 증가되었고, 결핍군인 VI군에서는 palmitic acid의

함량이 높은 것으로 관찰되었다. 또 linoleic acid는 Ca 과잉군인 III군과 결핍군인 IV군을 비교해 볼 때 IV군에서 증가되었고 Mg과잉군인 V군이 결핍군인 IV군보다 높은 것으로 나타났다.

이상과 같이 Ca 및 Mg의 수준변화에 따라 지방산의 함량이 다른 것은 Ca, Mg등의 활성전위가 상이³⁶⁾하고, 지방산의 흡수, 생합성, 수송 및 분포에 관계하는 무기질 함량의 변화에 기인한다고 생각된다.

간장중의 무기질 함량

간장중의 Ca, Mg, Na, K, Cu, Zn 및 Fe함량을 측정된 결과는 Table 8과 같다.

Ca와 Mg과잉 첨가군인 III군 및 V군의 경우, 간장중 Ca와 Mg의 함량이 모두 높게 나타난 데 비해 Ca와 Mg결핍군인 IV, VI군의 그것은 모두 저하되었으니 식이중 Ca, Mg수준과 간장중의 함량과는 상호 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다. 또 Ca와 Mg의 과잉첨가는 간장중 K와 Cu의 함량을 증

Table 7. Fatty acids composition of crude lipid in liver

(%)^{*1}

FF Group	12:0	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:4
I (NN)	2.08±1.19 ^{a2}	0.77±0.13	17.74±0.45	3.69±0.47 ^a	23.58±2.98 ^{de}	32.54±2.54	14.51±1.88 ^{bc}	7.11±0.27 ^b
II (CNN)	2.32±1.51 ^a	0.84±0.24	16.08±4.42	5.48±1.48 ^{bc}	11.38±4.02 ^a	43.96±5.61	12.19±1.90 ^{abc}	3.15±1.44 ^a
III (CHN)	2.82±1.51 ^a	0.79±0.13	19.50±1.57	2.29±1.00 ^a	25.44±4.00 ^a	35.28±4.76	11.73±1.76 ^{ab}	2.04±0.66 ^a
IV (CLN)	1.58±0.56 ^a	0.68±0.08	15.23±1.49	3.46±0.49 ^a	21.44±1.84 ^{abc}	40.86±3.80	14.89±1.75 ^c	3.55±1.59 ^a
V (CNH)	4.88±0.71 ^b	1.21±0.79	18.58±1.14	3.70±0.50 ^a	18.60±5.24 ^{bcd}	33.12±7.80	13.78±2.34 ^{bc}	1.95±0.97 ^a
VI (CNL)	2.92±1.50 ^a	0.54±0.15	17.80±0.87	5.59±1.70 ^c	21.74±5.47 ^{de}	38.08±2.38	10.18±1.66 ^a	3.39±0.75 ^a

*1 : Mean±S.D. for 5 rats

*2 : Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p<0.05)

Table 8. Contents of Ca, Mg, Na, K, Cu, Zn, and Fe in liver

(mg/100 g of fresh liver)^{*1}

Group	Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe
I (NN)	16.22±8.47 ^{ab2}	23.80±4.34 ^{bc}	48.98±4.27	303.89±34.29 ^{abc}	0.71±0.04 ^{abc}	3.16±0.54 ^a	7.43±1.86 ^{ab}
II (CNN)	15.24±3.98 ^{ab}	18.38±1.51 ^{ab}	55.37±5.09	312.95±17.44 ^{abc}	0.87±0.15 ^a	4.65±0.27 ^{abc}	7.00±1.93 ^{ab}
III (CHN)	32.19±13.01 ^c	26.84±2.72 ^c	56.0±6.91	339.10±30.16 ^c	0.78±0.17 ^{bc}	5.57±1.17 ^c	3.90±0.44 ^a
IV (CLN)	18.02±8.00 ^{ab}	15.78±0.81 ^a	53.77±4.18	305.23±14.13 ^{abc}	0.68±0.04 ^{ab}	5.43±1.89 ^{bc}	11.91±2.56 ^c
V (CNH)	24.14±9.57 ^{bc}	27.61±3.57 ^c	53.43±5.99	321.88±28.34 ^{bc}	0.77±0.09 ^{bc}	4.50±0.98 ^{abc}	8.36±3.35 ^{bc}
VI (CNL)	6.08±2.93 ^a	19.26±3.68 ^a	59.05±18.04	279.82±5.62 ^a	0.59±0.11 ^a	3.76±0.89 ^{ab}	7.27±3.23 ^{ab}

*1 : Mean±S.D. for 5 rats

*2 : Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p<0.05)

가시켰으니 이는 Ca와 Mg의 공급에 따라 간장중 cholesterol함량이 감소되고, Cu는 간내 cholesterol로부터 담즙산을 만드는 monooxydase³⁷⁾의 활성화에 관여하는 것으로 미루어 Ca와 Mg의 섭취는 이러한 작용을 활성화시킴으로써 간장중 cholesterol함량을 저하시키는 것으로 생각된다.

한편 간장중 Fe의 함량은 Ca결핍군인 IV군에서 두드러지게 증가되었는데 이는 혈액응고기전중 Ca가 부족하면 간장중 fibrinogen이 혈중으로 운반되지 못하고 그대로 머무름으로써 계속적인 출혈이 일어난다. 이에 적혈구는 파괴되고 간장, 비장 및 골수의 망내세포에서 heme이 분해되어 Fe와 biliverdin으로 된다. 따라서 Ca결핍시 간장중 Fe의 농도가 증가되는 것으로 사료된다.

신장중의 무기질 함량

Table 9에서 처럼 Mg결핍군인 VI군의 경우 신장중 Ca 및 Na의 함량이 증가되었다.

이는 세포내액의 Mg함량이 줄어들음에 따라 상대적으로 세포외액의 Na 및 Ca 유통성이 증가하고

신장으로 배설되는 Ca와 Na량도 많아지므로 이로 인해 신장기능에 장애가 오는 것으로 생각되며 이는 많은 연구자들이 보고한 신장의 병리학적인 변화와 관계가 있는 것으로 사료된다^{38~41)}.

혈청중의 무기질 함량

Table 10에서 보는 바와 같이 Ca 및 Mg과잉 첨가군인 III군, V군에서 혈청중 Ca 및 Mg함량이 증가되었다. 이에 식이내 Ca와 Mg의 수준은 혈청중 Ca 및 Mg의 함량에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

한편 Yoshinor와 Motonori⁴²⁾는 Mg결핍시 혈청 Ca가 유의하게 높아진 반면 Mg함량은 유의하게 낮았다고 보고했으며, McAleese와 Forbes¹⁹⁾는 새끼양에서 Mg부족이 저Ca혈청과 관련있음을 보고했는데, 본 실험결과와는 일치하지 않았다. 또한 cholesterol 1% 첨가한 II군의 혈청중 낮은 Zn함량은 체내 Cu의 이용율을 높여주는 것으로서 결과적으로는 hypercholesterolemia가 일어나는 것으로 생각된다. 즉 체내에서 Cu가 결핍될 때 담즙산의 합성과 분비가

Table 9. Contents of Ca, Mg, Na, K, Cu, Zn, and Fe in kidney (mg / 100 g of fresh liver)^{*1}

Group	Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe
I (NN)	22.15± 7.80 ^{ab2}	27.04±9.30 ^e	112.54±9.81 ^{ab}	237.66±19.43	0.45±0.04 ^a	7.79±2.37	3.37±0.34
II (CNN)	12.77± 6.31 ^a	10.32±6.19 ^{abc}	105.9 ± 7.16 ^a	237.21±18.55	0.67±0.19 ^b	4.94±0.55	4.99±1.26
III (CHN)	32.42±14.44 ^{bc}	19.13±2.69 ^d	103.02±7.72 ^a	236.00±11.36	0.56±0.13 ^{ab}	8.63±3.54	2.83±0.42
IV (CLN)	31.0 ± 10.87 ^{abc}	15.92±2.65 ^{bcd}	103.46±4.13 ^a	253.03±17.01	0.40±0.09 ^a	6.22±3.55	5.31±1.32
V (CNH)	21.34± 7.02 ^{ab}	17.29±5.22 ^{cd}	108.4±5.24 ^a	245.25± 6.89 ^{bc}	0.58±0.12 ^{ab}	6.19±1.18	4.38±1.71
VI (CNL)	47.86±19.38 ^c	7.21±2.97 ^a	120.68±6.63	217.27±20.47	0.99±0.13 ^c	5.47±2.65	5.09±1.76

*1 : Mean±S.D. for 5 rats

*2 : Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p<0.05)

Table 10. Contents of Ca, Mg, Na, K, Cu, Zn, and Fe in Serum (mg / 100ml)^{*1}

Group	Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe
I (NN)	12.84±3.11 ^{c2}	2.36±0.30 ^d	380.6±52.43 ^c	26.7 ± 6.57 ^c	0.16±0.05	0.58±0.12 ^{bc}	0.48±0.04 ^a
II (CNN)	6.06±1.67 ^a	1.12±0.31 ^{ab}	195.2±33.04 ^a	16.38±2.94 ^a	0.18±0.07	0.34±0.10 ^a	0.36±0.10 ^a
III (CHN)	14.4±1.71 ^c	1.58±0.39 ^{bc}	265.4±96.88 ^{ab}	23.63±6.79 ^{bc}	0.18±0.04	0.74±0.16 ^c	0.50±0.13 ^a
IV (CLN)	7.1±1.88 ^a	2.02±0.34 ^{cd}	311.2±39.38 ^{bc}	19.54±3.14 ^{ab}	0.14±0.05	0.42±0.04 ^{ab}	0.46±0.05
V (CNH)	13.14±3.28 ^c	3.06±0.34 ^e	323.8±49.82 ^{bc}	24.4±2.06 ^{bc}	0.1 ± 0.00	0.74±0.15 ^c	0.78±0.35 ^b
VI (CNL)	10.84±1.24 ^{bc}	1.06±0.22 ^a	291.4±25.22 ^b	21.18±1.95 ^{abc}	0.1 ± 0.06	0.40±0.06 ^a	0.32±0.04 ^a

*1 : Mean±S.D. for 5 rats

*2 : Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p<0.05)

감소되고, 간의 다른 세포내에서의 혈중 cholesterol 이용 저하에 기인하는 것이다⁴³⁾. 따라서 Zn은 Cu에 길항작용⁴⁴⁾이 있으므로 과잉의 Zn섭취시 Cu의 흡수가 방해⁴⁵⁾되는 것으로 알려져 있다. 이에 Ca와 Mg 과잉군인 III, V군에서는 혈청중 Zn함량이 유의하게 높은 반면, 결핍군인 IV, VI군에서는 비교적 감소된 바 위의 설명과 연관된다 하겠다. 한편 Fe의 함량은 식이중 Ca수준에는 영향받지 않은 반면 Mg 과잉군인 V군의 경우 현저하게 증가되었다.

요 약

최근 Ca와 Mg가 혈액순환계 질병, 즉 동맥경화증 또는 고혈압에 대해 hypocholesterolemic effect가 있음이 밝혀짐에 따라 본 실험에서는 콜레스테롤 첨가식이에 Ca와 Mg의 함량을 변화시킴으로써 흰쥐의 혈청과 조직중의 지질 및 무기성분에 미치는 영향을 측정한다. 결과 혈청중 GPT활성은 유의성이 없었고 GOT는 Mg과잉군인 V군에서 유의하게 감소되었다. 혈청중 cholesterol치는 cholesterol 1% 첨가한 II군이 유의하게 높았으며, Mg과잉군인 V군이 유의하게 감소된 반면 결핍군인 IV군에서는 다소 높은 경향이었다. 간장중 total lipid와 cholesterol 함량은 II군에서 유의하게 증가했으며 Ca과잉군인 III군의 경우 total lipid는 감소되었으나 cholesterol 함량에는 유의적인 차이가 없었다. 한편 Mg과잉군인 V군에서 현저히 감소되었고 결핍군인 VI군은 cholesterol함량이 증가되었다. 간장중의 지방산 조성은 전 실험군에서 oleic acid(18:1)의 함량이 가장 많았으며 stearic acid(18:0), palmitic acid(16:0)의 순이었다. 간장중의 무기질 함량은 식이내 Ca, Mg수준에 의해 영향받으며, 신장조직에서는 II군의 경우 Mg의 함량이 감소되었고 Cu는 증가되었다. 또 Mg결핍군인 VI군에서 Mg함량이 감소된 반면 Ca, Na 및 Cu함량은 증가되었다. II군에서 혈청중 Ca, Mg 및 Zn의 함량이 감소된 반면 Na와 K의 함량은 증가되었다. 또 Ca나 Mg과잉군인 III, V군은 혈청중 Ca, Mg 및 Zn의 함량이 증가된 것으로 나타났다.

문 헌

- Gasta, D. : *Guanabara, Riode Janeiro, Brazil*, 105 (1943).
- Sherman, H.C. : *U.S. Dept. Agr. Misc. Publ.* 10, 456(1944).
- Fisher, W. and Fugue : In "*Principles of nutrition*", 2nd ed. Wiley, New York, 134(1970).
- Gutteridge, J.M.C. : *Biophys. Res. Comm.*, 74, 49(1977).
- Fleckenstein, A. : In "*Metabolic aspects of the excitation contraction coupling*" Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 71(1963).
- Greger, J.L. and Schwartz, R. : *J. Nutr.*, 104, 1610(1974).
- Seeting, N.S. and Heggeveit, H.A. : *Am. J. Clin. Nutr.*, 27, 59(1974).
- Tufto, E.V. and Greenberg, D.M. : *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 34, 292(1936).
- Moore, L.A., Hallman, E.T., and Sholl, L.B. : *Arch. Path.*, 26, 820(1938).
- MacIntyre, I. and Davidsson, D. : *Biochem. J.*, 70, 456(1958).
- Allcroft, W.M. : *Vet. J.*, 12, 103(1947).
- Blaxter, K.L. Rook, J.A.f., and MacDonald, A. M. : *J. Comp. Path.*, 64, 157(1954).
- Fleischman, A.I., Yakowitz, H., Amsdes, R.T., and Bierenbaum, M.L. : *J.Nutr.*, 92, 389(1967).
- David, A. and McCarron, M.D. : *Science*, 217, 267(1982).
- David, A. and McCarron, M.D. : *Life Science*, 30, 683(1982).
- Ayachi, S. : *Metabolism*, 28, 1234(1979).
- Yves, R., Elyett, G., and Diter, W. : *J. Nutr.*, 111, 1876(1981).
- Nuoranne, P.J., Raunio, R.P., and Karppane, H. : *Br.J. Nutr.*, 44, 54(1980).
- McAleese, D.M. and Forbes, R.M. : *Nature*, 184, 2025(1960).
- Bieri, J.G., Stoewsand, G.S., Briggs, G.M., Phillips, R.W., Woodard, J.C., and Knapka, J.J. : *J. Nutr.*, 107, 1340(1977).
- 川内廣明, 岸浪菊江子, 春木文枝, 渡邊富久子 : *臨床化學試驗法*(廣川書店), 124(1976).
- Bauer, J.D. : In "*Clinical Laboratory Methods*", Mosby Co., 9th ed., 188(1982).
- Folch, J., Lees, M., and Stanley, G.H.S. : *J. Biol. Chem.*, 266, 497(1957).
- 石井暢 : *臨床化學檢査Ⅱ*(醫學書院), 22(1975).

25. 油脂および 油脂製品試験法部會 : 油化學, 19, 337 (1970).
26. Heckman, M. : *J. of the A.O.A.C.*, 51, 776(1968).
27. Steel, R. and Torrie, J.H. : In "*Principles and Procedures of Statistics*" McGraw-Hill Book Co., New York, 107(1960).
28. 曹在星, 李廣田 : 實驗統計學(先進文化社, 서울), 889(1977).
29. 林敬惠, 金德鎮, 安泰英, 曹秀悅, 鄭在洪 : 環境研究, 6(2) 179-191(1987).
30. 林敬惠, 曹秀悅; 鄭在洪, 金德鎮 : 環境研究, 6(2) 193-207(1987).
31. 瀨山義幸, 林秀德, 春木文枝, 山下三郎 : 診斷生化學(廣川書店, 東京), 217(1978).
32. Yacowitz, H.A., Fleischman, A.L., and Bierbaum, M.L. : *Brit. Med. J.*, 1, 1352(1965).
33. Thomas, G.H. and Norman, L.J. : *HJ. Nutr.*, 115, 167(1985).
34. Tsai, A.C. and Kelley, J.J. : *J. Nutr.*, 108, 226 (1978).
35. Biernat, J. : *Bromatol. Chem. Toksykol.*, 20, 96 (1987).
36. Hooper, S.W., Kruser, H.D., and McCollum, E. V. : *Am. J. Hyg.*, 25, 28(1937).
37. Lei, K.Y. : *J. Nutr.*, 108, 232(1978).
38. Whang, R. and Welt, L.G. : *J. Clin. Invest.*, 42, 305(1963).
39. Welt, L.G. : *J. Bio. Med.*, 36, 325(1964).
40. Schneeberger, E.E. and Morrison, A.B. : *Am. J. Pathol.*, 50, 549(1967).
41. Buttifora, H.R., Eisentein, G.H., Laingand, G. H., and McCreany, P. : *Amer. J. Pathol.*, 48, 421(1966).
42. Yoshinori Itokaw and Motonori Fujiwara : *J. Nutr.*, 103, 438(1973).
43. Allen, K.G.D. and Klevay, L.M. : *Atherosclerosis*, 29, 81(1978).
44. Smith, S.E. and Larson, E.J. : *J. Biol. Chem.*, 29, 163(1945).
45. Fischer, P.W.F., Giroux, A., and Shah, B.G. : *Am. J. Clin. Nutr.*, 33, 1019(1980).

(Received May 30. 1988)