Korean J. Food & Nutr. Vol. 21. No. 3, 336～343 (2008)

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

카페인 섭취가 흰쥐의 혈청내 지질과 무기질 함량에 미치는 영향

† 김명희 · 김영란 · 이종완* · 박병권** · 김민규*** · 최미경**** · 김애정*****

공주대학교 식품영양학과, *공주대학교 동물자원학과, **공주대학교 특수동물학과
***충남대학교 동물자원학과 ****청운대학교 식품영양학과, *****혜전대학 식품영양과

The Effects of Caffeine on Lipid and Mineral Content in the Serum of Rats

† Myung-Hee Kim, Yong-Ran Kim, Jong-Wan Lee*, Byung-Kwon Park**, Min-Kyu Kim***
Mi-Kyeong Choi**** and Ae-Jung Kim*****

Dept. of Food and Nutrition, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea
**Dept. of Animal Resources Science, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea*
***Dept. of Companion & Laboratory Animal Science, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea*
****Dept. of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea*
*****Dept. of Food and Nutrition, Chungwoon University, Hongsung 305-764, Korea*
******Dept. of Food and Nutrition, Hyejeon College, Hongsung 350-702, Korea*

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of caffeine on lipid and mineral content in the serum of rats given a caffeine free diet(FC), a low caffeine diet(LC), a medium caffeine diet(MC), a high caffeine diet(HC) or a super-high caffeine diet(SHC) for 5 weeks. Thirty male Sprague-Dawley rats(body weight, 110±0.3 g) were blocked into 5 groups and fed diets with or without pure caffeine. Caffeine intake models showed a lower mean-weight gain, food intake and food efficiency in the high caffeine diet groups(MC, HC and SHC groups) than the groups receiving a caffeine free or low caffeine diet(FC and LC groups). Serum total lipid, total cholesterol and LDL-cholesterol levels decreased, but the serum HDL-cholesterol level increased according to the increase in caffeine intake. Serum total lipid, HDL-cholesterol and serum triglyceride were significantly lower in the HC and SHC groups than the FC group. All of the serum minerals decreased as caffeine intake increased. Serum iron, calcium, magnesium and phosphorus significantly decreased in the HC and SHC groups compared to the FC group. Caffeine intake was associated with less weight gain and reduced serum total cholesterol, triglyceride and total lipid. The results suggest that rats fed high amounts of caffeine may be susceptible to osteoporosis due to their low levels of calcium, magnesium and phosphorus.

Key words: caffeine, HDL-cholesterol, triglyceride.

서 론

우리나라는 급속적인 경제 발전으로 인하여 식생활 산업이 서구화되고, 식품의 선택 기준에서도 서구화 경향이 커져 커피, 차, 콜라 등과 같은 카페인이 많이 함유된 기호 음료의 소비가 날로 증가하고 있다. 특히 우리가 쉽게 마시고, 현대인이 가장 많이 마시는 기호 음료 중의 하나인 커피는 북동 아프리카에서 시작되어 15세기 중동을 통해 유럽에 보급되었고, 우리나라에는 19세기에 들어와 그 후 커피의 대중화가 이루어졌다[1]. 우리가 마시는 보통의 커피 한 잔에 평균 70～130 ㎎의 카페인이 들어 있으며, 이러한 카페인은 식물성 알칼로이드계에 속하는 물질로 백색 분말 또는 결정으로 물이나 알

† Corresponding author: Myung-Hee Kim, Dept. of Food and Nutrition, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea. Tel: +82-11-382-6782, Fax:+82-41-330-6469, E-mail: mykim@kongju.ac.kr

코올에 약간 녹고, 냄새가 없으며, 쓴 맛을 내는 비영양성분이다[1]. 카페인은 커피, 녹차, 각종 음료수, 초콜릿 등을 통해 섭취가 가능하며, 237 ㎖ 커피 1컵에는 137 ㎎의 카페인이, 녹차 1컵에는 47 ㎎의 카페인이, 초콜릿 캔디 28.4 g에는 7 ㎎의 카페인이, 콜라 1캔 또는 1병(355 ㎖)에는 46 ㎎의 카페인이 들어 있다.

하루 300 ㎎ 이상 과량의 카페인 섭취는 중추신경계를 자극하여 수면, 감각작용, 정서반응 등의 행동 변화를 초래하는 한편 산소 소모의 증가, 체내의 에너지 손실 및 대사율의 증가를 초래하고[2,3], 면역계와 소화계에서는 비장의 DNA 합성의 감소, 위액 분비의 증가 및 위 질환 유발, 점막의 비대를 초래하는 등, 각종 기형학적 변화를 가져올 수도 있으며[4], 짧은 기간 동안의 카페인 섭취는 인슐린 민감성을 증가시키나 만성적인 카페인 섭취는 제 2형 당뇨병 발생을 촉진시킨다는 보고도 있다[5,6].

카페인은 cAMP로부터 5'-AMP로 전환하는데 관여하는 포스포디에스터라아제의 작용을 억제시켜 그 결과 cAMP가 증가하게 되어 체내에 저장된 에너지원인 글리코겐과 중성지방의 분해를 통해 신체 활동에 필요한 에너지를 공급하여 일의 지속성을 증가시키는 효과도 있다[7]. James A Greenberg 등[8]은 카페인은 급작스런 혈압 상승 효과가 있어 심장질환의 위험을 높일 수가 있으며, 오랜 기간 커피를 섭취한 사람의 경우 식이 열량 감소 없이도 체중이 감소했고, 지방층의 무게가 감소했으며, 지방세포 수도 감소했다고 했다.

특히 비만하지 않은 사람에게서 카페인은 체중 감소 효과가 유의적이었으며, 열 발생의 증가, 지방 분해, 지방 산화, 인슐린 분비의 증가도 비만 환자보다 더 효과적이었다고 보고했다. 또한, 카페인 섭취 후 심박수가 증가하는 것은 카페인이 말초혈관 저항을 증가시켜 혈압이 상승되기 때문이고, 글루코스와 글리코겐이 젖산으로 전환하는 cori cycle이 활성화되어 젖산의 체내 증가가 나타난다고 했다. 카페인을 섭취하면 신체 내에서 부신수질을 자극하여 에피네프린과 노에피네프린을 분비시킴으로써 심장의 근육이 자극을 받게 되어 수축력이 높아지고 심장 박출량의 증가로 인해 혈압이 상승하며 맥박도 빨라지게 된다. 커피를 하루 5잔 이상 마시는 사람은 커피를 마시지 않는 사람에 비해 심장질환의 발병률이 2.8배나 높았고, 혈청 콜레스테롤 수치도 커피를 마시는 사람의 경우 그렇지 않은 사람에 비해 14%나 높게 나타났으며, 혈압 상승에도 영향을 미쳐 1일 150 ㎎의 카페인을 섭취하면 혈압이 5～15 ㎜Hg 정도 상승되었다는 연구 보고가 있다[9]. 카페인과 지방대사와의 관련 연구가 가장 활발하게 진행되고 있는데, 카페인이 카테콜아민의 방출을 자극하여, adenylate-cyclase를 활성화시켜 cAMP 농도를 증가시키면 지방 분해가 증가되어 혈청 내 유리지방산과 콜레스테롤 농도를 상승시키고 결과적으로는 심장혈관계질환에 대한 위험인자가 된다는 것이다[10～14]. 카페인이 혈장 카테콜아민과 지방산 수준을 증가시키고 혈압의 상승과 심박출량에도 영향을 줄 수 있다는 생리적 기능에 대한 연구들[15,16]은 카페인과 지질대사와의 관계에 관심을 갖게 하였다. 또한, 최근 카페인의 체내 무기질대사에 대한 연구보고[17～21]에서 카페인의 지속적인 섭취는 무기질의 불균형을 초래할 가능성이 높음을 시사했다[22～24]. 하지만 혈청 내 지방함량과 카페인은 어떤 유의적인 관계를 나타내지 않는다는 실험보고[25]가 있으므로, 일치된 결론을 내리기는 매우 어렵다.

따라서 본 연구에서는 흰쥐를 대상으로 카페인의 섭취 수준을 달리하여 카페인 섭취가 체내 지질 함량과 무기질 함량에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며, 본 연구 결과가 체내 지질 및 무기질 함량과 관련된 질병 예방을 위한 기초 자료로 활용되었으면 하는 바램이다.

재료 및 연구방법

1. 실험동물 및 식이

실험동물은 체중이 110±0.3 g 정도 되는 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 30마리를 실험 시작하기 전 일주일 동안 일정조건에서 적응시킨 후 한 군당 6마리씩 임의 배치법으로 5군으로 나누어 실시하였다. 실험실은 온도 24±2℃, 습도 55～60%를 항상 유지시켜 주었으며, 물은 2차 증류수로 매일 급여시켜 주었고, 모든 식이는 자유급식시켰다. 무기질의 오염을 방지하기 위하여 실험실에 필요한 모든 기구는 5 g/ℓ EDTA (ethylene diamine tetra acetate) 용액에 24시간 동안 담갔다가 2차 증류수로 세 번 이상 세척하고, 습기를 제거한 다음에 사용하였다. 실험 식이군은 FC(카페인 0 ㎎ 공급군), LC(카페인

Table 1. Experimental design

Animal group*	Caffeine administration (㎎/10 ㎎ wt)
FC	0
LC	3.5
MC	5
HC	7
SHC	10

* FC(free caffeine group): Control diet plus 0 ㎎ caffeine/100 g wt, LC(low caffeine group): Control diet plus 3.5 ㎎ caffeine/100 g wt, MC(medium caffeine group): Control diet plus 5 ㎎ caffeine/100 g wt, HC(high caffeine group): Control diet plus 7 ㎎ caffeine/100 g wt, SHC(super high caffeine group): Control diet plus 10 ㎎ caffeine/100 g wt.

3.5 ㎎ 공급군), MC(카페인 5 ㎎ 공급군), HC(카페인 7 ㎎ 공급군), SHC(카페인 10 ㎎ 공급군)등 5군으로 구분하였으며, 이는 Table 1과 같다.

카페인(Junsei Chemical Co, Tokyo, Japan)은 체중 100 g당 3.5 ㎎, 5 ㎎, 7 ㎎, 10 ㎎으로 각각 계산한 양을 2차 증류수에 녹여 구강으로 매일 같은 시간(오전 10시, 오후 3시)에 두 번에 나누어 투여하였고, 비카페인군도 동량의 2차 증류수를 같은 방법으로 5주간 투여하였다.

실험식이의 배합은 AIN-93G[26]를 참고로 하였으며, 단백질의 급원은 casein(Junsei Chemical Co, Ltd, Tokyo, Japan)을 사용하였고, corn starch 및 sucrose는 Shinyo Pure Chemical사(Osaka, Japan)의 제품을 구입하여 사용하였다.

2. 시료의 채취

실험 종료 후 15시간 정도 절식시킨 후 개체별로 체중을 측정하였고, ether로 마취를 시킨 후 복부 대동맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 1시간 후에 원심 분리기(MF300, Hanil Science, Inchon, Korea)를 이용하여 3,000 rpm에서 20분간 원심분리로 혈청을 분리하여 냉장 보관하였다가 지질은 24시간 이내에 분석하였고, 무기질은 냉동 보관후 분석하였다.

3. 시료의 분석

1) 혈청의 지질과 무기질 함량 분석

원심분리하여 얻어진 혈청 중의 총 지방함량, 총 콜레스테롤 함량, HDL-콜레스테롤 함량, LDL-콜레스테롤 함량, VLDL-콜레스테롤 함량, 중성지방 함량을 효소시약을 사용하여 비색 정량하였다. 혈청의 총 콜레스테롤 함량은 V-cholestase Kit (Iatron Lab, Tokyo, Japan)로 분석하였고, 혈청의 HDL 함량, LDL 함량, VLDL 함량은 야트로 리포 하이 콜레스트 Kit(Iatron Lab, Tokyo, Japan)로 분석하였으며, 중성지방의 측정은 Clean-tech TG-S Kit(Iatron Lab, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 또한, 혈청 중의 철분, 칼슘, 마그네슘, 인, 나트륨, 칼륨 함량은 혈청 1 ㎖를 2차 증류수를 사용하여 5배 희석한 후 10분간 3,000 rpm에서 원심분리하여 단백질을 제거한 다음 상청액을 사용하여 Atomic Absorption Spectrophotometer(AA-6800F, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 측정하였다.

4. 실험 결과에 대한 통계 처리

본 실험에서 얻어진 결과는 카페인 투여 수준에 따른 각 군의 평균치와 표준편차를 구하였고, 각 군의 카페인 투여에 따른 영향을 알아보기 위해 SPSS program(2005, ver. 12.0)을 이용하여 통계 분석하였다. 각 군 간의 통계적 유의성은 α=0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 식이 섭취량, 체중 증가량, 식이 효율

각 군의 식이 섭취량과 체중 증가량, 식이 효율에 대한 결과는 Table 2와 같다.

식이 섭취량은 비카페인군인 FC군이 카페인 섭취군인 LC군, MC군, HC군, SHC군보다 유의적으로 높았고, LC군, MC군, HC군, SHC군 간에는 유의적인 차이가 없었다. James A Greenberg 등[8]에 의하면 카페인 섭취는 만복감을 증가시켜 습관적인 카페인 섭취는 식욕 감퇴 및 체중 감소를 초래한다고 한다. Westerterp-plantenga 등[27]도 Cross-Sectional 조사를 76명을 대상으로 한 결과, 카페인 섭취와 만복감과는 정의상관관계가 있다고 보고하였다.

Kovacs 등[28]의 연구에서도 습관적인 카페인 섭취는 포만감을 증가시키고, 렙틴의 농도를 감소시킨다고 보고하였다. 쥐를 대상으로 한 Bai 등[29]의 연구에서도 카페인 섭취군이 비카페인군에 비하여 식이섭취량이 적었다고 보고하여 본 연구 결과와 일치함을 보였다.

또한, 본 연구에서 체중 증가량은 카페인 섭취 수준이 증가함에 따라 유의적인 감소를 보였다. 비카페인군인 FC군보다 카페인 5 ㎎, 7 ㎎ 섭취군인 MC군과 HC군의 체중 증가량이 유의적으로 낮았고, MC군과 HC군보다 카페인 10 ㎎ 섭취군인 SHC군의 체중 증가량이 유의적으로 낮았다. James A Greenberg 등[8]에 의하면 오랜 기간 커피를 섭취한 사람의 경우 체중 감소 및 체지방 감소가 있었고, 식이 열량 감소 없이도 지방세포수가 감소했다고 한다. 또한, 카페인의 체중 감소

Table 2. Food intake, body weight gain and food efficiency ratio of rats for five weeks

Animal[1] group	Food intake (g/day)	Body weight gain(g/day)	Food efficiency ratio
FC	22.37±0.93[2),b3)]	23.23±1.13[c]	1.06±0.05[b]
LC	19.54±0.79[a]	24.29±1.03[c]	1.30±0.08[b]
MC	19.33±0.79[a]	13.55±1.12[b]	0.78±0.09[a]
HC	17.46±0.73[a]	12.54±1.47[b]	0.79±0.11[a]
SHC	17.75±1.05[a]	8.56±1.15[a]	0.56±0.06[a]
F values	5.08	34.14	11.08
P values	0.01	0.000	0.000

[1] In the abbreviated names C, F, L, M, H and SH, indicate caffeine, free, low, medium, high and super high, respectively,

[2] Values are mean±SE,

[3] Means with different letters(a, b, c, d) within a column are significantly different from each other at α=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

효과는 비만하지 않은 사람에게서 더 유의적이었는데, 열 발생의 증가, 지방 분해 촉진, 지방 산화 증가, 인슐린 분비 증가가 비만 환자보다 정상 체중인 사람에게서 더 효과적으로 작용한 결과라고 했다. 한편, Esther 등[30]은 10년 동안 여성과 남성의 체중 변화에 카페인이 미치는 영향에 대해 연구한 결과, 여성의 경우 BMI 25 이상에서 카페인의 체중 감소 영향이 더욱 현저했고, 남성의 경우 젊은 층보다는 중년층에서 카페인의 체중 감소 효과가 더 컸다고 보고하였다.

Bukowiecki 등[31]은 흰쥐에게 50%의 식이 열량을 증가시켜 주었음에도 체중이 감소했다고 보고했다. 이와 관련하여 Fears[32]의 연구에서도 카페인의 첨가가 체내의 운동 활성 증가에 영향을 미쳐 체중 증가를 억제시키며 Boothby와 Rowntree[33]도 카페인 투여 시 유리지방산의 이동과 대사율의 증가로 체중을 감소시키는 효과가 있다고 보고했고, Naismith 등[34]도 본 연구와 같은 결과를 보고하였다. 카페인의 체중 증가 억제 효과는 체중을 줄이기 위한 감식 요법과 체내 열량 감소를 초래할 수 있는 발열 요소가 작용하여 나타나는 결과로 볼 수 있다. 또한, 체중 증가량을 저하시킨다는 결과는 비교적 많은 연구[31,35]에서 일치함을 보이고 있는데, 이들은 카페인이 지방분해를 증가시켜 저장지방 감소를 초래하고 에너지 소비 증가로 체중 증가를 억제한다고 설명하고 있다.

식이 효율에서는 비 카페인군에 비하여 카페인군의 식이 효율이 낮아지는 경향을 보여 카페인 섭취가 식이 효율을 낮추는 것으로 나타났으며, FC군과 LC군과는 유의적인 차이가 없었으나, FC군과 MC군, HC군, SHC군과는 유의적인 차이를 보였다.

2. 혈청의 총 지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤, 중성지방 함량

혈청의 총 지질 함량에 대한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다.

카페인을 투여하지 않은 FC군(330.04±11.74 ㎎/㎗)보다 카페인군인 LC군(326.87±5.93 ㎎/㎗), MC군(299.95±23.25 ㎎/㎗), HC군(258.87±6.20 ㎎/㎗), SHC군(239.21±1.48 ㎎/㎗)이 감소하였으며, FC군, LC군, MC군은 서로 유의적인 차이가 없었으나, HC군과 SHC군은 FC군, LC군, MC군보다 유의적인 감소를 보였다. Dulloo 등[36]의 연구 보고에서는 젊은 남성을 대상으로 연구한 결과, 카페인 섭취 후 호흡계수의 유의적인 변화가 없었다고 보고했으나, James A Greenberg 등[8]은 커피는 지방 산화를 증가시켜 열발생을 증가시키며, 카페인은 지방층의 크기(adipose-pad)와 지방 세포수를 감소시킨다고 보고했다. 또한, 카페인 섭취 후 호흡계수가 낮아져 더 많은 지방 산화가 유도된다고 보고했고, 카페인 혹은 카페인 커피 섭취 후 지방 분해 정도를 알아 보기 위해 혈장의 유리지방산과 글리세롤 함량을 분석한 결과 카페인 혹은 카페인 커피 섭취 후 지방 분해가 급증했다고 보고하여 카페인 섭취가 체내 지방함량을 감소시키는 것을 알 수 있으며, 본 연구에서 카페인 7 ㎎과 10 ㎎을 섭취한 HC군(258.87±6.20 ㎎/㎗)과 SHC군(239.21±1.48 ㎎/㎗)이 유의적인 감소를 보인 결과와 일치함을 보였다.

혈청 총 콜레스테롤 함량은 FC군(102.24±3.79 ㎎/㎗)과 LC군(99.65±3.64 ㎎/㎗), MC군(104.12±4.08 ㎎/㎗)로 유의적인 차이가 없었고, SHC군(88.36±1.88 ㎎/㎗)은 FC군, LC군, MC군보다 유의적인 감소를 보였다. HDL-콜레스테롤 함량은 비카페인군인 FC군(48.14±7.26 ㎎/㎗)보다 카페인군인 MC군(63.44±1.68 ㎎/㎗), HC군(64.28±2.15 ㎎/㎗), SHC군(69.75±1.52 ㎎/㎗)이 유의적으로 높아 카페인 섭취가 혈청내의 HDL-콜레스테롤 함량을 증가시키는 것으로 나타났다. LDL-콜레스테롤 함

Table 3. Content of total lipid, total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, VLDL-cholesterol and triglyceride in serum (unit: ㎎/㎗)

Animal group	Total lipid	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	VLDL-cholesterol	Triglyceride
FC	330.04±11.74[1)b2)]	102.24±3.79[c]	48.14±7.26[a]	36.75±0.92[d]	10.63±0.74[c]	53.14±3.68[c]
LC	326.87± 5.93[b]	99.65±3.64[bc]	56.35±2.13[ab]	10.08±0.57[c]	10.09±0.56[c]	50.45±2.82[c]
MC	299.95±23.25[b]	104.12±4.08[c]	63.44±1.68[bc]	8.21±0.47[b]	8.21±0.47[b]	41.03±2.36[b]
HC	258.87± 6.20[a]	90.37±1.95[ab]	64.28±2.15[bc]	6.56±0.28[ab]	6.56±0.28[a]	32.78±1.42[a]
SHC	239.21± 1.48[a]	88.36±1.88[a]	69.75±1.52[c]	5.38±0.57[a]	5.38±0.57[a]	26.90±2.85[a]
F values	4.93	5.20	483.77	16.91	11.06	16.92
P values	0.006	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000

1) In the abbreviated names C, F, L, M, H and SH, indicate caffeine, free, low, medium, high and super high, respectively,

2) Values are mean± SE,

3) Means with different letters(a, b, c, d) within a column are significantly different from each other at α=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

량은 비카페인군인 FC군(36.75±0.92 ㎎/㎗)보다 카페인군인 LC군(10.08±0.57 ㎎/㎗), MC군(8.21±0.47 ㎎/㎗), HC군(6.56±0.28 ㎎/㎗), SHC군(5.38±0.57 ㎎/㎗)이 유의적으로 낮았으며, 카페인군 중에서 LC군과 MC군, HC군, SHC군이 유의적인 차이를 보였고, MC군에 비해 HC군과 SHC군이 유의적으로 낮아 카페인 섭취가 LDL-콜레스테롤 함량을 낮추는 것으로 나타났다. 카페인이 혈중 지질 함량에 미치는 영향을 살펴본 연구로써, Akynyanju와 Yudkin[37]은 어린 수컷 쥐에게 식이에 1%의 콜레스테롤을 첨가하고 성인이 하루에 12컵의 커피를 마시는 양에 해당하는 커피를 50일간 공급했을 때, 혈중 콜레스테롤과 중성지질 함량이 유의하게 높았다고 하였고, Fears[32]도 수컷 쥐에게 콜레스테롤 첨가 식이 1 ㎏당 2.5 g의 카페인을 첨가했을 때 혈중 콜레스테롤은 유의하게 높았으나, 중성지질은 증가하지 않았다고 보고하였다.

본 연구에서 공급한 카페인은 커피가 아닌 정제된 카페인이었으나, 이들의 연구는 콜레스테롤을 식이에 첨가하고, 카페인의 공급을 인스턴트 커피로 하였기 때문에 카페인뿐 아니라 프림이나 설탕이 첨가된 것이 본 연구 결과와 차이를 보인 것이라 생각된다. 실제로 Esther 등[30]의 연구에서 만성 질병이 없는 여성과 남성을 대상으로 10년간 카페인 섭취에 관한 전향적 연구를 한 결과 하루 550 ㎎의 카페인을 섭취한 남성이 하루 199 ㎎의 카페인을 섭취한 남성보다 고콜레스테롤혈증이 적게 나타났고, 여성에게서도 마찬가지로 하루 493 ㎎의 카페인을 섭취한 경우가 하루 143 ㎎의 카페인을 섭취한 경우보다 고콜레스테롤혈증이 적게 나타났다고 했다.

커피 섭취와 고혈압과의 관계에 대해 성인 남자 2,985명, 성인 여자 3,383명을 대상으로 6~11년간 코호트 연구를 한 Cuno 등[38]은 커피를 마시지 않은 사람들은 하루에 0~3컵 마신 사람보다 혈압이 낮았으나, 하루에 6컵 이상 마신 사람들은 0~3컵 마신 사람들보다 혈압이 오히려 낮아서 커피 섭취와 고혈압과의 관계는 U-shaped 상관관계가 있다고 보고했다.

본 연구 결과에서 카페인 섭취 함량에 따라 총 지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤, 중성지방 함량이 비 카페인군보다 카페인군이 감소하는 경향을 보였으며, 특히 LDL-콜레스테롤이 비 카페인군보다 카페인군에서 급격히 감소하는 경향을 보였고, 함량이 많을수록 체내에 축척된 콜레스테롤이나 혈관 벽을 좁게 만들어 혈액의 순환을 저해하는 등의 이유로 발병하는 동맥경화증이나 고지혈증 발생을 낮추는 HDL-콜레스테롤은 비 카페인군보다 카페인군에서 증가하는 경향을 보였다. VLDL-콜레스테롤은 비카페인군인 FC군(10.63±0.74 ㎎/㎗)에 비해 MC군(8.21±0.47 ㎎/㎗)이 유의적으로 낮았으며, MC군에 비해 HC군(6.56±0.28 ㎎/㎗), SHC군(5.38±0.57 ㎎/㎗)이 유의적으로 낮았다.

중성지방 함량은 비카페인군보다 카페인군이 낮았으며, 비카페인군인 FC군(53.14±3.68 ㎎/㎗)과 카페인 3.5 ㎎ 섭취군인 LC군(50.45±2.82 ㎎/㎗)보다 카페인 5 ㎎ 섭취군인 MC군(41.03±2.36 ㎎/㎗), 카페인 7 ㎎ 섭취군인 HC군(32.78±1.42 ㎎/㎗), 카페인 10 ㎎ 섭취군인 SHC군(26.90±2.85 ㎎/㎗)이 유의적으로 낮았다.

3. 혈청의 철분과 칼슘, 마그네슘, 인, 나트륨, 칼륨의 함량

카페인 투여량에 따른 각 군의 무기질 함량에 대한 결과는 Table 4와 같다.

혈청의 철분 함량은 FC군(235.30±12.28 ㎍/㎗), LC군(243.44±27.72 ㎍/㎗), MC군(158.54±10.10 ㎍/㎗), HC군(146.35±8.63 ㎍/㎗), SHC군(134.57±6.26 ㎍/㎗)이 유의적으로 낮게 나타났다. FC군과 LC군은 유의적인 차이를 보이지 않았고, MC군, HC군, SHC군 간에도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 칼슘

Table 4. Content of iron, calcium, magnesium, phosphorous, sodium and potassium in serum

Animal group	Iron(Fe) (㎍/㎗)	Calcium(Ca) (㎎/㎗)	Magnesium(Mg) (mEq/ℓ)	Phosphorous(P) (㎎/㎗)	Sodium(Na) (㎜ol/ℓ)	Potassium(K) (㎜ol/ℓ)
FC	235.30±12.28[1)b2)]	12.12±0.21[c]	3.69±0.18[d]	12.24±0.60[d]	142.00±1.01[a]	8.35±0.65[b]
LC	243.44±27.72[b]	11.73±0.29[c]	3.57±0.16[d]	10.95±0.71[cd]	137.11±3.28[a]	7.98±0.40[ab]
MC	158.54±10.10[a]	9.10±0.44[b]	2.21±0.27[c]	10.34±0.26[c]	140.28±1.40[a]	8.57±0.75[b]
HC	146.35± 8.63[a]	5.93±0.43[a]	1.61±0.25[b]	7.99±0.67[b]	140.27±0.52[a]	6.49±0.29[ab]
SHC	134.57± 6.26[a]	5.25±0.61[a]	0.86±0.08[a]	6.14±0.43[a]	140.98±0.50[a]	7.20±0.28[a]
F values	11.76	57.13	38.301	19.14	1.78	2.83
P values	0.000	0.000	0.000	0.000	0.352	0.052

1) In the abbreviated names C, F, L, M, H and SH, indicate caffeine, free, low, medium, high and super high, respectively,

2) Values are mean± SE,

3) Means with different letters (a, b, c, d) within a column are significantly different from each other at α=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

의 함량은 카페인 투여량이 많아짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. FC군과 LC군은 유의적인 차이를 보이지 않았고, MC군보다 HC군, SHC군이 유의적으로 낮았다. MC군은 FC군, LC군보다 유의적으로 낮았다. HC군과 SHC군은 서로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 나머지 FC군, LC군, MC군과는 유의적인 차이를 보였다.

카페인은 신장에서 수분의 재흡수를 감소시켜 소변 생성량을 30% 정도 증가시켜 이뇨작용을 촉진시킨다고 한다. 이렇듯 카페인이 이뇨제 역할을 함으로서 체내 노폐물을 제거하는 기능이 있는 반면, 과다한 카페인 섭취(4 ㎎/㎏ wt 이상)는 뇨 배설량 증가와 함께 나트륨, 칼륨, 염소 등 무기질의 지나친 체외 배설을 촉진시켜서 무기질 결핍을 초래할 수 있다고 한다[41]. 카페인은 철분이나 칼슘의 흡수를 방해하여 체내 이용률을 저하시키며, 커피나 홍차를 마시는 경우엔 정제된 카페인 섭취보다 탄닌의 영향을 함께 받기 때문에 우리가 일상 마시는 커피나 홍차의 경우 철분이나 칼슘의 체내 이용률은 더욱 저하된다고 볼 수 있다.

혈액의 칼슘 농도는 부갑상선 호르몬과 칼시토닌에 의해 9～11 ㎎/㎗로 항상 일정한 수준을 유지하게 되어 있는데, 체내에 카페인 투여량이 많아지면 뇨 중 칼슘 배설량이 증가하여 골 손실을 초래하므로 골다공증 유발의 원인이 된다는 보고가 있고[40], Choi 등[41]의 연구에서도 12개월령 흰쥐 암컷을 대상으로 3주간 카페인 섭취 실험을 한 결과 카페인군이 비카페인군보다 혈청 칼슘 농도가 유의적으로 낮았다고 보고하였다. 마그네슘의 함량도 카페인 투여량이 많아짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. FC군과 LC군은 유의적인 차이를 보이지 않았고, MC군, HC군, SHC군 간에는 유의적인 차이를 보여 카페인 투여량이 높을수록 혈청내의 마그네슘 함량이 유의적으로 낮았다.

인의 함량은 카페인 투여량이 많아짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. FC군과 LC군은 서로 유의적인 차이를 보이지 않았고, 나머지 군과는 유의적인 차이를 보였다. LC군은 FC군과 MC군과는 유의적인 차이를 보이지 않았고, MC군, HC군, SHC군은 서로 유의적인 차이를 보여 카페인 투여량이 가장 높은 SHC군의 인의 함량이 가장 낮았다. 나트륨 함량에 카페인 섭취가 미치는 영향은 유의적인 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다. 칼륨 함량은 FC군, LC군, MC군, HC군 서로는 유의적인 차이를 보이지 않았고, SHC군과는 유의적인 차이를 보였다. LC군과 HC군은 다른 군과 유의적인 차이를 보이지 않았고, SHC군은 FC군과 MC군과는 유의적인 차이를 보였다.

본 연구에서 나트륨과 칼륨의 함량은 비 카페인군과 카페인군 간에 유의적 차이를 보이지 않았으며, 철분, 칼슘, 마그네슘, 인에 대하여는 유의적인 차이를 보여, 비 카페인군에 비해 카페인 군에서 전체적으로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 카페인 섭취가 체내 무기질 함량을 감소시키며, 특히 뼈나 골질과 관련된 무기질을 감소시키고, 카페인을 장기적으로 섭취하면 골다공증과 같은 질병을 초래할 수 있다고 보여진다.

요약 및 결론

카페인의 함량을 0 ㎎/㎗, 3.5 ㎎/㎗, 5 ㎎/㎗, 7 ㎎/㎗, 10 ㎎/㎗로 달리하여 혈액 내 지질 함량과 무기질 함량에 미치는 영향을 알아보기 위해 체중 110±0.3 g인 수컷 흰쥐 30마리를 5군으로 나누어 5주간 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 카페인 투여량에 따른 각 군의 식이 섭취량, 체중 증가량, 식이 효율의 결과를 보면 카페인 투여량이 0 ㎎인 FC군과 카페인 투여량이 각각 3.5 ㎎인 LC군, 5 ㎎인 MC군, 7.5 ㎎인 HC군, 10 ㎎인 SHC군에서 식이 섭취량에 대하여는 유의적인 차이를 보였으며, 카페인 투여량이 많아짐에 따라 식이 섭취량은 감소하였다. 또한, 체중 증가량도 마찬가지로 비 카페인군인 FC군보다는 카페인군인 LC군에서 감소하는 경향을 보였고, 카페인 투여량이 많아짐에 따라 체중 증가량도 감소하였다. 식이 효율은 비 카페인 군인 FC군과 LC군과는 유의적인 차이가 없었으나, 비 카페인 군인 FC군보다 MC군, HC군, SHC군이 유의적으로 낮았다.
2. 카페인 투여량에 따른 각 군의 혈청 총 지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤, 중성지방의 함량은 카페인 투여 수준이 증가함에 따라서도 혈청 총 지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤, 중성지방의 함량은 모두 감소하는 경향을 보였고, HDL-콜레스테롤은 카페인 투여 수준이 증가할수록 HDL-콜레스테롤 함량이 증가하는 경향을 보였다.
3. 카페인 투여량에 따른 각 군의 무기질 함량 변화를 살펴보면, 먼저 혈청의 철분, 칼슘, 마그네슘, 인의 함량은 비 카페인군보다 카페인군에서 감소하는 경향을 보였고, 카페인 투여 수준이 증가함에 따라서도 혈청의 철분, 칼슘, 마그네슘, 인의 함량이 감소하는 경향을 보였다. 하지만 나트륨이나 칼륨은 비 카페인군과 카페인군 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과를 토대로 보면 카페인 투여가 식욕을 억제시키는 효과가 있고, 체중 증가를 다소 낮추는 역할을 한다고 볼 수 있겠다. 또한, 카페인 투여시 총 지질이나 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방의 함량은 낮아지고, 몸에 이로운 HDL-콜레스테롤 함량은 증가하는 것으로 나타나 동맥경화증이나 고지혈증과 같은 질병의 발병률을 낮추는데 어느

정도 효과가 있는 것으로 나타났다.

그러나 카페인 투여가 체내 철분, 칼슘, 마그네슘, 인, 나트륨, 칼륨과 같은 무기질 함량에 미치는 영향에 대한 결과를 보면, 카페인 투여로 인하여 철분, 칼슘, 마그네슘, 인과 같은 무기질은 현저하게 감소하였으며, 이와 같은 무기질은 체내에서 뼈를 구성하는데 매우 중요한 영양소임을 고려해 볼 때 카페인을 장기적으로 투여하게 되면 철분, 칼슘, 마그네슘, 인 등의 무기질 감소로 인하여 골다공증과 같은 질병을 초래할 수 있다고 보여진다.

감사의 글

본 연구는 공주대학교 자체 학술연구 지원비에 의하여 수행되었음에 감사드립니다.

참고문헌

1. 한국식품영양학회편. 식품영양학사전, pp.88-89. 한국사전연구사. 용인. 한국. 1998
2. Acheson, KJ, Markiewicz, BZ, Anantharaman, K and Jequier, E. Caffeine and coffee-their influence on metabolic rate and substrate utilization in normal weight and obese individuls. *Am. J. Clin. Nutr.* 33:989-997 .1980
3. Leblanc, J, Jobin, M, Cote, J, Samson, P and Labrie, A. Enhanced metabolic response to caffeine in exercise-trained human subjects. *J. Appl. Physiol.* 59:832-837. 1985
4. Debas, HT, Cohen, MM, Holubitsky, IB and Harrison, RC. Caffeine stimulated gastric acid and pepsin secretion. *Scand. J. Gastroentol.* 6:453-457. 1971
5. McCarty, MF. A chlorogenic acid-induced increase in GLP-1 production may mediate the impact of heavy coffee consumption on diabetes risk. *Medical Hypothese.* 64:848-853. 2005
6. Thong, FS and Graham, TE. Caffeine-induced impairment of glucose tolerance is abolished by beta-adrenergic receptor blockade in humans. *J. Appl. Physiol.* 92:2347-52. 2002
7. Van Dam, RM and Hu, FB. Coffee consumption and risk of type 2 diabetes, A systematic review. *JAMA.* 297:97-104. 2005
8. James, AG, Carol NB and Allan, G. Coffee, diabetes, and weight control. *Am J. Clin. Nutr.* 84:682-693. 2006
9. Lecos, CW. Caffeine jitters: Some safety questions remain, pp.13-16. *FDA. Consumer Dec.* Rockville. USA. 1987
10. Little, JA, Shanoff, HM and Csima, A. Coffee and serum lipids in coronary heart disease. *The Lancet.* 2:732-734. 1966
11. Thelle, DS, Arnesen, E and Forde, OH. The tromso heart study. *New Engl. J. Med.* 308:1454-1457. 1983
12. Shirlow, MJ and Mathers, CD. Caffeine consumption and serum cholesterol levels. *Intern. J. Epidemiol.* 13:422-426. 1984
13. Arnesen, E, Fordem OH and Thelle, DS. Coffee and serum cholesterol. *Br. Med. J.* 288:1960-1972.1984
14. Firde, OH, Knutsen, SF, Arnesen, E and Thellem, DS. The tromso heart study. *Br. Med. J.* 280:893-895. 1985
15. Dawber, TR, Kannel, WB and Gorden, T. Influences of caffeine-drinking on the coronary heart disease in the rat. *New Engl. J. Med.* 291:871-880. 1974
16. Heyden, S, Heiss, G, Manegold, C, Tyroler, HA, Hames, CG, Bartel, AG and Cooper, G. The combined effect of smoking and coffee drinking on LDL and HDL cholesterol. *Circulation.* 60:22-25. 1979
17. Yeh, JK, Aloia, JF, Semla, HM and Chen, SY. 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.* 116:273-286. 1986
18. Massey, LK and Hollingbery, PW. Acute effects of dietary caffeine and sucrose on urinary mineral excretion of healthy adolescents. *Nutr. Res.* 8:1005-1011. 1988
19. Massey, LK and Wise, KL. The effect of dietary caffeine on urinary excretion of calcium, magnesium, sodium and potassium in health young females. *Nutr. Res.* 4:43-51. 1984
20. Whiting, SJ and Whutney, HL. Effect of dietary caffeine and theophylline on urinary calcium excretion in the adult rat. *J. Nutr.* 117:1224-1232.1987
21. Yano, K, Heilbrun, LK, Wasnich, RD, Hankin, JH and Vogel, JM. The relationship between diet and bone mineral content of multiple skeletal sites in elderly Japaneses-American men and women living in Hawaii. *Am. J. Clin Nutr.* 42:877-888. 1985
22. Munoz, L, Keen, CL, Lonnerdal, 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.* 116:1326-1340. 1986
23. Aranda, JV, Collinge, JM, Zimman, R, Trippenback, T and Jain, R. Maturation of caffeine desposition in infancy. *Clin. Res.* 25:674-680.1977
24. Aldrige, A, Aranda, JV and Neins, AH. Caffeine metabolism in the newborn. *Clin. Pharmacol. Ther.* 25:447-452. 1973

25. Wilhelmsen, L, Tibblin, G, Elmfeldt, D, Wedel, H and Werko, L. Coffee consumption and coronary heart disease in middle aged Swedish men. *Acta. Med. Scand.* 201:547-552. 1977
26. AIN-93G Growth Purified Diet. www.testdiet.com
27. Westerterp-Plantenga, MS, Lejeune, MPGM and Kovacs, EMR. Body weight loss and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation. *Obes. Res.* 13:1195-1204. 2005
28. Kovacs, EMR, Lejeune, MPGM, Nijs, I and Westerterp-Plantenga, MS. Effects of green tea on weight maintenance after body-weight loss. *Br. J. Nutr.* 91:431-437. 2004
29. Bai, HS, Lee, SK and Ahn, HS. Effect of caffeine on lipid metabolism in the rats fed with different levels of dietary lipids. *Sungshin W U. BSRI. J. BS.* 4:43-53.1987
30. Esther, LG, Rob, MVD, Swapnil, R, Walter, CW, Joann, EM and Frank, BH. Changes in caffeine intake and long-term weight change in men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 83: 674-680. 2006
31. Bukowiecki, LJ, Lupien, J, Follea, N and Jahjah, L. Effects of sucrose, caffeine and cola beverages on obesity, cold resistance, and adipose tissue cellularity. *Am. J. Physiol.* 244: 500-507. 1983
32. Fears, R. The hypercholesterolemic effect of caffeine in rats fed on diets with and without supplementary cholesterol. *Br. J. Nutr.* 39:363-370. 1978
33. Boothby, WM and Rowntree, LG. Drugs and basal metabolism. *J. Pharmacol. Exptl. Therap.* 22: 99.1924
34. Naismith, DJ, Akinjanju, PA and Yudkin, J. Influence of caffeine containing beverages on the growth, food utilization and plasma lipids of the rat. *J. Nutr.* 97:375. 1968
35. Nakamoto, T and Shaye, R. Effects of caffeine on the growth of mandible and long bone in protein-energy malnourished newborn rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 177 :56-61. 1984
36. Dulloo, AG, Duret, C, Rohrer, D and et al. Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-hr energy expenditure and fat oxidation in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 70:1040-1045. 1999
37. Akinyanju, P and Yudkin, J. Effect of coffee and tea on serum lipids in the rat. *Nature.* 214:426-427. 1967
38. Cuno, SPM, Uiterwaal, WM, Monique, V, H, Bas, BDM, Marga, O and et al. Coffee intake and incidence of hypertension. *Am. J. Clin. Nutr.* 85:718-723. 2007
39. Lee, HW. A study on caffeine containing foods and the effect of caffeine in humans. *Culinary Research.* 6:343-355. 2000
40. Petito, SL and Evans, JL. Calcium status of the growing rats as affected by diet acidity from ammonium chloride, phosphate and protein. *J. Nutr.* 114:1049-1059. 1984
41. Choi, MK, Jun, YS and Sung, CJ. Effects of caffeine and calcium intake on calcium utilization in female rats of different age. *Kor. J. Nutr.* 30:1160-1169. 1997

(2008년 7월 8일 접수; 2008년 9월 15일 채택)