

## 카페인 첨가 식이가 성장기 수컷 환쥐의 혈중 및 간 지질에 미치는 영향

최 미 자<sup>†</sup> · 이 지 은

계명대학교 식품영양학과

## The Effect of Dietary Caffeine Supplementation on Plasma and Liver Lipid Concentrations in Male Rats

Mi-Ja Choi<sup>†</sup> and Ji-Eun Lee

Dept. of Food and Nutrition, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of dietary caffeine supplementation(0.033%/diet) on the plasma and liver lipid concentrations in rats. Twenty male Sprague-Dawley rats(body weight 200±10 g) were divided into two groups: the control group and the caffeine-supplemented group(0.033% caffeine-supplemented diet). All rats were fed an experimental diet, and deionized water was available ad libitum for 6 weeks. Plasma lipid concentrations were measured with a commercial kit based on an enzymatic method, and liver lipid concentrations were measured using the Folch method. There were no significant differences in body weight gain, food intake or food efficiency ratio between the control and caffeine-supplemented group. The total cholesterol and LDL-cholesterol levels as well as the AI(atherogenic index) were significantly higher in rats fed the caffeine diet(0.033%) than in those fed the control diet. There were no significant differences in the liver total cholesterol and triglyceride levels between the control and caffeine-supplemented groups. Therefore, it seems possible that caffeine(0.033 g/100 g diet) may increase the plasma lipid concentration level in growing rats.

Key words : Caffeine, lipids, growing rats.

### 서 론

카페인은 자연 내 63종 이상의 식물에 존재하는 methylxanthine이라고 불리는 화합물 그룹 중 하나로 1,3,7-trimethylxanthine 이름으로 불리고, 1820년 스위스의 생리학자 Runge에 의해 발견되었다(Kwon & Yoon 1993). 카페인은 영양소는 아니나 체내 대사 작용과 관련하여 다양한 심리적 약리적 효과를 가진 자극제로 생체막 투과율이 높아 섭취 후 체내에 매우 빠르게 흡수되고, 보통 5분 이내 몸 전체 확산된 후 산화되어 축적되지 않고 24시간 이내 methyluric acid와 methylxanthine으로 대사되어 신장을 통해 요로 배설되고 섭취 카페인 량 중 3~6% 정도는 대사되지 않고 바로 신장으로 배설된다 (Lee HW 2000).

우리나라의 경우, 1인당 하루 평균 카페인 소비량은 128.8 mg으로 보고되었고, 카페인 섭취 범위는 5~100 mg<sup>◦</sup> 32%로 가장 많고, 50 mg 이하 7%, 100~150 mg 14%, 150~200 mg 9%, 200 mg 이상 11%였다(Yoon et al 2001). 우리나라의 카

페인 섭취량은 1일 평균 오스트리아 240 mg, 미국 206 mg와 비교하여 적은 편이다(Kwon & Yoon 1993). 미국인의 평균 하루 카페인 섭취량을 체중으로 환산하면 4 mg/kg으로 하루 2~4 컵의 커피 양에 해당된다(Barone & Roberts 1996). 커피의 카페인 함량은 1회 분량에 ground caffeinated coffee 159 mg, 인스턴트 커피 83 mg, 콜라 1잔 42 mg, 차 36 mg, 초콜릿 6 mg의 카페인이 함유되어 있다고 보고하였다(Greenberg et al 2007).

카페인이 인체에 미치는 효과 중 각성 효과(Lee et al 1994)는 널리 알려져 있고, 최근 당뇨병 치료나 예방에 좋으며(Greenberg et al 2006), 그 이유로 항산화 물질이 있기 때문으로 보고하였다(Natella et al 2002). 그러나 카페인은 혈압을 상승시키고 혈중 콜레스테롤을 상승시켜 심장질환에 위험 요인으로 된다는 보고가 있다(Myers & Basinski 1992). 인체를 대상으로 한 연구에서 커피를 하루 5잔 이상 마시는 사람은 커피를 마시지 않는 사람에 비해 심장질환의 발병률이 2.8배 높고, 혈청 콜레스테롤 농도는 커피를 마시는 경우 그렇지 않은 사람에 비해 14% 높게 나타났다고 보고하였다(Lecos CW 1987). Bak & Grobbee(1991)는 카페인 첨가군(560~840 ml/day)<sup>◦</sup>

<sup>†</sup> Corresponding author : Mi-Ja Choi, Tel : +82-53-580-5874,  
Fax : +82-53-580-5885, E-mail : choimj@kmu.ac.kr

대조군에 비해 혈중 LDL-콜레스테롤이 높게 나타났으며, Happonen *et al*(2004)는 중년의 남자를 대상으로 800 mL/day의 카페인 섭취는 혈중 콜레스테롤 농도를 높였으며, Superko *et al*(1991)의 연구에서 성인 남자의 경우 하루 5~6컵의 카페인 섭취는 혈중 콜레스테롤을 높였다고 보고하였다.

그러나 최근 카페인 섭취는 혈중 지질과 상관이 없고(Lopez-Garcia *et al* 2006), 코호트 연구에서 다양한 커피 섭취량과 혈중 지질 농도는 상관성 없다는 보고가 있다. 또한 스위스 노인 여성을 대상으로 커피 섭취와 심장질환과의 관계를 연구한 결과, 1주에 5컵 정도의 커피 섭취는 심장질환과 상관이 없다고 하여 섭취량에 따라 다르게 나타났다(Rosner *et al* 2007). 그리고 노인의 경우 고혈압이 없는 경우, 커피를 늘 섭취하는 경우, 심장질환의 위험률이 낮다고 보고하였다(Greenberg *et al* 2007).

일반적으로 적당량의 커피는 안전하다고 알려져 있고(Garrettini S 1993), 미국의 경우 약 8 oz (237-mL) 컵의 brewed caffeinated coffee에 137 mg의 카페인이 포함되어 있다고 보고하였다(Lopez-Garcia *et al* 2006). 2006년 캐나다 정부는 카페인 섭취량을 하루에 400~450 mg로 추천하고 있다(Health Canada Food Program 2006). 그러나 수유부와 아동은 커피가 부정적인 영향을 준다고 경고하고 있다(Viani R 1993). 또한, 미국은 2006년 미국 국민들에게 음료수 섭취의 가이드에서 비록 커피가 이뇨 작용이 있지만 인체 실험에서 카페인을 500 mg/day까지는 탈수나 만성 수분 불균형을 일으키지 않으며, 건강한 성인은 400 mg/day 정도 섭취할 경우 심장병, 고혈압, 골다공증, 콜레스테롤 상승에 위험이 없다고 보고하였다. 그러나 카페인 민감한 사람, 임신부, 노인은 카페인 양을 더 낮추어야 하며 임신부는 하루에 300 mg 이하로 제한하면 유산이나 저체중아 출산 위험이 준다고 보고하였다(Popkin *et al* 2006). 그리고 아동은 신경계가 발달되고 있는 상태 이므로 2.5 mg/kg body weight 제한하도록 추천하고 있다(Popkin *et al* 2006). 성인은 하루에 8 mg/kg 체중 (Barone & Roberts 1996)의 카페인량이 권장되고 있다.

성장기 수컷 쥐를 대상으로 연구한 경우 0.6%(0.015% 카페인), 1.2%(0.03% 카페인), 2.4%(0.06% 카페인) 인스턴트 커피를 첨가한 식이로 섭취시킨 경우, 혈청 콜레스테롤은 모두 증가하였으나 중성지방 농도는 0.6%, 1.2% 식이는 증가하였고, 2.4% 식이는 감소하였다는 보고와(Kang *et al* 2004), 그러나 수컷 쥐에서 0.035% 카페인 식이 섭취 시 수컷 쥐에서 혈중 콜레스테롤 농도에 유의적인 차이가 없었다는 보고가 있다(Song SJ 1993).

따라서 성장기 쥐에서 같은 양의 카페인 섭취 시 혈중 지질에 미치는 보고가 서로 상반되고 있다(Kang *et al* 2004, Song SJ 1993). 우리나라의 카페인 음료 섭취량이 증가하고 있는 시점에서 카페인이 혈중 지질에 미치는 효과에 대한 검증은

의미가 있다고 판단된다.

따라서 본 연구는 0.033%의 카페인 섭취 수준이 성장기의 Sprague-Dawley 수컷 쥐에게 혈중 및 간 지질에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물 및 실험식이

#### 1) 실험동물

Sprague-Dawley 수컷 쥐( $200\pm10$  g)를 대한 동물사육센터에서 분양받아 1주일간의 적응 기간 동안 고형 사료(rat chow)로 사육한 후 난괴법을 이용하여 각 군 당 10마리씩 2군으로 나누어 6주간 실험식이를 공급하였다. 실험동물은 stainless steel wire cage에서 한 마리씩 분리 사육하였으며, 사육실의 온도는  $25\pm2^\circ\text{C}$ , 습도는  $63\pm5\%$ 로 유지하고 매일 광주기, 암 주기를 12시간 간격으로 자동 조절 장치를 이용하여 조절하였다. 식이와 물은 자유롭게 섭취할 수 있으며, 이때 물은 모두 2차 이온교환수를 사용하였다.

#### 2) 실험식이

실험식이 구성 성분은 Table 1에 나타내었다. 실험식이는 기본적으로 AIN-93M의 기본 조성에 기준하여 실험식이군인 카페인 보강군은 대조군에 카페인 33 mg/100 g diet(0.33%)을 보강하여 공급하였다.

### 2. 실험분석

#### 1) 식이 섭취량 및 체중 측정

실험 기간 동안 식이 섭취량은 이틀에 한 번씩, 체중은 일주일에 한 번씩 일정한 시간에 나누어 측정하였다.

#### 2) 혈중 및 간 지질 함량 분석

실험동물은 에테르로 마취한 상태에서 복부를 절개하여 대동맥에서 혈액을 채취하였으며, 채취한 혈액은 상온에서 30분간 냉장고에 방치한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 혈청을 분리하여 분석할 때까지  $-70^\circ\text{C}$ 에서 냉동 보관하였다. 혈중 총 콜레스테롤과 중성지방, HDL-콜레스테롤은 각각 cholesterol kit, triglyceride kit, HDL-cholesterol kit(Youngdong Mhamacy, Seoul Korea)를 이용하여 효소법(Richmond W 1973)으로 비색 정량하였다. LDL-콜레스테롤은 Friedewald 식을 이용하여 계산하였고(Friedewald *et al* 1972), 동맥경화지수(atherogenic index)를 구하였다. 간 조직의 중성지방과 콜레

**Table 1. Composition of experimental diets**  
(g/kg diet)

Ingredient	Dietary group	
	Control	Caffeine
Corn starch	529.5	529.5
Sucrose	100	100
Casein <sup>1)</sup>	200	200
Soybean oil	70	70
Cellulose <sup>2)</sup>	50	50
Mineral-Mix <sup>3)</sup>	35	35
Vitamin-Mix <sup>4)</sup>	10	10
L-Cystein <sup>5)</sup>	1.8	1.8
Choline <sup>6)</sup>	2.5	2.5
TBHQ <sup>7)</sup>	0.014	0.014
Caffeine <sup>8)</sup>	0	0.334

<sup>1)</sup> Casein, Maeil Dairy industry Co. Ltd. 480 Gagok-Ri, Jinwi-Myun, Pyungtaek-City, Kyunggi-Do.

<sup>2)</sup>  $\alpha$ -Cellulose, supplied by SIGMA Chemical company.

<sup>3)</sup> AIN-93G-MX, Teklad Test Diets, Medison, Wisconsin, USA.

<sup>4)</sup> AIN-93-VM, Teklad Test Diets, Medison, Wisconsin, USA.

<sup>5)</sup> L-Cystine, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA.

<sup>6)</sup> Choline bitartate, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA.

<sup>7)</sup> Tert-butyl Hydroquione, Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA.

<sup>8)</sup> Caffeine, ACROS ORGANICS, 1-800-ACROS-01 New Jersey, USA.

스테롤은 Folch법(Folch *et al* 1957)으로 추출한 후 간의 중성 지방과 총 콜레스테롤은 효소법을 이용하여 비색정량하였다.

### 3. 통계 처리

실험 결과는 SAS package를 이용하여 각 실험군의 평균과 표준편차를 구하였고, 실험군 간의 비교는 Student's *t*-test로 분석하여 통계 처리하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 체중 변화, 식이 섭취량 및 식이 효율

실험 기간 동안 대조군과 카페인 식이를 섭취한 동물의 체중 변화, 평균 식이 섭취량 및 식이 효율을 Table 2에 나타내었다. 체중 증가량은 대조군과 카페인 섭취군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이 결과는 실험동물을 대상으로 자웅의 어린 쥐와 성숙 쥐에 카페인을 체중 100 g당 3.5 mg, 7 mg을 섭취시킨 결과(Lee *et al* 1994), 체중에 영향을 미치

지 않았다고 보고와 비슷한 결과를 나타내었고, 본 실험의 경우 체중 100 g당 약 3.3 mg의 카페인을 섭취하였다. 또한 이것은 흰쥐를 대상으로 카페인을 섭취시킨 경우 체중에 영향을 미치지 않았다는 연구 결과(Park & Sung 1996)와도 일치하였다.

그러나 사람의 경우, 12년 동안 커피 섭취량과 체중과의 관계를 본 결과, 젊은 남성은 커피섭취량이 많을수록 체중 증가율이 낮았고, 여성의 경우 BMI가 25 이상이며 신체 활동량이 적고 담배를 피울 경우 커피 섭취량과 체중 증가율이 낮은 것이 상관성이 있다고 보고하였다(Lopez-Garcia *et al* 2006).

평균 식이 섭취량과 식이 효율은 대조군과 카페인 섭취군 사이에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이것은 카페인 섭취 수준을 40주령의 Sprague-Dawley 쥐의 체중 100 g당 3.5 mg과 7.0 mg의 카페인을 섭취시킨 경우, 카페인의 섭취는 식이 섭취량과 식이 효율에 차이를 나타내지 않는다는 연구 보고(Park & Sung 1996)와 일치한다. 본 연구의 경우는 실험동물 체중 100 g당 약 3.3 mg의 카페인을 섭취하였다.

#### 2. 카페인 섭취가 혈중 지질 농도에 미치는 영향

카페인 섭취가 혈중 지질 농도에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 혈중 총 콜레스테롤 농도는 카페인 섭취군이 172.4±21.2 mg/dL로 대조군 114.5±62.8 mg/dL에 비해 유의적으로(*p*<0.01) 높게 나타났다. 이 결과는 같은 수컷 쥐로 카페인 섭취량 0.2% 식이로 연구한(Moon *et al* 1993) 경우보다 낮았지만 노출 기간이 같은 연구인 Moon *et al*(1993) 등이 카페인 섭취군의 총 콜레스테롤 농도가 대조군에 비해 높았다고 보고한 것과 일치한다. 또한, 동물을 대상으로 Kim HY(2002)은 커피를 1%, 4%로 첨가하여 4주간 사육한 결과 총 콜레스테롤 농도는 커피의 섭취 수준이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다고 보고하였다. Sakamoto *et al*(2000)의 연구에서 쥐에게 커피를 0.62%, 1.36% 섭취시켰을 때 총 콜레스테롤 농도가

**Table 2. Body weight, food intake and FER of rats fed experimental diet**

Variables	Control	Caffeine	Significance
Initial body weight(g)	241.3± 6.3 <sup>1)</sup>	241.5± 1.8	
Final body weight(g)	391.3±20.3	399.1±43.0	
Weight gain(g)	150.0±18.9	157.6±43.5	NS <sup>2)</sup>
Food intake(g/day)	27.6±19.7	22.3± 1.4	
FER <sup>3)</sup>	0.17± 0.02	0.16± 0.03	

<sup>1)</sup> Mean±SD.

<sup>2)</sup> NS: Not significantly different at *p*<0.05.

<sup>3)</sup> FER: Food efficiency ratio.

높은 경향을 나타내었다고 보고하였다.

인체를 대상으로 한 실험에서 Happonen *et al*(2004)의 연구에서 카페인의 섭취가 많을수록 혈중 콜레스테롤의 농도가 높아진다고 보고하였다. 그러나 Bak & Grobbee(1991)은 9주간 젊은 건강한 평균 24세의 성인을 대상으로 하루에 75 mg 카페인을 포함한 커피를 섭취한 군과 카페인이 없는 커피를 섭취한 군 간에 혈중 콜레스테롤 농도에는 차이가 없었다고 보고한 것과 상반되고 있다.

혈중 중성지방 농도는 카페인 섭취군이  $118.9 \pm 26.3$  mg/dL로 대조군  $108.1 \pm 31.1$  mg/dL과 유의적인 차이는 없었다. 체중 100g 당 3.5 mg과 7 mg의 카페인을 어린 쥐와 성숙 쥐에게 섭취시켰을 때 혈중 중성지질 농도는 어린 쥐와 성숙 쥐에서 카페인 섭취 수준이 증가할수록 모두 증가하였다고 보고하였는데(Song SJ 1993), 본 연구 결과에서는 카페인 섭취 군이 대조군보다 혈중 중성지방 농도가 높았지만 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

한편, 인체를 대상으로 한 Onuegbu & Agbedana(2001)의 연구에서는 28일간의 커피 섭취가 혈중 중성지방 농도에 영향을 미치지 않았다고 보고한 반면, Cha HJ(1997)의 연구에서는 혈중 중성지질 농도는 카페인 섭취군이 비카페인군보다 유의적으로 높게 나타났다고 하였다.

HDL-콜레스테롤 농도는 카페인 섭취군이  $47.3 \pm 13.9$  mg/dL로 대조군  $41.40 \pm 16.34$  mg/dL로 높았으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. Bak & Grobbee(1991)은 9주간 젊은 건강한 평균 24세의 성인을 대상으로 하루에 75 mg의 카페인을 함유한 커피를 섭취한 군과 카페인이 없는 커피를 섭취한 군 간에 혈중 HDL 콜레스테롤 농도에는 차이가 없었다고 보고한 것과 일치한다.

LDL-콜레스테롤 농도는 카페인 섭취군이  $96.3 \pm 23.9$  mg/dL로 대조군  $51.4 \pm 25.7$  mg/dL에 비해 유의적( $p<0.01$ )으로 높게 나타났다. 이것은 Bak & Grobbee(1991)이 카페인 섭취시 LDL-콜레스테롤 함량이 높게 나타났다는 연구 결과와, Miyake *et al*(1999)이 인스턴트 커피를 섭취한 사람은 혈청 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도가 증가된 것으로 나타났다고 보고한 것과 일치한다. 또한, Superko *et al*(1991)은 사람에게 카페인이 있는 커피와 카페인이 없는 커피를 8주간 섭취시킨 결과 카페인이 있는 커피를 섭취한 군이 LDL-콜레스테롤이 높게 나타나, 본 실험과 같은 결과를 나타내었다. 또한, 최근 1998년 이전에 발표된 선행 연구를 자료로 분석한 결과, 고지혈증인 경우 커피는 혈중 지질을 높였지만, filtered 커피는 거의 혈중 지질에 영향을 미치지 않았고, unfiltered 커피는 혈중 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤을 증가시켰다고 보고했다(Jee *et al* 2001). 본 연구는 순수 카페인을 첨가한 식이이므로 unfiltered 커피와 비슷한 조건이라 볼 수 있다고 사료된다. 이 결과는 거의 같은 양의 카페인을 섭취시킨 연구인

수컷 쥐에서 체중 100 g당 3.5 mg의 카페인 섭취 시 수컷 쥐에서 혈중 콜레스테롤 농도에 유의적인 차이가 없었다는 보고(Song SJ 1993)와 상반되며, 0.3% 카페인 식이 섭취 시 혈중 콜레스테롤이 높은 경향을 보였다는 보고(Park & Jo 1993)와 일치한다.

순환기계 질환의 발병 초기 지표로 알려진 동맥경화지수(athrogenic index)는 카페인 섭취군이  $2.92 \pm 0.92$ 로 대조군  $1.65 \pm 0.84$ 에 비해 유의적( $p<0.001$ )으로 높게 나타났다. 그러나 Kang *et al*(2004)의 연구에서 고지방식이 kg 당 0.6%, 1.2%, 2.4%의 인스턴트 커피 첨가 식이가 혈중 지질에 미치는 영향은 0.6%, 1.2%, 2.4% 식이는 모두 혈중 총 콜레스테롤의 농도가 높게 나타났다. 선행 연구(Kang *et al* 2004)에서 사용한 커피가 분말 인스턴트 커피로 카페인이 보통 커피 1 g에 27 mg이 포함되어 있는 것을 기준으로 하면(Yoon *et al* 2001) 0.6%, 1.2%, 2.4% 커피 식이는 각각 식이 kg당 162 mg, 324 mg, 648 mg 카페인을 포함하고 있어(Lee & Lee 2003) 식이에 카페인을 0.0162%, 0.032%, 0.0648%를 섭취시킨 경우이다. 따라서 본 연구에서 사용한 카페인 섭취량이 비슷한 0.033% 카페인 식이 시 총콜레스테롤이 높게 나타난 것은 일치한다. 그러나 선행 연구에서 (Kang *et al* 2004) 커피 섭취군의 동맥경화지수가 낮게 나타났는데, 그 이유는 커피 섭취군이 대조군보다 총 콜레스테롤 농도는 유의적으로 높았으나 HDL-콜레스테롤 농도가 더욱 유의적으로 높게 나타났다. 그러나 본 연구에서는 총 콜레스테롤 농도는 유의적으로 높았으나 HDL-콜레스테롤 농도에 유의적인 차이가 없어 동맥경화 지수가 높게 나타났다. 이것은 최근 코호트 연구에서 다양한 커피 섭취량과 혈중 지질 농도를 연구한 결과, 커피와 혈중 지질에는 상관성이 없었고(Lopez-Garcia *et al* 2006), 스위스 노인

Table 3. Serum lipid concentrations and athrogenic index of rats fed experimental diets

Variables	Control	Caffeine	Significance
Total cholesterol(mg/dL)	$114.4 \pm 62.8^1)$	$172.4 \pm 21.2$	** <sup>2)</sup>
Triglyceride(mg/dL)	$108.1 \pm 31.1$	$118.9 \pm 26.3$	NS <sup>3)</sup>
HDL-cholesterol(mg/dL)	$41.4 \pm 16.3$	$47.3 \pm 13.9$	NS
LDL-cholesterol(mg/dL)	$51.4 \pm 25.7$	$96.3 \pm 23.9$	**
Athrogenic index <sup>5)</sup>	$1.65 \pm 0.84$	$2.92 \pm 0.92$	*** <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Mean $\pm$ SD.

<sup>2)</sup> \*\*  $p<0.01$ .

<sup>3)</sup> NS: Not significantly different at  $p<0.05$ .

<sup>4)</sup> \*\*\*  $p<0.001$ .

<sup>5)</sup> Atherogenic index = (Total cholesterol-HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

여성을 대상으로 커피 섭취와 심장질환과의 관계를 연구한 결과, 1주에 5컵 커피 섭취는 심장 질환과 상관이 없다고(Rosner *et al* 2007) 하였다. 또한, 커피에는 페놀화합물(chlorogenic acid, ferulic acid, p-coumaric acid)이 있어 이들이 혈관의 내피세포에 강한 항산화 작용을 하여 심장질환에 보호 기능이 있다고 보고하였다(Lopez-Garcia *et al* 2006). 따라서 Kang *et al*(2004)의 연구에서는 커피 섭취 시 HDL-콜레스테롤이 유의적으로 높아져 동맥경화 지수가 낮아졌으나, 본 실험에서 동맥경화지수가 높아진 것과 선행 연구(Kang *et al* 2004)는 커피의 형태로 섭취시켰고 본 실험은 카페인의 형태로 섭취시킨 차이로 판단되나 추후 연구가 요망된다.

### 3. 카페인의 섭취가 간의 지질 함량에 미치는 영향

카페인 섭취가 간의 지질 함량에 미치는 효과를 Table 4에 나타내었다. 간의 콜레스테롤 함량은 대조군  $38.7 \pm 7.27$  mg/g에 비하여 카페인 섭취군이  $32.1 \pm 8.6$  mg/g으로 낮았으나 유의적이진 않았다. 간의 중성지방 함량은 대조군  $60.7 \pm 8.6$  mg/g에 비하여 카페인 섭취군이  $49.9 \pm 13.9$  mg/g으로 낮았으나 유의적이진 않았다. Kim HY(2002)의 1%, 4% 커피첨가 식이를 주에게 섭취시킨 경우, 간의 콜레스테롤 함량과 중성지질 함량에 유의적인 차이가 없어 본 실험과 같은 결과를 보였다. 그러나 Park & Jo(1993)의 연구에서 주에게 카페인을 0.3% 식이로 5주와 10주 섭취시켰을 때 간의 총 콜레스테롤과 중성지방 함량이 카페인을 첨가할수록 감소하였다. 그러나 Choi & Sung(1997)의 연구에서 체중 100 g당 카페인을 7 mg 3주간 섭취시켰을 때 카페인군이 비카페인군보다 간 콜레스테롤이 증가하였다. 이것은 본 실험에서 사용한 식이의 체중 100 g 당 3.3 mg의 카페인 섭취량의 2배 양이다.

이상의 결과, 0.033%의 카페인 식이를 섭취시킨 경우를 실험동물 체중 당으로 환산하면 약 33 mg/kg 체중이다. 이 양은 미국인 하루 허용 추천량인 400 mg/day(Barone & Roberts 1996)를 평균 50~60 kg의 성인의 체중 1 kg당으로 환산한 6.6~8.0 mg/kg 체중과, 한국인 일일 성인 카페인 허용 추천량인 6 mg/kg 체중(KFDA 2008)의 4~5 배이며, 이 정도의

Table 4. Liver lipid content of rats fed experimental diets

Variables	Control	Caffeine	Significance
Total cholesterol(mg/g)	$37.8 \pm 7.2^1)$	$32.1 \pm 8.6$	NS <sup>2)</sup>
Triglyceride(mg/g)	$60.7 \pm 8.6$	$49.9 \pm 13.9$	

<sup>1)</sup> Mean $\pm$ SD.

<sup>2)</sup> NS: Not significantly different at  $p < 0.05$ .

카페인 섭취 시 혈중 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤을 높여

지질 대사에 불리함을 볼 수 있었다. 그러나 이 양을 동물과 사람으로 직접 비교하는 데는 한계가 있으므로 사람을 대상으로 더 많은 연구가 요망된다.

### 요약 및 결론

수컷 흰쥐에 카페인 0.033%를 함유하는 식이를 6주간 섭취시켜 혈중 지질 농도와 간 지질 함량에 미치는 영향에 대한 연구 결과를 아래와 같이 요약하였다.

- 체중 증가량과 식이 섭취량, 식이 효율은 대조군과 카페인 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었다.
  - 혈중 총 콜레스테롤 농도는 카페인 첨가군이 대조군에 비해 유의적으로 ( $p < 0.05$ ) 높았으며, 혈중 중성지방과 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 카페인 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었으며, 혈중 LDL-콜레스테롤 농도는 카페인 첨가군이 대조군에 비해 유의적으로 ( $p < 0.05$ ) 높았다.
  - 동맥경화지수는 카페인 첨가군이 대조군에 비해 유의적으로 ( $p < 0.05$ ) 높았다.
  - 간의 콜레스테롤과 중성지방 함량은 대조군과 카페인 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었다.
- 결론적으로 0.033% 카페인 첨가 식이를 섭취한 성장기 수컷 흰쥐에서 혈중 콜레스테롤 농도와 LDL-콜레스테롤 농도, 동맥경화지수가 유의적으로 ( $p < 0.05$ ) 증가하여 지질대사에 불리한 것으로 나타났다. 이 결과는 실험동물의 경우이므로 사람을 대상으로 한 추후 연구가 요망된다.

### 감사의 글

본 연구를 위하여 casein을 공급해 주신 주)매일 유업에 감사합니다.

### 문 헌

Bak AAA, Grobbee DE (1991) Caffeine, blood pressure, and serum lipids. *Am J Clin Nutr* 53: 971-975.

Barone JJ, Roberts HR (1996) Caffeine consumption. *Food Chem Toxicol* 34: 119-129.

Cha HJ (1997) The effect of coffee intake upon the body composition and serum lipids in aerobic exercise. *Master Thesis* Dong-A University, Busan.

Choi MK, Sung CJ (1997) Effects of caffeine and calcium intake on lipid contents in rats. *Kor J Soc Lipidology and Atherosclerosis* 7(2): 165-173.

Folch J, Lee M, Sloanstanley GH (1957) A simole method

- for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 226: 497-509.
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS (1972) Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use of preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
- Garattini S (1993) Overview. In: Garattini S, ed. Caffeine, coffee and health. New York, NY: Raven Press Ltd 399-403.
- Greenberg JA, Boozer CN, Geliebter A (2006) Coffee, diabetes, and weight control. *Am J Clin Nutr* 84(4): 682-693.
- Greenberg JA, Dunbar CC, Schnoll R, Kokolis R, Kokolis S, Kassotis J (2007) Caffeinated beverage intake and the risk of heart disease mortality in the elderly: a prospective analysis. *Am J Clin Nutr* 85: 392-398.
- Happonen P, Voutilainen S, Salonen JT (2004) Coffee drinking is dose-dependently related to the risk of acute coronary events in middle-aged men. *J Nutr* 134: 2381-2386.
- Health Canada Food Program (2006) Fact sheet-it's your health: caffeine. Ottawa, Canada: Health Canada Internet: [http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/dg/e\\_caffeine.html](http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/dg/e_caffeine.html)
- Jee SH, He J, Appel LJ, Whelton PK, Suh I, Klag MJ (2001) Coffee consumption and serum lipids: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 153 (4): 353-362.
- Kang KJ, Choi SS, Han SS, Kim KJ, Kwon SY (2004) Effects of instant coffee on weight, plasma lipids, leptin, and fat cell size in rats fed on a high fat diet. *J Kor Sci Technol* 36(3): 478-483.
- Kim HY (2002) Effect of coffee intake on lipid metabolism of white rats. *Bull Nat Sci Yong-In University* 7(1): 71-77.
- Korea Food and Drug Administration (2008) Internet: <http://www.kfda.go.kr>
- Kwon KI, Yoon JO (1993) Amount of caffeine containing products and the pattern of caffeine consumption. *Kor J Clin Pharm* 3(1): 21-30.
- Lecos CW (1987) Caffeine jitters: Some safety questions remain. *FDA Consumer* Dec 22-27.
- Lee HW (2000) A study on caffeine containing foods and the effect of caffeine in human. *Culinary Research* 6(3): 347.
- Lee MO, Lee YS (2003) Studies on the contents of caffeine in distribution processed foods. Report: Busan Institution of Health and Environment 13(1): 54-79.
- Lee YK, Hong WJ, Choi MK (1994) The effect of caffeine levels on body weight gain in rats of different ages and sexes. *J East Asian Soc of Dietary Life* 4(1): 49-56.
- Lopez-Garcia E, van Dam RM, Qi Lu, Hu FB (2006) Coffee consumption and markers of inflammation and endothelial dysfunction in healthy and diabetic women. *Am J Clin Nutr* 84: 888-893.
- Lopez-Garcia E, van Dam RM, Willett WC, Rimm EB, Manson JE, Stampfer MJ, Rexrode KM, Hu FB (2006) Coffee consumption and coronary heart disease in men and women. A prospective cohort study. *Circulation* 113: 2045-2053.
- Miyake Y, Kono S, Nishiwaki M, Hamada H, Nishikawa H, Koga H, Ogawa S (1999) Relationship of coffee consumption with serum lipids and lipoproteins in Japanese men. *Ann Epidemiol* 9: 121-126.
- Moon MN, Chung DL, Seok KY, Lee MY (1993) Effects of onion juice on the lipid peroxidation and antioxidant activity on caffeine-fed rat. *J Gene Biotechnology* 3:1-7.
- Muroyama K, Murosaki S, Yamamoto Y, Odaka H, Chung HC, Miyoshi M (2003) Anti-obesity effects of a mixture of thiamin, arginine, caffeine, and citric acid in non-insulin dependent diabetic KK mice. *Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 49: 56-63.
- Myers MG, Basinski A (1992) Coffee and coronary heart disease. *Arch Intern Med* 152: 1767-1772.
- Natella F, Nardini M, Giannetti I, Dattilo C, Scaccini C (2002) Coffee drinking influences plasma antioxidant capacity in humans. *J Agric Food Chem* Oct 9:50(21): 6211-6216.
- Onuegbu AJ, Agbedana EO (2001) The effects of coffee consumption on serum lipid and lipoprotein in healthy individuals. *Afr J Med Med Sci* 30: 43-45.
- Park ML, Jo SY (1993) Effect of dietary vitamin E on lipid metabolism in caffeine-fed rats. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 22(6): 658-663.
- Park SJ (1993) Effect of caffeine intake levels on iron, copper and zinc metabolism in male and female rats. *MS Thesis* Sook-Myung Women's University, Seoul.
- Park SJ, Sung CJ (1996) Effects of caffeine intake levels on iron metabolism in male and female rats. *Kor J Nutr* 29 (7): 713-720.
- Popkin BM, Armstrong LE, Bray GM, Caballero Frei B, Willett WC (2006) A new proposed guidance system for beverage consumption in the United States. *Am J Clin Nutr* 83(3): 529-542.
- Richmond W (1973) Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 19: 1350-1356.
- Rosner SA, Åkesson A, Stampfer MJ, Wolk A (2007) Coffee consumption and risk of myocardial infarction among older

- Swedish women. *Am J Epidemiol* 165(3): 288-293.
- Sakamoto W, Nishihira J, Fujie K, Mizuno S, Ozaki M, Yucawa S (2000) Coffee and fitness-coffee suppresses lipopolysaccharide-induced liver injury in rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 46: 316-320.
- Song SJ (1993) Effect of caffeine levels on lipid content in rats of different age and sex. *MS Thesis* Sook-Myung Women's University, Seoul.
- Superko HR, Bortz, W Jr, Williams PT, Albers JJ, Wood PD (1991) Caffeinated and decaffeinated coffee effects on plasma lipoprotein cholesterol, apolipoproteins, and lipase activity a controlled, randomized trial. *Am J Clin Nutr* 54: 599-605.
- Viani R (1993) The composition of coffee. In: Garattini S, Ed. Caffeine, coffee and health. New York, NY: Raven Press Ltd 17-41.
- Yoon MH, Lee MJ, Hwang SI, Moon SK, Kim JK, Jeong IH, Yim JR (2001) A evaluation of the caffeine contents in commercial foods. *J Food Hyg Safety* 16(4): 295-299.

(2007년 3월 15일 접수, 2008년 7월 7일 채택)