

녹차가 전자파 조사 흰쥐 간조직의 Superoxide Dismutase 및 Glutathione Peroxidase 유전자 발현에 미치는 영향

최정화 · 김정희* · 김성용* · 이순재[§]

대구효성기톨릭대학교 식품영양학과, 영남대학교 의과대학 생화학·분자생물학교실*

Effect of Green Tea on Gene Expression of Superoxide Dismutase and Glutathione Peroxidase in Rat Liver Exposed to Microwaves

Choi, Jeong Hwa · Kim, Jung Hye* · Kim, Seong Yong* · Rhee, Soon Jae[§]

Department of Food Science and Nutrition, Catholic University of Taegu-Hyosung, Kyungsan 713-702, Korea
Department of Biochemistry and Molecular Biology College of Medicine,* Yeungnam University Taegu, Taegu 705-717, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of green tea on gene expression of superoxide dismutase(SOD) and glutathione peroxidase(GSH-Px) in rat liver exposed to microwave. Sprague-Dawley male rats with 200 ± 10g body weight were assigned to normal and microwave exposed groups: microwave exposed groups were divided two groups: microwave(MW) group which was administrated the distilled water and green tea(GT) group which was administrated the green tea extracts. The rats were irradiated with microwave at frequency of 2.45 GHz for 15 min, and then the gene expression in the damaged tissue were investigated at 0, 1, 3, 4, 6, and 8 days after the microwave irradiation to compared with the normal group. The level of SOD gene expression in MW group was lower than the normal group within 6 days, but that of GT group as higher than MW group. These results may imply that green tea stimulates SOD expression, and there by protecting tissues from free radicals. The GSH-Px gene was expressed a little bit lower than the normal group, but that of GT group was expressed to higher level than MW group from 4 days after irradiation. These results suggest that the administration of green tea extract may activate antioxidative gene expressions such as SOD and GSH-Px in rat, and that may help to recover liver tissues from microwave damage by removing hazardous free radicals and oxidized by products from cells. (*Korean J Nutrition* 33(7) 733~738, 2000)

KEY WORDS: microwave, green tea, superoxide dismutase, glutathione peroxidase, gene expression.

서론

최근 논란이 되고 있는 전자파는 주파수의 높고 낮음에 따라 저주파와 고주파로 나눌 수 있다. 저주파의 발생원으로는 고압선, 산업 및 가정용 모터, TV 등의 모니터 같은 낮은 주파수에 전압이 높거나 전력을 많이 소모하는 장비가 해당되며 고주파 발생원은 통신용 장비, 레이더, 전자렌지 등 높은 주파수의 전자기파를 발생하는 장비이다. 전자기파의 영향은 과거에는 주로 저주파에 의한 것으로 보고되었으나¹⁾ 현재, 전자 및 통신의 발전으로 고주파를 이용한 기기들의 사용이 증가함에 따라 이에 대한 영향이 주목되고 있

다.²⁾ 전자파의 인체의 유해성에 관한 것으로는 인체가 장기간 저주파에 노출될 경우 인체내의 유도전류가 흐르게 되어 세포막 내외에 존재하는 Na⁺, K⁺, Cl⁻ 등의 각종 이온의 흐름을 방해함으로써 호르몬 분비 및 면역체계에 이상을 초래하는 것으로 알려져 있다.

고주파 전자파의 경우에는 상당한 양의 에너지를 함유하여 노출될 경우 인체의 조직온도를 상승시키고 특히 세포중식이 활발한 생식기관, 백혈구 등의 세포에 유해하며 뇌의 활동에 변화를 일으키는 것으로 알려져 있다.³⁾ 실제로 최근 연구에서 전자파에 피폭된 가토에서 신경세포의 손상이 확인되었으며,⁴⁾ Adey⁵⁾는 직업적 환경이나 사고로 전자기파에 피폭된 경우 안구의 수정체와 망막의 변화가 생긴다고 보고하였다. 또 최 등⁶⁾의 연구에서 전자기파 조사 흰쥐에서 약물이나 기타 독성물질을 해독하는 대사과정중에서 mix-

채택일 : 2000년 10월 6일

[§]To whom correspondence should be addressed

ed function oxidase system이 현저하게 증가되므로서 free radical 생성의 가능성을 보고한 바 있다. 이러한 측면에서 볼 때 전자파는 생체조직에 유리 산소기(oxygen free radical: 활성산소)생성과 관련이 있다고 볼 수 있다.

반응성 산소 대사물인 활성 산소는 세포 손상을 야기하는 직접적인 인자이며 여러가지 인간 질병의 요인물질로 알려져 있다. 이러한 활성산소에는 singlet oxygen(1O_2), superoxide radical($O_2^{\cdot-}$), hydroxyradical(OH^{\cdot}), hydrogen peroxide(H_2O_2), hydroperoxyradical(HO_2^{\cdot}) 등이 환원대사물들이 있다. 세포내에 superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GSH-Px) 등의 항산화 효소들과 α -tocopherol, ascorbic acid, vitamin C, vitamin E, carotene 등은 정상적인 대사과정에서 생성되는 활성산소를 제거한다.⁷⁾ 항산화에 관여하는 SOD는 산소라디칼의 양이 증가하면 합성 양이 증가하여 산소 라디칼에 의한 세포 파괴 현상을 방지하는 역할을 한다.⁸⁾ Glutathione(GSH)은 GSH-Px의 세포내의 산화물들과 반응하여 환원시키고 자신은 산화형의 glutathione(GSSG)으로 되고, glutathione reductase에 의해 다시 환원되어 세포내 산화물을 제거하는 역할을 한다.⁹⁾ 또 glutathione이 직접 혹은 glutathione S-transferase(GST)에 의해 세포독성물질과 결합하여 세포독성 물질의 대사를 촉진시키거나 작용을 떨어뜨려 세포를 보호하는 역할을 한다. 이러한 glutathione의 기능은 산화 환경에 노출되어 받은 손상으로부터 세포를 보호하며 방사선, 자외선, 고체온 등으로부터 세포를 보호하는데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.

그러나 당뇨병과 같은 내인적 병적 상태나 증금속, X-선과 외부의 스트레스에 의하여 이들 항산화계 효소활성이 저하되거나 혹은 항산화계의 제거능력 이상으로 활성산소가 생성되면 생체는 손상을 받게 된다.⁹⁾

최근에 이러한 조직의 과산화적 손상을 방지하기 위해 vitamin E, A, C, β -carotene 등의 항산화 물질을 대상으로 한 연구가 다방면을 행해지고 있다.¹¹⁾¹²⁾ 이러한 생체내에 존재하는 항산화 방어기구의 강화에 대한 연구의 일환으로 천연물질의 항산화작용에 대한 연구가 진전되고 있다. 그중에서도 특히 기호식품으로 음용되고 있는 녹차에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.¹³⁾¹⁵⁾ 녹차 중에는 polyphenol성 화합물인 catechin을 비롯한 다수의 성분이 함유되어 있어 여러 가지 약리작용이 있고, 특히 항산화성이 우수하여 생체내외의 stress에 의한 free radical제거에 기여한다고 알려져 있다. 지금까지 항산화성에 관한 연구로는 박 등¹⁵⁾의 보고에서 당뇨병이 유발된 흰쥐의 간조직에서 녹차 cate-

chin이 항산화 효소를 활성화시킴으로서 과산화적 손상을 경감시키는 효과가 있었다고 하였다.

Choi 등¹⁶⁾에서 흰쥐에 전자파를 조사했을 때 SOD, GSH-Px, GST와 같은 항산화계 효소활성에 변화가 초래되고 생리적 항산화물질인 간조직 중의 비타민 E 함량도 감소됨을 관찰한 바 있다. 그러나 이러한 변화가 효소활성의 변화인지 유전자 발현상의 변화인지는 아직 규명되지 않았다.

본 연구에서는 전자파에 의한 세포의 손상과 활성산소 제거에 관여하는 항산화 효소인 SOD와 GSH-Px의 전자파에 대한 유전자 발현 변화를 관찰하고 또 녹차를 공급한 쥐에서 상기 유전자들의 발현 양상 변화에 미치는 영향을 관찰하였다.

실험 재료 및 방법

1. 실험동물 및 식이

실험동물로는 체중 200g 내외의 Sprague-Dawley 흰쥐 수컷을 사용하여 전자파를 조사하지 않은 정상군과 전자파를 조사하고 음료수로 증류수를 공급한 전자파군(MW 군), 전자파를 조사하고 녹차를 투여한 군(GT 군)으로 나누었다(Table 1). 녹차 투여군은 녹차를 전자파 조사하기 2주일전부터 음용시켰으며 전자파 조사 후에도 계속해서 녹차를 음용시켰다. 실험기간 중 실험군의 사료는 다같이 일반 식이를 공급하였으며 사료와 식수는 자유섭취 시켰다. 사육한 동물은 전자파 조사 후 각각 경과일수별(1일, 3일, 4일, 6일, 8일)로 유전자 발현실험을 시행하였다.

2. 실험동물의 전자파 조사장치 및 방법

고주파발생장치는 2.45 GHz의 발전주파수를 가진 가정용 전자레인지의 개조하여 출력환 및 노출시간을 임의로 설정할 수 있고 원격조정이 가능하게 제작하였으며 고주파발생장치의 출력 측정은 electromagnetic compatibility analyzer(Hewlett-Packard Co., USA)를 이용하여 측정하였다. 방사되는 출력의 측정은 최대 노출시간 15분 이상이 되도록 수차례 거리를 조절하여 출력발생장치의 35cm 거리를

Table 1. Classification of experimental groups

| Groups | Drinking water | Microwave* |
|-----------------|--------------------|------------|
| Normal | d-H ₂ O | - |
| MW(microwave) | d-H ₂ O | + |
| GT(Green tea)** | Green tea | + |

*. Irradiated 2.45 GHz microwave for 15 min.

** : 5% tea extract soln. 5 gram of dry tea leaves were added to 100ml hot distilled water in the beaker and extracted at 85°C for 3 min.

노출점으로 잡고 이점에서의 출력을 측정한 결과 40mW/cm²(172dB μ V/m)였다.

3. 유전자 발현변화 양상의 관찰

1) RNA의 정제

RNA의 정제는 Chomczynski 및 Sacchi¹⁷⁾의 acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform 추출법을 이용하였다. 간조직 0.1g을 취하여 변성용액(1M guanidium, 4M guanidium thiocyanate, 25mM sodium citrate, 0.5% sarcosyl, 0.1M 2-mercaptoethanol) 1.0ml에서 glass teflon homogenizer에 분쇄하여 4℃, 12000xg에서 15분간 원심 분리하였다. 상층액 0.5ml와 2M sodium acetate (pH 4.2) 50 μ l 및 water-saturated phenol 0.5ml를 넣고 섞은 후 0.1ml의 chloroform을 가하여 30초간 진탕시켰다. 얼음속에 15분간 방치한 후 4℃의 12,000xg에서 15분간 원심 분리하였다. 수용액층을 조심스럽게 다른 시험관에 옮기고 동량의 isopropyl alcohol을 넣고 -20℃에 45분간 방치한 후 다시 원심 분리하여 침전물을 70% 에탄올로 세척하고 diethyl pyrocarbonate(DEPC, Sigma) 처리한 증류수로 RNA를 녹였다.

2) SOD 및 GSH-Px 유전자의 RT-PCR

RT-PCR(Reverse transcription-polymerase chain reaction)을 위한 SOD와 GSH-Px의 primer들은 쥐와 사람의 cDNA 염기서열로부터 상동성이 가장 많은 부분을 선택하여 제작하였다. Primer의 염기 서열은 아래와 같다

(1) SOD

5' Primer(5'-GTGTGCGTGCTGAAGGGCGA-3')

3' Primer(5'-CACCTTTGCCCAAGTCATCT-3')

(2) GSH-Px

5' Primer(5'-TATCTCTGCTGCTCGGCTCT-3')

3'-Primer(5'-TCTGCGCACTGGAACACCGT-3')

SOD와 GSH-Px 유전자의 증폭을 위한 RT-PCR은 10 \times PCR 완충액 1 μ l, 25mM MgCl₂ 2 μ l, 10mM dNTP 혼합액 4 μ l, 20U/ μ l RNAase inhibitor 0.5 μ l, 50U/ μ l MuLV RTase 0.5 μ l, 3'primer를 0.75 μ M 되도록, 그리고 RNA 1 μ g을 넣은 후 DEPC 처리한 증류수로 전체 양이 10 μ l 되도록 하였다. 실온에서 10분 정도 방치하고 40℃에서 30분 반응시켰다. 여기에 다시 10 \times PCR 완충액 4 μ l, 25mM MgCl₂ 2 μ l, 4U/ μ l Ampli Taq 0.25 μ l, 5'primer를 0.75 μ M 되도록 넣은 후 증류수로 40 μ l 되도록 하였다. 처음

94℃ 1분, 72℃에서 1분의 반응주기를 40회 반복하고 마지막으로 72℃에서 10분간 반응시켰다.

3) SOD 및 GSH-Px 유전자들의 발현조사

(1) 탐식자(Probe)의 제작

탐식자는 Rigby 등¹⁸⁾의 nick translation 방법을 이용하여 α -³²P-ATP를 표지하여 제작하였고, 탐식자의 제작에는 SOD와 GSH-Px를 제한효소로 반응시켜 plasmid로부터 분리한 것과 또 agarose gel에서 용출한 SOD와 GSH-Px DNA를 이용하였다. dNTP(dATP제외) 혼합용액 3 μ l, 10 \times 완충액 2 μ l, 효소 혼합액 2 μ l, α -³²P-ATP 20 μ Ci를 넣고 DNA를 100ng 넣었다. 전체가 20 μ l되게 증류수를 넣은 후 15℃에서 35분간 반응시켰다. Sephadex G50으로 gel filtration하여 유리 등위원소와 탐식자를 분리시킨 후 hybridization에 사용하였다

(2) Northern hybridization

분리한 RNA 30 μ g을 0.8% formaldehyde agarose gel에서 전기영동 후 gel을 증류수에 15분 간격으로 4번, 10 \times SSC(1.5M NaCl, 0.15M sodium citrate)에 45분 담가둔 후 20 \times SSC 용액으로 capillary transfer법을 이용하여 RNA를 nitrocellulose membrane으로 옮겼다. RNA가 옮겨진 membrane을 80℃에서 2시간 구운 후, nitrocellulose membrane을 prehybridization 용액(5 \times SSC, 50% formamide, 5 \times Denhardt' solution, 0.1% SDS, 200 μ g/ml salmon sperm DNA)에 담근 후 42℃ 수조에 서 밤동안 prehybridization시켰다.

³²P가 표지된 SOD와 GSH-Px 탐식자를 변성시킨 후 hybridization시켰다. Hybridization시킨 막을 60℃ 1 \times SSC, 0.1% SDS용액에 15분씩 2번 세척한 후 X-ray 필름에 감광시켜 관찰하였다.

Ethidium bromide로 염색한 RNA의 양을 기준으로 유전자의 상대적 발현정도를 비교하였다.

(3) Expression ratio

각 군의 유전자 발현량을 비교정량하기 위하여 각 band를 DNA image analyser 분석 program에서 band의 영상을 scanning하여 그 양을 정량하여 expression ratio로 표기하였으며, 전기영동상에서의 일정량 점적을 맞추기 위하여 대조 유전자인 18S와 28S rRNA와 microwave 조사하지 않은 대조군의 값의 비를 1로 표기하였다. 실험군은 동일한 lane의 rRNA의 값과 비교하여 대조군의 rRNA와 동등하게 환산한 후 다시 대조군의 값을 비교하여 ratio를 표기하였다.

Table 2. Body weight gains, food intake and FER of experimental rats

| Groups | Body weight gain (g/day) | Food intake (g/day) | FER | Drinking water (ml/day) |
|---|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| During 2 weeks before microwave radiation | | | | |
| Normal | 5.10 ± 0.66 ^{NS} | 21.65 ± 0.56 ^{NS} | 0.25 ± 0.03 ^{NS} | 30.48 ± 0.55 ^{NS} |
| MW* | 5.43 ± 0.72 | 22.76 ± 0.53 | 0.25 ± 0.03 | 31.8 ± 0.87 |
| GT** | 5.20 ± 0.63 | 22.72 ± 0.66 | 0.23 ± 0.03 | 32.80 ± 0.73 |
| During 8 days after microwave radiation | | | | |
| Normal | 5.98 ± 0.37 ^{NS} | 18.79 ± 0.44 ^a | 0.34 ± 0.02 ^{NS} | 28.25 ± 2.15 ^{NS} |
| MW* | 5.25 ± 0.36 | 16.63 ± 0.98 ^b | 0.31 ± 0.03 | 28.88 ± 1.10 |
| GT** | 5.19 ± 0.66 | 17.72 ± 0.38 ^b | 0.30 ± 0.04 | 29.00 ± 1.07 |

All values are mean ± SE(n = 10)

Values within a column with different superscript letters are significantly different each groups at p < 0.05 by Tukey's test

* d-H₂O

** 5% tea extract solution

4. 통계처리

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

결 과

1. 체중증가, 식이섭취 및 식이효율

실험기간중 식이섭취, 식이효율, 체중증가(Table 2)를 알아 본 결과 체중변화는 전자파 조사전까지는 유의적인 차이가 없었으며 조사후 8일째는 전자파를 조사한 MW군이 정상군에 비하여 유의적인 차이는 없었으나 감소하는 경향이 있었다.

식이섭취량은 전자파 조사전에는 유의적인 차이가 없었고 조사후에는 정상군에 비하여 전자파만을 조사한 MW군과 녹차를 공급하면서 전자파를 조사한 GT군은 유의적으로 감소되었다(p < 0.05). 식이효율은 전자파 조사후 8일째에 정상군에 비해 MW군과 GT군 모두가 정상군에 비하여 감소하였으나 유의적인 차이는 없었다. 식수섭취량은 전자파 조사전, 후 모두 실험군간의 유의적인 차이는 없었다.

2. SOD 유전자 발현양상

SOD의 유전자 발현을 northern hybridization으로 관찰한 결과 Fig. 1, 2와 같다. 전자파만을 조사한 MW군에서는 정상군에 비하여 3일에서 6일까지 유전자 발현이 계속 낮게 관찰되었으나 8일에 정상치로 회복되는 경향이 있었다. 녹차군에서는 3일까지 유전자의 발현이 감소되었으나 4일부터 증가하는 양상이었다. Expression ratio는 정상군에 비해 전자파 투여군(MW군)은 3일째와 6일째 약 40%, 50%씩 감소하였으며 녹차 투여군은 3일째 20%씩 감소하

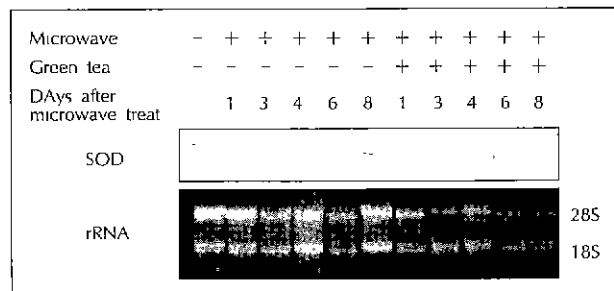


Fig. 1. Expression of superoxide dismutase(SOD) gene in the RNAs extracted from microwave treated rat liver with total RNA as standard. And relative gene expression of SOD to total RNA.

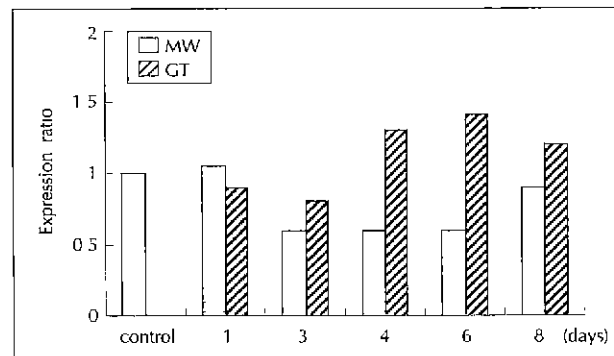


Fig. 2. Expression ratio of SOD gene in the RNAs extracted from microwave treated rat liver with total RNA as standard. And relative gene expression of SOD to total RNA. The values are means with three repeated experiments with each rats.

였으나 4일째부터는 정상군 수준이상으로 상승하는 발현유도를 관찰하였다.

3. GSH-Px 유전자 발현양상

GSH-Px의 유전자 발현을 northern hybridization으로 관찰한 결과 전자파만을 조사한 MW군에서는 정상군에 비하여 유전자 발현이 4일, 6일에 낮게 일어나고 8일에 다소 증가되었다(Fig. 3) 그러나 녹차를 투여한 전자파군(GT군)

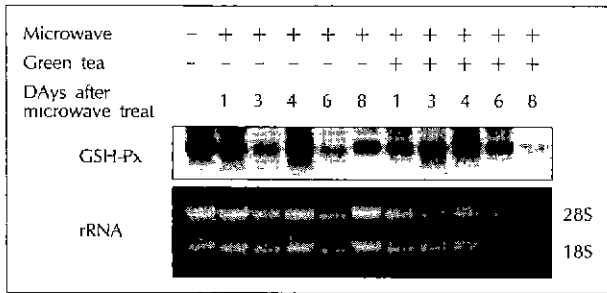


Fig. 3. Expression of glutathione peroxidase(GSH-Px) gene in the RNAs extracted from microwave treated rat liver with total RNA as standard. And relative gene expression of GSH-Px to total RNA

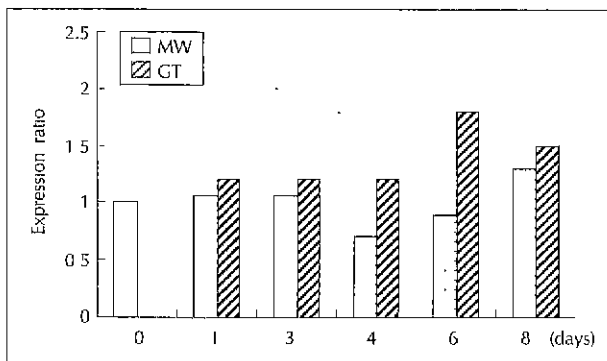


Fig. 4. Expression ratio of GSH-Px gene in the RNAs extracted from microwave treated rat liver with total RNA as standard. And relative gene expression of GSH-Px to total RNA. The values are means with three repeated experiments with each rats.

에서는 MW군에 비해 유전자의 발현이 4일부터 8일까지 계속 증가하였으며 6일에는 특히 많이 증가되었다. Expression ratio를 측정 한 결과(Fig. 4) 정상군에 비해 전자파군은 4일, 6일째 각각 약 40%, 15%씩 감소하였으나 녹차 투여한 전자파군(GT군)은 전자파군(MW군)에서 보다 GSH-Px의 유전자 발현변화는 증가하였으며 정상군보다도 증가하는 추세였다. 특히 6일째에는 전자파 투여군에 비해 2배 이상 증가하였다.

고 찰

본 연구는 동물이 전자파에 노출될 경우 생체조직의 상해와 손상에 대한 녹차의 방어효과를 관찰하기 위하여 항산화 효소인 SOD, GSH-Px의 유전자 발현 변화를 조사하였다. Superoxide와 같은 활성산소가 발생하게 되면 세포에 손상을 주어 세포를 파괴시킨다.¹⁰⁾ 생체에서는 이러한 활성산소로부터 세포를 보호하기위하여 SOD가 관여하며 또한 GSH-Px의 촉매작용에 의하여 산화물과 같이 반응하여 항산화작용을 한다. 전자파에 의해 생성된 산소라디칼의 제거를 위해서는 SOD 혹은 GSH-Px 유전자 발현의 증가 즉,

전사(transcription)가 증가하거나 전사후 단계(post transcription level) 즉, 효소의 합성증가, 또는 비활성화 상태의 효소들의 활성화가 필요하다. 본 실험에서 MW군에서는 SOD 유전자 발현이 점점 감소하는 경향이었고 8일에 정상수준으로 회복되었으며 녹차를 투여하고 있는 GT군에서는 시간이 경과함에 따라 유전자 발현이 증가하였다. 이는 녹차가 SOD의 유전자 발현을 자극하는 것으로 여겨지며 이는 산소라디칼로부터 세포를 보호할 수 있다는 가능성을 시사한다. 이러한 결과는 Akashi 등²⁰⁾의 보고에서 처럼 전자파조사로 초기에는 SOD의 활성이 억제되었다가 superoxide radical의 생성이 시간이 지나면서 유도되며 GT군에서 이러한 radical 등을 scavenging 하기 위한 SOD 활성화의 일환으로 SOD mRNA 발현이 증가된 것으로 생각된다.

GSH-Px의 경우는 MW군에서는 유전자 발현이 전자파 조사 후 4, 6일에 정상군에 비해 감소하였으며 GT군에서는 4일부터 유전자 발현이 증가하여 6일째는 MW군보다 현저하게 높아 glutathione에 의한 산소라디칼 또는 세포내의 산화물을 제거하여 전자파로부터 세포 보호가능성을 보여준다. 여러 연구를 통하여 나타났듯이 전자파는 세포 DNA에 손상을 끼치며 단백질 합성에 이상을 초래하는 것으로 알려져 있다.^{4,21)} 본 연구에서도 전자파 조사로 항산화효소의 유전자 발현에 이상을 초래하였으며 녹차를 공급함으로써 손상정도가 경미해짐을 확인할 수 있었다. 이미 이전의 보고¹⁶⁾에서 SOD 효소 활성을 측정 한 결과 전자파에 조사된 실험군모두가 다소 증가하는 경향은 보였으나 정상군과 차이가 없었고 GSH-Px 활성은 MW군에서 유전자 발현 현상과 같이 정상군보다 효소 활성이 감소하였으나 GT군은 정상군 수준내지 그 이상으로 증가함으로써 항산화적 해독작용을 위하여 SOD나 GSH-Px 효소의 합성이 크게 유도된 것으로 볼 수 있다. 이와 같이 전자파 조사에 의해 항산화계 효소의 활성변화와 유전자 발현의 저하가 나타났으나 녹차를 공급함으로써 효소 활성변화가 적고 유전자 발현이 증가함을 보였다. 이러한 결과는 전자파 조사로 활성산소와 같은 산화적 stress에 의해 생체막에 다량 존재하는 불포화 지방산의 과산화가 촉진되어 세포 소기관들의 손상이 가속화됨으로써 효소 활성이 저하된 것으로 볼 수 있다. 그러나 녹차는 항산화제로 작용하여 세포막의 소기관들을 이러한 과산화로부터 방어하는 효소 활성의 최적 구조를 유지시켜주고 유전자 발현을 자극하는데 기여한 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 동물이 전자파에 노출될 경우 생체조직의 상해

와 이에 대한 녹차의 방어작용을 관찰코져 항산화효소인 SOD, GSH-Px의 유전자 발현 변화를 조사하고자 시행하였다. 체중 200g 내외의 Sprague-Dawley종 흰쥐를 정상군과 전자파 조사하고 음료수로 증류수를 공급한 실험군(MW군)과 녹차를 공급하면서 전자파를 조사한 녹차군(GT군)으로 나누었다. 식이와 음료는 자유섭식시키면서 2.45GHz 대역의 주파수의 전자파를 15분간 조사 후 8일동안 기간별(1, 3, 4, 6, 8일)로 SOD, GSH-Px의 유전자 발현 변화양상을 관찰하였다. SOD 유전자 발현은 정상군에 비해 MW군에서는 6일까지 유전자 발현이 감소되어 있으며 GT군에서는 MW군보다 SOD 유전자 발현이 증가하였다. GSH-Px의 유전자 발현은 정상군에 비해 MW군은 유전자 발현이 4일과 6일에 낮고 8일에 다소 높게 나타났으나 GT군에서는 유전자 발현이 4일부터 8일까지 높게 일어났다.

결론적으로 생체가 전자파에 노출될 경우 SOD와 GSH-Px의 유전자 발현이 감소되었으나 녹차의 공급으로 SOD와 과산화 GSH-Px의 유전자가 증가함으로써 전자파로 인한 산소 라디칼로부터 녹차 공급이 조직의 보호효과가 있음을 관찰하였다.

Literature cited

- Barandi D, Czerski P. Biological effects of microwaves, Stroudsburg Pa. Dowden, Hutchinson and Ross, 1976
- Mason AS. Hormones and the body, Penguin books, Richard Clay (The Chaucer Press) Ltd, Great Britain, pp9-59, 1976
- Kim DW, Ryu CY, Kim SC, Yoon HR. Electromagnetic forces measurement of various electric appliances and places. 16(2): 191-199, 1995
- Lee KY, Baek SC, Kim SH, Han DR, Bae J, Ko SK. Morphological changes of cerebrum in rabbits exposed to microwaves. *J Kor Neurosurgical Society* 23(7): 753-767, 1994
- Adey WR. Tissue interactions with nonionizing electromagnetic fields. *Physiol Rev* 61: 435, 1981
- Choi JH, Rhee SJ, Kim JH, Kim SY. Cytochrome P₄₅₀ contents and NADPH-Cytochrome P₄₅₀ reductase of liver in rat exposed to microwaves. *Kor J Gerontol* 7(3): 42-47, 1997
- Borrello S, Secca A, Galleotti T, Bartoli GM, Farallo E, Serri F. Protective enzymes in human epidermal carcinomas and psoriasis. *Arch Dermatol Res* 276:337-340, 1994
- Fridovich I. The biology of oxygen radicals, the superoxide radical is an agent of oxygen toxicity. superoxide dismutase provide an important defense. *Science* 201: 875-880, 1978
- Hammers HD, Martin S, Federslin K, Geisen K, Brownlee M. Aminoguanidine treatment inhibit the development of experimental diabetic retinopathy. *Proc Nat Acad Sci USA* 88: 11555-11558, 1991
- Baynes JW. Role of oxidative stress in development of complications in diabetes. *Diabetes* 40(4): 405-412, 1991
- Prichard KA, Karpen CW, Merda AT, Panganamala RV. Influence of dietary vitamin E on platelet thromboxane A₂ and vascular prostacyclin I₂ in rabbit. *Prost Leuk Med* 9: 373-378, 1982
- Higuchi Y. Change of lipid peroxides and α -tocopherol in rats with experimentally induced myocardial necrosis. *Acta Med Okayama* 39(2): 102-109, 1983
- Iso T, Yoshiyuki N, Mitsuaki S, Junichi W, Shunji M, Naho S, Kyoji Y. Preventive effects of green tea against oxidative damage and mutagenesis. Proceedings of the 2nd International Symposium on green tea. September 1: 69-73, 1993
- Nakayama T. Suppression of hydroperoxide-induced cytotoxicity by poly phenols. School of Food Nutritional Science, University of Shizuoka, Japan 7: 1991-1993, 1994
- Matsuzaki T, Hata Y. Antioxidative activity of tea leaf catechins. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 59: 129-134, 1985
- Choi JH, Shin HJ, Yu H, Lee JH, Rhee SJ. Peroxidative damage in rat liver exposed to microwave. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 27(6): 1262-1266, 1998
- Chomczynski P, Sacchi N. Single-step method of RNA isolation by acid guanidium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. *Anal Biochem* 162: 156-159, 1987
- Ragbi PWJ, Dieckmann M, Phodes C, Berg P. Labeling deoxyribonucleic acid to high specific activity in vitro by nick translation with DNA polymerase I. *J Mol Biol* 113: 237-251, 1977
- Chan PC, Bielski BHJ. Enzyme catalyzed free radical reaction with nicotinamide adenine nucleotide. *Chem J B* 249: 1317, 1974
- Akashi M, Hacyiya M, Paquette RL, Osawa Y, Shimizu S, Suzuki G. Irradiation increase manganese superoxide dismutase mRNA levels in human fibroblasts. Possible mechanisms for its accumulation. *J Biol Chem* 270(26): 15864-15869, 1995
- Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, Moros EG, Pickard WF, Roti JL. Measurement of DNA damage after exposure to 2450MHz electromagnetic radiation. *Radiation Res* 148(6): 608-617, 1997
- Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, Moros EG, Pickard WF, Roti JL. DNA damage in rat brain cells after in vivo exposure to 2450MHz electromagnetic radiation and various methods of euthanasia. *Radiation Res* 149(6): 637-645, 1998
- Jones GD, Boswell TV, Lee J, Milligan JR, Ward JF, Weinfeld M. A comparison of DNA damages produced under conditions of direct and indirect action of radiation. *Int J Radiat Biol* 66(5): 441-445, 1994