

단백질과 카페인의 섭취수준이 나이가 다른 흰쥐의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨 대사에 미치는 영향

여정숙[†] · 승정자

숙명여자대학교 식품영양학과

The Effects of Dietary Protein and Caffeine Consumption Levels on Calcium, Phosphorus, Sodium and Potassium Metabolism in the Rats of Different Ages

Chung-Sook Yuh[†] and Chung-Ja Sung

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Abstract

This study was designed to investigate the effects of dietary protein and caffeine consumption levels on Ca, P, Na and K metabolism. One hundred twenty rats were divided into twelve groups according to age, protein level and caffeine consumption such as age group (120~130g young rat, 250~300g adult rat), dietary protein group (20% normal protein, 8% low protein), caffeine consumption group (0, 3.5mg, 7.0mg). Low protein diet containing high caffeine levels increased calcium, phosphorus, sodium and potassium contents of urine and fecal in rats. Young rat has higher level of calcium, phosphorus, sodium and potassium than adult rat. In the serum, calcium contents were not affected by age, dietary protein levels and caffeine consumption. However, phosphorus, sodium and potassium contents of serum in adult rat were higher than young rat. In the liver, potassium decreased with decreasing dietary protein levels. In the kidney, calcium, phosphorus and potassium contents were not different by age group, dietary protein levels and caffeine consumption, but sodium content was significantly reduced in the adult rat.

Key words : caffeine, protein, age, mineral metabolism

서 론

현대과학의 발전은 식생활 산업의 다양화와 식품사 용의 간편함을 초래하였고 식생활의 서구화 경향은 커피, 차, 콜라 등과 같은 카페인을 함유한 기호음료의 소비를 증가시켜 왔다¹⁻³⁾. 또한 카페인 음료에서 뿐만 아니라 초콜렛, 진정제, 감기약, 두통약, 근육의 자극과 이완제 및 이뇨제 등과 함께 여러 의약제에도 폭 넓게 사용되고 있는 실정이다.

카페인(1,3,7-trimethylxanthin)으로 1820년 스위스의 생리학자 Runge⁴⁾에 의해 발견되었으며, 냄새가 없고 쓴맛을 내는 alkaloid계 화합물로서⁵⁾ methylxanthin의 1번 위치에 methylation이 카페인의 약리학적 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다^{6,7)}. 또한 카페인(1,3,7-trimethylxanthin)은 다양한 약

리학적, 독성학적 특성을 갖고 있어서 중추신경계⁸⁻¹²⁾, 호흡계¹³⁻¹⁶⁾, 심장혈관계¹⁷⁻²⁰⁾ 및 면역체계와 소화계²¹⁻²⁵⁾에 각각 영향을 미치는 것으로 연구보고 된 바 있다. 그러나 이러한 여러 의학적 경고에도 불구하고 그 소비를 억제하지 못하는 카페인만이 갖는 독특한 특성들이 사회적 사용범위를 넓혀가고 있기 때문이다.

최근 카페인의 체내 무기질대사에 대한 연구보고²⁶⁻³⁰⁾에서 카페인의 지속적인 섭취는 무기질의 불균형을 초래할 가능성이 높음을 시사했으며, 연령에 따라서도 차이가 있어서 보통 성인은 카페인에 대한 혈장의 반감기가 4시간으로 대사가 이루어지지 않은 카페인의 약 2%가 뇨중으로 배설되는 반면에, 임신한 여성과 유년기 어린이 경우는 혈장의 반감기가 성인의 2배 정도 짧으며, 신생아의 경우는 카페인 배설이 성인보다 훨씬 높은 것으로 보고되고 있다³¹⁻³³⁾.

한편 미국식품섭취조사 보고서³⁴⁾에 의하면 미국 10

[†]To whom all correspondence should be addressed

대의 1/3 가량이 우유대신 soft drink를 섭취하고 있으며 청년기를 위한 칼슘섭취량은 RDA의 칼슘권장량에 못 미치는 양을 섭취하고 있는 것으로 보고되었는데, 그 원인으로 그들이 즐기는 soft drink와 콜라 등에 의한 카페인 섭취가 칼슘결핍현상의 한 요인으로 지적되고 있다.

따라서 본 연구에서는 카페인섭취에 따른 무기질대사가 연령과 단백질의 섭취수준에 따라 어떻게 변화하는지를 알아봄으로써 카페인과 무기질대사에 관한 기초 연구자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

실험동물 및 계획

실험동물은 체중이 120~130g되는 어린쥐와 250~300g 되는 성숙한 쥐로서 Sprague-Dawley계 웅성 흰쥐 120마리를 실험 시작전 1주간 일정조건에서 고형사료로 적응시킨후 1군당 10마리씩 임의배치법으로 Table 1에서와 같이 12군으로 나누어 실험하였다.

실험사료의 배합은 AIN Standard³⁾를 참고하였으며 배합구성 비율은 Table 2와 같다.

카페인(S.C.C., U.S.A.)은 2차 증류수에 녹여 체중 100g당 3.5mg과 7mg이 되도록 용액 50ml에 녹여 일정량을 위내로 투여하였고, 대조군은 카페인 대신 2차 증류수를 위내로 동량 투여하였다.

시료의 채취

각 실험동물의 뇨와 대변은 실험 마지막 2일전에 metabolic cage에 넣고 적응시킨후 3일간 배설되는 뇨와 대변을 채취하였다. 이때 뇨의 부패방지를 위해 tolu-

Table 1. Experimental design

Age group	Dietary protein level(%) ¹⁾	Caffeine administration (mg/100g B.W) ²⁾
Young	20	-
	20	3.5
	20	7
	8	-
	8	3.5
	8	7
Adult	20	-
	20	3.5
	20	7
	8	-
	8	3.5
	8	7

¹⁾Percentage of total diet

²⁾Caffeine(S.C.C., U.S.A.) was 0.7g/50ml and 1.4g/50ml, respectively

ene을 소량 넣어 주었으며 원심분리 후 그 상등액을 냉동보관 하였다. 대변은 체모를 제거한 후 105±5°C에서 건조시켜 분말로 한 후 desiccator에 보관하였다. 실험 종료후 15시간 절식시킨 동물들을 ethylether로 마취시킨후 복부 대동맥에서 혈액을 채취하였으며 혈청을 분리하여 냉장보관 하였다. 간장과 신장은 0.15M 식염수로 씻어내고 가아제로 표면의 습기를 제거한 후 무게를 측정하였고, 이것을 냉동보관 하였다가 분석에 사용하였다.

시료의 분석

뇨와 혈청의 Ca, Na 및 K 함량은 발광분광광도계

Table 2. Composition of experimental diet

Ingredient	Composition(%)
Casein	20.0
DL-Methionine	0.3
Corn starch	15.0
Sucrose	50.0
Fiber ¹⁾	5.0
Corn oil	5.0
AIN-mineral mixture ²⁾	3.5
AIN-vitamin mixture ³⁾	1.0
Choline bitartrate	0.2

¹⁾Cellulose : Sigma Co., LTD. U.S.A.

²⁾Mineral mixture (g/kg)

Calcium phosphate, dibasic	500.0
Sodium chloride	74.0
Potassium citrate, monohydrate	220.0
Potassium sulfate	52.0
Magnesium oxide	24.0
Manganous carbonate	3.5
Ferric citrate	6.0
Zinc carbonate	1.6
Cupric carbonate	0.3
Potassium iodate	0.01
Sodium selenite	0.01
Chromium potassium sulfate	0.55
Sucrose, finely powdered to make	1,000.0

³⁾Vitamin mixture (per kg)

Thiamin hydrochloride	600mg
Riboflavin	600mg
Pyridoxine hydrochloride	700mg
Nicotinic acid	3g
D-Calcium pantothenate	1.6g
Folic acid	200mg
D-Biotin	20mg
Cyanocobalamin	1mg
Vitamin A	400,000 I.U.
dl- α -Tocopheryl acetate	5,000 I.U.
Cholecalciferol(vitamin D ₃)	2.5mg
Menaquinone	5.0mg
Sucrose, finely powdered to make	1,000.0g

(Inductively Coupled Plasma : Lactam 8440 Plasma-lac)를 이용하여 측정하였으며 P 함량은 몰리브덴산 암모늄비색법³⁶⁾으로 분석하였다. Creatinine함량은 Jaffe-modified측정법³⁷⁾에 의한 creatinine kit (Yeoung Dong Creatinine kit : Folin-Wu법)를 사용해서 비색계로 정량하였다. 대변, 간장 및 신장은 습식분해법³⁸⁾에 의해 분해 한후 발광분광광도계로 측정하였다.

통계처리

실험결과는 쥐연령, 단백질의 섭취수준 및 카페인의 섭취수준에 따른 요인간의 상호작용을 보기위해 3-way 분산분석 (3×2×2)을 하였으며, 각군의 평균치간의 비교는 SAS program에 의한 Duncan's multiple range test로 분석하였고, 유의성 검정은 p<0.05 수준에서 행하였다.

결과 및 고찰

사료섭취량, 체중증가량 및 사료효율

Table 3에서 보는 바와 같이 사료섭취량은 카페인의 섭취수준이 증가할수록 어린쥐와 성숙한 쥐에서 감소했으며, 저단백식이군에서 보다는 표준단백식이군에

서 식이섭취량이 높아서 유의적인(p<0.01) 차이를 나타냈다. 체중 100g을 기준으로 했을때 체중증가량은 Table 4에서와 같이 카페인 섭취수준에 따라 유의적인 차이를 보여(p<0.05) 카페인을 투여하지 않은 대조군에 비해 카페인 섭취량이 증가할수록 체중증가는 낮게 나타났다.

Fears³⁹⁾연구에서 카페인의 첨가는 체내의 운동활성 증가에 영향을 미쳐 체중증가를 억제시키며 Boothby와 Rowntree⁴⁰⁾도 카페인 투여시 유리지방산의 이동과 대사의 증가로 체중을 감소시키는 효과가 있다고 보고 했는데, 김⁴¹⁾, Naismith 등⁴²⁾, 안⁴³⁾도 본 연구와 같은 결과로서 카페인의 체중증가 억제효과는 체중을 줄이기 위한 감식요법과 체내 열량감소를 초래할 수 있는 발열요소로써, 근래 카페인의 소비가 증가하는 요인으로 크게 작용하는 것으로 보인다. 또한 체중 100g을 기준으로 했을때 어린쥐에서의 체중증가가 유의적인 (p<0.05) 차이를 보였으며, 저단백식이군에서의 체중감소가 유의적 (p<0.01)으로 나타났다. 카페인 섭취량에 따른 사료효율은 유의적인 차이가 없었는데 이는 카페인을 섭취하지 않은 대조군에 비해 고카페인식이군의 사료효율이 높았으나 각 구간에는 유의적인 차이가 없었다는 배⁴⁴⁾와 김⁴⁵⁾의 보고와 일치하였다.

Table 3. Food intake, body weight gain and food efficiency ratio of rats

Age group	Protein level ¹⁾	Caffeine level ²⁾	Food intake (g/day)	Body weight gain (g/day)	Food efficiency ratio
Young	20%	Free caffeine	17.15±3.03 ^{3),4)}	4.75±0.49 ^{a)}	3.63±0.02 ^{5),6)}
		Low caffeine	16.95±3.03 ^{b)}	3.55±0.07 ^{b)}	4.77±0.31
		High caffeine	15.50±3.02 ^{b)}	1.40±0.001 ^{c)}	11.07±1.58
	8%	Free caffeine	17.20±3.03 ^{a)}	0.31±0.01 ^{a)}	1.04±0.01
		Low caffeine	16.30±3.02 ^{b)}	-0.90±0.13 ^{b)}	-2.35±0.03
		High caffeine	15.55±3.01 ^{c)}	-0.11±0.01 ^{b)}	-0.34±0.01
Adult	20%	Free caffeine	25.05±3.05 ^{a)}	3.15±0.50 ^{a)}	8.05±0.41
		Low caffeine	23.65±3.04 ^{b)}	2.30±0.57 ^{a)}	10.60±1.63
		High caffeine	22.45±3.03 ^{c)}	1.20±0.29 ^{a)}	61.50±2.03
	8%	Free caffeine	24.00±3.04 ^{a)}	0.90±0.05 ^{a)}	50.58±2.88
		Low caffeine	22.95±3.02 ^{b)}	-0.84±0.01 ^{a)}	36.63±3.10
		High caffeine	21.65±3.03 ^{c)}	-0.95±0.03 ^{b)}	23.39±2.67
ANOVA ⁵⁾	Terms	Age (A)	8802.81**	0.25	2.87
		Protein (B)	50.08**	58.43**	0.41
		Caffeine (C)	267.74**	5.57*	0.42
		A × B	20.82**	5.56*	8.01
		A × C	12.08**	0.72	0.20
		B × C	1.42	4.88	0.56
		A × B × C	4.70*	0.34	1.08

¹⁾Percentage of total diet ²⁾0, 3.5 and 7mg/100g B.W. ³⁾Mean±SD of ten rats

⁴⁾Means with different superscript letters (a, b, c) within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple-range test

⁵⁾F-values for terms of interaction are based on 3-way analysis of variance (ANOVA) ⁶⁾Not significant *p<0.05 **p<0.01

Table 4. Food intake and body weight gain of rats per 100g body weight

(Unit : g/100g B.W.)

Age group	Protein level ¹⁾	Caffeine level ²⁾	Food intake	Body weight gain
Young	20%	Free caffeine	13.38±0.03 ^{3),4)}	0.41±0.05 ^a
		Low caffeine	12.01±0.05 ^b	0.38±0.01 ^b
		High caffeine	11.88±0.08 ^c	0.38±0.02 ^b
	8%	Free caffeine	14.29±0.25 ^a	0.17±0.01 ^a
		Low caffeine	13.43±0.07 ^b	0.16±0.01 ^b
		High caffeine	13.33±0.16 ^c	0.16±0.01 ^b
Adult	20%	Free caffeine	10.21±0.06 ^a	0.12±0.03 ^a
		Low caffeine	8.49±0.05 ^b	0.10±0.02 ^b
		High caffeine	8.39±0.06 ^c	0.09±0.01 ^b
	8%	Free caffeine	9.00±0.11 ^a	-0.04±0.01 ^a
		Low caffeine	8.91±0.15 ^b	-0.11±0.06 ^b
		High caffeine	8.34±0.06 ^c	-0.11±0.05 ^b
ANOVA ⁵⁾	Terms	Age (A)	51847.20**	1505.09*
		Protein (B)	665.11**	223.20**
		Caffeine (C)	39.71**	31.12*
		A × B	523.25**	3.76
		A × C	6.44*	47.20**
		B × C	14.49**	62.18**
		A × B × C	13.96**	40.88**

¹⁾Percentage of total diet ²⁾0, 3.5 and 7mg/100g B.W. ³⁾Mean ± SD of ten rats⁴⁾Means with different superscript letters (a, b, c) within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple-range test ⁵⁾F-values for terms or interaction are based on 3-way analysis of variance (ANOVA)

*p<0.05 **p<0.01

Table 5. Urine excretion of Ca, P, Na, K, creatinine and urine volume per 100g body weight

Age group	Protein level ¹⁾	Caffeine level ²⁾	Volume (ml/100g B.W.)	Ca	P	Na	K	Creatinine
				(mg/100g B.W.)				
Young	20%	Free caffeine	5.19±0.18 ^{3),4)}	0.06±0.01 ^c	70.27±2.32 ^a	1.45±0.02 ^c	5.62±0.04 ^c	214.06±2.29 ^{NS,6)}
		Low caffeine	6.15±0.18 ^b	0.22±0.02 ^b	143.38±1.78 ^b	3.29±0.01 ^b	8.89±0.02 ^b	222.00±3.55
		High caffeine	7.50±0.35 ^a	0.40±0.02 ^a	383.10±3.25 ^a	5.90±0.02 ^a	14.81±0.03 ^a	228.69±3.13
	8%	Free caffeine	6.70±0.12 ^c	0.08±0.02 ^c	104.97±2.40 ^c	3.17±0.02 ^c	10.55±0.03 ^c	210.10±3.63
		Low caffeine	8.00±0.24 ^b	0.30±0.03 ^b	225.22±3.54 ^b	4.61±0.02 ^b	14.15±0.01 ^b	219.28±3.49
		High caffeine	8.31±0.28 ^a	0.50±0.04 ^a	456.61±7.41 ^a	7.89±0.07 ^a	18.12±0.13 ^a	224.39±2.45
Adult	20%	Free caffeine	4.33±0.09 ^c	0.04±0.01 ^c	59.21±0.83 ^c	2.19±0.01 ^c	4.18±0.43 ^c	190.91±1.15
		Low caffeine	4.44±0.18 ^b	0.19±0.01 ^b	102.47±1.20 ^b	3.48±0.01 ^b	6.64±0.01 ^b	198.04±1.63
		High caffeine	5.36±0.20 ^a	0.38±0.01 ^a	211.53±1.82 ^a	5.48±0.01 ^a	10.34±0.01 ^a	204.35±1.89
	8%	Free caffeine	4.04±0.11 ^c	0.06±0.01 ^c	81.42±1.11 ^c	2.52±0.02 ^c	7.22±0.02 ^c	185.26±2.19
		Low caffeine	4.99±0.10 ^b	0.27±0.01 ^b	146.59±0.77 ^b	4.11±0.01 ^b	8.01±0.01 ^b	194.30±4.07
		High caffeine	5.05±0.18 ^a	0.43±0.01 ^a	224.00±1.83 ^a	5.88±0.05 ^a	11.12±0.06 ^a	195.82±4.24
ANOVA ⁵⁾	Terms	Age (A)	1439.21*	2545.10*	3568.00*	1887.33*	240.30*	183.26*
		Protein (B)	2713.41**	1244.40**	4058.08**	7353.18**	125.84**	96.49*
		Caffeine (C)	753.83**	154271.00**	59464.70**	110365.00**	185.58**	4.45
		A × B	2873.94**	543.65**	694.86**	2308.18**	24.94*	47.87*
		A × C	92.50**	16805.30**	9258.30**	3752.56**	11.36**	1.01
		B × C	94.40**	551.37**	297.03**	17.64**	3.94	1.98
		A × B × C	16.60**	270.98**	145.64**	269.08**	1.05	0.12

¹⁾Percentage of total diet ²⁾0, 3.5 and 7mg/100g B.W. ³⁾Mean ± SD of ten rats⁴⁾Means with different superscript letters (a, b, c) within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple-range test⁵⁾F-values for terms or interaction are based on 3-way analysis of variance (ANOVA) ⁶⁾Not significant *p<0.05 **p<0.01

노중 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨배설량

노중 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨배설량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 카페인 섭취에 따른 노배설량은 증가하는 경향이였으며 ($p < 0.01$), 노중 크레아티닌합량은 연령에 대한 유의적인 ($p < 0.05$) 차이는 있었으나 카페인 섭취수준에 따른 차이는 없었다. Yeh 등²⁶⁾은 쥐를 대상으로 한 실험에서 카페인 섭취군이 대조군에 비해 노배설량은 증가하였으나 크레아티닌합량에는 차이가 없었다고 보고하여 본 실험과 일치된 결과를 보였으며 인체를 대상으로 한 실험에서도^{27,28,46)} 본 연구와 같은 결과를 보였다. 체중 100g을 기준으로 했을 때 노량과 크레아티닌합량은 성숙한 쥐에서보다 어린 쥐에서 많았으며, 노량은 저단백식이군에서 많았고, 크레아티닌합량은 표준단백식이군에서 많은 것으로 나타났다. 칼슘과 인의 배설은 카페인 섭취량이 증가할수록 배설이 증가를 하였는데, 이는 Massey와 Wise²⁸⁾, Whiting과 Whitney²⁹⁾의 연구보고와 같은 결과였다. 그러나 Massey와 Berg⁴⁶⁾은 인체실험에서 카페인 공급시 노중 칼슘배설량은 증가하였으나 인배설량에는 변화가 없었다고하여 본 연구와는 차이가 있었다. 노중 칼슘과 인배설량은 연령과 유의적인 ($p < 0.01$) 차이를 보

여 성숙한 쥐에서보다는 어린쥐에서 높았으며, 저단백식이군에서의 배설량이 많았다. Schuette 등⁴⁷⁾, Whiting과 Draper⁴⁸⁾, 피와 백⁴⁹⁾의 보고에 의하면 노중 칼슘 배설량을 증가시키는 것은 단백질섭취량의 증가에 있으며 특히 동물성 단백질의 증가가 그 원인으로 나타나고 있다고 하였다. 노중 나트륨과 칼륨배설량은 카페인 섭취량이 증가할수록 높아져서 유의적인 ($p < 0.01$) 차이를 나타냈는데, 이는 Massey와 Hollingberg²⁷⁾의 연구와 일치되는 결과였다. 그러나 Massey와 Wise²⁸⁾의 보고에서 카페인섭취후 노중 나트륨배설은 유의적으로 증가하였으나 칼륨배설에는 유의성이 없었다고하여 본 연구와는 상반된 결과를 나타냈다. 연령과의 관계에서는 어린쥐에서 배설량이 높아서 유의적 ($p < 0.01$)이었으며, 단백질섭취수준에 따라서는 저단백식이군에서 배설량이 많았다. 이로 미루어 단백질섭취가 낮은 경우 나트륨과 칼륨의 노중 배설증가가 카페인에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 사료된다.

대변중의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨배설량

대변중의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨배설량은 Table 6에 나타난 것과 같다. 카페인 섭취수준에 따른 대변의

Table 6. Fecal excretion of Ca, P, Na, K and fecal weight per 100g body weight

Age group	Protein level ¹⁾	Caffeine level ²⁾	Fecal weight (g/100g B.W.)	Ca	P	Na	K
				(mg/100g B.W.)			
Young	20%	Free caffeine	0.31±0.01 ^{c3,4)}	19.48±0.12 ^c	3.94±0.01 ^c	0.69±0.01 ^c	1.47±0.01 ^c
		Low caffeine	0.50±0.03 ^b	22.46±0.11 ^b	6.20±0.04 ^b	1.39±0.02 ^b	2.22±0.04 ^b
		High caffeine	0.62±0.02 ^a	28.40±0.09 ^a	8.61±0.04 ^a	2.36±0.02 ^a	3.09±0.04 ^a
	8%	Free caffeine	0.61±0.02 ^c	25.20±0.12 ^c	7.50±0.01 ^c	1.05±0.02 ^c	2.18±0.03 ^c
		Low caffeine	0.72±0.02 ^b	52.31±0.17 ^b	8.81±0.01 ^b	2.03±0.03 ^b	4.13±0.01 ^b
		High caffeine	0.76±0.04 ^a	56.55±0.11 ^a	10.73±0.05 ^a	2.85±0.06 ^a	4.98±0.06 ^a
Adult	20%	Free caffeine	0.30±0.01 ^c	13.61±0.20 ^c	4.70±0.09 ^c	0.45±0.01 ^c	1.00±0.01 ^c
		Low caffeine	0.36±0.01 ^b	18.73±0.11 ^b	5.81±0.02 ^b	0.79±0.01 ^b	1.61±0.01 ^b
		High caffeine	0.56±0.01 ^a	36.23±0.03 ^a	6.73±0.01 ^a	1.31±0.01 ^a	2.45±0.02 ^a
	8%	Free caffeine	0.32±0.01 ^c	26.60±0.35 ^c	5.05±0.09 ^c	0.49±0.02 ^c	1.37±0.04 ^c
		Low caffeine	0.42±0.01 ^b	31.58±0.27 ^b	7.35±0.05 ^b	1.02±0.01 ^b	1.95±0.01 ^b
		High caffeine	0.59±0.02 ^a	40.81±0.04 ^a	8.19±0.03 ^a	1.50±0.04 ^a	2.88±0.01 ^a
ANOVA ⁵⁾	Terms	Age (A)	307.93*	19227.60**	28908.70**	9113.11**	9741.37**
		Protein (B)	1740.06**	77588.90**	184986.00**	1438.40**	78034.20**
		Caffeine (C)	2037.53**	14974.20**	7213.24**	13032.40**	18138.30**
		A × B	906.70**	16913.30**	33186.00**	409.13**	27566.00**
		A × C	212.33**	1630.71**	395.13**	1159.93**	978.98**
		B × C	110.93**	449.58**	13.88**	106.25**	640.79**
A × B × C	93.42**	532.54**	318.33**	6.68*	616.43**		

¹⁾ Percentage of total diet ²⁾ 0, 3.5 and 7mg/100g B.W. ³⁾ Mean ± SD of ten rats

⁴⁾ Means with different superscript letters (a, b, c) within a column are significantly different from each other at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple-range test

⁵⁾ F-values for terms or interaction are based on 3-way analysis of variance (ANOVA) * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

양은 카페인 섭취량이 증가할수록 배설량이 증가되어 정⁵⁰⁾의 연구보고와 일치하였다. 또한 카페인의 섭취증가는 대변의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨배설량을 증가시켰는데 이는 Heaney와 Recker⁵¹⁾의 연구결과와 일치하였다. Yeh 등⁵⁶⁾의 보고에서 카페인군의 총대변의 칼슘함량이 대조군에 비해 유의하게 낮아졌으며 대변의 내인성 칼륨량은 대조군에 비해 카페인 섭취군이 유의하게 증가했다고 하여 본 연구와는 상반된 결과를 나타냈다. 본 연구에서 대변에 나트륨, 칼륨 및 인배설량이 대조군에 비해 카페인섭취군에서 유의하게 증가되었으나 뇨중에 배설되는 나트륨, 칼륨 및 인배설량에 비하면 낮은 양이었다. 이는 이들 무기질이 장에서의 흡수력이 높으므로 뇨로 배설되며, 칼슘과 같은 무기질은 소장에서의 흡수력이 낮으므로 대변으로 배설된다는 여러 보고⁵²⁻⁵⁴⁾와 일치되는 결과였다. 대변의 무기질 함량은 연령과 유의적이어서 어린쥐에서 높았으며, 저단백식이군에서의 무기질배설량이 증가하였다. 이에 대해 인체를 대상으로 한 실험에서⁵⁵⁻⁵⁸⁾ 단백질 섭취수준에 따른 대변중의 칼슘배설량에 뚜렷한 영향이 없었으며, Bell 등⁵⁹⁾의 동물실험에서는 단백질의 수준을 증가시켰을때 대변중의 칼슘배설량이 감소했다고 보고하여 서로 상반된 결과를 보고하였다.

혈청의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨함량

혈청의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨함량은 Table 7에서와 같다. 카페인 섭취수준에 따른 혈청에서의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨함량에 유의적인 차이는 없었다.

Heaney와 Recker⁵¹⁾는 칼슘섭취와 흡수, 뇨중의 칼슘배설량, 혈청칼슘 수준들 간에는 상관관계가 없었으며, 질소섭취와 혈청칼슘 사이에도 상관관계가 없었다고 보고하였고, Margen 등⁶⁰⁾도 혈청의 칼슘은 단백질의 섭취와 상관없이 있음을 시사했다. 본 연구에서 혈청의 무기질함량은 칼슘을 제외하고는 인, 나트륨 및 칼륨이 연령과 유의적인 차이를 나타내어 성숙한 쥐에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 뇨와 대변을 통한 무기질배설이 어린쥐에서 높게 나타난 것을 감안할 때 혈청내의 무기질함량이 어린쥐에서 낮아진 것으로 생각된다. 단백질에서는 저단백식이군에서 무기질 함량이 낮았다. 이는 뇨와 대변을 통한 배설이 저단백식이군에서 높게 나타났기 때문으로 사료된다.

간장과 신장의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨함량

간장과 신장의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨함량은 Table 8과 9에서와 같다.

카페인 섭취량에 따른 간장과 신장의 무게는 카페인

Table 7. Content of Ca, P, Na and K in serum

(Unit : ppm)

Age group	Protein level ¹⁾	Caffeine level ²⁾	Ca	P	Na	K
Young	20%	Free caffeine	110.94±10.70 ^{3),4)}	69.13± 5.48 ^a	3011.75± 31.84 ^a	269.33±41.48 ^b
		Low caffeine	108.50± 4.95 ^a	67.00± 1.41 ^a	3000.50± 8.12 ^a	249.38±24.22 ^b
		High caffeine	101.15± 1.48 ^a	66.70±11.17 ^a	2566.58±253.84 ^a	211.15±13.04 ^a
	8%	Free caffeine	99.97±14.78 ^a	66.60± 0.85 ^a	2866.50±234.05 ^a	199.40±18.63 ^b
		Low caffeine	98.05± 0.19 ^a	58.93± 2.45 ^b	2860.00± 28.28 ^a	178.47±10.42 ^a
		High caffeine	92.00± 1.41 ^a	60.40± 0.57 ^b	2793.00± 11.31 ^a	168.70±11.74 ^b
Adult	20%	Free caffeine	134.30±19.32 ^b	77.90± 0.99 ^a	3678.00± 10.00 ^a	420.65±15.49 ^a
		Low caffeine	113.60± 0.85 ^a	77.81± 0.42 ^a	3484.50±277.90 ^a	425.05±17.47 ^a
		High caffeine	89.55± 2.76 ^a	77.55± 2.76 ^a	2794.38±220.09 ^a	356.63±13.26 ^b
	8%	Free caffeine	123.50± 0.42 ^b	73.50± 1.84 ^a	3096.00± 48.08 ^a	338.10±35.92 ^a
		Low caffeine	121.25± 1.06 ^a	73.49± 7.21 ^a	3069.00± 8.49 ^a	308.25±30.76 ^a
		High caffeine	119.80± 3.96 ^a	73.26± 3.39 ^a	2719.50± 17.69 ^a	297.65±17.89 ^a
ANOVA ³⁾	Terms	Age (A)	4.56	33.12**	15.18**	255.89**
		Protein (B)	0.84	9.79**	6.32*	69.95*
		Caffeine (C)	1.66	1.99	2.83	3.52
		A×B	1.10	0.01	5.46*	1.90
		A×C	0.09	1.26	3.22	1.26
		B×C	3.95*	0.87	2.28	5.66*
		A×B×C	3.08	0.23	11.71**	1.84

¹⁾Percentage of total diet ²⁾0, 3.5 and 7mg/100g B.W. ³⁾Mean±SD of ten rats

^{a)}Means with different superscript letters (a, b) within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple-range test

^{b)}F-values for terms or interaction are based on 3-way analysis of variance (ANOVA) *p<0.05 ** p<0.01

Table 8. Liver weight and content of Ca, P, Na and K in liver

(Unit : ppm)

Age group	Protein level ¹⁾	Caffeine level ²⁾	Weight (g)	Ca	P	Na	K
Young	20%	Free caffeine	6.10±0.31 ^{3),4)}	18.71±0.23 ^a	3330.00±240.42 ^{N,5)}	559.16± 27.73 ^a	2606.40± 22.89 ^a
		Low caffeine	5.57±0.50 ^{ab}	18.82±0.62 ^b	3290.00±296.99	572.23± 68.82 ^a	2173.85±202.10 ^{ab}
		High caffeine	4.37±0.47 ^b	20.35±1.29 ^a	3255.56±261.63	585.67± 45.44 ^a	1975.22±120.82 ^a
	8%	Free caffeine	4.81±0.47 ^a	18.76±5.24 ^a	3265.00± 49.50	566.20± 62.33 ^a	1619.77± 52.06 ^b
		Low caffeine	4.61±0.27 ^a	18.26±0.86 ^a	3163.50±316.08	577.63± 65.05 ^a	1647.66± 33.62 ^a
		High caffeine	4.44±0.60 ^a	18.21±6.67 ^a	2678.50±129.40	677.63±111.72 ^a	1654.60± 38.50 ^b
Adult	20%	Free caffeine	8.80±0.42 ^a	12.35±0.48 ^b	3023.50±301.94	554.20± 90.39 ^a	1760.68±211.32 ^b
		Low caffeine	8.33±0.04 ^a	15.22±2.28 ^a	3185.00± 63.64	555.81± 81.50 ^a	2110.45± 71.31 ^{ab}
		High caffeine	7.89±0.41 ^a	15.41±0.34 ^{ab}	3405.00±162.64	599.78±101.24 ^a	2250.53± 72.53 ^a
	8%	Free caffeine	8.23±0.61 ^a	24.43±1.25 ^a	3375.00± 7.07	654.90± 46.81 ^{ab}	2088.06±162.55 ^a
		Low caffeine	7.50±0.49 ^a	24.44±4.48 ^a	3292.50±116.68	695.64± 23.03 ^b	2065.82± 24.12 ^a
		High caffeine	8.02±0.51 ^a	25.00±0.11 ^a	3080.00±222.25	712.57± 14.89 ^a	1976.35± 62.60 ^a
ANOVA ⁶⁾	Terms	Age (A)	295.01**	3.96	0.84	1.76	1.02
		Protein (B)	10.09**	4.74	0.40	2.73	31.67**
		Caffeine (C)	6.66*	3.14	1.06	0.09	1.99
		A × B	0.74	11.07	2.73	1.18	32.39**
		A × C	1.45	2.59	1.04	2.64	9.75**
		B × C	3.25	1.06	2.92	0.28	1.77
A × B × C	0.30	0.89	0.09	1.61	19.80		

¹⁾Percentage of total diet ²⁾0, 3.5 and 7mg/100g B.W. ³⁾Mean±SD of ten rats

⁴⁾Means with different superscript letters(a, b) within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple-range test

⁵⁾F-values for terms or interaction are based on 3-way analysis of variance (ANOVA) ⁶⁾Not significant * p<0.05 ** p<0.01

Table 9. Kidney weight and content of Ca, P, Na and K in kidney

(Unit : ppm)

Age group	Protein level ¹⁾	Caffeine level ²⁾	Weight (g)	Ca	P	Na	K
Young	20%	Free caffeine	1.64±0.09 ^{N,3),4)}	12.40±1.25 ^{ab)}	2382.00±379.01 ^{N,5)}	922.63± 83.99 ^a	1748.80±263.62 ^a
		Low caffeine	1.51±0.13	12.06±0.16 ^a	2294.50±133.64	912.55±159.16 ^a	1526.85±311.75 ^a
		High caffeine	1.38±0.07	9.80±2.29 ^a	2246.25±259.86	829.64± 16.03 ^a	1218.89± 20.87 ^a
	8%	Free caffeine	1.22±0.01	18.30±2.71 ^a	2770.00±127.28	876.59± 56.63 ^a	1790.55±135.05 ^a
		Low caffeine	1.21±0.04	14.28±3.44 ^a	2540.00±197.99	779.71±114.79 ^a	1555.32± 45.06 ^a
		High caffeine	1.20±0.11	12.95±6.53 ^a	2533.75± 55.29	738.91± 27.63 ^a	1537.55± 66.82 ^a
Adult	20%	Free caffeine	2.32±0.07	11.33±1.81 ^b	2637.50± 53.03	713.97±112.66 ^a	1481.44± 64.45 ^b
		Low caffeine	2.27±0.12	14.14±1.71 ^{ab}	2623.75±121.98	696.02± 41.04 ^a	1421.93±179.94 ^b
		High caffeine	2.13±0.33	16.96±0.04 ^a	2555.00±530.33	651.64± 73.18 ^a	1420.51±104.42 ^a
	8%	Free caffeine	2.16±0.20	11.21±0.60 ^a	2565.00±289.91	712.89± 33.02 ^a	2122.54±131.31 ^a
		Low caffeine	1.83±0.20	11.56±2.37 ^a	2361.00±197.99	685.59± 47.51 ^{ab}	1270.30± 28.86 ^b
		High caffeine	1.70±0.36	13.05±3.45 ^a	2340.00±284.61	588.41± 23.85 ^a	1216.38± 95.98 ^b
ANOVA ⁶⁾	Terms	Age (A)	97.46**	0.44	0.12	30.05**	0.69
		Protein (B)	19.90**	0.06	0.19	4.00	0.56
		Caffeine (C)	3.56	0.09	0.79	3.81	4.35
		A × B	0.11	7.71*	4.77*	1.49	3.92
		A × C	0.64	4.07*	0.02	0.03	4.00
		B × C	0.08	1.43	0.29	0.42	4.12
A × B × C	1.23	0.03	0.04	0.43	4.47		

¹⁾Percentage of total diet ²⁾0, 3.5 and 7mg/100g B.W. ³⁾Mean±SD of ten rats ⁴⁾Not significant

⁵⁾Means with different superscript letters(a, b) within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple-range test

⁶⁾F-values for terms or interaction are based on 3-way analysis of variance(ANOVA) *p<0.05 **p<0.01

섭취시 감소해서 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타냈으며, 신장의 무게는 카페인섭취와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이에 대한 안⁴³⁾과 정⁵⁰⁾은 간장과 신장의 무게는 고카페인 섭취시에 낮아졌으나 유의적이지는 못했다고 보고하였으며, 이와는 상반된 보고로 고카페인 섭취시 무게가 증가했고, 단백질 종류에 따른 차이는 없었다는 연구보고^{45,61)}가 있다. 연령과 단백질에 대해서는 간장과 신장의 무게가 유의적인($p < 0.01$) 차이를 나타내었으며, 표준단백식이군에서 높게 나타났다. 쥐의 연령, 단백질 및 카페인 섭취수준에 따른 간장과 신장의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨함량에는 변화가 없었는데, 조⁶²⁾의 연구에서 대두단백식을 공급한 군에서 간장의 칼슘과 인 함량을 측정했을시 칼슘양에는 차이가 없었으나 인의 경우는 대두단백식이군에서 높았으며 신장에서는 카제인식이군보다는 대두단백식이군에서 칼슘과 인함량이 높았다고 보고하였다.

요 약

단백질과 카페인의 섭취수준이 어린쥐와 성숙한 쥐의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨 대사에 미치는 영향을 알아보기 위해 흰쥐 120마리를 12군으로 나누어 3주간 실험한 결과에서 카페인 섭취가 증가함에 따라 어린쥐와 성숙한 쥐의 사료섭취량이 낮았으며, 표준단백식이군에 비해 저단백식이군이 낮아서 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타냈다. 체중증가량은 체중 100g을 기준으로 했을때 어린쥐에서 높았으며, 저단백식이군에서 체중감소가 유의적($p < 0.01$)이었고, 카페인 섭취수준에 따른 체중감소가 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타냈다. 사료효율은 연령, 단백질 및 카페인 섭취수준에 따른 유의적인 차이가 없었다. 노배설량은 고카페인, 저단백식이의 어린쥐에서 많았으며($p < 0.05$), 크레아티닌 함량은 표준단백식을 섭취한 어린쥐에서 높았다($p < 0.05$). 뇨와 대변중의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨배설량은 성숙한 쥐에서보다 어린쥐에서 높았으며($p < 0.05$), 저단백식이군에서 증가하는 경향이었고($p < 0.01$), 카페인 섭취량이 증가할수록 뇨와 대변중의 무기질 배설량이 유의하게($p < 0.01$) 증가하였다. 혈청의 칼슘은 연령, 단백질 및 카페인 섭취수준에 따른 유의적인 차이가 없었으며, 혈청중의 인, 나트륨 및 칼륨함량은 성숙한 쥐에서 높았고($p < 0.01$), 단백질에서는 저단백식이군에서 낮았으며($p < 0.01$), 카페인 섭취량에 따른 유의적인 차이는 없었다. 간장의 무게는 표준단백식이군에서 높아서 유의적($p < 0.01$)이었으며, 카

페인 섭취량이 증가할수록 감소하여 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타냈다. 간장의 칼슘과 인함량은 연령, 단백질 및 카페인 섭취수준에 따른 유의적인 차이가 없었으나, 저단백식이군의 칼륨함량은 낮아서 유의적인($p < 0.01$) 차이를 나타냈다. 카페인 섭취량에 따른 신장의 무게는 유의적인 차이가 없었으며, 단백질에서는 표준단백식이군에서 높아서 유의적인($p < 0.01$) 차이를 나타냈다. 신장의 칼슘, 인 및 칼륨함량은 연령, 단백질 및 카페인 섭취수준에 따른 유의적인 차이가 없으나 나트륨함량은 성숙한 쥐에서 낮아서 유의적인($p < 0.01$) 차이를 나타냈다. 이상을 종합해 볼때 카페인의 섭취증가는 뇨와 대변을 통한 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨배설량을 증가시키며, 성숙한 쥐에서보다는 어린쥐에서 높았고, 표준단백식이군에서보다는 저단백식이군에서 무기질배설량이 높아서 유의적인 차이를 나타냈다.

문 헌

1. 채범석, 신영무 : 우리나라 식품소비 변화에 관한 고찰. 한국영양학회지, 5(4), 161 (1972)
2. 경제기획원 조사통계국 : 도시가계연보(1984)
3. 경제기획원 조사통계국 : 산업생산연보(1983)
4. Weininger, J. and Briggs, G. M. : *Nutrition update in caffeine and health*. Nightingale, S. L. & Flamm, W. G., p.4(1983)
5. Grahm, D. M. : Caffeine—its identity, dietary sources, intake and biological effects. *Nutr. Rev.*, 36, 97(1978)
6. Ritchie, J. M. : *Central nervous system stimulants : The xanthines : The pharmacological basis of therapeutics*. 5th ed., McMillan publishing Co., p.367(1975)
7. Dorfman, L. J. and Jarvik, M. E. : Comparative stimulant and diuretic actions of caffeine and theobacoin in man. *Clin. Pharmacol. Therap.*, 11, 869 (1970)
8. Stephenson, P. E. : Physiologic and psychotropic effects of caffeine on man. *J. A. M. A.*, 71, 240(1977)
9. Lachance, M. P. : *The pharmacology and toxicology of caffeine*. *J. Food Safety*, 4, 71 (1982)
10. Weiss, B. and Laties, V. G. : Enhancement of human performance by caffeine and the amphetamins. *Pharmacol. Rev.*, 14, 1(1962)
11. Kallman, W. M. and Issacs, W. : The effects of age and illumination on the dose-response curves for three stimulants. *Psychopharmacology*, 40, 313(1975)
12. Hirsh, K. R., Pinzone, M. G. and Forde, J. H. : Spontaneous locomotor activity charges evoked by caffeine in mice. *Fed. Proc.*, 33, 4(1974)
13. Truitt, E. B. : *The xanthines : Drif's pharmacology in medicine*. 4th ed., McGraw-Hill Book Co., New York, p.533(1971)
14. Acheson, K. J., Markiewicz, B. Z., Anantharaman, K. and Jequier, E. : Caffeine and coffee—their influence

- on metabolic rate and substrate utilization in normal weight and obese individuals. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 989(1980)
15. Means, J. H., Aub, J. C. and Dubois, E. F. : The effect of caffeine on heart production. *Arch. Intern. Med.*, **19**, 832(1917)
 16. Hollands, M. A., Arch, J. R. S. and Cawthorne, M. A. : A simple apparatus for comparative measurements of energy expenditure in human subjects : The thermic effect of caffeine. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 2291(1981)
 17. Robertson, D., Frolich, J. C., Carr, R. K., Watson, J. T., Hollifield, J. W., Shand, D. G. and Oates, J. A. : Effect of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *N. Engl. J. Med.*, **298**, 181(1978)
 18. Stars, I. : A clinical study of the action of 10 commonly used drugs on cardiac output, work and size, on respiration on metabolic rate and on the electrocardiogram. *J. Clin. Invest.*, **16**, 799(1937)
 19. Freestone, S. and Ramsay, L. E. : Effect of coffee and cigarette smoking on the blood pressure of untreated and diuretic-treated hypertensive patients. *Am. J. Med.*, **73**, 348(1982)
 20. Smits, P., Thien, T. and Larr, A. : Circulatory effects of coffee in relation to the pharmacokinetics of caffeine. *Am. J. Cardiol.*, **56**, 958(1985)
 21. Ross, V. C., Friedman, L., Gaines, D. W. and Keys, J. E. : Effect of acute oral caffeine treatment on spleen and thymus of male rats. *Fed. Proc.*, **40**, 738(1981)
 22. Roth, J. A. and Ivy, A. C. : The effect of caffeine upon gastric secretion in the dog, cat and man. *Am. J. Physiol.*, **141**, 454(1944)
 23. Roth, J. A., Ivy, A. C. and Atkinson, A. : Caffeine and peptic ulcer. *J. A. M. A.*, **126**, 814(1944)
 24. Debas, H. T., Cohen, M. M., Holubitsky, I. B. and Harrison, R. C. : Caffeine-stimulated acid and pepsin secretion : Dose-response studies. *Scand. J. Gastroenterol.*, **6**, 453(1971)
 25. Boyd, E., Dolman, M., Knight, L. and Scheppard, E. : The chronic oral toxicity of caffeine. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, **43**, 995(1965)
 26. Yeh, J. K., Aloia, J. F., Semla, H. M. and Chen, S. Y. : Influence of injected caffeine on the metabolism of calcium and the retention and excretion of sodium, phosphorus, magnesium, zinc and copper in rats. *J. Nutr.*, **116**, 273(1986)
 27. Massey, L. K. and Hollingbery, P. W. : Acute effects of dietary caffeine and sucrose on urinary mineral excretion of healthy adolescents. *Nutr. Res.*, **8**, 1005(1988)
 28. Massey, L. K. and Wise, K. L. : The effect of dietary caffeine on urinary excretion of calcium, magnesium, sodium and potassium in health young females. *Nutr. Res.*, **4**, 43(1984)
 29. Whiting, S. J. and Whitney, H. L. : Effect of dietary caffeine and theophylline on urinary calcium excretion in the adult rat. *J. Nutr.*, **117**, 1224(1987)
 30. Yano, K., Heilbrun, L. K., Wasnich, R. D., Hankin, J. H. and Vogel, J. M. : The relationship between diet and bone mineral content of multiple skeletal sites in elderly Japanese-American men and women living in Hawaii. *Am. J. Clin. Nutr.*, **42**, 877(1985)
 31. Munoz, L., Keen, C. L., Lönnerdal, B. and Dewey, K. : Coffee intake during pregnancy and lactation in rats : Maternal and pup hematological parameters and liver iron, zinc and copper concentration. *J. Nutr.*, **116**, 1326(1986)
 32. Aranda, J. V., Collinge, J. M., Zimman, R., Trippeback, T. and Jain, R. : Maturation of caffeine desposition in infancy. *Clin. Res.*, **25**, 674A(1977)
 33. Aldrige, A., Aranda, J. V. and Neins, A. H. : Caffeine metabolism in the newborn. *Clin. Pharmacol. Ther.*, **25**, 447(1973)
 34. Guenther, P. M. : Beverages in the diets of American teenagers. *J. Am Dietet. Assoc.*, **86**, 493(1986)
 35. American Institute of Nutrition : Report of the American Institute of Nutrition : Ad Hoc committee on Standards for nutritional studies. *J. Nutr.*, **107**, 1340(1977)
 36. 신효선 : 식품분석. 신평출판사, p.121(1983)
 37. Bonsnes, R. W. and Taussky, H. H. : On the calorimetric determination of creatinine by the Jaffe reaction. *J. Biol. Chem.*, **158**, 581(1945)
 38. 임정남 : 식품의 무기성분 분석. *식품과 영양*, **17**(1), 42(1986)
 39. Fears, R. : The hypercholesterolemic effect of caffeine in rats fed on diets with and without supplementary cholesterol. *Br. J. Nutr.*, **39**, 363(1978)
 40. Boothby, W. M. and Rowntree, L. G. : Drugs and basal metabolism. *J. Pharmacol. Exptl. Therap.*, **22**, 99(1924)
 41. 김미자 : Coffee의 첨가가 흰쥐의 HDL-cholesterol 및 체내 지방대사에 미치는 영향. 서울여자대학교대학원 석사학위논문(1985)
 42. Naismith, D. J., Akinjanju, P. A. and Yudkin, J. : Influence of caffeine containing beverages on the growth, food utilization and plasma lipids of the rat. *J. Nutr.*, **97**, 375(1968)
 43. 안태영 : Caffeine첨가 사료가 백쥐의 혈청 및 간장성분에 미치는 영향. 영남대학교대학원 석사학위논문(1980)
 44. 배현숙 : 지방 수준을 달리한 식이에 카페인의 첨가가 흰쥐의 체내 지방대사에 미치는 영향. 성신여자대학교대학원 석사학위논문(1986)
 45. 김영길 : 단백질의 종류를 달리한 식이에 첨가한 coffee와 methionine이 흰쥐의 단백질과 지방대사에 미치는 영향. 이화여자대학교대학원 석사학위논문(1984)
 46. Massey, L. K. and Berg, T. A. : Effect of dietary caffeine on urinary excretion of calcium, magnesium, phosphorus, sodium, potassium, chloride and zinc in healthy males. *Nutr. Res.*, **5**, 1281(1985)
 47. Schuette, S. A., Zemel, M. B. and Linkswiler, H. M. : Studies on the mechanism of protein-induced hypercalciuria in older men and women. *J. Nutr.*, **110**, 305(1980)
 48. Whiting, S. J. and Draper, H. H. : The role of sulfate

- in the calciuria of high protein diets in adult rats. *J. Nutr.*, **110**, 212 (1980)
49. 피재은, 백희영 : 단백질 종류가 체내 칼슘대사에 미치는 영향에 관한 연구. *한국영양학회지*, **19**(1), 32 (1986)
 50. 정조인 : Coffee를 지방의 수준과 종류를 달리한 식이에 첨가 하였을때 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향. 이화여자대학교대학원 석사학위논문(1984)
 51. Heaney, R. and Recker, R. R. : Effects of nitrogen, phosphorus and caffeine on calcium balance in women. *J. Lab. Clin. Med.*, **99**, 46 (1982)
 52. Avioli, L. V. : *Modern nutrition in health and disease*. 6th ed., Lea and Febiger Publisher, p.294 (1980)
 53. Li, T. K. and Vallee, B. L. : *Modern nutrition in health and disease*. 6th ed., Lea and Febiger Publisher, p. 408 (1980)
 54. Randall, H. T. : Water, electrolytes and acid-base balance. *Modern nutrition in health and disease*. 6th ed., Lea and Febiger Publisher, p.355 (1980)
 55. Latini, R., Bonati, M., Marzi, E. and Garattini, S. : Urinary excretion of an uracilic metabolite from caffeine by rat, monkey and man. *Toxicol. Lett.*, **7**, 267 (1981)
 56. Anand, C. R. and Linkswiller, H. M. : Effect of protein intake on calcium balance of young men given 500mg calcium daily. *J. Nutr.*, **104**, 695 (1974)
 57. Spencer, H., Kramer, L., Osis, D. and Norris, C. : Effect of a high protein (meat) intake on calcium metabolism in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 2167 (1978)
 58. 김순경 : 단백질 섭취수준이 인체내 칼슘, 인, 마그네슘 대사에 미치는 영향에 관한 연구. 숙명여자대학교 대학원 박사학위논문(1986)
 59. Bell, R. R., Engelmann, D. T., Sie, T. and Draper, H. H. : Effect of a high protein intake on calcium metabolism in rat. *J. Nutr.*, **105**, 475 (1975)
 60. Margen, S., Chu, J. Y., Kaufman, N. A. and Callaway, D. H. : Studies in calcium metabolism : The calciuretic effect of dietary protein. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**, 584 (1974)
 61. 이경숙 : 고 지방식이에 첨가한 caffeine 음료가 흰쥐의 체내 지방대사에 미치는 영향. 상명여자사범대학교 대학원 석사학위논문(1986)
 62. 조미혜 : 단백질 급원과 식이내 Mg 함량이 흰쥐의 체내 Ca 및 Mg, P 대사에 미치는 영향. 성심여자대학교 대학원 석사학위논문(1988)

(1993년 10월 28일 접수)