

녹차 열수추출물이 동·식물성 단백질과 고콜레스테롤을 급여한 흰쥐의 지질대사와 항산화효과에 미치는 영향

원향례·이승교*·박동연**

상지대학교 식품영양학과·수원대학교 식품영양학과*·동국대학교 가정교육학과**

Effects of Hot Water Soluble Extract from Green Tea on the Lipid Metabolism and Antioxidant Effect in Rats fed Animal or Vegetable Protein and a Hypercholesterol Diet

Won, Hyang Rye · Rhie, Seung Gyo · Park, Dong Yean**

Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju, Korea

Dept. of Food and Nutrition, The University of Suwon, Hwaseong, Korea*

Dept. of Home Economics Education, Dongguk University, Gyeongju, Korea**

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effects of hot water soluble extract from green tea on the components of serum and the liver and the antioxidative effects in accordance with the different protein types. For this purpose, four experimental groups were set up. As for the protein source casein, isolated soy protein was supplemented to the rats, together with hot water soluble extract from green tea. Four experimental groups kept eight Sprague-Dawley rats respectively. The CP group was supplemented with casein only, the CG group was supplemented with casein and hot water soluble extract from green tea, the ISP group was supplemented with isolated soy protein only, and the ISG group was supplemented with the isolated soy protein with hot water soluble extract from green tea. After 4 weeks of feeding with experimental diet, the levels of serum and liver lipid and antioxidant enzyme activity and TBARS in the liver were measured. The results are; 1. Weight gain and FER were higher in the casein group than in the isolated soy protein group in general. In the casein group, the weight gain and FER were reduced significantly when hot water soluble extract from green tea was supplemented ($p < 0.05$). There was no significant difference in feed intake. 2. In general, total cholesterol and LDL-cholesterol in the serum were higher in the casein group than in the isolated soy protein group, however just the concentration of LDL-cholesterol in the casein group was significantly lower when the hot water soluble extract from green tea was supplemented ($p < 0.05$). 3. Triglycerides in the liver were higher in the casein group than in the isolated soy protein group general, however when hot water soluble extract from green teas was

접수일: 2005년 9월 25일 채택일: 2005년 10월 30일

Corresponding Author: Won, hyang rye Tel: 82-33-730-0496

E-mail: hrwon@sangji.ac.kr

supplemented only in the isolated soy protein group, the content of triglyceride in liver was significantly lower ($p < 0.05$). 4. There was no significant difference in antioxidant enzyme activity in the liver in all the groups, however the content of TBARS was low only in the casein group when hot water soluble extract from green tea was supplemented ($p < 0.05$).

Key words: green tea, lipid metabolism, antioxidant effect, animal or vegetable protein, hypercholesterol diet

1. 서론

식생활의 서구화로 인한 질병의 양상이 뇌혈관계 질환, 심장병, 고혈압 및 당뇨병 등의 순환계 질환과 암으로 인한 사망률이 크게 높아지고 있다(National Statistics 2002).

이러한 만성퇴행성 질환들은 생체 내에서 산화적 스트레스에 의한 지질 과산화물을 증가시켜 여러가지 질병을 유발한다고 알려져 있다(Bidlack & Tappel 1973; Saito 1988; Vergroesen 1997). 특히 식이요인으로는 동물성지방의 섭취증가가 혈청콜레스테롤과 중성지방의 수준을 함께 상승시키거나 어느 하나를 상승시킴으로 영향을 주는 것으로 보고 있다(The Korean Nutrition Society 1997). 따라서 혈액에서 이들의 수준을 저하시키기 위한 의약품이나 식품에 관한 연구가 많이 수행되고 있다. 그 중에서도 기호식품으로 응용하고 있는 차에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며(Imai & Nakachi 1995; Muramatsu et al. 1986), 특히 녹차의 탄닌 성분인 Polyphenol 이 체내 지질수준을 낮출 수 있다는 연구가 발표되면서 그 소비가 늘어나고 있다(Kim 1996). 차의 약리적 효능은 本草綱目(Lee 1975) 茶業通史(Geuk 1984) 등에 따르면 머리를 맑게 해주고 오장의 기를 돋우어주며 간을 강하게 하고 열을 내리며 체내의 노폐물을 제거하며, 소화작용과 갈증을 해소시키는 효력이 있다고 기술하고 있다. 녹차에 관한 최근의 연구를 보면 녹차중의 Polyphenol은 혈액의 콜레스테롤을 저하시키고(Imai & Nakachi 1995), 고혈압이나 동맥경화를 억제하며(Yukihiko et al. 1990) 과산화지질의 생성을 억제하여(Imai & Nakachi 1995) 비만을 방지하고 모세혈관의 저항력을 증진시킨다고(Akinyanju & Yudkin 1967)

보고하고 있다. 이 연구들은 녹차의 분말가루나 에탄올 추출물, 열수추출물을 고농도로 식이에 첨가한 연구들이었고, 본 연구는 단백질 급원에 따라 고콜레스테롤을 공급한 식이와 녹차급여가 지질대사와 항산화계에 미치는 효과를 알아보고자 한국 사람들이 보통 전통차로 음용하는 조건인 0.5% 녹차열수 추출물을 동물성 단백질인 카제인과 식물성 단백질인 대두 단백질을 공급하고 고콜레스테롤을 먹인 흰쥐에 공급하여 지방대사와 항산화계에 미치는 영향을 보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물 및 실험식이

체중 약 180g의 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐를 환경 조절된 실험동물 사육실(온도 $22 \pm 2^\circ\text{C}$), 상대 습도 $65 \pm 5\%$, 조명 (06:00 Am-18:00 Pm)에서 한 마리씩 분리 사육하였으며 실험군은 체중에 따라 완전 임의 배치하였다. 실험군은 실험군은 카제인과 대두단백질 공급군과 각 군에 열수추출한 녹차를 공급하거나 물을 공급한 총 4군으로 하였다. 실험식은 Table 1과 같다. 녹차 열수추출물은 시장에서 구입한 녹차(태평양화학 Co)을 환류 증류장치를 이용하여 0.5% 용액으로 추출하였으며, 대조군은 실험식사와 물, 녹차군은 실험식사와 녹차열수추출물을 ad libitum으로 공급하였다. 실험식사의 조성은 Table 1과 같다.

2. 시료수집 및 분석 방법

4주간 실험 식이를 급여하고 18시간 절식시킨 후 ether로 마취하여 경동맥혈을 채취하였고, 채취한 혈액은 냉장고에서 하루 동안 방치한 후

Table 1. Composition of experimental diet

Ingredients	Group ¹⁾			
	CA	CG	ISP	ISG
Starch	560.69	560.69	560.69	560.69
Casein	140.0	137.0	-	-
Isolated soyprotein	-	-	140.0	137.0
Sucrose	100.0	100.0	100.0	100.0
Beef tallow	100.0	100.0	100.0	100.0
α-Cellulose	50.0	50.0	50.0	50.0
Mineral-mix(AIN-93)	35.0	35.0	35.0	35.0
Vitamin-mix(AIN-93)	10.0	10.0	10.0	10.0
L-Cystine	1.8	1.8	1.8	1.8
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5	2.5
THBQ	0.008	0.008	0.008	0.008

¹⁾ CP: Casein only supplemented group, CG : Casein and hot water soluble extract from green tea supplemented group, ISP : Isolated soyprotein only supplemented group, ISG : Isolated soyprotein and hot water soluble extract from green tea supplemented group

3000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 HDL-cholesterol을 즉시 분석하였고 다른 지질성분은 분석 전까지 -70℃에서 냉동 보관하였다. 혈액 및 간조직의 Triglyceride, Total cholesterol, HDL-cholesterol은 효소법을 이용한 Kit(Wako Co., Japan)을 사용하여 측정하였고, 혈청 LDL-cholesterol은 Friedwald식(1972)을 이용하여 산출하였다. 간의 microsome에서의 TBARS (thiobarbituric acid reactive substance) 측정은 Ohkawa등의 방법(1979)으로 측정하였고, 간의 cytosol에서의 glutathione peroxidase (GPX)의 활성도는 Levander 등의 방법(1983)으로 측정하였다.

3. 통계분석

실험분석 결과는 평균을 표준편차로 나타내었으며 SPSS Program을 사용하여 Student's t-test, ANOVA와 Tukey의 다중비교법으로 실험군 간의 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 최종 체중, 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

실험군의 최종체중, 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다.

체중증가량과 식이효율은 전반적으로 대두단백질 군보다 카제인 군이 높았고 카제인에 녹차 열수추출물을 공급하였을 때 체중증가량과 식이효율이 감소하였다($p < 0.05$). 식이섭취량, 음료섭취량은 유의적인 차이를 보이지 않았다. Chung과 Yoo(1995) 와 Yoon과 Lee(1994)의 연구에서는 녹차열수추출물을 준 군에서 체중증가 및 식이효율이 유의적으로 감소하였다고 보고하였는데 이와 같은 효과가 본 실험의 경우 카제인 군에서는 동일하게 나타났으나 대두단백질 군에서는 나타나지 않았다. 이결과로 보면 녹차 열수 추출물이 식물성단백질식이 보다는 동물성단백질 식이의 사료효율을 감소시킴으로서 체중감소를 초래하는 것으로 보여진다.

Table 2. Final body weight, weight gain, food intake and FER

Item	Group	CP	CG	ISP	ISG
Final body weight(g)		339.9±5.4 ^{a*}	315.0±4.8 ^b	313.8±7.1 ^b	310.6±6.4 ^b
Mean		326.4±3.6 [*]		312.8±5.9	
Weight gain(g/day)		4.07±0.18 ^{a*}	3.10±0.43 ^b	3.06±0.27 ^b	3.10±0.21 ^b
Mean		3.69±0.20 [*]		3.07±0.23	
Food intake(g/day)		20.71±0.50	21.05±0.62	21.44±0.84	22.52±0.76
Mean		21.39±0.40		21.84±0.81	
FER ¹⁾		0.20±0.01 ^{a*}	0.14±0.01 ^b	0.14±0.01 ^b	0.14±0.01 ^b
Mean		0.16±0.01 ^{**}		0.14±0.01	

All value are mean± SE of 8 rats per groups

¹⁾ FER : weight gain / food intake

Values with different superscript are significantly different

*P<0.05 **P<0.01

2. 혈청 중의 지질 조성

혈청 중의 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 Table 3과 같다. 혈청 중의 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도는 전반적으로 대두단백질군보다 카제인군이 높았으나(p<0.05) 카제인군의 LDL-콜레스테롤 농도만이 녹차열수추출물을 공급하였을 때 유의하게 낮게 나타났다(P<0.05). 이 결과는 혈청 중의 콜레스테롤은 공

급한 단백질의 종류에 따라서 유의차를 (P<0.05) 보였으나 녹차열수추출물 첨가에 따른 콜레스테롤저하 효과는 카제인을 공급한 군에서만 나타났다. 즉 카제인을 공급한 군의 LDL 콜레스테롤 농도가 녹차열수추출물을 공급하였을 때 콩단백질 공급군의 수준으로 떨어진 결과로 보아 식물성단백질식이보다 동물성 단백질식에 녹차열수추출물을 공급하였을 때 LDL 콜레스테롤 농도

Table 3. Concentration of serum total lipid, triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol (mg/dL)

Item	Group	CP	CG	ISP	ISG
Triglyceride		60.8±2.3	59.2±2.6	60.4±0.8	59.6±4.2
Mean		60.4±2.5		59.8±2.6	
Total cholesterol		108.2±4.2	101.6±8.1	99.2±2.8	98.6±3.7
Mean		106.0±2.5 [*]		99.2±3.4	
HDL cholesterol		30.5±2.7	34.8±1.4	35.7±3.6	34.7±4.2
Mean		32.6±2.1		35.3±4.0	
LDL cholesterol ¹⁾		65.9±6.5 ^a	54.6±6.3 ^b	51.5±4.6 ^b	52.6±4.2 ^b
Mean		60.3±6.4 [*]		53.2±4.3	

All value are mean± SE of 8 rats per groups

¹⁾ LDL-cholesterol : total cholesterol-HDL cholesterol-TG/5

Values with different superscript are significantly different at P<0.05

를 저하시키는 것으로 보인다. Won(2004)의 경우 동물성단백질과 고콜레스테롤을 공급한 식이에 녹차열수추출물을 공급하였을 때 총지질 농도가 감소하였고, 총지질 농도가 감소한 것은 지질성분 중 LDL-콜레스테롤 함량의 감소로 인한 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 지질성분 중 LDL-콜레스테롤 함량의 감소는 이 결과와 동일하였다. Chung과 Yoo(1995)는 카제인 단백질식에 5%의 녹차 물추출물을 공급한 군에서 유의성은 없었으나 총콜레스테롤과 중성지방의 수치가 전반적으로 낮게 나타났고 HDL-콜레스테롤은 높은 것으로 보고하였다. Muramatsu(1986)등은 1% 콜레스테롤 식이에 녹차성분인 crude catechin을 첨가하였을 때 혈장 총콜레스테롤 수준이 떨어졌다고 보고하였고 Muramatsu(1991)등은 25% 카제인 식이에 4%의 녹차 물추출물을 첨가하였을 때 혈청의 중성지방의 수준을 대조군과 유사하게 낮추었다고 보고하고 있다. Lee와 Lee(1998)는 실험식에 녹차열수추출물 건조분말을 첨가하여 흰쥐에 공급하였는데 1% 첨가군에서 혈청의 중성지방 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤의 수준이 유의하게 감소하였고, HDL-콜레스테롤은 유의하게 증가하였다. 선행연구들의 결과를 살펴보면 동물성단백질식이와 고콜레스테롤혈증 유발식에 녹차추출물이나 녹차성분을 공급했을 때 혈액의 지질의 종류는 달랐으나 지질을 감소시키는 점은 동일하였고 본 실험에서도 식물성단백식이 공급군보다 동물성 단백질식에 녹차열수추출물을 공급하였을 때 LDL 콜레스테롤 농도를 저하시키는 것으로 나타났다.

3. 간의 지질 조성, 항산화효소 활성과 과산화물 생성

간의 지질 조성, 항산화효소 활성과 과산화물 생성은 Table 4, 5에 나타나 있다. 간의 콜레스테롤함량은 단백질의 종류, 녹차열수추출물 공급 여부에 따른 차이를 보이지 않았으나, 중성지방 함량은 전반적으로 카제인군이 대두단백질군보다 높았으나 대두단백질 군에서만 녹차열수추출물 공급에 따라 중성지방이 낮아지는 효과가 있었다 ($p<0.05$). 간의 GSH-Px(Glutathione Peroxidase)는 단백질의 종류, 녹차열수추출물 공급 여부에 따라 차이를 보이지 않았으나 TBARS(thiobarbituric acid reactive substance)생성은 단백질의 종류에 따른 차이는 보이지 않았으나 카제인을 공급한 군에 녹차열수추출물을 공급하였을 때 TBARS 생성량을 감소시키는 것으로 나타났다. 이 결과는 단백질 급원으로 동물성인 카제인을 사용하여 본 실험의 식이조건과 유사한 Yoon 과Lee(1994)의 연구와 Won(2004)의 연구에서도 역시도 녹차열수추출물 건조분말을 급여하였을 때 GPx 활성이 대조군과 차이가 없었으나 과산화지질량은 대조군보다 감소하였다는 결과와 동일하였다. Galetz 등(1995)의 연구에서는 Catechin, Kaempferol, Qercetin 등의 플라보노이드가 GSH-Px와 같은 glutathione 관련효소의 활성을 변화시키지 않고 지질과산화를 억제한다고 보고하고 있고 Chung과 Yoo(1995)등도 간의 GPx활성이 녹차 물추출물을 단독으로 급여하였을 경우와 VE와 함께 급여하였을 경우는 대조군과 유의차가 없었으나 녹차추출물을 Lecithin과 함께 급여하였을 경우는

Table 4. Concentration of liver total lipid, triglyceride and total cholesterol

		(mg/g of wet liver)			
Item	Group	CP	CG	ISP	ISG
Triglyceride		39.9±1.6 ^a	38.4±2.7 ^a	38.5±2.9 ^a	31.2±2.6 ^b
Mean		39.0±1.8 [*]		34.6±2.8	
Total cholesterol		26.3±1.2	27.4±1.8	25.6±1.1	26.3±1.2
Mean		26.8±0.9		25.9±1.1	

All value are mean± SE

Values with different superscript are significantly different at $P<0.05$

Table 5. Concentration of TBARS and GSH-Px activity in liver

Item	Group	CP	CG	ISP	ISG
TBARS (mg/g of wet liver)		8.7±0.4 ^a	7.4±0.3 ^b	7.9±0.3 ^b	7.6±0.2 ^b
Mean		7.9±0.2		7.8±0.2	
GSH-Px (mmol/NADPH/min/mg protein)		9.8±0.6	9.1±0.3	9.3±0.1	9.8±0.1
Mean		9.5±0.5		9.6±0.1	

All values are mean ± SE

Values with different superscript are significantly different at P<0.05

유의하게 높게 나타났다.

따라서 본 연구의 결과로 보면 간의 지질함량 중 중성지방은 공급된 단백질의 종류에 따라 차이를 보였으나 녹차열수추출물의 공급 여부에 따른 효과는 보이지 않았다. 간의 항산화효소의 활성은 공급된 단백질의 종류, 녹차열수추출물 공급 여부에 따라 차이를 보이지 않았으나 과산화물의 생성은 동물성 단백질 군에서만 녹차열수추출물공급 시 과산화물의 생성량을 감소시키는 효과를 보여주었다.

IV. 결론 및 요약

본 연구는 동, 식물성 단백질 식이에 고콜레스테롤을 공급한 식이와 열수 추출한 녹차급여가 지질대사와 항산화계에 미치는 효과를 알아보고자 한국 사람들이 보통 전통차로 음용하는 조건인 0.5% 녹차열수 추출물을 동물성 단백질인 카제인, 식물성 단백질인 대두 단백질과 고콜레스테롤을 체중이 약 180g이 되는 Sprague-Dawley 종 수컷 흰쥐에 공급하여 지방대사와 항산화계에 미치는 영향을 보고자하였다. 4주간 실험식으로 사육한 후 혈청지질성분과, 간의 지질성분, 간의 항산화 효소 활성과 과산화물인 TBARS의 양을 측정하였다.

그 결과는 다음과 같다.

1. 체중증가량과 FER은 전반적으로 대두단백질 군보다 카제인 군이 높았고 카제인 군에서는 녹차열수추출물을 공급하였을 때 체중증가량과

FER이 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 식이섭취량은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

2. 혈청 중의 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도는 전반적으로 대두단백질 군보다 카제인 군이 높았으나 카제인군의 LDL-콜레스테롤 농도만이 녹차열수추출물을 공급하였을 때 유의하게 낮게 나타났다(P<0.05).

3. 간의 중성지방 함량은 전반적으로 대두단백질 군보다 카제인 군이 높았으나 녹차열수추출물을 공급했을 때 대두단백질 군에서만 중성지방 함량이 유의하게 낮게 나타났다(p<0.05).

4. 간의 항산화효소의 활성은 모든 군에서 유의한 차이가 없었으나 TBARS 함량은 녹차열수추출물을 공급했을 때 카제인 군에서만 유의하게 낮게 나타났다(p<0.05).

이 결과로 보면 식물성 단백질군 보다는 동물성 단백질군에 녹차 열수 추출물을 공급하였을 때 사료효율, 체중감소, 혈청 LDL-콜레스테롤과 간의 TBARS(thiobarbituric acid reactivessubstance) 생성을 낮추는 효과를 보여주었다. 간의 중성지방의 경우는 대두단백질 군에서만 녹차열수추출물 공급에 따라 낮아지는 효과가 있었다(p<0.05). 그러므로 녹차 열수 추출물이 지방대사와 항산화계에 미치는 영향은 식물성단백질 보다는 동물성 단백질이 공급된 식이에 건강에 바람직한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Akinyanju P, Yudkin J(1967) Effect of coffee and tea on serum lipids in the rats. *Nature* 214, 1025.
- Bidlack WR, Tappel AL(1973) Damage to microsomal membrane by lipid peroxidation. *Lipid* 8, 177-178.
- Chung HC, Yoo YS(1995) Effects of aqueous green tea extracts with α -tocopherol and lecithin on the lipid metabolism in serum and liver of rats. *Korean J Nutr* 28(1), 15-22.
- Friedwald Wi, Levy RI, Fredrisko DS(1972) Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol with use of the preparation ultracentrifuge. *Clin Chem* 18, 499-502.
- Galevez J de la Cruz JP, Zarzuelo A, Sanchez de la uesta F(1995) Flavonoid of inhibition of enzymic and non enzymic lipid peroxidation in rat liver differents from its influence on the glutathione related enzymes. *Pharmacology* 51(2), 127-133.
- Geuk L(1984) *Daupongsu*. Agricultural Press. 318-342.
- Imai K, Nakachi K(1995) Cross sectional study of effects of drinking green tea on cardiovascular and liver disease. *British Medical J* 310, 693-696.
- Kim JT(1996) *Science and culture of teas*. Borimsa. 322.
- Lee SH, Lee YS(1998) Effects of late harvested green tea extract on lipid metabolism and Ca absorption in rats. *Korean J Nutr* 31(6), 994-1005.
- Lee SJ(1975) *Bonchogangmok*. Komoon Press. 1069-1072.
- Levender OA, Oeloch DP, Mpris VC, Moser PB (1983) Platelet glutathione peroxidase activity as an index of selenium status in rats. *J Nutr* 113, 55-63.
- Muramatsu K, Fukuyo M, Hara Y(1986) Effects of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 32, 613-622.
- Muramatsu K, Sugiyama K, Amano S, Nakashima J, Saeki S(1991) Effect of green tea on cholesterol metabolism in rats. *Proceeding Int Symp Tea Sci* 220-224.
- National Statistical Office(2002) *Annual report on the cause of death statistics*.
- Ohkawa H, Ohish N, Yagi K(1979) Assay for lipid peroxide in animal tissue by thiobabutaric acid reaction. *Anal. Biochem* 95, 351-353.
- Saito M(1988) International between lipid peroxidation formation and nutritional status. *J. JPN Soc Nutr Food Sci* 41, 343-349.
- The Korean Nutrition Society(1997) *Recommended dietary allowances for Koreans : 7th Revision*.
- Won HR(2004) Effects of Hot Water Soluble Extract from Green Tea on the Lipid Metabolism and Antioxident Defense System in rats fed Hypercholesterol Diet. *Journal of Life and Natural Sciences* 11, 35-39.
- Yoon YH, Lee SJ(1994) Effects of Korean green tea, oolong tea and black tea beverage on the antioxidative detoxieation in rat poisoned with cadmium. *Korean J Nutr* 27(10), 1007-1017.
- Yukihiko H, Fumiko TO(1990) Hypotensive effect of tea catechins on blood pressure of rats. *J Japanese Soc Food Nutr* 43(5), 345-348.