

# Caffeine 섭취에 따른 성인 여성의 혈액과 소변중 다량 무기질 함량 변화에 관한 연구(I)

- Na, K, Ca, P, Mg -

임 성 아 · 노 숙 령  
중앙대학교 가정대학 식생활학과

## Macro Mineral Responses to Caffeine in Serum and Urine of Healthy Young Females(I)

- Na, K, Ca, P, Mg -

Im, Sung-Ah · Rho, Sook-Nyung

*Department of Food and Nutrition, College of Home Economics Chung-ang University, Seoul, Korea*

### ABSTRACT

This study was undertaken to investigate the acute effect of caffeine consumption on the change of mineral concentration in serum and urinary mineral excretion in healthy young females.

On two separate mornings at one week intervals, each subject drank a coffee which contained no caffeine and 3mg/kg body weight caffeine.

To obviate dietary effects on mineral concentration in serum and urine, each subject fasted at least ten hours before consuming the test beverage.

At one, two, three and four hours, serum and urine production collected separately for measurement of sodium, potassium, calcium, phosphorus and magnesium concentration.

The results were as following :

1) Mean age of subjects was  $20.6 \pm 0.32$ , Mean body mass index of subjects was  $21.64 \pm 0.89$ , which was within  $\pm 10\%$  of ideal body weight.

2) Total urine volume of caffeine group for 4 hour after caffeine consumption was higher than that of decaffeine one, but urine pH was unchanged after caffeine consumption. Total urinary four hour excretion of creatinine was not affected by caffeine consumption and creatinine clearance also was not different from the control value.

3) In serum, mean three hour content of sodium ( $p < 0.01$ ) and phosphorus was higher in the subject given the caffeine.

Mean serum magnesium and calcium contents were lower in caffeine group than that of decaffeine one. Mean serum magnesium content for three hour after caffeine ingestion was

affected by caffeine consumption( $p < 0.001$ ).

Mean serum content of potassium was unaffected by caffeine consumption.

4) Total urinary four hour excretion of sodium, increased significantly after caffeine consumption( $p < 0.05$ ), while total urinary four hour excretion of potassium, calcium, phosphorus and magnesium was unchanged after caffeine intake.

Urinary excretion of Na, K, Ca, P and Mg was greatest at one hour after caffeine consumption, especially urinary sodium and potassium excretion was significantly high( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ).

The above results show that only 3mg caffeine per kg body weight increase the urinary macro mineral excretion in healthy young females.

**KEY WORDS** : caffeine · serum and urinc Na, K, Ca, P and Mg.

## 서 론

경제 수준의 향상과 서구 문화 유입의 증가에 따라 식생활에 영향을 주어 식품 선택에 있어서, 영양적 가치 이외에 기호성에도 관심을 가지게 되었으며, 따라서 기호음료의 생산 및 소비량이 크게 증가되고 있다<sup>1-3)</sup>. 그 중에서 coffee는 15C경에 Arabia인에 의해 처음 알려졌고 Ethiopia에서 재배되기 시작하여 음료로 사용되었으며<sup>4)</sup>, coffee가 건강에 유해하다는 의학적인 경고와 소비를 억제하려는 노력에도 불구하고, 독특한 맛과 향기 그리고 색으로 인하여 예로부터 널리 애용되고 있는 세계적인 기호음료이다<sup>5-6)</sup>.

Coffee의 성분중에서 특수성분인 caffeine은 1, 3, 7-trimethylxanthine으로 냄새가 없고 쓴맛을 가지며 뜨거운 물에 가용성인 alkaloid계의 물질이다<sup>5)</sup>. Caffeine은 커피 이외에도 차, 코코아, 콜라 같은 음료와 초콜릿등과 같은 식품에도 함유되어 있을 뿐 아니라, 두통약, 감기약, 각성제, 이뇨제 등의 의약품에도 함유되어 있다<sup>5)7)</sup>. Caffeine의 약리효과로는 중추신경계를 자극하여 판단력, 일의 수행능력, 기억력, 행동의 민첩성을 증진시키고, 피로를 감소시키며, 관상동맥 이완작용과 이뇨작용등이 알려져 있다<sup>5)7-10)</sup>. 그 외에 체내 산소 소모의 증가, 에너지 손실 및 대사율의 증가를 초래하며<sup>11-13)</sup>, 혈청내 유리지방산(free fatty acid)의 농도를 높이고<sup>11)13)</sup>, 심장혈관계질환의 발생율을 증가시키며<sup>14-17)</sup>, 최근에는 심근을 자극하여 혈압을 상승시켜 심근

항진에 영향을 주고, 심근 경색의 발병율을 높이는 것으로 보고되고 있으나<sup>18-19)</sup>, 심장 혈관계 질환에 영향이 없다는 상반된 보고도 나오고 있다<sup>20-21)</sup>. 또한, 미숙아 출생 등이 보고되고 있으며<sup>22)</sup>, 과량의 caffeine을 장기간 투여하여 기형적 변화와 세포내 c-AMP의 농도를 높혀 암 발생가능성(Mutagenicity), 특히 유방성유종(fibrocystic breast disease)의 발생이 높아졌다는 보고가 있다<sup>8)23)</sup>.

최근 caffeine은 체내 무기질 대사에 여러가지 영향을 준다는 보고가 나오고 있다. 무기질은 신체내에서 열량원은 되지 않으나 신체를 구성하고 있는 요소이며, 효소의 기능을 활성화 시키고, 체액의 산도를 적절히 유지시켜 대사작용을 조절하며, 세포내외의 삼투압 유지에 관여하는 등 무기질에 대한 중요성이 알려져 그 작용기전에 대한 관심이 더욱 깊어졌고 이에 관한 연구도 활발하다<sup>24)</sup>.

Caffeine에 체내 무기질 대사에 미치는 영향에 관한 연구로는, 체내 나트륨과 칼륨의 대사에 미치는 영향에 관한 연구<sup>25-27)</sup>를 비롯하여 칼슘 대사<sup>30-33)</sup>, 인 대사<sup>25)27)30)34)</sup> 및 마그네슘 대사에 관한 연구들<sup>26)28)</sup>이 있으나 정확하게 그 기전 및 효과에 관하여 규명되어 있지 못한 실정이다.

현재까지 우리나라 사람들의 caffeine섭취에 따른 체내 무기질 대사에 미치는 영향에 관한 연구는 없었고, 김 등<sup>2)</sup>의 서울 주거민의 음료섭취 실태 연구에 의하면, caffeine을 함유하고 있는 탄산음료의 경우 고등학생을 위시하여 저학년에서 많이 섭취하고 있고, coffee의 경우에는 성인과 대학생이

가장 많이 섭취하는 것으로 보고하였다.

Caffeine의 흡수와 배설은 빠르게 진행되어 caffeine의 반감기는 개인의 신체 상태와 caffeine의 섭취 습관에 따라 차이는 있으나 평균 3시간으로 조사되었고<sup>36)</sup>, caffeine섭취에 따른 무기질 배설 효과가 단기간내에 크게 나타난다고 보고되었다<sup>26-27)</sup>. 기호음료와 기호식품 및 의약품에 함유되어 있는 caffeine의 섭취가 날로 증가하고 있는 실정 이어서 본 연구는 체내 무기질 함량 변화를 보기 위하여 혈액과 소변을 시료로 정하여 실시하였다. 국내에는 caffeine이 인체내 무기질 대사에 미치는 영향에 관한 연구가 없어 성인여자를 대상으로 단기간의 caffeine 섭취가 체내 다량무기질인 나트륨, 칼륨, 칼슘, 인 마그네슘의 혈액과 소변중 함량 변화에 미치는 효과를 조사하여, caffeine과 무기질 대사에 관한 기초 자료로서 활용하고자 한다.

## 실험 내용 및 방법

### 1. 실험 내용

#### 1) 대상자 설정

대상자는 중앙대학교에 재학중인 만 18~24세 (평균 20.6세)의 건강한 여대생 10명으로 모두 기숙사에 기거하고 있었고, 체중은 이상체중의  $\pm 10$

Table 1. Characteristics of subjects

Subjects (No.)	Age (Yr.)	Weight (Kg)	Height (Cm)	BMI <sup>1)</sup>
1	20	57	163	21.45
2	20	54	158	21.63
3	20	49	161	18.90
4	20	65	160	25.39
5	21	53	155	22.06
6	20	65	167	23.31
7	21	49	152	21.21
8	20	63	167	22.59
9	21	44	151	19.30
10	23	52	159	20.57
Mean	20.6	55.1	159.3	21.64
$\pm$ S.E.	$\pm 0.32$	$\pm 2.11$	$\pm 1.32$	$\pm 0.89$

1) BMI=Weight(kg)/(Height)<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)

%이내에 있는 자들로, 대상자들의 연령, 체중, 신장 및 BMI는 Table 1과 같다.

### 2) 실험 내용

#### (1) 예비 실험

##### ① 시료중 caffeine함량 분석

국내에서 시판되고 있는 Regular Instant coffee (Taster's Choice, Nestle)와 Decaffeinated Instant Coffee(Taster's Choice, Nestle)를 사용하여 Joan과 Stanley<sup>37)</sup>의 caffeine 정량법에 의거하여 HPLC(Gilson Co.)과 정량하였다.

분석 결과는 regular instant coffee에는 1g당 36.9 mg의 caffeine이, decaffeinated instant coffee에는 1g당 2.1mg의 caffeine이 함유되어 있는 것으로 나타났다.

##### ② 대상자의 Coffee 섭취량

대상자의 하루 coffee 섭취량을 사전조사한 결과 평균 2.1cup(1~3cup)으로 coffee 1cup의 분량은 80 ml였고, coffee 1cup에 해당되는 caffeine함량은 55.5 mg이었다.

#### (2) 실험 설계

예비 조사를 통해 표준체중의 여성(52kg)이 하루 보통 3cup의 coffee를 섭취하는 것으로 추정하여, 이에 해당되는 caffeine 투여량은 체중 kg당 3mg으로 결정하였고, 투여한 군을 실험군으로 투여하지 않은 군은 대조군으로 하였다. 단, 대조군은 caffeine 투여 이외의 조건을 실험군과 동일하게 하기 위하여 caffeine을 제거한 coffee를 사용함에 따라 부득이 coffee 1g당 2.1mg의 caffeine이 공급되었다.

대조군과 실험군은 각각 decaffeinated instant coffee와 regular instant coffee 3g을 취하고, 실험군은 대상자마다 체중 kg당 3mg에 해당되는 caffeine 함량을 계산하여 instant coffee 3g에 해당되는 caffeine 함량(11.7mg)을 제한 나머지의 caffeine을 정제 caffeine(sigma chemical Co.)으로 보충하였다. 실험군에 사용된 총 caffeine함량은 대상자들의 체중에 따라 132mg에서 195mg이었다.

실험 기간은 1992년 5월 24일부터 6월 4일까지로 1주간격을 두고 대상자 10명이 각기 2회에 걸쳐

2종류의 coffee를 각각 모두 동일한 순서대로 섭취하도록 하였으며, 제공된 coffee가 어떤 종류인지 모르도록 blind-study를 실시하였다.

실험 전 3일간의 식이는 기숙사 식당을 동일하게 이용하여 식이로 인한 영향을 최소화 하였으며, 평소의 활동을 유지하도록 하였고, 실험전 최소 3일간은 caffeine이 함유된 식품을 섭취하지 않도록 하였다.

## 2. 실험 방법

### 1) 실험 음료 준비

실험군에는 regular instant coffee 3g에 정제 caffeine을 보충하여 caffeine의 양이 체중 kg당 3mg이 되도록 하여 끓인(70°C) 250ml 탈이온수에 녹이고, 대조군은 decaffeinated instant coffee 3g을 끓인(70°C) 250ml 탈이온수에 녹여 준비하였다. 대조군과 실험군 모두 음료를 마시기 전에 채혈과 배뇨를 한후에 음료를 10분 이내에 마시도록 하였고, 그후 1, 2, 3시간이 경과한 후에 각각 채혈과 배뇨를 하도록 하였으며, 뇨는 4시간 경과 후까지 받도록 했다. 각 시간마다 뇨생성을 위해 배뇨후 200ml의 탈이온수를 보충급여하였다.

### 2) 시료 채취

#### (1) 혈 액

혈액은 실험전날 최소 10시간 절식후 실험일 아침에 공복 상태에서 실험시작 직전에 정맥에서 진공 채혈관을 이용하여 15cc를 채취하고, 음료를 마시도록 한후에 1시간 간격으로 3시간동안 혈액을 각각 채취하였다.

채취한 혈액을 원심분리관에 담아 3000rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액의 2/3를 혈청의 무기질 함량을 측정하기 위해 -70°C에서 냉동보관하였다.

#### (2) 소 변

뇨는 음료를 마신 후 1, 2, 3, 4시간 경과 후 각 시간대마다 따로 용기에 받도록 하였다. 채취된 뇨는 분광과 pH를 측정한 후 5ml는 뇨의 creatinine 함량을 분석하기 위해 용기에 담아 분석전까지 -

70°C에서 냉동보관하고 나머지는 염산을 첨가하여 pH가 2.0이하가 되도록 한후 50ml씩 용기에 채취하여 무기질 분석 전까지 -70°C에서 냉동 보관하였다.

## 3) 시료 분석

### (1) 혈청과 뇨의 creatinine 함량 및 creatinine clearance

Jaffe modified 직접법<sup>38)</sup>으로 creatinine 함량을 측정하였다. 얻어진 결과를 이용하여, Dolan<sup>39)</sup>의 방법에 의해 creatinine clearance를 산출해 냈다.

Creatinine clearance

$$= \frac{\text{urine creatinine} \times \text{urine flow rate}}{\text{serum creatinine}}$$

creatinine = mg/ml

urine flow rate = ml/min.

### (2) 혈청과 뇨의 무기질 함량

혈청의 무기질 함량은 Mianzhi<sup>40)</sup>의 방법에 따라 ICP(Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy, Jobin Yvon, France)를 이용하여 분석하였으며, 뇨의 무기질 함량은 Nixon<sup>41)</sup>의 방법에 의거하여 분석하였다.

## 3. 자료 처리

본 실험에서 얻어진 모든 결과는 평균치와 표준오차를 계산하였고, 카페인 섭취에 의한 영향을 알아보기 위해 대조군과 실험군의 평균치간의 비교는 SAS Program의 T-test로 분석하였으며, 두 군내의 시간대별 평균치간의 비교는 Duncan's multiple-range test로 검정하였고, 유의도 수준은  $p < 0.05$ 에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 혈청의 나트륨, 칼륨, 칼슘, 인 및 마그네슘의 함량

실험 결과는 Table 2에 제시하였다.

나트륨 함량을 보면, Caffeine 섭취후 2시간 동안의 평균 혈청 나트륨 함량(343.26 ± 4.35mg/dl)은

Caffeine 섭취와 혈액과 소변중 다량 무기질 함량

Table 2. Contents of Sodium, Potassium, Calcium, Phosphorus, and Magnesium in serum before and after coffee and decaffeinated coffee ingestion in healthy females

Group	Mineral (mg/dl)	Pre-Treatment		Post-Treatment			F-value <sup>1)</sup>
		0hr.	1hr.	2hr.	3hr.		
Decaffeine	Na	311.30±12.50 <sup>1)ab<sup>2)</sup></sup>	307.08±5.95b	312.33±4.61ab	336.66±11.08a	2.14	
Caffeine		322.86±4.38bc	338.12±7.11 <sup>**2)</sup> ab	345.85±6.42 <sup>***a</sup>	312.32±10.58c	4.07 <sup>㉑</sup>	
Decaffeine	K	17.15±0.45a	16.71±0.47a	17.61±0.66a	16.97±0.89a	0.34	
Caffeine		16.41±0.60b	16.05±0.36b	18.35±0.51a	15.32±0.88b	4.38 <sup>㉑㉒</sup>	
Decaffeine	Ca	8.60±0.58a	7.07±0.14b	7.73±0.46ab	8.87±0.25a	4.34 <sup>㉑㉒</sup>	
Caffeine		9.56±0.63a	8.04±0.17 <sup>***b</sup>	7.59±0.10b	7.66±0.18 <sup>***b</sup>	7.16 <sup>㉑㉒㉓</sup>	
Decaffeine	P	13.28±1.07a	11.05±0.63a	11.37±0.75a	12.29±0.62a	1.62	
Caffeine		14.11±0.73a	11.87±0.53a	20.09±8.71a	11.25±0.40a	0.85	
Decaffeine	Mg	2.08±0.10a	1.83±0.07b	1.86±0.05b	1.87±0.06b	2.81	
Caffeine		2.11±0.10a	1.69±0.04b	1.64±0.03 <sup>***b</sup>	1.71±0.04 <sup>*b</sup>	12.01 <sup>㉑㉒㉓</sup>	

1) Mean±SE.

2) Significantly different from decaffeine group by T-test.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

3) Mean with different(a, b, c) within a row are significantly different from each other at p<.05 as determined Duncan's multiple(a>b>c).

4) F-values are based on one-way analysis of variance(ANOVA)

㉑p<0.05, ㉒p<0.01, ㉓p<0.001

caffeine에 의해 유의적(p<0.05)으로 증가하였다. Yeh등<sup>25)</sup>은 본 연구와 유사한 함량의 caffeine인 체중 100g당 2.5mg을 쥐에게 투여한 결과 혈청내 나트륨 함량이 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였고, 여<sup>42)</sup>의 연구에서는 쥐에게 본 연구에 사용된 caffeine양의 4배의 caffeine을 투여하여 혈청내 나트륨의 함량이 감소하였으나 유의적인 차이는 없었다고 보고하여 본 연구 결과와 상반되었다.

칼륨 함량에서는 대조군과 실험군의 음료 섭취후 3시간 동안의 혈청내 평균 칼륨 함량은 차이가 없었고, caffeine 섭취군의 경우 음료 섭취 2시간 후의 혈청내 칼륨 함량이 공복시보다 유의적으로 증가되었는데, Yeh등<sup>25)</sup>은 caffeine 섭취후 혈청내 칼륨 함량이 증가하는 경향이었다고 보고하였다.

혈청내 칼슘 함량의 경우, 대조군과 실험군의 음료 섭취 1시간후에는 실험군(8.04±0.17mg/dl)이 대조군(7.07±0.14mg/dl)보다 유의적으로 높았고(p<0.001), 3시간후에는 실험군(7.66±0.18mg/dl)이 대조군(8.87±0.25mg/dl)보다 유의적으로 더 낮았으며(p<0.001), 2시간후의 경우는 두 군간의

차이가 없었다. 결과를 분석하여 보면, 음료 섭취후 3시간 동안의 평균 혈청내 칼슘 함량은 caffeine 섭취에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 감소하는 경향을 보여, Yeh등<sup>25)</sup>은 caffeine 섭취로 혈청내 인 함량은 감소하였다고 보고하였고, 여<sup>42)</sup>의 연구에서는 과량의 caffeine 투여로 혈청내 인의 함량이 감소하였다고 보고하여 본 연구 결과와는 차이가 있었다.

인 함량을 살펴보면, 대조군과 실험군의 음료 섭취 1, 2, 3시간 후 두 군간의 혈청 인의 함량은 각각 차이가 나지 않았다. Yeh등<sup>25)</sup>은 caffeine 섭취로 혈청내 인 함량은 감소하였다고 보고하였고, 여<sup>42)</sup>의 연구에서는 과량의 caffeine 투여로 혈청내 인의 함량이 감소하였다고 보고하여 본 연구 결과와는 차이가 있었다.

음료 섭취전 공복시의 혈청과 섭취후 3시간 동안의 혈청의 평균 마그네슘 함량을 비교해 보면, 대조군의 경우 공복시의 혈청 마그네슘 함량(2.08±0.10mg/dl)보다 음료 섭취후 3시간의 평균 마그네슘 함량(1.86±0.03mg/dl)이 감소하였고, 실험군의 경우 공복시의 혈청 마그네슘 함량(2.11±0.10mg/dl)

보다 음료 섭취후 3시간의 평균 혈청 마그네슘 함량 ( $1.66 \pm 0.03\text{mg/dl}$ )이 21% 감소되어 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.001$ ).

2. 뇨의 배설량, pH, creatinine 함량 및 creatinine clearance

측정 결과는 Table 3과 4에 제시되어 있다.

뇨의 배설량에 대해서 살펴보면, 실험군이 음료를 마신후 4시간 동안 배설한 총 뇨량( $821.40 \pm 75.13\text{ml}$ )은 대조군의 총 뇨량( $722.60 \pm 62.59\text{ml}$ )에 비해 14%가 증가되었으나 유의적인 차이는 아니었다. 음료를 마신후 시간이 경과됨에 따른 뇨 배설량을 비교해 보면, 대조군에 비해 실험군이 1시간후에는 8%, 2시간후에는 9%, 3시간후에는 8%, 4시간후에는 22% 뇨 배설량이 더 많아졌다.

Yeh등<sup>25)</sup>은 쥐를 대상으로 2주동안 과량의 caffeine을 투여하여 대조군에 비해 caffeine 투여군의

뇨의 배설량이 증가하였다고 보고하였고, 인체를 대상으로 실시한 Massey와 Wise와 연구<sup>26)</sup>에서도 caffeine은 뇨량을 증가시켰다고 하였으며, Massey와 Hollingberg<sup>35)</sup>도 인체를 대상으로 실험한 결과 caffeine의 섭취로 뇨량이 증가하는 경향이었다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다.

뇨의 pH는 대조군과 실험군 모두 pH 6에 가까운 값을 나타내었고, 대조군과 실험군의 차이는 없었다. 이는 Massey와 Wise의 연구<sup>26)</sup>와 일치하는 결과이다.

뇨중 creatinine 함량은 caffeine 섭취후 1시간 이내에 가장 높게 배설되어 caffeine에 의해 음료 섭취후 1시간에 뇨의 creatinine 배설이 영향을 받은 것으로 보이며, 음료 섭취후 2시간부터는 creatinine 배설 증가는 없어지고 대조군과 비슷한 수준을 보였다. 본 연구의 음료 섭취후 4시간동안의 평균 creatinine 배설량에는 유의적인 변화가 없어, Mas-

Table 3. Mean hourly urine volume, urine pH and excretion of creatinine after coffee and decaffeinated coffee ingestion in healthy females

Group	Variables	Post-Treatment				F-value
		1hr.	2hr.	3hr.	4hr.	
Decaffeine	Urinevolume(ml)	106.7 ± 31.27 <sup>1)</sup> b <sup>3)</sup>	192.4 ± 32.54ab	215.8 ± 24.7a	207.7 ± 32.83a	2.71
Caffeine		115.6 ± 13.33b	210.5 ± 21.48ab	233.2 ± 34.29a	262.1 ± 51.43a	3.61 <sup>II</sup>
Decaffeine	Urine pH	6.08 ± 0.30a	6.09 ± 0.24a	6.08 ± 0.27a	5.97 ± 0.22a	1.07
Caffeine		6.63 ± 0.29a	6.62 ± 0.21a	5.97 ± 0.24a	6.52 ± 0.27a	1.55
Decaffeine	Creatinine(mg)	42.50 ± 7.47a	33.40 ± 7.64a	43.26 ± 9.86a	40.94 ± 10.3a	0.26
Caffeine		81.86 ± 15.58 <sup>**2)</sup> a	44.54 ± 7.59b	41.92 ± 11.82b	40.82 ± 11.48b	3.45 <sup>II</sup>

1) Mean ± SE.

2) Significantly different from each respective decaffeine group

\*\*p < 0.01

3) Mean with different(a, b) within a row are significantly different from each other at p < 0.05 as determined Duncan's multiple range test(a > b).

4) F-values are based on one-way analysis of variance(ANOVA).

<sup>II</sup>p < 0.05

Table 4. Creatinine Clearance after coffee and decaffeinated coffee ingestion in healthy females

Group	Time(hr.)		
	0-1	1-2	2-3
	(ml/min.)		
Decaffeine(N=10)	129.61 ± 23.06 <sup>1)</sup>	104.95 ± 31.26	112.47 ± 19.68
Caffeine <sup>2)</sup> (N=10)	319.21 ± 90.66	256.04 ± 46.85	115.46 ± 20.06

1) Mean ± SE.

2) Not significantly different from decaffeine group by T-test.

sey와 Berg<sup>27)</sup>의 남자를 대상으로 dcaffeinated coffee에 정제 caffeine을 150mg과 300mg을 첨가하여 섭취시켜본 연구 결과와 Yeh등<sup>25)</sup>의 쥐를 대상으로 실시한 결과에서 creatinine 배설량은 caffeine 섭취에 의해 변화가 없었다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다.

Creatinine clearance의 실험 결과를 보면, 실험군이 대조군에 비해 음료를 마신후 1시간에 creatinine clearance가 59%높게 나타났고, 그외 2시간후에도 실험군이 대조군에 비해 59%가 높았으나 유의적인 차이는 아니었고, 3시간 후에는 두 군간의 creatinine clearance는 비슷한 수치를 나타내었다.

본 연구의 경우 caffeine에 의하여 creatinine clearance는 크게 영향을 받지 않아 본 연구의 caffeine 농도로는 사구체 여과율에 영향을 주지 못한 것으로 사료되고, Yeh등<sup>25)</sup>의 연구에서 caffeine에 의해 노량은 증가하였으나 creatinine clearance에는 영향을 미치지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다.

3. 노중 나트륨, 칼륨, 칼슘, 인, 마그네슘 배설량

실험 결과는 Table 5에 제시하였다.

Caffeine은 노중 나트륨 배설에 크게 영향을 미쳐 음료 섭취후 4시간 동안의 노중 나트륨 배설을 유의적으로 증가(p<0.01)시켰고, caffeine 섭취 1시간후에 가장 크게 영향을 받아 다량의 나트륨을 뇨로 배설하는 것으로 나타났다. Massey와 Berg<sup>27)</sup>는 남성을 대상으로 caffeine제거 coffee에 150mg과 300mg의 정제 caffeine을 공급하여 노중 나트륨의 배설이 유의적으로 증가하였다고 보고하였고, Massey와 Wise<sup>26)</sup>는 여성을 대상으로 caffeine제거 coffee에 정제 caffeine을 150mg과 300mg을 공급하여 노중 나트륨의 배설이 유의적으로 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 또, Massey와 Hollinberry<sup>35)</sup>는 청년기 남녀를 대상으로 체중 kg당 3mg의 caffeine을 섭취시킨 후 노중 나트륨의 배설이 유의적으로 증가되었다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다.

Caffeine에 의해 노중 칼륨의 배설은 caffeine 섭취후 1시간이 경과된 후에 가장 크게 영향을 받았고, 음료 섭취후 4시간 동안의 노중 칼륨 총 배설량은 증가하는 경향이였으나 유의적인 차이는 없었다. Massey와 Berg<sup>27)</sup>는 남성을 대상으로 150mg과 300mg의 caffeine을 공급하여 칼륨의 노중

Table 5. Contents of Sodium, Potassium, Calcium, Phosphorus, and Magnesium in serum before and after coffee and decaffeinated coffee ingestion in healthy females

Group	Minrcal (mg)	Post-treatment					F-value <sup>1)</sup>
		1hr.	2hr.	3hr.	4hr.		
Decaffeine	Na	239.52±72.05 <sup>1)a<sup>1)</sup></sup>	187.95±40.52a	153.63±83.94a	170.65±27.92a	0.66	
Caffeine		508.88±82.31 <sup>1)2)a</sup>	246.39y6/27.30b	212.38±59.06b	182.94±37.51b	6.55 <sup>3)4)</sup>	
Decaffeine	K	100.35±22.92 <sup>1)3)a</sup>	112.17±17.98a	101.53±13.80a	108.84±21.73a	0.46	
Caffeine		250.17±45.26a	128.94±19.97b	91.37±18.14b	76.64±8.39b	3.71 <sup>3)4)4)</sup>	
Decaffeine	Ca	4.32±1.13a	3.02±0.86a	2.71±0.70a	3.36±0.59a	4.18 <sup>4)</sup>	
Caffeine		5.23±0.73a	4.07±0.62ab	4.12±0.87ab	2.63±0.55b	5.04 <sup>4)4)</sup>	
Decaffeine	P	25.07±6.58a	19.85±5.14a	17.32±2.91a	15.01±2.44a	0.68	
Caffeine		41.33±8.60a	25.75±6.36ab	14.53±1.88b	15.51±1.77b	2.32	
Decaffeine	Mg	2.68±0.41a	1.70±0.28b	1.37±0.10b	1.89±0.21b	0.88	
Caffeine		3.52±0.31a	2.49±0.43ab	1.92±0.40b	1.70±0.29b	5.12 <sup>4)4)</sup>	

1) Mean±SE.  
 2) Significantly different from decaffeine group by T-test ; \*p<0.05, \*\*p<0.01  
 3) Within a row, means with different superscripts are significantly different from each other at p<0.05 as determined Duncan's multiple-range test(a>b).  
 4) F-values for term are based on one-way analysis of variance(ANOVA).  
<sup>1)4)</sup>p<0.05, <sup>2)4)4)</sup>p<0.01, <sup>3)4)4)4)</sup>p<0.001

배설은 변화가 없다고 보고하여 본 연구 결과와 차이가 있었고, Massey와 Wise<sup>26)</sup>는 여성을 대상으로 caffeine 공급후 뇨중 칼륨의 배설은 증가하는 경향을 보여 본 연구의 결과와 일치하였으나, Massey와 Hollingbery<sup>35)</sup>는 청년기 남녀를 대상으로 caffeine 섭취후 뇨중 칼륨의 배설이 유의적으로 증가되었음을 보고하여 본 연구 결과와는 유사한 경향을 보였다. 쥐를 대상으로 한 Yeh등<sup>25)</sup>은 caffeine 섭취후 대조군보다 뇨중 칼륨이 증가되어 부의 나트륨 평형을 이루었다고 보고하였고, 여<sup>44)</sup>의 쥐를 대상으로한 실험에서 뇨중 나트륨과 칼륨의 배설이 유의적으로 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와는 유사한 경향을 보였다.

Caffeine 섭취로 뇨중 칼슘 배설의 증가 경향을 볼 수 있었다. Massey와 Hollingbery<sup>35)</sup>는 13~18세의 남녀에게 caffeine을 체중 kg당 3mg을 주었을 때 여성의 경우 caffeine 섭취후 총 3시간 동안의 뇨중 칼슘 배설은 상승하였는데, 이는 본 연구의 3시간 동안의 뇨중 칼슘 배설이 증가된 것과 일치된 결과이고, 쥐를 대상으로 과량의 caffeine을 투여한 Whiting과 Whitney의 보고<sup>30)</sup>와 여<sup>42)</sup>, Yeh등<sup>25)</sup>의 연구에서도 뇨중 칼슘 배설량이 증가되었다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 또, Massey와 Wise<sup>26)</sup>는 성인 여자에게 300mg의 caffeine을 섭취시킨 결과 3시간내 뇨중 칼슘의 배설이 유의적으로 증가되었다고 보고하였다. 이 등<sup>38)</sup>의 연구를 보면 농촌 주부의 칼슘 섭취량이 하루 388mg으로 권장량 600mg에 비해 65%에 불과하였다고 하였고, 1988년 국민영양조사보고서<sup>45)</sup>에 의하면 성인의 경우 하루 495mg을 섭취하는 것으로 조사되어 평균 영양 권장량의 83.3%에 해당되어 일반적으로 칼슘 섭취가 부족됨을 알 수 있어, 과량의 caffeine을 장기간 섭취할 경우 체내 칼슘 대사의 불균형을 초래할 가능성이 높을 것으로 예상된다. 또, Hcaney와 Recker<sup>29)</sup>는 caffeine을 함유한 음료소비와 칼슘과 마그네슘이 풍부한 우유의 소비와는 역의 상관성이 있다고 하여 caffeine의 섭취가 증가되는 식사형태로는 칼슘과 마그네슘의 항상성을 유지해 주는 기전(homeostatic mechanisms)에 영향을 줄 것이라 보고하여, caffeine이 함유된 기호음료와 식품의 소비가

증가되고 칼슘, 인, 마그네슘등의 무기질의 섭취 부족은 체내 칼슘, 인등의 무기질 대사에 불균형을 초래할 가능성이 높아, 이를 최소화하기 위해서는 caffeine이 함유된 식품의 섭취를 줄이는 것이 중요하다고 사료된다. 또, 뇨중 칼슘의 배설을 증가시키는 요인으로써 caffeine이외에도 coffee중에 함유되어 있는 methylxanthine의 일종인 theophylline의 효과도 보고되고 있다<sup>43)</sup>.

인 배설량의 경우, 실험군(97.12±15.01mg)이 대조군(77.23±13.30mg)에 비해 뇨중의 음료섭취 후 4시간 동안의 총 인 배설량은 26%가 더 높았으나 유의적인 차이는 없었다. Massey와 Hollingbery<sup>35)</sup>는 13~18세의 남녀에게 caffeine의 수준을 체중 kg당 3mg으로 설정하여 섭취시켰을때 음료 섭취후 3시간 동안의 총 뇨중 인 배설량은 증가되지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와는 차이가 있었다. 그러나, 쥐를 대상으로 과량의 caffeine을 사용한 Whiting과 Whitney의 보고<sup>30)</sup>와 여<sup>42)</sup>의 연구에서도 뇨중 인의 배설량이 증가되었다고 보고하였고, Yeh등<sup>25)</sup>의 보고에서도 뇨중 인의 배설량이 증가되어 본 연구 결과와 일치하였다.

Caffeine 섭취로 인해 뇨중 마그네슘 배설이 증가하는 경향을 보였으나 크게 영향을 받지 않았다. Massey와 Hollingbery<sup>35)</sup>의 청년기 남녀를 대상으로한 실험에서 뇨중 마그네슘 배설은 증가되지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와는 차이가 있었고, Massey와 Wise<sup>26)</sup>의 보고는 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 caffeine 섭취가 인체내 혈액과 소변의 무기질 함량 변화에 미치는 영향을 알아 보고자 건강한 성인 여자를 대상으로 체중 kg당 3mg의 caffeine을 공급하여 단기간의 혈액과 뇨중 나트륨, 칼륨, 칼슘, 인, 마그네슘의 함량 변화를 조사하였다. Caffeine을 공급한 군을 실험군으로 하였고, decaffeinated coffee를 공급한 군을 대조군으로 하여 실험한 결과는 다음과 같다.

1) 대상자들의 평균 연령은 20.6±0.32세이었고,

BMI는  $21.64 \pm 0.89$ 이었으며 BMI는 이상체중의  $\pm 10\%$  이내에 있었다.

2) 뇨의 배설량은 실험군의 대조군보다 증가하는 경향을 보였으나, 유의한 차이는 아니었고, 뇨의 pH는 정상 범위에 속하였고 두 군간의 차이는 없었다. 뇨의 creatinine 함량은 caffeine 함유 음료 섭취 1시간 후에 유의적으로 증가되었으나( $P < 0.05$ ), 그 후에는 감소하여 대조군과 차이가 없었고, creatinine clearance에도 음료섭취 1시간 후에 증가하는 경향을 보였으나, 유의한 차이는 아니었다.

### 3) 혈청의 무기질 함량

음료 섭취후 3시간 동안 혈청내 무기질 함량의 경우, 혈청내 나트륨의 함량은 대조군에 비해 실험군이 유의하게 증가되었고( $P < 0.01$ ), 혈청의 마그네슘 함량도 대조군에 비해 실험군이 유의하게 감소하였으며( $p < 0.001$ ), 혈청내 인의 함량은 caffeine 섭취후 증가되는 경향이었고, 혈청의 칼슘함량은 대조군보다 실험군이 낮았으나 유의적인 차이는 없었으며, 혈청의 칼륨 함량은 caffeine 섭취후 큰 변화가 없었다.

### 4) 소변내 무기질 배설량

음료 섭취후 4시간 동안의 뇨중 무기질 배설의 경우, 뇨중 나트륨의 배설량은 각각 대조군보다 실험군이 유의적으로 높게 배설되었고( $p < 0.05$ ), 뇨중 칼륨, 칼슘, 인, 마그네슘의 배설량은 대조군에 비해 실험군이 증가하는 경향을 보였다. Caffeine 섭취 후 1시간 이내의 무기질 배설은 증가하였으나 그 후 3시간 동안 뇨중 무기질의 배설정도는 서서히 감소하여, 음료 섭취 4시간후에는 대조군과 실험군의 무기질 배설함량에는 차이가 없었다.

이상의 결과를 요약하여 보면, 건강한 성인 여성을 대상으로 체중 kg당 3mg의 caffeine 섭취 수준으로 뇨중 다량 무기질의 배설이 유의적으로 증가되어, caffeine 섭취는 체내 무기질 함량 변화에 영향을 미칠것으로 사료된다. 따라서, caffeine이 함유된 기호음료와 식품이 소비 증가 추세는 특히 유아기와 청소년기, 가임기와 폐경기 여성의 경우 무기질 대사에 나쁜 영향을 줄 가능성이 매우 높아, 증가되고 있는 caffeine 함유 식품의 소비를 최소화하는 것이 필요하며 장기간에 걸친 세밀한 연구가

요청된다고 본다.

## Literature cited

- 1) 한양일. 우리나라의 식품 및 영양소 섭취에 관한 고찰. 청주사범대 논문집 12 : 483-498, 1983
- 2) 김인수·안홍석. 서울 주거민의 음료 섭취에 관한 조사 연구. *한국영양학회지* 20(4) : 281-288, 1987
- 3) 이기열. 한국인의 식생활 100년(1880~1980), 연세논총, 21 : 297-318, 1985
- 4) Roberts HR, Barone JJ. Biological effects of caffeine history and use. *Food Technology* 37(9) : 32-39, 1983
- 5) Graham DM. Caffeine-Its identity, dietary sources, intake and biological effects. *Nutr Rev* 36(4) : 97-102, 1978
- 6) 최해강·이용의·고영수. 커피생두와 볶은 커피두의 성분에 관한 연구. *한국영양학회지* 11(1) : 16, 1978
- 7) Roe DA. Intolerance to intentional additives : in Diet and Drug Interactions, 76-82, An avi book, Now Yrok
- 8) Special Report. Second International Caffeine workshop. *Nutr Rev* 38(5) : 196-200, 1980
- 9) Robertson D, Frolich JC, Watson JT, et al. Effects of caffeine on Plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *N Engl J Med* 298, 181, 1978
- 10) Caqllahan MM, Rohovsky MW, Robertson DV-MRS, et al. The effect of coffee consumption on plasma lipids, lipoproteins, and the development of aortic atherosclerosis in rhesus monkeys fed an athero genic diet. *Am J Clin Nutr* 32 : 834-845, 1979
- 11) Acheson KJ, Markiewiez BZ, Anantharaman K, et al. Caffeine and coffee-their influence on metabolic rate and substrate utilization in normal weight and obese individuals. *Am J Clin Nutr* 33 : 989-997, 1980
- 12) Miller DS, Stock MJ, Stuart JA. The effects of caffeine and carnitine on the oxygen consumption of fed and fasted subjects. *Proc Nutr Soc* 33 : 28A, 1974
- 13) Bellet S, Kershbaum A, Fink EM. Response of

- free fatty acids to coffee and caffeine. *Metabolism* 17 : 702, 1968
- 14) Aro A, Tuomilehto J, Kostianen E, et al. Boiled coffee increases serum low density lipoprotein concentration. *Metabolism* 36(11) : 1027-1030, 1987
  - 15) Steven MH, Ava JK, Michael PS, et al. Coffee consumption, diet, and lipies. *Am J Epidemiol* 122 : 1-12, 1985
  - 16) Thelle DS, Aneson E, Forde DH. The Troms Heart study ; does coffee raise serum cholesterol ? *N Engl J Med* 308 : 1454-1457, 1983
  - 17) Diederick EG, Eric BR, Edward G, et al. Coffee, Caffeine and cardioloascular disease in men. *N Engl J Med* 323 : 1026-1032, 1990
  - 18) Marijke VD, Paul S, Theo T, et al. Effect of decaffeinated versus regular coffee on blood pressure -a 12-week, double-blind Trial. *Hypertension* 14 : 563-569, 1989
  - 19) Robertson D, Frolich JC, Carr RK, et al. Effect of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *N Engl J Med* 298 : 181-186, 1978
  - 20) Benette AAB, Diederich EG. Caffeine, blood pressure and serum lipids. *Am J Clin Nutr* 53 : 971-975, 1991
  - 21) Thomas RD, William BK, Gordon T. Coffee and cardiovascular disease. *N Engl J Med* 291 : 871-874, 1974
  - 22) Palm PE, Arnold EP, Rachwell PC, et al. Evaluation of the teratogenic potential of fresh-brewed coffee and caffeine in the rat. *Toxicol Appl Pharmacol* 44 : 1-16, 1978
  - 23) Boyle CA, Berkowitz GS, Livolsi VA, et al. Caffeine consumption and fibrocystic breast disease. *JNCI* 72 : 1015-1019, 1984
  - 24) 이기열 · 문수재. 기초영약학, 149, 수학사, 1986
  - 25) Yeh JK, John FA, Halina MS, et al. Influence of Injected caffeine on the Metabolism of calcium and the Retention and Excretion of Sodium, Potassium, Phosphorus, Magnesium, Zinc and copper in rats. *J Nutr* 116 : 273-280, 1986
  - 26) Linda KM, Kevin JW. The effect of dietary caffeine on urinary excretion of Calcium, Magnesium, Sodium and Potassium i healthy young females. *Nutr Res* 4 : 43-50, 1984
  - 27) Massey LK, Berg TA. The effect of dietary caffeine on urinary excretion of calcium, magnesium, phosphorus, sodium, potassium, chloride and zinc in healthy males. *Nutr Res* 5 : 1281-1284, 1985
  - 28) Louis VA. Calcium and phosphorus ; in Modern Nutrition in Health and Disease 7th ed. Maurice E. Shils. Lea and Fibiger 142-150, 1988
  - 29) Heaney RP, Recker RR. Effect of nitrogen, phosphorus and caffeine on calcium balance in women. *J Lab Clin Med* 99 : 46-55, 1982
  - 30) Whiting SJ, Whitney HL. Effect of Dietary caffeine and Theophylline on Urinary calcium excretion in the adult rat. *J Nutr* 117 : 1224-1228, 1987
  - 31) Barger-Lux MJ, Heaney RP, Stegman MR. Effect of moderate caffeine intake on the calcium economy of premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 52 : 722-725, 1990
  - 32) Yano K, Heiilbrun LK, Richard DW, et al. 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 : 877-888, 1985
  - 33) Holbrook TL, Barretl CE, Wingard DL. Dietary calcium and risk of hip fracture : 14-year prospective population study. *Lancet* 2 : 1046-1049, 1988
  - 34) Bergman EA, Sherrard DJ, MAssey LK. Effects of dietary caffeine on calcium metabolism and bone turnover in adult women
  - 35) Massey LK, Hollingberry PW. Acute effects of dietary caffeine and sucrose on urinary mineral excretion of healthy adolescents. *Nutr Res* 8 : 1005-1012, 1988
  - 36) Disler PB, Lynch SR, Charlton RW, et al. Effect of tea on iron absorption. *Gut* 16 : 193-200, 1975
  - 37) Blauch JL, Stanley M, Tarka JR. HPLC determination of caffeine and theobromine in coffee, tea and instant hot cocoa mixes. *J Food Science* 48 : 745-750, 1983
  - 38) Heinégard D, Tiderstrom G. Determination of serum creatinine by a direct colorimetric method. *Clin Chem Acta* 43 : 305-310, 1973
  - 39) Doolan PD, Alpen EL, Thiel GB. A clinical appraisal of the plasma concentration and endogenous

Caffeine 섭취와 혈액과 소변중 다량 무기질 함량

- clearance of creatinine. *Am J Med* 32 : 65-79, 1962
- 40) Zhuang M, Barnes RM. Determination of Major, Minor and Trace Elements in human serum by using Inductively coupled plasma-Atomic Emission Spectroscopy. *Applied Spectroscopy* 39(5) : 793-796, 1985
- 41) Nixon DE, Moyer TP, Johnson P, et al. Routine Measurement of Calcium, Magnesium, Copper, Zinc and Iron in Urine and Serum by Inductively coupled plasma Emission Spectroscopy. *Clin Chem* 32(9) : 1660-1665, 1986
- 42) 여정숙. 단백질과 카페인의 섭취수준이 나이가 다른 환자의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨 대사에 미치는 영향. 숙명여자대학교 박사학위논문, 1991
- 43) Blumgart HL, Gilligan DR, Levy RC, et al. Action of diuretic drugs. 1. Action of diuretics in normal persons. *Arch Int Med* 54 : 40-81, 1934
- 44) Altchuler SI. Dietary protein and calcium loss : a review. *Nutr Rev* 2 : 193-200, 1982
- 45) 국민영양조사보고서, 42-46, 보건사회부, 1988