

단백질과 마그네슘 공급수준이 흰쥐의 혈청중 지질함량 및 효소활성에 미치는 영향

정 복 미·승 정 자*

부산여자대학교 식품영양학과, 숙명여자대학교 식품영양학과*

Effects of Dietary Protein and Magnesium Levels on Serum Lipid Contents and Enzyme Activities in Rats

Jung, Bok Mi · Sung, Chung Ja*

Department of Food and Nutrition, Pusan Women's University, Pusan, Korea

Department of Food and Nutrition,* Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

To study the effects of dietary protein and magnesium levels on serum lipid contents and enzyme activities, male Sprague-Dawley rats were divided into six groups. Six groups of animals were fed six experimental diets different with protein(8% and 20%) and magnesium levels (Mg-free, 400 mg/kg diet and 800 mg/kg diet). The serum lipid contents and enzyme activities of rats fed different dietary protein and magnesium levels were examined. Serum triglyceride contents was significantly decreased as the dietary magnesium level was increased. Serum phospholipid contents was significantly higher in magnesium deficient group than those in the other groups. Serum alkaline phosphatase activity was significantly decreased in magnesium deficient group compared with other groups, but serum glutamic oxaloacetic transaminase and glutamic pyruvic transaminase activities was significantly increased in magnesium deficient group than other groups. In conclusion, serum triglyceride contents in low protein level was remarkably decreased as the dietary magnesium level was increased.

KEY WORDS : dietary protein · magnesium · serum lipid contents.

서 론

혈청 지방의 수준을 변화시키는데 있어 식이성분의 중요성에 관하여 많은 연구가 이루어졌는데¹⁾ 그 중 식이 지방이 밀접하게 관련되어 있는 것은 많이 알려진 사실이며 그의 당질²⁾³⁾, 단백질⁴⁾⁵⁾, 비타민⁶⁾, 무기질⁷⁾ 등도 영향을 준다. 그 중에서도

무기질인 마그네슘이 동맥경화와 고혈압동에 영향을 미친다고 보고되었으며⁸⁾⁹⁾ 마그네슘의 결핍효과는 다른 식이 성분에 따라 달라질 수 있다. 동물실험의 경우 마그네슘 결핍은 혈청 지방 구성에서 동맥경화성 변화를 일으킨다고 보고하였는데¹⁰⁾ 이것은 마그네슘 결핍이 허혈성 심장질환의 진전과 관련이 있을 수 있음을 제시하였다¹¹⁾. Rayssiguier등⁸⁾은 쥐실험에서 마그네슘 결핍시 대조군에 비해

혈청중 중성지방 함량이 더 증가하였다고 보고하였다. Reiser²⁾ 또한 당질의 형태와는 관계없이 마그네슘 결핍군에서 혈청중 중성지방의 함량이 증가하였다고 보고하였으며 마그네슘 결핍시 당질의 종류에 따라서 전분에 비해 서당 섭취군에서 혈청중 중성지방이 훨씬 높았다고 보고하였다. 또한 마그네슘은 단백질 합성에서 중요한 요소로 알려져 있으며 Schwartz 등¹²⁾은 성장기 동물인 경우 단백질 섭취량이 증가하면 성장과 체내 질소이용율의 상승으로 인하여 마그네슘량도 따라서 증가된다고 보고하였다. 이와 같이 마그네슘은 단백질과 밀접한 관계가 있으므로 본 연구에서는 단백질 수준(8%와 20%)을 달리하고 마그네슘은 3가지 수준(Mg-free, 400 mg/kg diet, 800 mg/kg diet)으로 하여 혈청중 지방, 효소활성, 단백질 함량을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물의 사육

실험동물은 체중이 평균 210 g 되는 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐로 본 실험실에서 직접 교미시켜 낳은 지 7~8주 된 것으로 이유 후 고형사료(삼양유지사료)로 사육 후 실험시작전 1주일 동안 control diet(protein 20% + Mg 400 mg/kg diet)으로 적응시킨 후 동물의 체중에 따라 각군의 평균 체중이 비슷해지도록 8마리씩 6군으로 나누어 8주간 실험하였다. 동물 실험실의 사육조건은 온도 24±2℃, 습도 55~60%를 항상 유지시켰으며, 명암은 12시간(08:00-20:00)을 주기로 자동조절 되었으며, 물은 2차 증류수로 매일 급여하였고 모든 사료와 물은 자유 급식시켰다. 실험에 사용된 모든 기구들은 무기질의 오염을 방지하기 위하여 깨끗이 씻은 후 0.4% EDTA(Ethylene Diamine Tetra Acetic acid) 용액에 24시간 동안 담갔다 꺼낸 후 2차 증류수로 3번이상 세척 후 건조기에서 습기를 완전히 제거한 다음 사용하였다.

2. 실험동물의 식이

본 실험에 사용한 실험식이의 구성성분은 Table

1과 같이 배합하였다.

실험식이의 탄수화물 급원으로는 Cornstarch(미원 Co.), 지방급원은 Corn oil(동방유량 Co.), 단백질 급원은 Casein(Junsei Co.)을 사용하였으며, DL-Methionine은 Sigma Co. 제품, Choline chloride는 Junsei Co. 제품을 사용하였고 무기질과 비타민류는 특급시약을 사용하였다. 사료는 1주마다 새로 제조하여 냉장 보관하면서 공급하였다.

단백질은 Casein으로 8%와 20% 두가지 수준을 사용하였으며, 무기질중 마그네슘은 Magnesium oxide(Junsei Co. Japan) 형태로 3가지 수준 즉 Mg-free, 요구량 수준(400 mg/kg diet), 요구량의 2배

Table 1. Formulation of magnesium-deficient diet (g/kg diet)

Ingredients	8% protein	20% protein
Casein	80	200
DL-Methionine	3	3
Cornstarch	770	650
Fiber*	50	50
Corn oil	50	50
AIN-mineral mixture** (omitting Mg ²⁺)	35	35
AIN-vitamin mixture***	10	10
Choline chloride	2	2
Mg ²⁺ ****	Varicd	Varied

* Cellulose : Sigma Co., LTD. U.S.A

** Mineral mixture(g/kg) : Calcium lactate, 500 ; sodium chloride, 43 ; sodium dihydrogen phosphate, 31 ; potassium citrate, 220 ; potassium sulfate, 52 ; manganous carbonate, 3.5 ; folic citrate, 6.0 ; zinc carbonate, 1.6 ; cupric sulfate, 0.3 ; potassium iodate, 0.01 ; sodium selenite, 0.01 ; chromium potassium sulfate, 0.55.

*** Vitamin mixture(/kg) : Thiamin HCl, 600 mg ; riboflavin, 600 mg ; pyridoxine, 700 mg ; nicotinic acid, 3 g ; D-calcium pantothenate, 1.6 g ; folic acid, 200 mg ; D-biotin, 20 mg ; cyanocobalamin, 1 mg ; vitamin A, 400,000 IU ; dl-alpha tocopheryl acetate, 5000 IU ; cholecalciferol (vitamin D), 2.5 mg ; menaquinone, 5.0 mg

**** The magnesium oxide was added to reach the level of 400 mg, 800 mg magnesium/kg diet which represents medium level, high level, respectively.

수준(800 mg/kg diet)으로 공급하였다.

3. 조사 항목 및 방법

1) 식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이효율

식이 섭취량은 매일 같은 시각(오후 4시)에 측정하였으며 식이 섭취량에 대한 오차를 최소화하기 위해 허실량도 측정하여 보정하였다. 체중은 일주일에 한번씩 일정한 시간(오후 6시)에 측정하였고 식이 섭취로 인한 일시적인 체중 변화를 막기 위해 측정하기 2시간 전에 식이통을 제거한 후에 실시하였다. 체중 증가량은 실험종류 체중에서 실험개시 체중을 감하여 총 체중증가량을 구하고 실험일수로 나누어 1일 평균 체중증가량으로 하였다.

식이 효율은 일주일간의 식이섭취량을 일주일간의 체중증가량으로 나눈 값으로 계산하였다.

2) 혈액의 채취

혈액은 실험종류 후 16시간 절식시킨 후 ethyl ether로 마취하여 21 gage needle을 이용하여 cardiac puncture로 채혈하였다. 채혈된 혈액을 원심 분리관에 넣어 실온에서 30분간 응고시킨 후 3000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 즉시 혈액분석에 사용하였다.

3) 시료의 분석

(1) 혈청중 지방 함량 분석

혈청중 중성지방 함량은 중성지방 측정용 Kit 시액(極東製藥工業(株) 日本)을 사용하여 분석하였으며, 혈청중 총콜레스테롤 함량은 총콜레스테롤 측정용 Kit 시액(V-Cholestase, 日水製藥(株))을 사용하여 분석하였다. 혈청중 HDL-콜레스테롤 함량 분석은 HDL-콜레스테롤 측정용 Kit 시액(야트로 리포하이콜레스트, 야트론(주))을 사용하여 분석하였고, 혈청중 인지질 함량 분석은 인지질 측정용 Kit 시액(PL-E(OM), 야트론(주))을 사용하여 분석하였다.

(2) 혈청중 효소활성 측정

혈청중 alkaline phosphatase(ALP)는 Kind-King method¹³⁾로, Glutamic Oxaloacetic Transaminase(GOT) 및 Glutamic Pyruvic Transaminase(GPT)는 Reitman-Frankel method¹⁴⁾로 각각 측정하였다.

(3) 혈청중 단백질 함량 분석

혈청중 총단백질 함량은 Biuret method¹⁵⁾로 측정하였고, 혈청중 알부민 함량 분석은 Brom cresol green method¹⁶⁾로 측정하였다. 글로불린은 총단백질에서 알부민을 뺀 값으로 하여 혈청중 알부민/

Table 2. Feed intake, body weight gain and feed/gain of rats fed diets with different levels of protein and Mg¹⁾

Dietary Group Protein level(%)	Mg level (mg/kg diet)	Feed intake		Weight gain	Feed/gain
		g/day	g/day/100g B.W*	g/day	g/g wt. gain
8	—	21.26±0.33 ^{ab2)}	6.38±0.25 ^a	1.89±0.16 [*]	12.14±0.18 ^a
8	400	23.77±0.44 ^b	6.07±0.15 ^b	3.05±0.14 ^c	7.83±0.09 ^c
8	800	22.95±0.94 ^c	6.24±0.15 ^{ab}	2.65±0.27 ^d	8.96±0.29 ^b
20	—	23.31±0.30 ^{bc}	5.43±0.28 ^d	3.64±0.17 ^b	6.54±0.10 ^e
20	400	23.63±0.25 ^b	5.41±0.11 ^d	3.86±0.20 ^a	6.44±0.13 ^c
20	800	24.68±0.56 ^a	5.80±0.27 ^c	3.62±0.19 ^b	7.09±0.08 ^d
Significance		P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05
ANOVA	A(Protein)	P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.001
terms	B(Mg)	P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.001
	A*B	P<0.001	P<0.01	P<0.001	P<0.001

1) Mean±S.D.(n=8)

2) Values with different superscripts within the same column are significantly different at P<0.05

*B.W : Body Weight

글로불린 비율을 계산하였다.

(4) 통계처리

실험결과에 대한 통계처리는 실험군당 평균치와 표준편차로 표기하였고 실험식이의 처리에 의한 결과는 SAS program의 분산 분석과 Duncan's Multiple Range Test를 이용하여 각군의 평균치를 비교하였고 이에 대한 유의성 검정은 $P < 0.05$ 수준에서 행하였다.

결과 및 고찰

1. 식이 섭취량, 체중증가량 및 식이효율

단백질을 8%와 20% 수준으로 하고 그 각각에 대하여 식이 마그네슘 수준을 0 mg/kg diet, 400 mg/kg diet, 800 mg/kg diet의 3가지 수준으로 공급했을 때의 식이 섭취량과 체중증가량 및 식이효율에 대한 전체적인 결과는 Table 2에 나타내었다.

식이 섭취량과 체중증가량 및 식이효율은 단백질과 마그네슘 수준을 달리한 각군 간에 유의적인 차이를 나타냈다($P < 0.05$). 1일 식이 섭취량을 동일한 단백질 수준에서 마그네슘 수준에 따른 차이를 보면 단백질 8%군에서 마그네슘 0mg군의 식이 섭취량이 가장 적었으며, 단백질 20%군에서는 마그네슘 0mg 및 400mg군에 비해 800mg군의 식이 섭취량이 유의하게 많았다. 동일한 마그네슘 수준에서 단백질 수준에 따른 1일 식이 섭취량은 마그네슘 0mg군과 800mg군에서는 단백질 20%군에 비해 8%군의 식이 섭취량이 낮았으며 마그네슘 400mg군에서는 단백질 수준에 따른 차이는 없었다. 체중 100g 당으로 환산한 식이 섭취량은 단백질 8%군에 비해 20%군의 섭취량이 마그네슘 각 수준에서 대체로 낮은 경향을 나타냈다.

체중증가량은 단백질 8%군과 20%군을 비교했을 때 마그네슘 각 수준에서 20%군의 체중 증가량이 높았으며($P < 0.05$) 마그네슘 수준에 따른 차이에서는 단백질 8%군에서 마그네슘 400mg군에 비해 0mg, 800mg군에서 낮았고($P < 0.05$) 그 중에서도 0mg군이 가장 낮았다. 단백질 20%군에서 마그네슘 400mg군에 비해 0mg, 800mg군이 유의하게 낮았다.

Ko등¹⁷⁾은 성장하는 쥐에게 단백질은 동일한 수준으로 하여 마그네슘 결핍군과 대조군으로 실험한 결과 마그네슘 결핍군의 체중 증가량이 유의하게 낮았음을 보고하였는데 이는 본 연구결과와 일치하였다. 또한 동일한 마그네슘 결핍군에서 단백질 수준이 8%군에 비해 20%군의 체중 증가량이 유의하게 높았고 마그네슘 결핍시 단백질 섭취수준이 높으면 성장율이 저조하지 않은 것으로 나타났는데 이는 단백질 섭취가 마그네슘을 약간 보완한 것이 아닌가 생각된다. Menaker¹⁸⁾는 쥐에게 단백질 수준을 7%와 14%로 달리하여 저마그네슘 식이를 공급했을 때 단백질 14%군에 비해 7%군의 체중이 유의하게 증가되었음을 보고하였는데 이는 본 연구와 반대되는 경향이였다. 이와 같이 성장율에 차이가 나는 것은 여러가지 실험조건에 따른 영향이 크리라 생각된다.

식이효율은 단백질 8%에서 400mg군이 가장 낮았으며 0mg군이 가장 높았고 단백질 20%군에서는 0mg과 400mg군간에 차이가 없었으며 800mg군이 0mg, 400mg군에 비해 유의하게 높았다. 단백질 수준에 따른 차이에서는 각 마그네슘 수준에서 20%군보다 낮게 나타났다. 이는 단백질 20%군보다 8%군의 식이효율이 떨어졌으며, 마그네슘 수준도 요구량 수준에 비해 결핍, 과잉군에서 식이효율이 떨어졌음을 알 수 있다. 그러므로 단백질과 마그네슘 모두 요구량 수준으로 섭취하는 것이 식이효율면에서 바람직하다고 생각된다.

2. 혈청중의 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤/총 콜레스테롤 및 인지질 함량

혈청중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 총콜레스테롤 및 인지질 함량을 나타낸 전체적인 결과는 Table 3에 나타나 있다.

혈청중 중성지방, HDL-콜레스테롤/총콜레스테롤 및 인지질 함량은 각군간에 유의적인 차이가 있었으나 총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 함량은 차이가 없었다.

단백질 수준이 동일할 때 마그네슘 공급수준에 따른 혈청중 중성지방 함량은 단백질 8% 수준에서

Table 3. Serum triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol, HDL-cholesterol/total cholesterol and phospholipid contents of rats fed diets with different levels of protein and Mg¹⁾

Dietary Protein level (%)	Group Mg level (mg/kg dict)	Triglyceride	Total-chol.	HDL-chol.	HDL-cholesterol /total cholesterol	Phospholipid
		mg/dl	mg/dl	mg/dl	ratio	mg/dl
8	—	150.67±11.46 ^{a2)}	86.01± 7.28	34.23± 3.21	0.40± 0.03 ^b	153.63± 9.09 ^a
8	400	106.47± 27.14 ^b	76.58± 10.50	33.65± 2.92	0.45± 0.05 ^{ab}	128.71± 13.75 ^{bc}
8	800	83.57± 14.31 ^c	78.28± 8.17	36.90± 3.65	0.48± 0.05 ^a	130.00± 6.98 ^{bc}
20	—	91.50± 13.39 ^{bc}	79.21± 13.03	33.81± 5.23	0.43± 0.06 ^{ab}	137.00± 10.70 ^b
20	400	79.39± 13.39 ^c	77.44± 8.55	34.04± 5.70	0.44± 0.06 ^{ab}	123.00± 8.94 ^{cd}
20	800	82.98± 12.37 ^c	77.08± 8.61	37.05± 4.19	0.48± 0.06 ^a	116.71± 4.89 ^d
Significance		P<0.05	N.S. ³⁾	N.S.	P<0.05	P<0.05
ANOVA terms	A(Protein)	P<0.001	N.S.	N.S.	N.S.	P<0.001
	B(Mg)	P<0.001	N.S.	N.S.	P<0.05	P<0.001
	A*B	P<0.001	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

1) Mean± S.D.(n=8)

2) Values with different superscripts within the same column are significantly different at P<0.05

3) Not significant at P<0.05

마그네슘 수준이 0 mg, 400 mg, 800 mg으로 증가할수록 유의하게 감소하였으며 단백질 20% 수준을 공급한 군에서는 마그네슘 수준에 따른 차이는 없었다. 마그네슘 수준이 동일할 때 단백질 공급 수준에 따른 혈청중 중성지방 함량은 마그네슘 수준이 각각 0 mg, 400 mg일 때 단백질 공급수준이 8%에서 20%로 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으며 마그네슘 수준이 800 mg일 때는 단백질 수준에 따른 차이는 없었다.

혈청중 HDL-콜레스테롤/총콜레스테롤 비율은 단백질 수준이 8%에서 마그네슘 수준이 400 mg, 800 mg군에 비해 0 mg군이 가장 낮았으며 동일한 마그네슘 수준에서 단백질 공급수준에 따른 영향은 없었다. 혈청중 인지질 함량은 단백질 8%와 20% 수준에서 모두 마그네슘 수준이 400 mg, 800 mg군이 0 mg군에 비해 감소되었으며 마그네슘 수준이 각각 0 mg, 800 mg군의 경우 단백질 수준이 8%보다 20%군이 낮았고, 400 mg군에서는 단백질 공급수준에 따른 차이는 없었다. Gueux등¹⁹⁾은 단백질 20% 수준에서 마그네슘 결핍식을 8일간 급여한 쥐의 혈장중 중성지방과 유리 콜레스테롤 수준은 대조군에 비해 증가되었으며, HDL-콜레스테롤은 감소하였다고 하였고, Luthringer등²⁰⁾은 쥐에게 단

백질 20% 수준에서 마그네슘 결핍식을 각각 2주간과 10주간 준 군은 대조군에 비해 혈장중 중성지방과 총콜레스테롤이 유의하게 증가되었다고 하였다. Rayssiguier등⁸⁾은 단백질 20% 수준에서 고당질을 급여한 쥐의 지방대사에서의 마그네슘 결핍효과를 본 결과 마그네슘 결핍군이 대조군에 비해 혈장중 중성지방과 유리 콜레스테롤 함량이 증가하였다고 하였다. Tongyai등²¹⁾은 단백질 20% 수준에서 8일간 마그네슘 결핍식을 준 군은 대조군에 비해 혈청중 중성지방과 인지질함량은 유의하게 증가되었으나 콜레스테롤함량은 유의적인 차이가 없다고 하였으며, Forsythe등²²⁾은 혈장중 콜레스테롤 수준은 공급하는 단백질의 종류에 따라 달라질 수 있다고 보고하였는데 본 실험에서 단백질 수준이 8%인 군에서 혈청중 중성지방양만 마그네슘 수준이 낮을수록 증가되었을 뿐 20%군에서는 차이가 없었는데 이는 실험기간과 동물의 연령의 차이에서 오는 것이라 생각된다.

3. 혈청중 Alkaline Phosphatase(ALP), Glutamic Oxaloacetic Transaminase(GOT) 및 Glutamic Pyruvic Transaminase(GPT) Activities

단백질과 마그네슘의 수준을 달리하여 공급한 쥐의 혈청중 ALP, GOT, GPT의 효소활성을 측정한다

식이 단백질과 마그네슘 수준에 따른 지질대사

전체적인 결과는 Table 4에 나타내었다.

혈청중 ALP활성은 동일한 단백질 수준에서 마그네슘의 효과를 보면 단백질 8%수준에서 마그네슘 400 mg, 800 mg군이 0 mg군보다 유의하게 높았으며, 20% 수준에서도 마그네슘 수준이 증가함에 따라 활성이 높아짐을 알 수 있었다. 마그네슘 수준이 동일한 군에서 단백질 공급수준에 따른 차이는 없었다. 마그네슘은 인산화 효소의 하나인 ALP활

성을 촉진시키는 물질로 작용하며²³⁾, 동물실험에서는 마그네슘 결핍시 혈청중 ALP의 활성이 감소한다는 보고도 있었는데²⁴⁾ 본 연구 결과에서도 마그네슘 결핍시 ALP활성이 뚜렷이 감소됨을 알 수 있었다. 혈청중 GOT 활성은 단백질 8% 수준에서 마그네슘 0 mg군이 400 mg, 800 mg군보다 유의하게 높았으며, 20% 수준에서는 마그네슘 수준에 따른 차이는 없었으나 마그네슘 수준이 0

Table 4. Serum alkaline phosphatase(ALP), glutamic oxaloacetic transaminase(GOT) and glutamic pyruvic transaminase(GPT) activities of rats fed diets with different levels of protein and Mg¹⁾

Dietary Group		ALP	GOT	GPT
Protein level(%)	Mg level(mg/kg diet)	mU/ml	IU/ml	IU/ml
8	—	11.99±1.97 ^(c2)	89.87±6.07 ^a	22.76±2.71 ^a
8	400	19.68±1.18 ^{ab}	61.23±4.82 ^c	14.41±2.08 ^c
8	800	21.66±2.69 ^a	66.77±7.80 ^{bc}	17.11±2.01 ^{bc}
20	—	14.07±2.43 ^c	71.85±5.10 ^b	17.35±2.57 ^{bc}
20	400	17.80±2.37 ^b	66.15±7.09 ^{bc}	17.57±3.18 ^b
20	800	20.97±1.21 ^a	67.91±6.07 ^{bc}	14.83±2.92 ^{bc}
Significance		P<0.05	P<0.05	P<0.05
ANOVA	A(Protein)	P<0.01	P<0.01	P<0.05
terms	B(Mg)	P<0.001	P<0.001	P<0.001
	A*B	P<0.05	P<0.001	P<0.001

1) Mean±S.D.(n=8)

2) Values with different superscripts within the same column are significantly different at P<0.05

Table 5. Serum total protein, albumin contents and albumin/globulin ratio of rats fed diets with different levels of protein and Mg¹⁾

Dietary Group		Total protein	Albumin	Albumin/globulin
Protein level(%)	Mg level(mg/kg diet)	g/dl	g/dl	ratio
8	—	4.69±0.24 ^(b2)	2.99±0.15	1.81±0.32 ^a
8	400	5.25±0.31 ^a	3.12±0.13	1.48±0.18 ^b
8	800	5.11±0.19 ^a	3.09±0.13	1.54±0.17 ^b
20	—	5.13±0.22 ^a	2.96±0.11	1.37±0.15 ^b
20	400	5.21±0.28 ^a	3.06±0.12	1.44±0.18 ^b
20	800	5.31±0.15 ^a	3.07±0.17	1.39±0.16 ^b
Significance		P<0.05	N.S. ³⁾	P<0.05
ANOVA	A(Protein)	P<0.01	N.S.	P<0.001
terms	B(Mg)	P<0.001	P<0.05	N.S.
	A*B	P<0.05	N.S.	P<0.05

1) Mean±S.D.(n=8)

2) Values with different superscripts within the same column are significantly different at P<0.05

3) Not significant at P<0.05

mg의 경우 단백질 수준이 낮을수록 증가하였다.

혈청중 GPT활성은 단백질 8%군에서 마그네슘 0mg군이 400mg, 800mg군에 비해 높았으나 단백질 20%군에서는 마그네슘 수준에 따른 차이가 없었다. GOT와 GPT는 전이효소로 조직이 파괴되었을 때 혈청중에 많이 방출되는데 특히 심근이 경색되면 혈청중 GOT 수준이 높아지고 간장이 손상되면 GOT 및 GPT가 함께 증가한다²⁵⁾. 특히 본 실험에서 마그네슘 결핍군의 혈청중 GOT 수준이 증가한것은 마그네슘 결핍으로 인해 심근이 경색되어 나타난 현상이 아닌가 생각된다.

4. 혈청중 총단백질, 알부민함량 및 알부민/글로불린 비율

단백질과 마그네슘의 공급수준을 달리하여 흰쥐의 혈청중 총단백질, 알부민함량과 알부민/글로불린 비율을 나타낸 전체적인 결과는 Table 5에 제시되었다.

혈청중 총단백질 함량은 단백질 8%로 동일한 수준에서 마그네슘 공급수준에 따른 효과를 보면 단백질 8%수준에서 마그네슘 수준이 400mg, 800mg군에 비해 0mg군이 유의하게 낮았으며 단백질 20%수준에서는 마그네슘 공급수준에 따른 군간의 차이는 없었다. 마그네슘 0mg의 동일한 수준에서 단백질의 공급수준에 따른 효과에서 8% 단백질 공급군에 비해 20% 단백질 공급군이 유의하게 낮았다. 혈청중 알부민/글로불린 비율은 동일한 단백질수준에서 마그네슘 공급수준에 따른 효과를 보면 단백질 8%수준에서 마그네슘 0mg군이 다른 마그네슘군에 비해 높게 나타났고($P < 0.05$) 단백질 20%수준에서는 마그네슘 수준에 따른 차이는 없었다. 단백질 효과를 볼 때 마그네슘이 동일한 0mg군에서 단백질 수준이 8% 공급군에 비해 20% 공급군이 높게 나타났고 다른 마그네슘군에서는 단백질 수준에 따른 영향은 나타나지 않았다.

Ko등¹⁸⁾은 마그네슘 결핍군과 대조군 사이에 혈청중 총단백질함량의 차이는 없었으며 Schwartz등²⁶⁾은 마그네슘 결핍시 대조군에 비해 혈청중 총단백질의 수준이 유의하게 감소하였으며 마그네슘 수준이 높을수록 혈청중 알부민의 농도가 증가하였다고 보고하였는데 본 연구에서는 혈청중 총단

백질의 경우만 변화가 있었을 뿐 알부민은 마그네슘 수준이 높을수록 약간 증가되었을 뿐 유의적인 변화가 없었다.

요약 및 결론

마그네슘과 단백질 섭취수준에 따른 흰쥐의 혈청내 지질함량을 조사하기 위하여 생후 7~8주령 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 48마리를 각 군의 평균 체중이 비슷해지도록 6군으로 나누어 8주간 사육하였다. 식이 단백질 수준은 8%와 20%로 하였으며, 식이 마그네슘 수준은 deficient(Mg-free), 400mg/kg diet(NRC 요구량), 800mg/kg diet(NRC 요구량의 2배)으로 각각 수준을 달리한 식이를 공급했을 때 혈청중 중성지방 함량은 단백질 8%군에서 마그네슘 수준이 증가할수록 유의하게 감소하였으나 단백질 20%군에서는 마그네슘 수준에 따른 차이가 나타나지 않았다. 혈청중 효소활성에서 ALP활성은 마그네슘 각각 수준에서 단백질 수준에 따른 차이는 나타나지 않았고 단백질 8%와 20%수준에서는 각각 마그네슘 수준이 높을수록 증가하는 경향이였다. 결론적으로 고단백군보다 저단백군에서 마그네슘 수준에 따른 혈청중 중성지방 함량이 뚜렷이 변화하였다.

Literature cited

- 1) Connor WE. The relationships of hyperlipoproteinemia to atherosclerosis. Desicive role of dietary cholesterol and fat. The biochemistry of atherosclerosis, pp371-418, 1979
- 2) Reiser S. Effect of nutrient excess in animals and man : carbohydrates : in CRC handbook series in nutrition and foods, 1 : 409-436, 1978
- 3) Kannan R, Baker N, Bruckdorfer KR. Secretion and turnover of very low density lipoprotein triacylglycerols in rats fed chronically diets rich in glucose and fructose. *J Nutr* 111 : 1216-1223, 1981
- 4) Forsythe WA. Dietary protein effects on cholesterol and lipoprotein concentrations. *J Am Coll Nutr* 5 : 533-549, 1986

- 5) 김유숙 · 김화영. 식이단백질 조성이 흰쥐의 성장과 지방대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 15 : 119-127, 1982
- 6) 심장질환과 암에 대한 예방제로서 Vitamin C, Vitamin E, beta-carotene. 한국 비타민 정보센터, pp4, 1988
- 7) Klevay LM. Magnesium, calcium, copper and zinc in metals : Correlations related to the epidemiology of ischemic heart disease. *Biol Trace Elements Res* 4 : 95-104, 1982
- 8) Rayssiguier Y, Gueux E, Weiser D. Effect of magnesium in rats fed a high carbohydrate diet. *J Nutr* 111 : 1876-1883, 1981
- 9) Rayssiguier Y. New data on magnesium and lipid interrelationships in the pathogenesis of vascular disease. Magnesium Deficiency, pp123-131, 1983
- 10) Luthringer C, Rayssiguier Y, Gueux E, Berthelot A. Effect of moderate magnesium deficiency on serum lipids, blood pressure and cardiovascular reactivity in normotensive rats. *Brit J Nutr* 59 : 243-250, 1988
- 11) Magnesium deficiency and ischemic heart disease. *Nutr Rev* 46 : 311-312, 1988
- 12) Schwartz R, Wang FL, Woodcock NA. Effect of varying dietary protein-magnesium ratios on nitrogen utilization and magnesium retention in growing rats. *J Nutr* 97 : 185-193, 1969
- 13) Kind PRN, King EJ. Estimation of plasma phosphatase by determination of hydrolyzed phenol with amino antipyrine. *Am J Clin Pathol* 24 : 322-326, 1954
- 14) Reitman S, Frankel S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am J Clin Pathol* 28 : 56, 1957
- 15) Kingsley GR. Procedure for serum protein determination. In standard methods of clinical chemistry G.A. copper, ed, New York Academic press Inc Vol.7, p199, 1972
- 16) Dumas BT, Biggs HG. Determination of serum albumin. In standard methods of clinical chemistry, G.A. copper, ed, New York Academic press Inc Vol 7, pp175, 1972
- 17) Ko KW, Fellers FX, Carig JM. Observation on magnesium deficiency in the rat. *Lab Invest* 11 : 294-305, 1962
- 18) Menaker W. Influence of protein intake on magnesium requirement during protein synthesis. *Proc Soc Exp Biol Med* 85 : 149-152, 1954
- 19) Gueux E, Rayssiguier Y, Piot MC, Alcindor L. Reduction of plasma lecithin-cholesterol acyltransferase activity by acute magnesium deficiency in the rat. *J Nutr* 114 : 1479-1483, 1984
- 20) Luthringer C, Rayssiguier Y, Gueux E, Berthelot A. Effect of moderate magnesium deficiency on serum lipids, blood pressure and cardiovascular reactivity in normotensive rats. *Brit J Nutr* 59 : 243-250, 1988
- 21) Tongyai S, Rayssiguier Y, Motta C, Gueux E, Maurois P, Heaton FW. Mechanism of increased erythrocyte membrane fluidity during magnesium deficiency in weaning rats. *Am J Physiol* 257 : 276, 1989
- 22) Forsythe WA, Green MS, Anderson JB. Dietary protein effects on cholesterol and lipoprotein concentrations : a review. *J Am Coll Nutr* 5 : 533-549, 1986
- 23) 김재영 · 이국성 · 이주섭. 임상화학실기. 고문사, pp349, 1986
- 24) Durlach J. Magnesium in clinical practice. John Libbey and Co Ltd., London pp9, 1988
- 25) 생물화학연구회편. 생물화학. 동명사, pp165, 1984
- 26) Schwartz R, Woodcock NA, Blakely JD, Wang FL, Khairallah EA. Effect of magnesium deficiency in growing rats on synthesis of liver proteins and serum albumin. *J Nutr* 100 : 123-128, 1969