

녹차 Catechin이 만성 카드뮴 중독 쥐의 칼슘, 인 함량 변화에 미치는 영향

최정화·이순재[§]

대구가톨릭대학교 식품영양학과

Effects of Green Tea Catechin on Changes of Calcium and Phosphorus Contents in Chronic Cadmium-Poisoned Rats

Choi, Jeong Hwa · Rhee, Soon Jae[§]

Department of Food Science and Nutrition, Daegu Catholic University, Gyungsan 712-702, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of green tea catechin on changes of mineral contents in chronic cadmium-poisoned rats. Sprague-Dawley male rats weighing 100 ± 10 g were randomly assigned one of normal group and three cadmium poisoned groups. Cadmium groups were classified to catechin free diet(Cd-0C group), 0.25% catechin diet(Cd-0.25C group) and 0.5% catechin diet(Cd-0.5C group) according to the levels of catechin supplement. Animals were raised for 20 weeks. Cadmium was supplied in drinking water which contained 50ppm Cd^{2+} . Effects of catechin were analyzed on changes of mineral contents in chronic cadmium poisoned rats by determining the calcium accumulation in bones, blood, urine and feces and phosphorus in blood and urine. Cd-poisoning induced the decrease of red blood cell(RBC), white blood cell(WBC), contents of blood hemoglobin and hematocrit, but the levels of those indices were increased by catechin supplementation. The contents of tibia and femur in Cd-0C group was significantly lower than in normal group, but those of catechin supplementation group was similar to normal group. The calcium contents of urine and feces were higher in Cd-poisoned groups than in normal group, but they were lowered by catechin supplementation. The phosphorus contents of blood and urine in Cd-0C group was significantly lower than in normal group, but that of catechin supplementation group was similar to normal group. Catechin supplementation improved the calcium metabolism in chronic cadmium poisoned rats by increasing the contents of minerals such as calcium and phosphorus in blood and femur and by lowering the urinary and fecal calcium. (*Korean J Nutrition* 34(8) : 881~886, 2001)

KEY WORDS: cadmium, catechin, calcium, phosphorus.

서론

급속한 산업의 발달과 경제성장은 필연적으로 환경오염이라는 부작용을 낳게 되었으며 우리나라는 60년대 이후 추진한 공업화 정책과, 70년대 이후 제철, 석유화학 등 중화학 공업의 비중을 높여 급속을 비롯한 오염물질의 배출이 급격히 증가하였다.¹⁾

환경오염 물질 중 일부 유독성 금속은 비교적 낮은 농도에서도 체조직과 반응하여 체내에 서서히 독작용을 나타내고 그 생물학적인 반감기가 길어 일단 중독이 되면 완치가

불가능하기 때문에 특히 문제가 되고 있으며, 이중 카드뮴은 체내에서 10~30년의 긴 생물학적 반감기를 가지고 있으므로 먹이 연쇄에 의하여 계속 축적되고, 이에 따라 그 독성도 누적된다.²⁾

중급속 중에서 카드뮴은 많은 급·만성 중독증을 유발하는 물질중의 하나로 알려져 있으며 카드뮴의 대표적 표적장기는 간장, 신장 및 고환으로서 이들 기관에 나타나는 증상은 노출되는 양과 형태, 노출시간 및 체내 침투 경로에 따라 다양한 독성을 나타내게 된다.

카드뮴의 급성중독은 고농도의 카드뮴을 소화기를 통해서 섭취하거나 또는 호흡기를 통해서 흡입하므로써 발생하는데, 소화기를 통해서 발생하는 주요 중독증상은 설사와 급성위장염, 두통, 근육통, 착색뇨 그리고 간장 및 신장의 기능장애 등이다.^{3,4)} 호흡기를 통해서 발생하는 중독증상은

접수일 : 2001년 8월 13일

채택일 : 2001년 11월 13일

[§]To whom correspondence should be addressed.

로는 인두부의 통증, 기침, 두통, 흉부 압박감, 점액성 가래, 호흡곤란, 신장의 부종, 폐수종 등이 나타나는데 때로는 영구적인 폐의 손상을 입게 될 수도 있다.⁵⁾ 또한 저농도의 카드뮴일지라도 장기적으로 체내에 흡수될 경우 역시 심각한 카드뮴 중독증상을 나타내는데, 신장장애, 만성호흡기질환, 폐기종, 골격계 장애 및 심혈관계 장애 등의 만성중독 증상이 알려져 있다.⁶⁾ 또 이따이 이따이 병은 카드뮴의 만성중독에 의하여 발생하는 대표적인 골대사 장애이며, 최근에는 도시 대기오염 물질중 카드뮴이 납성불임에 심각한 영향을 미치는 것으로 나타났다.⁷⁾

카드뮴 만성중독은 40대 이상의 농촌여성, 특히 다산부에 많이 나타나는 질환으로 이의 가장 대표적인 중독증세는 골격의 무기질 감소와 신장기능 장애인 것으로 보고하고 있다.⁷⁾ 또한 Adams 등⁸⁾은 골손실은 만성적으로 카드뮴에 노출되었을 때 일어나며 Slemenda 등⁹⁾은 카드뮴이 골밀도를 감소시키고 골절을 유발하며 이러한 증상은 흡연을 하는 여성에서 관찰할 수 있다고 보고하였다.

이러한 임상적 증상 이외에도 카드뮴 중독에 의한 골대사 장애에 관한 동물실험도 다수 보고되고 있다.¹⁰⁻¹³⁾ 카드뮴은 장세포에서 1,25-dihydroxycholecalciferol의 작용을 직접 방해하거나 칼슘결합 단백질 합성을 억제하여 칼슘흡수를 감소시키며^{10,11)} 카드뮴 중독시 신장기능 장애로 인해 체외로의 칼슘배설량이 증가되어 골무기질 손실을 야기시킨다.¹²⁾ 이외에도 카드뮴은 골수세포에 직접 작용하여 파골세포의 분화를 유도하고 칼슘과 대체되어 hydroapatite crystal을 구성함으로써 골흡수(bone resorption)를 더욱 촉진시켜 골연화증이나 골다공증을 유발하게 된다고 한다.¹³⁾

한편 카드뮴과 같은 중금속 오염에 대해 자연계에 존재하는 식물이나 생물질을 이용한 중금속 흡착 연구가 활발히 진행되고 있는데,¹⁴⁾ 그 중에서도 특히 다엽(茶葉)의 중금속 흡착효과는 여러 *in vitro* 실험에서 밝혀지고 있다. 이는 녹차를 비롯한 다엽(茶葉)에 다량 존재하는 폴리페놀계 화합물인 탄닌 성분이 금속 이온과 착염(chelation)에 의하여 결합하는 특성에서 기인하는 것으로 알려지고 있다.¹⁵⁾ 동물 실험으로는^{16,17)} 카드뮴으로 오염된 식이를 공급하면서 여러 가지 다류를 공급하여 다류의 카드뮴 제거능력을 관찰한 연구에서 녹차, 우롱차, 홍차의 순으로 제거능력이 있음을 보고하였다.¹⁶⁾ 차의 이러한 카드뮴제거기능은 폴리페놀 성분 중의 하나인 catechin이 착물형성 혹은 화학흡착에 의해 침전을 일으켜 중금속을 제거하는 것으로 생각된다. 그런데 발효차인 홍차와 반발효차인 우롱차는 발효과정을 거치는 동안 theaflavin 및 기타 다른 물질로 변하게 되므로 비발효차인 녹차에 비해 catechin 함량이 적기 때문에 카드뮴

과 같은 중금속의 흡착능력도 떨어지게 되는 것으로 볼 수 있다. 또 이를 명확히 뒷받침 해줄 수 있는 것으로 최¹⁷⁾의 선행연구에서 만성 카드뮴 중독쥐에서 catechin은 체내 카드뮴 흡수를 저해시키고 뇨 및 변으로 카드뮴 배설량을 증가시켜 체내 카드뮴 흡수율과 보유율을 현저하게 보고시킴을 보고한 바 있다. 그러나 발효차인 홍차와 반발효차인 우롱차는 이러한 결과들을 미루어 볼 때 catechin은 장내에서 불용성 금속염을 형성하여 체내 흡수 단계에서 방어하여 그대로 카드뮴을 배출시키므로서 중금속의 독성으로부터 보호할 수 있다고 본다.

그러므로 본 연구에서는 만성 카드뮴 중독으로 인한 혈액성상의 변화 및 칼슘과 인의 함량변화를 관찰하고 또 이에 미치는 녹차 catechin을 영향을 관찰하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험동물의 사육

실험동물은 무게가 100g 정도되는 Sprague-Dawley 중순컷을 구입하여 실험 시작하기 전 7일간 일정한 환경에서 적응시킨 후 Table 1과 같이 식수로 증류수를 공급한 정상군(Normal group)과 증류수에 카드뮴을 포함한 식수를 공급한 카드뮴군으로 나누고 카드뮴 투여군은 다시 식이내 catechin 공급 수준에 따라 Cd-0C군(catechin 비공급군), Cd-0.25C군(catechin 2.5g/kg of diet), Cd-0.5C군(catechin 5g/kg of diet)으로 나누어 10, 20주간씩 자유 섭식시켰다.

카드뮴은 일상생활에서 식수를 통해서 오염될 가능성이 높기 때문에 만성중독상태를 만들기 위해 저농도인 50ppm의 카드뮴을 함유하게 하였다. 식수와 식이는 자유로이 섭취케 하며 각각 10주 및 20주간 사육하였다. 10주와 20주에는 각각 실험종료 5일전에 대사 cage에 넣고 700ppm의 카드뮴을 1일 1ml씩 투여하였으며 카드뮴 비공급군에는 동량의 증류수를 경구투여 하였고 마지막 3일간은 뇨와 대변을 채

Table 1. Classification of experimental groups*

	Catechin	Cadmium
	(% in diet)	(50ppm Cd in drinking water)
Normal	0	-
Cd-0C	0	+
Cd-0.25C	0.25	+
Cd-0.5C	0.5	+

*: Experimental and control groups fed with or without 50 ppm Cd (CdCl₂ · ½ H₂O) in drinking water, respectively.

Normal: no Cd treatment, Cd-0C: Cd treatment, catechin free diet, Cd-0.25C: Cd treatment, catechin supplementation(0.25% catechin diet), Cd-0.5C: Cd treatment, catechin supplementation(0.5% catechin diet)

취하였다.

녹차로부터 추출한 식이용 catechin은 Matsuzaki 등¹⁸⁾의 방법으로 crude catechin 분말을 조제하여 사용하였다. 녹차로부터 추출한 식이용 catechin은 Matsuzaki 등¹⁸⁾의 방법으로 crude catechin 분말을 조제하여 사용하였다. 순도는 68.4%였으며 종류별로 함량을 비교하였을 때 EGCg ($38.56 \pm 0.06\mu\text{g}$) 함량이 가장 높았고 ECG($20.76 \pm 0.06\mu\text{g}$), EGC($4.56 \pm 0.02\mu\text{g}$), EC($4.52 \pm 0.01\mu\text{g}$) 순으로 나왔다.

2. 시료채취

무기질 분석을 위한 시료로 이용될 경골 및 대퇴골은 무게를 칭량한 후 110°C의 drying oven에서 말린 후 desiccator에 보관했으며 혈액은 전혈을 이용하였다.

노와 변은 12시간을 절식시킨 날을 제외한 실험종료 전 3일간 metabolic cage에서 채취하였으며, 노는 총량을 측정된 다음 1500 × g에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 냉동보관하였고 변은 무게를 측정된 다음 110°C의 drying oven에서 말린 후 desiccator에 보관하였다.

3. 혈액 성분 관찰

1) 혈액중 적혈구와 백혈구 측정

혈액 중 백혈구와 적혈구 측정은 각각 Cell dyn 1300 (Abdott Co., USA)을 이용하여 함량을 측정하였다.

2) 혈액중 헤모글로빈과 헤마토크리트 측정

혈액 중 헤모글로빈과 헤마토크리트는 각각 Cell dyn 1300(Abdott Co., USA)을 이용하여 함량을 측정하였다.

4. 뼈조직, 혈액, 노 및 변의 칼슘과 인 함량 측정

대퇴골, 경골과 변의 칼슘 함량은 건식회화하고 혈액과 노는 각각 습식회화하여 대퇴골, 경골, 혈액, 노와 변에서 칼슘은 AOAC법에 의하여 422.7nm에서 atomic absorption spectrophotometers(AAs)로 측정하였다.

대퇴골, 혈액과 노에서 inorganic phosphorus의 함량은 비색법(spectro-photometric method)에 따라 아산셋트 무기인(Pi) 측정용 시약 kit(Asan Co., Korea)를 사용하여 측정하였다. 분석에 쓰인 모든 초자기구는 오염을 막기 위하여 수시간 3N HCl에 담근 후 사용하였다.

5. 통계처리

실험결과에 대한 통계처리는 각 실험군별로 평균차이가 있는가를 검증하기 위하여 분산분석(ANOVA 검증)을 수행하였으며, 분산분석의 결과 유의성이 발견된 경우 군간의 유의도는 Tukey's-HSD test에 의해 분석하였다.

결 과

1. 혈액성상에 미치는 catechin의 영향

1) 적혈구(RBC)와 백혈구(WBC) 함량

카드뮴에 의한 혈액성상 변화와 이에 미치는 catechin의 영향을 관찰코져 적혈구(RBC)와 백혈구(WBC) 함량을 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 적혈구 함량은 정상군과 카드뮴 투여군간의 유의적인 차이가 없었다. 백혈구 수치는 정상군 (11.6 ± 0.59)에 비해 카드뮴 투여군 모두가 낮았다. 그러나 catechin 공급군인 Cd-0.25C군(8.90 ± 0.73)과 Cd-0.5C군(9.90 ± 1.12)은 Cd-0C군(8.20 ± 0.88)에 비해 높았다.

2) 헤모글로빈(hemoglobin) 및 헤마토크리트(hematocrit)지 빈혈의 척도인 헤모글로빈과 헤마토크리트를 관찰한 결

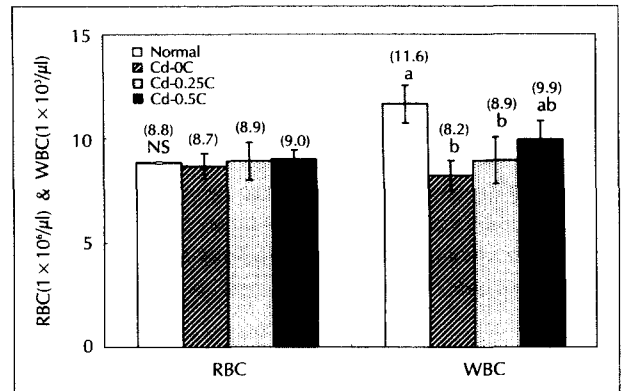


Fig. 1. Effects of green tea catechin on RBC and WBC values in cadmium poisoned rats for 20 weeks. Values are the mean ± SE(n = 10) per group per group. Those with different superscript letters are significantly different at p < 0.05 by Tukey's test. NS: not significant. The experimental conditions are the same in Table 1.

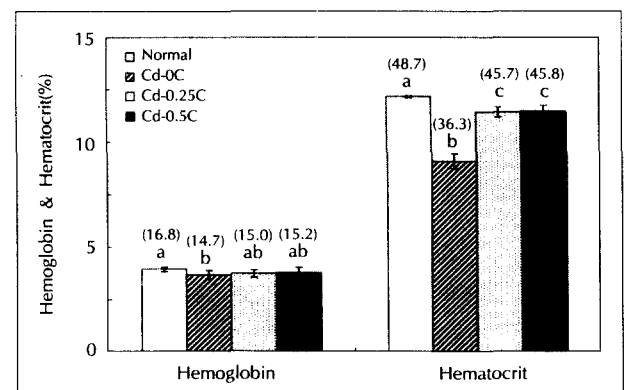


Fig. 2. Effects of green tea catechin on hemoglobin concentration and hematocrit value in cadmium-poisoned rats for 20 weeks. Values are the mean ± SE(n = 10) per group. Those with different superscript letters are significantly different at p < 0.05 by Tukey's test. The experimental conditions are the same in Table 1.

Table 2. Effects of green tea catechin on tibia and femur calcium levels in chronic cadmium poisoned rats

Group	Tibia		Femur	
	10 wks	20 wks	10 wks	20 wks
	(mg/g wet wt)			
Normal	116.6 ± 6.35 ^{NS}	115.3 ± 5.16 ^a	102.3 ± 12.89 ^a	124.5 ± 3.95 ^a
Cd-0C	99.1 ± 7.60	90.8 ± 4.86 ^b	85.2 ± 1.10 ^b	94.1 ± 4.95 ^b
Cd-0.25C	104.7 ± 2.51	109.6 ± 9.85 ^{ab}	108.5 ± 5.91 ^a	116.8 ± 4.54 ^{ab}
Cd-0.5C	106.0 ± 3.99	104.5 ± 9.30 ^{ab}	117.0 ± 3.70 ^a	119.3 ± 12.60 ^a

All values are mean ± SE (n = 10)

Those with different superscripts in the same column are significantly different at p < 0.05 by Tukey's test.

The experimental conditions are the same in Table 1.

Table 3. Effects of green tea catechin on blood, urinary and fecal calcium levels in cadmium poisoned rats (for 20 weeks)

Group	Blood	Urine	Feces
	(mg/dl)	(mg/day)	(mg/day)
Normal	8.83 ± 0.55 ^{NS}	0.27 ± 0.06 ^a	112.08 ± 9.31 ^a
Cd-0C	7.79 ± 0.70	0.62 ± 0.05 ^b	165.84 ± 28.13 ^b
Cd-0.25C	8.03 ± 0.55	0.48 ± 0.05 ^c	149.78 ± 13.81 ^b
Cd-0.5C	8.35 ± 1.64	0.49 ± 0.04 ^c	121.61 ± 15.41 ^{ab}

All values are mean ± SE (n=10)

Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

The experimental conditions are the same in Table 1.

과는 Fig. 2와 같다. 헤모글로빈 함량은 정상군(16.8 ± 0.4)에 비해 카드뮴 투여군(Cd-0C: 14.7 ± 0.2)군에서는 유의적으로 감소되었으나 catechin 공급군(Cd-0.25C군: 15.01 ± 0.3, Cd-0.5C군: 15.2 ± 0.2)에서는 정상군 수준으로 증가하였다. 헤마토크리트치도 Cd-0C군(36.3 ± 1.41)에서는 25% 감소되었으며 catechin 공급군(Cd-0.25C: 45.7 ± 0.7, Cd-0.5C군: 45.8 ± 1.0)에서는 Cd-0C군에 비해 유의적으로 증가하였다.

2. 각조직의 무기질 함량

1) 경골과 대퇴골중의 칼슘(calcium) 함량

경골과 대퇴골중의 칼슘 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 경골의 칼슘함량은 10주에는 정상군과 카드뮴 투여군간의 유의적인 차이가 없었으며 20주에도 정상군에 비해 Cd-0C에서 21% 감소하였으나 catechin 공급군에서는 다소 증가된 경향을 보였다.

대퇴골조직의 칼슘함량은 정상군에서 102.3mg이고 카드뮴 투여군인 Cd-0C군에서 85.2mg인데 반해 Cd-0.25C, Cd-0.5C군은 108.5mg, 117.0mg으로 catechin 공급군에서 정상군 수준이었으며, 20주에도 10주에서와 유사한 경향이었다. 경골과 대퇴골에서 칼슘함량은 20주에 경골에 비해 대퇴골에서는 높았으며 대퇴골에서는 카드뮴 투여로 감소되었으나 catechin의 급여로 정상군 수준으로 회복되었다.

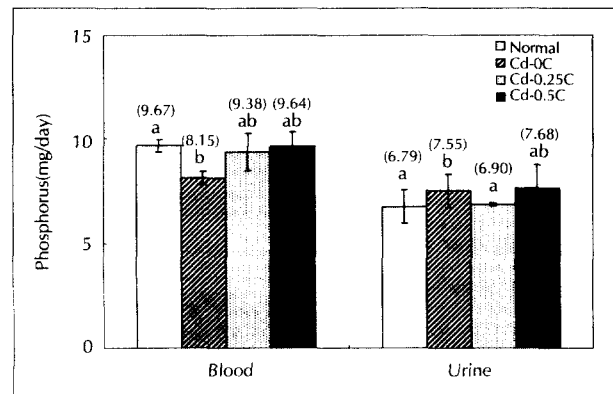


Fig. 3. Effects of green tea catechin on blood and urinary phosphorus levels in cadmium poisoned rats (for 20 weeks). Values are the mean ± SE (n = 10) per group. Those with different superscript letters are significantly different at p < 0.05 by Tukey's test. The experimental conditions are the same in Table 1.

2) 혈액, 뇨 및 변중의 칼슘(calcium) 함량

혈액, 뇨 및 변 중의 칼슘 함량은 Table 3과 같다. 혈액중의 칼슘 함량은 카드뮴 투여군에서 다소 감소하는 경향이 있었지만 각 실험군간의 유의성은 없었다.

뇨중으로 하루 배설되는 칼슘 함량은 정상군에 비해 Cd-0C, Cd-0.25C 및 Cd-0.5C군에서 각각 2.3배, 1.8배 및 1.8배씩 증가하였으며 catechin 공급군에서는 Cd-0C군에 비해 유의적으로 낮았다.

변중의 칼슘 함량은 정상군에 비해 Cd-0C군에서는 48%로 유의적으로 증가하였으나 catechin 공급량에 비례하여 감소되었으며, 특히 Cd-0.5C군은 정상군 수준이었다.

3) 혈액, 뇨중의 인(phosphorus) 함량

혈액, 뇨 중의 phosphorus 함량은 Fig. 3과 같다. 혈액에서 인 함량은 정상군(9.67 ± 0.29)에 비해 Cd-0C군(8.15 ± 0.78)에서 16% 감소하였으나 catechin 공급군(Cd-0.25C: 9.38 ± 0.91, Cd-0.5C: 9.64 ± 0.70)에서는 정상군 수준이었다. 하루중 뇨중으로 배설되는 인함량은 정상군(6.79 ± 0.27)에 비해 Cd-0C군(7.55 ± 0.13)에서는

11% 증가하였으나 catechin 공급군(Cd-0.25C: 6.90 ± 0.09, Cd-0.5C: 7.68 ± 1.20)에서는 정상군 수준이었다.

고 찰

본 연구는 만성적으로 카드뮴에 중독된 동물에서의 무기질 함량 변화에 미치는 녹차 catechin의 영향을 관찰하기 위하여 뼈조직, 혈액, 뇨 및 변에서 칼슘과 인의 함량을 관찰하였다.

카드뮴 중독으로 인한 혈액성상의 변화를 관찰을 위해 적혈구와 백혈구 수치를 관찰한 결과 적혈구 수치는 실험군간의 유의적인 차이가 없었으나 백혈구는 정상군에 비해 Cd-0C군과 Cd-0.25C군에서 유의적으로 감소하였으며 catechin을 0.5% 공급한 Cd-0.5C군에서는 정상군 수준이었다. 카드뮴 중독증세의 하나로 알려져 있는 빈혈을 관찰하기 위해 헤모글로빈과 헤마토크리트를 관찰한 결과 정상군에 비해 Cd-0C군에서 유의적으로 감소하였다. 특히 헤마토크리트는 흰쥐의 정상범위인 44.4~50.4%에 미치지 못하여 카드뮴으로 인한 철분대사에 이상이 있음을 볼 수 있었다. Decker 등¹⁹⁾이 50ppm 카드뮴으로 3개월간 중독시 혈액 중 헤모글로빈이 감소한다고 보고한 결과와 일치한다. 카드뮴 공급시에는 혈장의 transferrin 수준과 TIBC(total iron binding capacity)가 감소되고 적혈구 크기 및 헤모글로빈 농도의 감소로 소혈구성 빈혈(hypochromic microcytic anemia)이 유발되었으며 체내 철분 보유량도 감소되었다는 보고들이 있다.^{20,21)} 또 Fox²²⁾는 카드뮴 섭취로 인한 철분 결핍상태가 비타민 C와 철분을 보충한 고단백질식이 공급으로 완화되었고, 카드뮴 중독으로 인한 전반적인 영양불량상태가 간접적인 철분 결핍을 유발할 수 있다고 강조하였다. 따라서 본 실험에서 카드뮴 공급군에서의 헤모글로빈과 헤마토크리치 감소도 카드뮴 중독으로 식이섭취 감소와 체내에서 다른 2가 이온(Cu, Zn, Fe)들의 흡수장애로 인한 영양불량이 주요 원인일 것으로 보며 catechin 공급으로 인하여 이들 값이 정상군 수준으로 증가하였는데 이는 catechin이 카드뮴으로 인한 철분 대사 이상을 정상화시킨 것으로 볼 수 있다.

경골 및 대퇴골의 칼슘 함량을 관찰한 결과 정상군에 비하여 카드뮴 투여군에서 감소하였는데 이는 카드뮴에 의해 칼슘배설이 촉진되면서 이에 대한 보상으로 뼈에서 골흡수가 일어나며 칼슘대신 카드뮴이 뼈에 축적되기 때문일 것으로 생각된다. 또한 이들 칼슘 함량은 catechin공급으로 인해 정상군 수준으로 증가하였는데 이는 catechin의 골흡수억제작용으로 칼슘대신 카드뮴이 뼈에 축적되는 것을 막았

기 때문인 것으로 여겨진다. 혈청 칼슘농도는 내적, 외적 변화에 대해 항상성을 유지하므로 일반적으로 실험요인을 변화시켜도 칼슘농도는 보통 정상범위에 있다.²³⁾ 본 연구에서의 혈청 칼슘농도는 카드뮴 공급군에서 다소 감소하였으나 실험군간의 유의적인 차이는 없었다. 혈청중 인의 함량은 Cd-0C군에서는 정상군에 비해 유의적으로 감소하였으나 catechin공급군에서 정상군 수준이었다. 일반적으로 골대사 회전에서 혈장 칼슘 농도가 높으면 골흡수가 감소되지만 혈장 인농도가 상대적으로 높아지면 골흡수가 감소됨과 동시에 골형성도 활발해 진다고 보고된 바 있다.²⁴⁾ 뇨와 변중 칼슘 함량은 정상군에 비하여 Cd-0C군은 유의적으로 증가하였으나 0.5% catechin 공급군인 Cd-0.5C군은 정상군 수준으로 감소하였다. 이는 카드뮴은 칼슘의 반감기를 감소시키고 소장에서 혈액으로 칼슘흡수를 방해하여 혈액내 칼슘농도를 저하시키게 된다. 혈중 칼슘농도를 유지하기 위해서는 뼈로부터 칼슘을 유리케 되며 결국 골흡수를 증가시켜 골 칼슘량을 감소시키며 뇨와 변으로의 칼슘배설량을 증가시키게되나 catechin이 이러한 칼슘대사를 정상화시킴으로서 뇨와 변으로 칼슘배설량이 감소된 것으로 사료된다.

요약 및 결론

만성 카드뮴 중독 흰쥐에서의 무기질 함량변화와 이에 대한 녹차 catechin의 영향을 관찰하고자 하였다. 실험동물은 100g 내외의 Sprague-Dawley종 흰쥐를 대상으로 카드뮴을 투여하지 않은 정상군과 카드뮴 투여군으로 나누었다. 카드뮴 투여군은 다시 식이내 catechin 공급 수준에 따라 Cd-0C군(catechin 비공급군), Cd-0.25C군(catechin 2.5g/kg of diet), Cd-0.5C군(catechin 5g/kg of diet)으로 나누어 10, 20주간씩 자유섭식시켰다. 카드뮴은 50ppm Cd²⁺ 농도의 식수로 자유로이 공급하였다. 실험동물은 각기간별로 사육후 체내 칼슘과 인의 축적과 배설 및 혈액성상의 변화를 관찰하여 만성카드뮴 중독으로 인한 체내 무기질 함량 변화에 미치는 녹차 catechin의 효과를 관찰하였다.

1) 카드뮴 중독으로 인한 혈액성상의 변화를 관찰하기 위해 적혈구와 백혈구 수치를 관찰한 결과 적혈구 수치는 실험군간의 유의적인 차이가 없었으나 백혈구는 정상군에 비해 Cd-0C군과 Cd-0.25C군에서 유의적으로 감소하였으며 catechin을 0.5% 공급한 Cd-0.5C군에서는 정상군 수준이었다.

2) 빈혈의 척도가 되는 헤모글로빈 함량과 헤마토크리치는 모두 정상군에 비해 카드뮴 투여군군에서는 유의적으로 감소되었으나 catechin 공급군에서는 정상군 수준으로

증가하였다.

3) 경골 및 대퇴골의 칼슘 함량을 관찰한 결과 정상군에 비하여 카드뮴 투여군에서 감소하였는데 catechin공급으로 인해 정상군 수준으로 증가하였다.

4) 혈청 칼슘농도는 카드뮴 공급군에서 다소 감소하였으나 실험군간의 유의적인 차이는 없었다. 혈청중 인의 함량은 Cd-0C군에서는 정상군에 비해 유의적으로 감소하였으나 catechin 공급군에서 정상군 수준이었다.

5) 뇨와 변중 칼슘 함량은 정상군에 비하여 Cd-0C군은 유의적으로 증가하였으나 0.5% catechin 공급군인 Cd-0.5C군은 정상군 수준으로 감소하였다.

결론적으로 녹차 catechin은 만성 카드뮴 중독 흰쥐에서 증가되는 칼슘배설량을 감소시킴으로서 칼슘대사를 정상화시키는 것으로 사료된다.

Literature cited

- 1) Piscator M. Dietary exposure to cadmium and health effect: impact of environmental changes. *Environ Health Perspect* 63: 127-132, 1985
- 2) Page AL, Chang AC. Cadmium. Spring-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, pp.33-75, 1986
- 3) Perry HM Jr, Yunice A. Acute pressor of intra-arterial cadmium and mercuric ions in anesthetized rats. *Proc Soc Exp Bio Med* 120(3): 805-808, 1965
- 4) Essing HG, Schaller KH, Szadkowski D, Lehnert G. Common cadmium intake through food stuffs and beverages. *Arch Hyg Baktentol* 153(6): 490-494, 1969
- 5) Kazantzis G, FV Flynn, JS Spowag, DG Trott. Renal tubular malfunction and pulmonary emphysema in cadmium pigment workers. *Quart J Med* 32: 165-192, 1963
- 6) Schroeder HA. Cadmium as a factor in hypertension. *J Chron Dis* 18: 647-656, 1965
- 7) Friberg L, Piscator M. Cadmium in the environment. 2nd ed. CRC Press Cleveland in Ohio, 1974
- 8) Adams RG, Harrison JF, Scott P. The development of cadmium induced proteinuria, impaired renal function and osteomalacia in alkaline battery workers. *Q J Med* 38: 425-443, 1969

- 9) Slemenda CW, Hui SL, Longscope C, Jphnson CC. Cigarette smoking obesity and bone mass. *J Bone Min Res* 4: 737-741, 1989
- 10) Ando M, Shimizu M, Sayato T, Tanimura A, Tobe M. The inhibition of vitamin D-stimulated intestinal Ca transport in rats after continuous oral administration of Cd. *Toxicol Appl Pharmacol* 61(3): 297-301, 1981
- 11) Fullmer CS, Oku T, Wasserman RH. Effects of Cd administration on intestinal Ca absorption and vitamin D dependent Ca binding protein. *Environ Res* 22(2): 386-399, 1980
- 12) Hamilton DL, Smith MW. Inhibition of intestinal calcium uptake by cadmium and the effect of a low calcium diet on cadmium retention. *Environ Res* 15(2): 175-184, 1978
- 13) Feldman SL. Induced of Cd on the metabolism of 25-hydroxyl-cholecalciferol in Chicks. *Nutr Rep Int* 8: 251, 1975
- 14) Axelsson B, Piscator M. Renal damage after prolonged exposure to cadmium. An experimental study. *Arch Environ Health* 12: 360-373, 1966
- 15) Mori T, Watanabe T, Tosa T, Chibata I, Iwano K, Nunokawa Y. Absorption of heavy metal ions on immobilized tannin. *J Brew Soc Japan* 76(2): 111-114, 1981
- 16) Kim MJ, Rhee SJ. Effects of korean green tea, oolong tea and black tea beverage on the removal of cadmium in rat. *J Korean Soc Food Nutr* 23(5): 784-791, 1994
- 17) Choi JH, Rhee SJ. Effect of green tea catechin on cadmium accumulation in chronic cadmium poisoned rats. *Korean J Nutrition* 34(4): 384-392, 2001
- 18) Matsuzaki T, Hata Y. Antioxidative activity of tea leaf catechin. *Nippon Nogeikagaku* 59: 129, 1990
- 19) Decker CF, Byerrum RV, Happert CA. A study of the distribution and retention of cadmium in the albino rat. *Arch Biochem Biophys* 66: 140-145, 1957
- 20) Schutte SA, Zemel M, Linkswiller HM. Studies on the mechanism of protein-induced hypercalciuria in older men and women. *J Nutr* 110: 305-315, 1980
- 21) Mahaffey KR. Nutritional factors in lead poisoning. *Nutr Rev* 39(10): 353-362, 1981
- 22) Fox MR, Jacobs RM, Jones AO, Fry BE Jr, Stone CL. Effect of vitamin C and iron and cadmium metabolism. *Ann NY Acad Sci* 355: 249-261, 1980
- 23) Jeong HK, Kim JK, Lee HS, Kim JY. The effect of dietary calcium and phosphate levels on calcium and bone metabolism in rats. *Korean J Nutrition* 30(7): 813-824, 1997
- 24) Choi MJ. The effect of dietary calcium level on biochemical variable of bone metabolism in ovariectomized female rats. *Journal of The East Asian of Dietary Life* 6(3): 295-303, 1996