

## 마그네슘 부족식이 수술받은 쥐의 Stress 반응에 미치는 영향\*

손 숙 미  
성심여자대학교 식품영양학과

### Effect of Dietary Magnesium on Stress Reactions in Rats with Abdominal Surgery

Sook Mee Son

Department of Food and Nutrition, Songsim University, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

This study was performed to investigate the effect of dietary magnesium on stress reactions in rats having abdominal surgery.

Sixty three male rats of sprague-dawley strain were blocked into 3 groups : ① rats fed regular magnesium(0.05% Mg : control), ② rats receiving regular magnesium with surgery(Mg-adeq : S), ③ rats receiveing marginal magnesium(0.01% Mg) with surgery(Mg-marg : S)

Five weeks after feeding, abdominal surgery was performed and randomly chosen 7 rats from each group were sacrificed on 1, 3, and 5 days after surgery.

The followings were found :

- 1) Rats fed marginal magnesium showed significantly elevated urinary urea nitrogen, urinary potassium and plasma glucose compared controls only one day after abdominal surgery, but not 3 days or 5 days after surgery.
- 2) Rats fed adequate magnesium did not show any significant change in metabolic stress indicator after surgery.
- 3) Plasma free fatty acid and cortisol level were not different among groups.
- 4) Decreased plasma magnesium and potassium level were found in rats fed marginal magnesium, and sacrificed one day and three days after surgery.

**KEY WORDS** : magnesium deficiency · surgery · urinary urea nitrogen · plasma glucose.

#### 서 론

일반적으로 stress반응은 catecholamine의 분비

채택일 : 1992년 6월 19일

\*본 연구는 성심여자대학교 연구비 지원에 의해 이루어졌음.

가 증가하고 체조직의 분해가 심하게 일어나는 위기반응(alarm reaction)과 분해호르몬들의 감소와 함께 합성기에 들어가는 적응기(adaptive stage)로 나뉘어 진다<sup>1)</sup>. 특히 위기반응 동안 많이 분비되는 catecholamine들과 corticoid들은 소변으로의 마그네슘의 배설을 증가시키며<sup>2)</sup> 이때의 insulin의

분비는 억제됨으로서 마그네슘절약효과는 감소하게 되어<sup>3)</sup> stress시에는 마그네슘결핍이 되기 쉽다. 특히 통증을 수반하는 stress 즉 맹장염, 골절, 출혈성 위궤양, 궤장염, 심한 화상등에는 마그네슘결핍이 오기 쉽다<sup>4)</sup>. 이러한 질병의 치료책으로 행해지는 수술의 경우 마그네슘결핍을 심화시킬 가능성이 있으며 특히 소화기나 심장수술은 마그네슘결핍을 극대화하게 된다<sup>5)</sup>.

마그네슘은 antistress성격을 지니며 stress로 인한 alarm reaction시의 저항기의 수업을 위해서도 필요하다<sup>6)</sup>. 수술후에 일어나는 마그네슘의 결핍은 stress에 대한 예민성(susceptibility)을 더욱 증가시켜서 stress에 대한 저항을 감소시키며 증가된 stress반응은 마그네슘결핍을 더욱 심화시키는 악순환(vicious cycle)을 가져오게 된다<sup>7)</sup>.

만성적인 마그네슘결핍하에서의 소음 stress는 마그네슘이 충분했을때에 비해 소변으로의 adrenalin과 noradrenalin의 배설 증가를 심화시키며<sup>8)</sup> 마그네슘결핍시에 소음 stress가 증가될수록 심장근육세포속의 마그네슘저하가 뚜렷해지며 hydroxyproline의 양은 증가된다는 보고가 있다<sup>6)</sup>.

쥐를 대상으로한 실험에서는 식이 마그네슘의 부족은 추위에 견디는 힘을 약화시키고 cold stress시에 심장근육의 손상을 증가시키므로 cold stress하에서의 정상적인 쥐의 성장을 위해서는 식이 마그네슘이 증가되어야 한다는 보고가 있다<sup>9)</sup>.

이상과 같은 결과로 보아 마그네슘 결핍은 stress에 대한 예민도를 높혀 stress로 인한 catecholamine의 분비를 더욱 증진시키고 이로 인해 세포내 마그네슘이 세포밖으로 유실됨으로써 마그네슘부족이 심화되는 악순환이 되는 것으로 보인다. 이와 같이 마그네슘이 stress에 영향을 미친다고 생각되나 아직 이 방면에는 연구된 논문이 부족하고 또한 대부분의 연구는 소음stress같은 심리적인 stress를 사용했으므로 본 논문에서는 수술과 같은 육체적인 stress를 받을 때 식이 마그네슘부족이 몸의 stress반응에 미치는 영향을 수술후 1일, 3일, 5일에 걸쳐 살펴보고자 한다.

stress시에 분비되는 catecholamine, glucagon, corticoid 등은 체단백을 분해하여 소변으로 배설

되는 질소 배설량을 늘리며 간의 glycogen 분해와 당의 신생합성을 증가시켜 혈당을 높히고 저장된 지방을 분해시켜 혈중의 free fatty acid 수준을 높히므로<sup>10)</sup> stress반응의 indicator로 하루에 소변으로 배설되는 urea nitrogen의 양, 혈당, free fatty acid, cortisol을 측정하였다. 또한 stress시에 분비되는 호르몬들은 세포막을 고분극화(hyperpolarization)시켜 칼슘을 세포밖으로 유출시키고 혈장 마그네슘을 낮추며 세포내 마그네슘은 증가시킨다는 보고가 있으므로<sup>11)</sup> 세포내 전해질로는 대퇴골의 마그네슘과 칼슘을 측정하였으며 아울러 혈장 전해질을 측정함으로써 마그네슘 부족시에 가해지는 육체적인 stress가 전해질에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 한다.

## 실험재료 및 방법

### 1) 실험동물 및 식이

실험동물은  $140 \pm 8.9$ g인 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐 63마리를 동물고형사료(제일사료)로 2주일간 정상식으로 환경에 적응시킨후 실험에 사용하였다.

쥐들은 각군당 21마리씩 체중에 따라 ① 마그네슘 충분식이(control) ② 마그네슘 충분식이+수술 받는 군(Mg-adeq : S) ③ 마그네슘 부족식이+수술 받는 군(Mg-marg : S)의 세군으로 나누어 5주간 사육한 후 수술을 실시하였고 수술후 1일, 3일, 5일에 각군에서 7마리씩 임의로 추출하여 희생시켰다.

위에서 정상마그네슘식이군은 0.05% Mg을, marginal마그네슘식이군은 0.01%의 Mg을  $(MgCO_3)_4Mg(OH)_2 \cdot 5H_2O$ 의 형태로 공급하였다.

흰쥐의 사육시 일어날 수 있는 무기질 오염을 방지하기 위해서 사육에 사용되는 쥐장, 식이그릇, 실험에 사용되는 기구등은 4g/L EDTA(ethylenediaminetetraaceticacid) 용액으로 세척한 후 증류수로 3번 헹구었으며 실험동물에게 공급되는 물은 탈이온 증류수(deionized water)를 주었다.

Casein은 0.15% EDTA 용액으로 씻어낸 후 증

Table 1. Composition of diet

Ingredients	% (wt%)
Corn starch	47.8%
Casein	20.0%
Sucrose	15.0%
Corn oil	10.0%
Cellulose powder	2.0%
Vitamin mixture <sup>1)</sup>	1.0%
Mineral mixture <sup>2)</sup>	1.0%
(MgCO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Mg(OH) <sub>2</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0.05%, 0.01%

1) Vitamin mixture : Vitamin B-complex(1g contains) : thiamin, 0.6mg ; riboflavin, 1.2mg ; pyridoxine, 0.4mg ; niacin, 5.0mg ; calcium pantothenate, 4.0mg ; P-aminobenzoic acid, 2.5mg ; inositol, 100mg ; choline chloride, 200mg ; biotin, 1mg ; folic acid, 1µg ; cyanocobalamin, 1µg ; cellulose powder was added to make 1g. Vitamin in oil(1g contains) : vitamin A, 200 I.U ; vitamin D, 20 I.U ; α-tocopherol, 12mg ; menadione, 100µg.

2) Mineral mixture (g/kg mineral mix) : CaCO<sub>3</sub>, 543.0 ; NaCl, 69.0 ; KCl, 112.0 ; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 212.0 ; FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 20.5 ; KI, 0.08 ; MnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O, 0.35 ; NaF, 1.00 ; Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 24H<sub>2</sub>O, 0.17 ; CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, 0.9 ; cellulose powder was added to make 1000g

류수로 세번 행구어 50°C의 송풍건조기에서 36시간 말려서 무기질 오염을 제거하였으며 물과 식이는 제한없이 먹게 하였다.

### 2) 수술방법 및 시료의 채취

5주간의 식이공급후 수술처리군은 약 20mg/Kg BW의 sodium pentobarbital을 복강으로 주사하여 마취시킨 후 복부의 층을 clip으로 대강 잘라낸 다음 Ziphoid process로부터 midline 을 따라 7Cm 정도로 복막까지 깊숙이 절제 (a full thickness skin excision)한 다음 2-0 silk 실로 continuous 방식으로 봉합하여 1일, 3일, 5일간 회복시킨 다음 희생시켰다.

희생시키기전 6시간 동안 절식시키고 chloroform으로 마취시킨 후 단두에 의해 혈액을 채취하고 뒷다리의 대퇴골을 떼어내어 무게를 측정후 분석을 위해 냉동보관하였다. 노는 실험종료전

1일간 metabolic cage에서 채취하였고 노에는 한두방울의 toluene을 가한 후 3000rpm에서 15분간 원심분리한 후 상층액의 양을 측정후 냉동보관하였다.

### 3) 생화학적인 분석

혈장의 glucose는 mutarotase-GOD 방법을 이용한 포도당효소액 Kit<sup>12)</sup>로 정량하였으며 free fatty acid는 stuart법<sup>13)</sup>에 의해 정량하였는데 추출액은 chloroform, heptane, methanol(4 : 8 : 2) 혼합액을 사용하였다.

혈장의 cortisol은 방사선 동위원소를 이용한 kit를 사용하여 radioimmuno assay 방식으로 처리한 다음 packed multiprias(Model 14, U.S.A.)에서 1분간 count하여 측정하였다.

소변의 nitrogen정량을 위해서는 modify된 Oxime method<sup>14)</sup>를 사용하였고 무기질. 정량은 혈장의 마그네슘, 칼슘, 칼륨의 경우 혈장을 0.5% lanthanum용액으로 희석하였고 혈장 나트륨은 탈이온수로 희석하여 Atomic Absorption Spectrophotometer (Shimazu CO/AA-680)를 사용하여 측정하였다<sup>15)</sup>.

소변은 일정량을 취하여 Water Bath에서 건조시킨 후 550°C에서 24시간 동안 회화시켜 얻은 회분을 1N HCl로 용해시킨후 0.5% lanthanum용액으로 희석하여 혈장에서와 같은 방법으로 마그네슘, 칼륨, 나트륨을 측정하였고 대퇴골은 Gimblet<sup>16)</sup> 방식으로 처리한 다음 일정량을 550°C의 전기로에서 24~30시간 회화시켜 소변에서와 같은 방법으로 마그네슘과 칼륨을 측정하였다.

### 4) 통계처리

본 연구의 모든 실험 결과는 평균±표준오차로 표시하였고 각 실험군 별로 평균차이가 있는가를 검정하기 위해 분산분석(ANOVA)을 시행했으며 α=0.05 수준에서 Duncan법<sup>17)</sup>에 의해 각 실험군 평균치간의 유의성을 검정하였다. 데이터분석에는 Statistical Analysis System(SAS) program package를 사용하였다.

Table 2. Urinary urea nitrogen, plasma glucose, free fatty acid and cortisol levels in rats fed different diets after surgery

	1 day after surgery		3 days after surgery		5 days after surgery				
	control	Mg-adeq : S Mg-marg : S	control	Mg-adeq : S Mg-marg : S	control	Mg-adeq : S Mg-marg : S			
urinary urea nitrogen (mg/day)	95.1 ± 8.4 <sup>ab</sup>	133.6 ± 16.5 <sup>b</sup>	90.2 ± 10.2 <sup>NS</sup>	128.4 ± 7.5	113.7 ± 18.6	90.5 ± 10.3 <sup>NS</sup>	98.9 ± 16.7	79.7 ± 12.4	
plasma glucose (mg/dl)	135.2 ± 6.3 <sup>a</sup>	133.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	153.8 ± 4.7 <sup>b</sup>	135.8 ± 6.0 <sup>NS</sup>	117.2 ± 10.0	136.8 ± 4.4	136.0 ± 6.2 <sup>NS</sup>	121.4 ± 8.3	125.5 ± 10.8
plasma FFA (meq/L)	571 ± 79 <sup>NS</sup>	522 ± 43	567 ± 71	575 ± 76 <sup>NS</sup>	462 ± 53	478 ± 28	574 ± 74 <sup>NS</sup>	494 ± 62	472 ± 29
cortisol (µg/dl)	2.06 ± 0.46 <sup>NS</sup>	2.39 ± 0.75	2.85 ± 0.37	2.01 ± 0.42 <sup>NS</sup>	3.21 ± 0.60	2.26 ± 0.36	2.00 ± 0.51 <sup>NS</sup>	2.55 ± 0.56	2.40 ± 0.31

1) Mean ± SE

2) Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test

Table 3. Mg, Ca, K and Na contents in plasma, Mg and Ca contents in femur and Mg, K, Na contents in urine

	1 day after surgery		3 days after surgery		5 days after surgery				
	control	Mg-adeq : S Mg-marg : S	control	Mg-adeq : S Mg-margis	control	Mg-adeq : S Mg-marg : S			
Plasma Mg(ppm)	21.30 ± 4.1 <sup>ab</sup>	20.50 ± 4.71 <sup>1</sup>	8.6 ± 2.34 <sup>b</sup>	21.34 ± 4.0 <sup>a</sup>	17.65 ± 1.81 <sup>ab</sup>	10.72 ± 2.50 <sup>b</sup>	21.32 ± 4.1 <sup>a</sup>	16.0 ± 1.82 <sup>ab</sup>	8.38 ± 1.74 <sup>b</sup>
Ca(ppm)	143.7 ± 16.4 <sup>NS</sup>	143.7 ± 24.4	106.5 ± 11.8	142.6 ± 16.0 <sup>NS</sup>	166.9 ± 18.9 <sup>3)</sup>	143.5 ± 16.2 <sup>a</sup>	143.5 ± 16.2 <sup>a</sup>	97.2 ± 18.9 <sup>b</sup>	92.5 ± 19.4 <sup>b</sup>
K(meq/L)	4.70 ± 0.20 <sup>a</sup>	4.41 ± 0.29 <sup>ab</sup>	2.95 ± 0.29 <sup>b</sup>	4.69 ± 0.18 <sup>a</sup>	4.06 ± 0.37 <sup>ab</sup>	3.28 ± 0.16 <sup>b</sup>	4.62 ± 0.19 <sup>NS</sup>	4.34 ± 0.79	3.89 ± 0.32
Na(meq/L)	143.3 ± 4.7 <sup>NS</sup>	130.0 ± 8.5	139.5 ± 5.1	143.1 ± 4.6 <sup>a</sup>	124.3 ± 4.2 <sup>b</sup>	132.6 ± 5.7 <sup>ab</sup>	142.7 ± 4.5 <sup>NS</sup>	140.3 ± 7.6	132.6 ± 6.8
Femur Mg(mg/g)	2.41 ± 0.72 <sup>NS</sup>	2.67 ± 0.93	2.39 ± 0.68	2.40 ± 0.73 <sup>NS</sup>	1.11 ± 0.35	0.80 ± 0.29	2.47 ± 0.69 <sup>NS</sup>	2.11 ± 0.68	2.53 ± 0.50
Ca(mg/g)	203.0 ± 19.2 <sup>NS</sup>	222.7 ± 14.9	208.3 ± 43.7	205.0 ± 18.9 <sup>NS</sup>	202.5 ± 35.8	197.5 ± 22.2	202.0 ± 18.1 <sup>NS</sup>	199.6 ± 24.6	179.6 ± 23.4
Urine Mg(mg/day)	1.73 ± 0.38 <sup>NS</sup>	2.08 ± 0.61	1.46 ± 0.49	1.72 ± 0.37 <sup>ab</sup>	2.87 ± 0.51 <sup>b</sup>	1.26 ± 0.35 <sup>a</sup>	1.75 ± 0.39 <sup>NS</sup>	2.48 ± 0.59	2.32 ± 1.61
K(mg/day)	1.93 ± 0.34 <sup>a</sup>	2.70 ± 1.14 <sup>a</sup>	6.34 ± 2.37 <sup>b</sup>	1.91 ± 0.33 <sup>a</sup>	6.74 ± 1.73 <sup>b</sup>	4.12 ± 1.32 <sup>ab</sup>	1.92 ± 0.32 <sup>a</sup>	5.58 ± 1.12 <sup>b</sup>	7.35 ± 2.02 <sup>b</sup>
Na(mg/day)	6.89 ± 1.40 <sup>NS</sup>	3.96 ± 0.91	4.45 ± 1.25	6.90 ± 1.50 <sup>NS</sup>	9.83 ± 1.55	9.49 ± 1.85	6.82 ± 1.30 <sup>NS</sup>	11.65 ± 2.16	9.78 ± 2.80

1) Mean ± SE

2) Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test

3) plasma calcium levels were not obtainable for this group

## 실험결과

### 1) 뇨중 urea nitrogen, 혈당, 혈장의 free fatty acid 및 cortisol의 농도변화

수술후 1일에 측정된 뇨중 urea nitrogen의 양은 마그네슘 충분군(Mg-adeq : S)의 경우 수술받지 않은 control군에 비해 약간 증가했으나 그 차이는 유의적이지 아니었다. 그러나 마그네슘 결핍이면서 수술을 받은 군(Mg-marg : S)의 경우 소변으로 배설되는 urea nitrogen의 양은 control에 비해 유의적으로 증가해 소변으로의 질소배설량이 증가됨을 볼수 있었다. 그러나 수술후 3일과 5일에 있어서는 각 군간에 있어 수술후 1일에 나타났던 차이가 보이지 않았다.

마그네슘을 충분히 공급받으면서 수술받은 군(Mg-adeq : S)의 경우에는 수술후 1일의 혈당수준이 수술받지 않은 군에 비해 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 마그네슘 결핍이면서 수술받은 군(Mg-marg : S)에서는 수술후 1일째의 혈당수준이 마그네슘 충분군에 비해 유의적으로 증가하였다. 그러나 이러한 차이는 urinary urea nitrogen과 마찬가지로 수술후 3일, 5일에 있어서는 나타나지 않았다.

혈장의 free fatty acid농도는 각군간에 유의적인 차이를 보이지 않았고 cortisol의 경우 마그네슘 결핍이면서 수술받은 군이 control에 비해 높은 값을 보였으나 그 차이는 유의적이지 않았다

### 2) 혈장과 대퇴골의 마그네슘과 칼슘

혈장 마그네슘농도는 수술에 상관없이 마그네슘 결핍식을 섭취한 군에서 유의적으로 낮은 값을 보였으나 대퇴골 마그네슘농도는 식이속의 마그네슘양이나 수술에 의해 군간의 차이를 보이지 않았다.

혈장 칼슘농도의 경우 수술후 5일째되는 군에서만 마그네슘 결핍에 상관없이 수술받은 군에서 수술받지 않은 군에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보였으며 대퇴골 칼슘농도의 경우 수술이나 식이속의 마그네슘에 의해 군간의 차이를 보이지 않았다.

### 3) 혈장의 칼륨과 나트륨

마그네슘을 충분히 공급받으면서 수술받은 군에서는 수술후 1일과 3일의 혈장 칼륨 농도는 control군과 비슷한 수치를 보였으나 마그네슘 결핍이면서 수술받은 군의 혈장 칼륨농도는 control군에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였다.

그러나 수술후 5일째 되는 군에 있어서는 위와 같은 차이를 보이지 않았다.

혈장 나트륨농도의 경우 수술후 3일에 있어 마그네슘을 충분히 공급받으면서 수술을 받은 군이 수술받지 않은 군에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였으나 다른 군에서는 별 차이를 보이지 않았다.

### 4) 뇨중의 마그네슘, 칼륨, 나트륨 배설량

수술후 3일된 쥐에 있어서는 마그네슘을 충분히 공급받으면서 수술받은 군이 수술받지 않은 control군에 비해 뇨중의 마그네슘 배설량이 유의적으로 높은 값을 보였으나 다른 군에 있어서는 별 차이를 나타내지 않아 뇨중으로의 마그네슘 배설량은 식이속의 마그네슘 섭취량과 상관이 없는 것으로 나타났다.

마그네슘을 충분히 공급받은 군에서는 수술후 1일의 뇨중의 칼륨 배설량이 control에 비해 차이가 없었으나 마그네슘결핍군에서는 수술후 뇨중의 칼륨 배설량이 유의적으로 높은 값을 나타내었다.

수술후 5일에 있어서는 각군의 뇨중의 칼륨 배설량은 식이속의 마그네슘 배설량에 상관없이 수술받은 군이 수술받지 않은 군에 비해 유의적으로 높은 칼륨배설량을 보였다.

뇨중의 나트륨배설량은 식이속의 마그네슘양이나 수술여부에 상관이 없이 각 군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

## 고찰 및 결론

본 연구에서는 마그네슘 충분군(Mg-adeq : S)의 경우 수술후 1일에 측정된 뇨중 urea nitrogen의 양은 수술받지 않은 control군에 비해 유의적 차이를 보이지 않았고 마그네슘결핍이면서 수술받은 군의 경우 (Mg-marg : S) 소변으로 배설되는 urea nitrogen의 양은 control에 비해 유의적으로 증가해

소변으로의 질소배설량이 증가됨을 알 수 있었다.

일반적으로 수술과 같은 육체적인 stress는 ACTH분비의 증가와 함께 catecholamine과 cortisol, glucagon등의 분비를 증가시켜 체내 대사를 hypermetabolic인 상태로 만들어 skeletal muscle의 단백질 분해가 왕성하게 일어나게 되고<sup>10)</sup> 이로 인해 소변속의 nitrogen 배설량은 증가된다.

본 실험에서는 마그네슘이 결핍되었을 경우 수술에 의한 소변으로의 질소배설량이 유의적으로 증가하였는데 이는 마그네슘 이온농도의 감소로 인해 adrenergic granule로 부터 catecholamine의 분비가 더욱 증가된<sup>18)</sup> 때문인 것으로 보인다.

본 실험에서는 마그네슘 충분군의 경우에는 수술후 1일의 혈당수준이 수술받지 않은 군에 비해 별 차이를 보이지 않았으나 마그네슘 결핍이면서 수술받은 군의 경우 혈당 수준이 유의적으로 증가하였는데 이는 stress시의 마그네슘 결핍이 stress에 대한 예민성을 더욱 증가시켜 간에서의 당의 신생 합성과 glycogen분해를 촉진시켜 혈당수준을 증가시킨 때문인것으로 보인다<sup>10)</sup>. 마그네슘 결핍이면서 수술받은 군의 수술후 1일후에 나타난 뇨중 urea nitrogen 배설량의 증가나 혈장 glucose농도의 증가는 수술 후 3일, 5일에는 나타나지 않아 식이속의 마그네슘 결핍이 stress의 효과에 미치는 영향은 시간이 흐를수록 적응(adaptation)하는 현상을 보였다.

마그네슘 결핍이면서 수술받은 군에 있어서 1일후 뇨중 urea nitrogen의 배설량이나 혈장 glucose농도가 증가된 것에 비해 혈중 free fatty acid농도나 cortisol농도는 유의적인 증가반응을 보이지 않았다.

혈장 마그네슘농도의 경우 수술에 의한 catecholamine의 증가로 세포내 마그네슘이 세포밖으로 유실되어 수술후 증가할 가능성이 있으나 본 실험에서는 혈장 마그네슘 농도는 수술에 의해 큰 차이를 보이지 않았고 오직 식이속의 마그네슘에 의해서만 영향받는 것으로 나타났다. 혈장 칼륨농도의 경우 식이속의 마그네슘이 결핍된 군에서는 수술후 1일과 3일에 있어 유의적으로 낮은 혈장 칼륨농도를 보였다. 특히 Mg-marg : S군에서는

수술후 1일에 유의적으로 높은 칼륨의 소변배설량을 보였는데 이것은 이군에서의 소변중의 질소배설량이 많았던 점으로 보아 체단백 분해의 증가로 말미암아 세포내부에 풍부한 칼륨이 다량 배설되었다고 보여지며 또한 마그네슘이 부족일 때는 세포막의 칼륨에 대한 삼투압의 증가<sup>19)</sup>로 인해 칼륨이 세포밖으로 많이 유출되어 소변속의 칼륨배설이 증가된 것으로 보인다. 그러므로 체단백 분해로 인해 혈장칼륨농도가 일시적으로 증가하나 칼륨이 소변으로 많이 배설됨으로서 마그네슘결핍이면서 수술받은 군의 혈장칼륨농도는 오히려 낮아진 것으로 보인다.

혈장 칼슘농도의 경우 수술후 1일, 3일에는 별 차이를 보이지 않았으나 수술후 5일에 마그네슘 결핍에 상관이 없이 수술받은 군에서 낮게 나타나 식이속의 마그네슘량이 혈장 칼슘농도에 영향끼치지 않음을 보여주어 식이중의 마그네슘 결핍이 혈장의 칼슘농도를 유의적으로 높혀 주었다는 보고<sup>20)</sup>와는 일치되지 않았다.

소변으로의 마그네슘 배설량은 수술후 3일을 제외하고는 식이속의 마그네슘과 수술여부에 의해 영향을 받지 않는 것처럼 보여 stress는 소변으로의 마그네슘 배설량을 증가시킨다<sup>2)</sup>는 보고와는 일치하지 않았다.

본 연구에서는 대퇴골 마그네슘과 칼슘의 경우 식이속의 마그네슘양이나 수술에 의해 영향받지 않는것으로 나타나 stress가 세포내 칼슘을 감소시키고 마그네슘은 증가시킨다<sup>11)</sup>는 보고와는 일치하지 않았다.

## 결 론

본 연구에서는 마그네슘을 충분히 공급받으면서 수술받은 군의 경우에는 수술후 1일의 뇨중 urea nitrogen배설량, 칼륨의 배설량, 혈당수준은 control군에 비해 유의적인 차이를 보이지 않았으나 마그네슘 결핍이면서 수술받은 군의 경우에는 수술후 1일의 뇨중 urea nitrogen, 뇨중 칼륨의 배설량, 혈당수준이 control군에 비해 유의적인 증가를 보였다.

이는 혈장 마그네슘이온 농도가 낮음으로 인해 adrenergic granule로부터 catecholamine의 분비가 더욱 증가되어 육체적인 stress시의 마그네슘 결핍이 stress에 대한 예민성을 더욱 증가시키는 것으로 보인다. 그러나 마그네슘 결핍이면서 수술 받은 군의 경우에 혈중 cortisol농도와 혈중 free fatty acid의 농도는 control군에 비해 별 변화를 보이지 않았다.

마그네슘 결핍이면서 수술받은 군의 경우 마그네슘이 충분하면서 수술받은 군에 비하여 수술후 1일에 나타난 뇨중 urea nitrogen배설량, 뇨중 칼륨배설량 증가나 혈장 glucose농도의 증가는 수술후 3일, 5일에는 나타나지 않아 식이중 마그네슘부족이 stress에 미치는 영향은 시간이 흐를수록 감소되는 경향을 보였다.

#### Literature cited

- 1) Selye H. The evolution of the stress concept. *Am Scientist* 61 : 692, 1973
- 2) Caddell JL, Proxmire DL. Elevated plasma catecholamines in clinically stable and in stressed Mg deficient weanling rats. *Pediatr Res* 16(4/2) : 256 A, 1982
- 3) Classen HG. Stress reaction modified by Mg status. *Magnesium Bull* 3(1a) : 148-154, 1981
- 4) Abraham AS, Shaoul R, Shimonovitz S, Eylath U, Weinstein M. Serum Mg in acute medical and surgical conditions. *Biochem Med* 24(1) : 21-26, 1980
- 5) Durlach J. Clinical aspects of chronic magnesium deficit. In : Cantin M, and Seelig MS, ed. *Magnesium in Health and Disease*. Soectrum press puble, New York, London, pp883-909, 1980
- 6) Ising H. Interaction of noise- induced stress and Mg decrease. *Artery* 9(3) : 205-211, 1981.
- 7) Durlach J. *Magnesium in Clinical Practice*. John Libby & Company Ltd, pp147-149, 1988
- 8) Günter T, Ising H, Merker HJ. Elektrolyt-und Kollagengehalt im Rattenherzen bei Chronischem magnesium - mangel und streß. *J Clin Chem Clin Biochem* 16 : 293-297, 1978
- 9) Heroux O, Peter O, Heggveit A. Long term effect of suboptimal dietary magnesium on magnesium and calcium contents of organs on cold tolerance and on lifespan and its pathological consequences in rats. *J Nutr* 107 : 1640-1652, 1977
- 10) Goodhart RS, Shils ME. *Modern nutrition in health and disease*. Lea & Febiger, Philadelphia, pp 1086-1087, 1980
- 11) Harada E, Rubin RP. Stimulation of renin secretion and calcium efflux from the isolated perfused cat kidney by norepinephrine after prolonged calcium deprivation. *J Physiol(Lond)* 274 : 367-379, 1978
- 12) *Glucose C* : Wako Pure Chemical Industries Ltd, 1989
- 13) Stuart WS. A new salting-out technique for colorimetric free fatty assays. *Anal Biochem* 67 : 531-539, 1975
- 14) Bauer JD. *Clinical Laboratory Method* 8th ed, Mosby, pp393-394, 1974
- 15) *Analysis Guide for Flame Atomic Absorption Spectrophotometry*. Shimadzu Co. 1989
- 16) Gimblet EG, Marney AF, Bonsnes KW. Determination of calcium and magnesium in serum, urine, diet and stool by atomic absorption spectrophotometer. *Clin Chem* 13 : 204-214, 1967
- 17) Steel RGD, Torrie JH. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Book Company New York, p481, 1960.
- 18) Boullin DJ. The action of extracellular cations on the release of the sympathetic transmitter from peripheral nerves. *J Physiol* 189 : 85-99, 1967
- 19) Classen HG, Marquardt P, Späth M, Schumacher KA. Hypermagnesemia following exposure to acute stress. *Pharmacol* 5 : 287-294, 1971
- 20) Luthringer C, Rayssiguier Y. Effect of moderate magnesium deficiency on serum lipids, blood pressure and cardiovascular reactivity in normotensive rats. *Brit J Nutr* 59 : 243-250, 1988