

# 일부 폐경 후 여성에서 영양상태 및 골대사 관련 일부 혈액 지표와 항산화효소 활성과의 관련성 분석

이행신<sup>1)</sup> · 김미현<sup>2)</sup> · 이다홍<sup>3)§</sup> · 승정자<sup>4)</sup>

한국보건산업진흥원 식품산업단,<sup>1)</sup> 강원대학교 식품영양학과,<sup>2)</sup>  
원광대학교 식품영양학과,<sup>3)</sup> 숙명여자대학교 식품영양학과<sup>4)</sup>

## The Relationship between Some Blood Parameters and Antioxidant Enzyme Activity in Korean Postmenopausal Women

Lee, Haeng-Shin<sup>1)</sup> · Kim, Mi-Hyun<sup>2)</sup> · Lee, Da-Hong<sup>3)§</sup> · Sung, Chung-Ja<sup>4)</sup>

Department of Food Industry,<sup>1)</sup> Korea Health Industry Development Institute, Seoul 156-800, Korea  
Department of Food & Nutrition,<sup>2)</sup> Kangwon National University, Samcheok 245-711, Korea  
Department of Food & Nutrition,<sup>3)</sup> Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea  
Department of Food & Nutrition,<sup>4)</sup> Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

### ABSTRACT

To elucidate the relationship between blood parameters related bone metabolism and antioxidant enzyme activity in postmenopausal period 60 women residing in Iksan area were recruited. Food and nutrient intake of each individual subject were estimated by 24-hour recalls of 3 non-consecutive days. The biochemical markers including total protein, albumin, osteocalcin (intact bone gla protein; BGP), calcium, phosphorus and hemoglobin were measured in fasting blood. In addition, parameters of antioxidative capacity including the activities of superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx), catalase (CAT) and total antioxidant capacity (TA) were monitored in blood, also. The mean age, height, weight, and BMI of subjects were 64.8 years, 151.1 cm, 59.5 kg 26.0 kg/m<sup>2</sup>, respectively. The mean SOD, GPx, and CAT activities were 138.5 U/ml, 1,273.8 U/ml and 314.3 kU/l respectively, and TA was 1.16 mmol/l without significant difference among different age groups. BMI was positively correlated with SOD activity ( $p < 0.01$ ). SOD activity and CAT activity showed positive correlation with serum albumin ( $p < 0.05$ ) and hemoglobin ( $p < 0.01$ ). In conclusion, this study revealed that antioxidant enzyme activity holds a significant relationship with the blood parameters like as serum albumin and hemoglobin in postmenopausal women and further systematic research is needed to investigate the their relation mechanism. (*Korean J Nutrition* 39(5): 476~484, 2006)

**KEY WORDS** : superoxide dismutase, blood parameters, postmenopausal women, antioxidant enzyme.

## 서 론

통계청은 2005년 우리나라 65세 이상의 노인인구는 전체인구의 9.1%인 438만명으로 고령화 사회로 진입하였으며, 2020년에는 15.7%를 넘어 고령사회가 될 것으로 전망하고 있다.<sup>1)</sup> 이와 같이 노인인구의 급증과 더불어 만성질환 발생률도 증가하고 있다.

노화를 비롯하여 많은 종류의 만성질환은 그 발생기전이 체내의 산화스트레스와 밀접한 관련이 있을 것으로 보고 있으며, 이에 대한 예방적 차원에서 항산화관련 요인들에 대한 연구들<sup>2-6)</sup>이 이루어지고 있다. 최근에 들어서는 노화에 따른 골다공증의 경우에도 그 발병과 진행에 산화스트레스가 관여할 것으로 예상하고 골다공증과 산화적 손상과의 관련성을 규명하는 연구들이 진행됨에 따라 자유라디칼 (free radical)이 골다공증의 주요한 원인으로 제시되었다.<sup>7-11)</sup>

Datta 등<sup>7)</sup>과 Garrett 등<sup>8)</sup>의 연구에 의하면, 반응성 산소종 (reactive oxygen species; ROS)은 골의 콜라겐을 파괴하거나 또는 파골세포에 의한 protease의 분비를 촉진하고 활성을 증가시킴으로써 골흡수 과정에 직접적으로 영

접수일 : 2006년 1월 2일

채택일 : 2006년 6월 26일

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail : jmdhh@hanmail.net

항을 줄 수 있으며, 과골세포가 부갑상선호르몬, 인터루킨-1, tumor necrosis factor (TNF)와 1, 25-dihydroxy vitamin D<sub>3</sub> 등에 반응하여 superoxide를 생성하고 이들 superoxide에 의해 과골세포의 생성과 활성이 증가되어 골 흡수를 촉진한다고 밝혔다. 또한 Veille 등<sup>12)</sup>은 양의 자궁에서 에스트로겐이 nitric oxide synthase activity를 증가시키고, SOD의 농도를 감소시킨다고 보고하였으며, Damoulis 등<sup>13)</sup>과 Ralston 등<sup>14)</sup>은 nitric oxide가 생리적 농도가 낮은 경우 조골세포의 활성을 증가시키는 반면에, 높은 농도에서는 이들을 저해할 뿐 만 아니라 독성을 유발한다고 보고하였다. 그러므로 에스트로겐의 부족에 기인하는 폐경 후 골 밀도 감소 기전에 있어서 자유라디칼의 생성이 조골세포와 과골세포의 생성과 활성에 영향을 줄 수 있으며, 골 재형성 (remodeling)의 부족화로 인한 골밀도 감소의 중요한 원인이 될 가능성을 보여주고 있다.<sup>15-18)</sup>

또한 일부 혈액성상과 항산화효소의 관련성에 대한 보고가 있다. 혈액 헤모글로빈이 혈장 단백질인 트랜스페린과 결합하고 있을 때 해로운 자유기 반응을 촉매하지 않는다는 것<sup>19)</sup>과 과산화수소는 미오글로빈, 시토크롬 C, 헤모글로빈과 같은 헴 고리를 가진 단백질을 분해함으로써 철 이온을 방출시킬 수 있다는 점을 고려할 때 헤모글로빈의 농도가 높을수록 유리 철의 양이 적다는 것을 반영해 준다는 보고가 있으며,<sup>20,21)</sup> 혈액 알부민이 혈액 중에 유리지방산과 결합하고 있는 상태에서 산소유리기로써의 유리지방산의 유해 작용에 대한 방어 작용을 한다는 것과의 관련 가능성을 보여준 보고<sup>22)</sup>가 있었다.

이와 같이 폐경 후 여성에서의 영양상태 및 골대사와 관련된 혈액지표와 항산화효소활성에 대한 연구가 일부에서 이루어지고 있지만, 우리나라의 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구가 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 익산시에 거주하는 일부 폐경 후 여성을 대상으로 일부 혈액지표와 항산화효소 활성을 측정하여 이들의 관련성을 알아보 고자 하였다.

## 연구방법 및 내용

### 1. 연구대상자

본 연구는 2002년 6월 전북 익산시에 거주하며 주로 노인대학에 다니는 50~77세의 폐경 여성 60명을 대상으로 하였다. 연구대상자의 연령별 분포는 50대가 20명, 60대가 21명, 70대가 19명이었고, 자궁적출수술을 받지 않은 자연 폐경된 여성으로서, 갑상선질환과 신장질환이 있는 여성은 제외시켰다. 본 연구에 참여하고자 하는 지원자에게는

사전에 연구내용에 대해 쉽게 이해할 수 있도록 설명하였으며, 참가 동의서를 받았다.

### 2. 신체계측

신장과 체중은 신체 자동계측기 (DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 신장과 체중을 이용하여 체질량 지수 (BMI, body mass index = 체중 (kg)/[신장 (m)<sup>2</sup>])를 산출하였다. 체지방 함량 (body fat%)은 체지방 측정기 (TBF-105 TANITA, Japan)를 사용하여 연령과 신장을 기준으로 계산하였다. 허리둘레와 엉덩이둘레는 줄자를 이용하여 측정하였고 이를 기준으로 WHR (waist hip ratio)을 계산하였다. 혈압은 자동혈압기 (BP-750A, NISSEI, Japan)를 사용하여 수축기 혈압 (Systolic Blood Pressure; SBP)과 확장기 혈압 (Diastolic Blood Pressure; DBP)을 측정하였다.

### 3. 설문조사

연구 대상자의 연령, 모성인자 등의 사항을 설문지를 통하여 조사하였다. 먼저 설문지의 타당성을 검증하기 위하여 2002년 4월에 20명, 2002년 5월에 15명을 대상으로 두 차례에 걸쳐 예비조사를 실시한 후 2002년 6월에 본 조사를 실시하였다.

### 4. 영양소 섭취량

식이섭취조사는 조사원이 직접 인터뷰를 하면서 식기와 음식모형을 제시하여 3일간의 식이섭취를 회상법에 의해 조사하였다. 식이섭취조사 결과는 영양분석 프로그램 Can-pro<sup>23)</sup>를 이용하여 일반 영양소 섭취량을 분석하였다.

### 5. 혈액분석

12시간 공복 상태에서 해당일 아침에 정맥혈 20 ml를 채취하고 상온에서 30분간 방치 후 2,500 rpm에서 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 후 -70°C에서 냉동 보관하여 분석에 사용하였다. 혈청 총 단백질은 Kit. (Boehringer mannheim사, Germany)를 이용하여 자동생화학분석기 (HITACHI 747, Japan)로 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 혈청 알부민은 Kit. (Boehringer mannheim사, Germany)를 이용하여 630 nm에서 자동생화학분석기 (HITACHI 747, Japan)로 흡광도를 측정하였다.

혈청 칼슘과 인은 자동생화학분석기 (HITACHI 747, Japan)로 측정하였으며, 혈청 페리틴은 Kit. (INCSTAR사, USA)를 이용하여 분석하였다. 혈청 오스테오칼신의 농도는 OSCA test osteocalcin kit. (Brahms, Germany)를 사용하여  $\gamma$ -counter (COBRA 5010 Quantum, USA)에서 활성을 측정하였다.

SOD의 활성은 해파린 처리된 전혈 1.0 ml로 Floh 등<sup>24)</sup>의 방법에 기초하여 측정하였다. GPx는 해파린으로 처리된 전혈 0.05 ml로 Paglia와 Valentine법<sup>25)</sup>에 기초한 UV법으로서, 글루타티온이 GR과 NADPH에 의하여 환원될 때 NADPH의 흡광도가 340 nm에서 감소하는 정도를 측정하였다. Catalase의 활성은 Aebi 법<sup>26)</sup>으로 측정하였다. 총 항산화능은 ABTS<sup>8)</sup> (2, 2'-Azino-dl-[3-ethylbinzthiazoline sulphonate])를 peroxidase 및 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 배양시킨 후, 600 nm에서 측정하였다.

**6. 통계처리**

실험결과로 얻어진 각 분석치는 SAS 프로그램 (Version 8.1)을 이용하였다. 세 군 이상의 유의성 검정은 ANOVA 실시 후 최소 p < 0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 실시하였다.

**연구결과 및 고찰**

**1. 일반사항**

본 연구 대상자의 평균연령은 64.8세이며 (Table 1), 신

장은 151.1 cm, 체중은 59.5 kg으로 한국인 체위기준치<sup>27)</sup>에서 제시하고 있는 65~74세 연령의 151 cm와 50.2 kg에 비해 키는 유사하였으나, 상대적으로 체중은 높았다. 체중과 신장으로부터 산출한 체질량 지수(BMI)는 평균 26.0으로 한국인의 체위기준치<sup>27)</sup>의 해당 연령층의 22.8보다 높게 나타났으며, 체지방함량 역시 38.4%로 높았다. WHR (Waist Hip Ratio)은 평균 87.4%를 나타내 정상범위(75~90%)에 있었으며, 대상자의 평균 수축기혈압은 145.5 mmHg, 이완기혈압은 77.7 mmHg로 나타나 WHO가 제시한 고혈압기준인 160 mmHg 보다는 낮았으나, 정상혈압을 140 mmHg 미만으로 기준할 때<sup>28)</sup> 수축기혈압은 전반적으로 높았다. 연령에 따라서는 신장의 경우 50대는 152.2 cm, 60대는 152.3 cm로 차이가 없었으나, 70대의 경우 148.7 cm로 작았으며 (p < 0.05), 수축기혈압의 경우는 50대가 133.3 mmHg로 60대와 70대가 각각 151.1 mmHg, 152.2 mmHg를 나타낸 것에 비해 유의적으로 낮았다 (p < 0.05).

**2. 모성요인**

본 연구대상자들의 모성요인에 대한 결과는 Table 2와 같다. 평균 초경 연령은 16.6세, 폐경 연령은 49.3세였으며,

**Table 1.** Anthropometric measurements in postmenopausal women

Variables	Total (n = 60)	50 - 59 yrs (n = 20)	60 - 69 yrs (n = 21)	70 - 77 yrs (n = 19)
Age (years)	64.8 ± 6.5 <sup>1)</sup>	55.0 ± 6.2	65.8 ± 6.3	73.6 ± 7.1
Height (cm)	151.1 ± 5.5	152.2 ± 5.7 <sup>2)</sup>	152.3 ± 5.1 <sup>o</sup>	148.7 ± 5.1 <sup>b</sup>
Weight (kg)	59.5 ± 8.6	60.3 ± 89.0	61.2 ± 7.7	56.8 ± 9.0
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup>	26.0 ± 3.2	26.1 ± 3.6	26.3 ± 2.7	25.6 ± 3.1
Waist (cm)	85.8 ± 8.9	82.9 ± 9.1	87.3 ± 6.6	87.1 ± 10.5
Hip (cm)	98.0 ± 6.6	96.5 ± 6.4	98.8 ± 5.9	98.8 ± 7.6
WHR <sup>4)</sup>	87.4 ± 5.8	85.7 ± 5.8	88.3 ± 3.3	88.1 ± 7.7
Body fat (%)	38.4 ± 7.3	38.6 ± 8.0	38.4 ± 5.2	38.1 ± 8.8
SBP <sup>5)</sup> (mmHg)	145.5 ± 21.4	133.3 ± 17.6 <sup>b</sup>	151.1 ± 20.9 <sup>o</sup>	152.2 ± 21.1 <sup>o</sup>
DBP <sup>6)</sup> (mmHg)	77.7 ± 10.0	76.7 ± 9.7	79.5 ± 9.0	76.7 ± 11.6

1) Mean ± Standard deviation, 2) Means with different superscripts within a row are significantly different from each other at α = 0.05 as determined by Duncan's multiple range test, 3) Body mass index, 4) Waist hip ratio, 5) Systolic blood pressure, 6) Diastolic blood pressure

**Table 2.** Maternal factors in postmenopausal women

Variables	Total (n = 60)	50-59 yrs (n = 20)	60-69 yrs (n = 21)	70-77 yrs (n = 19)
Age at menarche (yrs)	16.6 ± 2.0 <sup>1)</sup>	17.1 ± 1.9	16.4 ± 2.4	16.2 ± 1.6
Age at menopause (yrs)	49.3 ± 4.5	49.9 ± 3.8 <sup>2)</sup>	50.1 ± 4.2 <sup>o</sup>	47.1 ± 5.0 <sup>p</sup>
Menstrual cycle (d)	30.1 ± 2.4	30.2 ± 3.3	30.3 ± 2.1	29.9 ± 1.9
No. of pregnancy	6.9 ± 2.6	6.1 ± 2.1	7.5 ± 2.6	7.1 ± 3.1
No. of children	4.4 ± 1.5	3.7 ± 0.9 <sup>b</sup>	4.1 ± 1.3 <sup>b</sup>	5.5 ± 1.7 <sup>o</sup>
Age at first delivery (yrs)	23.3 ± 3.0	24.6 ± 2.6 <sup>o</sup>	24.2 ± 2.7 <sup>o</sup>	21.1 ± 2.4 <sup>p</sup>
Age at last delivery (yrs)	32.8 ± 4.4	31.5 ± 3.9 <sup>b</sup>	32.5 ± 3.6 <sup>bo</sup>	34.8 ± 5.2 <sup>o</sup>
Lactation (months)	22.0 ± 11.1	15.9 ± 10.6 <sup>b</sup>	23.5 ± 9.9 <sup>o</sup>	27.2 ± 10.0 <sup>o</sup>
Period after menopause (yrs)	15.8 ± 10.0	6.4 ± 5.1 <sup>c</sup>	14.4 ± 5.4 <sup>b</sup>	27.2 ± 5.4 <sup>o</sup>

1) Mean ± Standard deviation, 2) Means with different superscripts within a row are significantly different from each other at α = 0.05 as determined by Duncan's multiple range test

월경주기는 평균 30.1일이었다. Lee<sup>29)</sup>의 연구에서 평균 초경 연령은 16.0세, Kim 등<sup>30)</sup>이 평균 초경 연령은 16.3세로 보고한 것과 비슷하였고, 현재 50대 이상 여성의 초경 연령은 16세 전후 인 것으로 나타났다. 한편 Kim<sup>31)</sup>은 최근 사춘기 여중생의 평균 초경 연령을 12.6세로 보고하여 초경 연령이 매우 낮아졌음을 알 수 있다. 또한 폐경 연령은 Won 등<sup>32)</sup>의 50.0세와 비슷하였다. 임신횟수는 평균 6.9회, 이중 출산을 통한 자녀수는 평균 4.4명이었다. 초산 연령은 평균 23.3세였고, 최종 출산 평균연령은 32.8세로 약 10년의 출산기간을 갖는 것으로 나타났다. 연구대상자의 95%가 수유경험이 있었으며, 자녀 1인당 평균 수유기간은 22개월이었으며, 특히 70대의 경우는 평균 27개월로 매우 길었다.

폐경 후 경과기간은 평균 15.8년이었으며, 폐경 연령에 있어서 70대가 47.1세로 50대와 60대가 각각 49.9세와 50.1세에 폐경에 이른 것보다 빨랐던 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 또한 최초 출산연령에서도 70대가 21.1세로 50대와 60대가 각각 24.6세, 24.2세인 것에 비해 빨랐으나 ( $p < 0.05$ ), 최종 출산연령은 반대로 70대는 34.8세로 50대의 31.5세, 60대의 32.5세 보다 늦은 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 이에 따라 평균 자녀수에서도 70대가 5.5명으로 60대가 4.1명, 50대가 3.7명인 것에 비해 유의적으로 많았다 ( $p < 0.05$ ). 모유 수유기간에서도 70대가 27.2개월로 가장 길었으며, 50대는 15.9개월로 가장 짧은 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

### 3. 영양소 섭취상태

대상자의 영양소 섭취량에 대한 조사결과는 Table 3과 같다. 평균 에너지섭취량은 1,532.7 kcal였고, 이는 2001년 국민건강·영양조사<sup>33)</sup>에서 50~64세가 1,752.4 kcal, 65세 이상이 1,439.4 kcal를 나타낸 것과 큰 차이를 보였다. 단백질은 67.1 g으로 권장 섭취량의 149.1%를 섭취하였으며, 인, 철, 비타민 A, 티아민, 나이아신도 권장 섭취량보다 많이 섭취하는 영양소였다. 반면에 권장 섭취량에 못 미치는 영양소는 칼슘, 리보플라빈, 비타민 C로 나타났다. 칼슘은 평균 592.2 mg으로 권장 섭취량의 74.0%를 섭취하였는데, 2001년 국민건강·영양조사<sup>33)</sup>에서 50~64세가 64.2%, 65세 이상이 53.6%에 불과했던 것에 비하면 본 연구대상자들의 칼슘 섭취수준은 높았다. 리보플라빈과 비타민 C는 각각 0.8 mg, 95.5 mg으로 권장 섭취량의 66.7%, 99.5%로서 낮은 섭취수준을 보였다. 연령별 영양소의 섭취수준을 비교해 보면, 칼슘과 인, 철, 칼륨, 회분에서 60대의 섭취량이 50대와 70대에 비해 유의적으로 높았으며 ( $p < 0.05$ ), 대부분의 영양소에서 60대가 높은 섭취수준을 보였다.

### 4. 골대사 관련 혈액지표

본 연구대상자의 혈액분석 결과는 Table 4와 같다. 혈청 단백질은 평균 6.5 g/dl로 모두 정상 범위 (6~8 g/dl)에 속하였으며, 알부민은 평균 3.7 g/dl로 역시 정상 범위 (3.5~5.5 g/dl)에 있었다. Lee & Lee<sup>34)</sup>이 연구한 폐경 후 여성 29명의 총 단백질과 알부민이 8.1 g/dl와 4.5 g/dl을 나타

Table 3. Mean of daily nutrient intakes in postmenopausal women

Nutrients	Total (n = 60)	50 - 59 yrs (n = 20)	60 - 69 yrs (n = 21)	70 - 77 yrs (n = 19)
Energy (kcal)	1,532.7 ± 420.4 <sup>1)</sup>	1,477.6 ± 300.5	1,664.5 ± 534.8	1,445.1 ± 366.6
Protein (g)	67.1 ± 27.6	61.2 ± 21.4	76.4 ± 32.6	62.9 ± 25.8
Fat (g)	29.8 ± 17.0	26.6 ± 7.5	35.3 ± 22.7	27.1 ± 16.2
Carbohydrate (g)	249.1 ± 56.7	246.4 ± 52.0	262.3 ± 67.6	237.3 ± 47.2
Crude fiber (g)	7.1 ± 1.9	6.7 ± 1.5	7.6 ± 2.1	6.9 ± 2.0
Ash (g)	20.8 ± 6.7	19.4 ± 5.2 <sup>b2)</sup>	23.9 ± 8.5 <sup>o</sup>	18.9 ± 4.6 <sup>o</sup>
Calcium (mg)	592.2 ± 243.9	467.7 ± 156.3 <sup>b</sup>	701.4 ± 245.3 <sup>o</sup>	602.5 ± 266.6 <sup>oo</sup>
Phosphorus (mg)	1,078.3 ± 387.0	959.9 ± 291.8 <sup>b</sup>	1,253.4 ± 448.4 <sup>o</sup>	1,009.4 ± 348.1 <sup>o</sup>
Iron (mg)	11.9 ± 4.0	10.2 ± 2.7 <sup>o</sup>	14.1 ± 4.2 <sup>o</sup>	11.3 ± 3.9 <sup>o</sup>
Sodium (mg)	4,535.3 ± 1,617.4	4,418.3 ± 1,343.5	5,023.5 ± 2,033.4	4,118.9 ± 1,264.6
Potassium (mg)	2,699.8 ± 800.3	2,588.1 ± 639.7 <sup>oo</sup>	3,021.6 ± 920.8 <sup>o</sup>	2,461.9 ± 728.5 <sup>o</sup>
Vitamin A (R.E)	882.4 ± 553.1	827.7 ± 379.9	1,073.8 ± 723.1	728.6 ± 445.6
Thiamin (mg)	1.1 ± 0.5	1.0 ± 0.2	1.2 ± 0.7	1.0 ± 0.3
Riboflavin (mg)	0.8 ± 0.3	0.8 ± 0.2	0.9 ± 0.4	0.8 ± 0.3
Niacin (mg)	15.1 ± 7.0	14.4 ± 5.5	16.1 ± 8.7	14.9 ± 6.6
Vitamin C (mg)	95.5 ± 35.7	100.0 ± 36.9	102.8 ± 38.5	82.7 ± 29.1

1) Mean ± Standard deviation, 2) Means with different superscripts within a row are significantly different from each other at  $\alpha = 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test

**Table 4.** Blood parameters in postmenopausal women

Variables	Total (n = 60)	50 - 59 yrs (n = 20)	60 - 69 yrs (n = 21)	70 - 77 yrs (n = 19)
Protein (g/dl)	6.5 ± 0.8 <sup>1)</sup>	6.8 ± 0.7	6.3 ± 0.7	6.4 ± 0.9
Albumin (g/dl)	3.7 ± 0.4	3.8 ± 0.4	3.6 ± 0.4	3.7 ± 0.4
Calcium (mg/dl)	8.6 ± 0.9	8.9 ± 0.8 <sup>2)</sup>	8.4 ± 0.8 <sup>2)</sup>	8.3 ± 1.1 <sup>2)</sup>
Phosphorus (mg/ml)	3.4 ± 0.5	3.4 ± 0.5	3.4 ± 0.3	3.2 ± 0.5
Ferritin (ng/ml)	45.3 ± 31.7	45.1 ± 33.0	42.3 ± 24.4	48.9 ± 38.1
Hemoglobin (g/100 ml)	12.7 ± 1.3	13.1 ± 1.0	12.5 ± 1.1	12.3 ± 1.7
Osteocalcin (ng/ml)	12.6 ± 5.1	12.6 ± 5.4	13.8 ± 5.3	11.3 ± 4.5

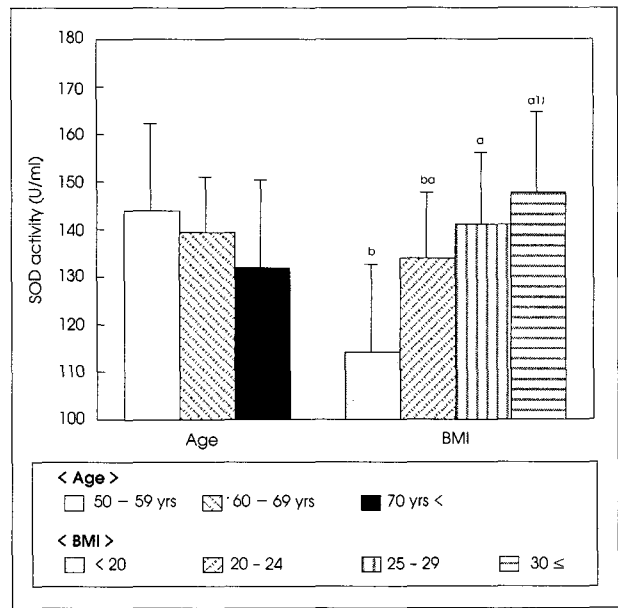
1) Mean ± Standard deviation, 2) Means with different superscripts within a row are significantly different from each other at  $\alpha = 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test

년 것에 비하면 약간 낮았다. 혈청 칼슘과 인은 각각 8.6 mg/dl과 3.4 mg/dl로 칼슘과 인의 정상범위인 8.1~10 mg/dl와 2.5~5.0 mg/dl에 속하였다. Choi & Lee<sup>35)</sup>이 일부 농촌지역 폐경 여성을 대상으로 한 연구에서 혈청 칼슘과 인이 각각 9.3 mg/dl와 3.4 mg/dl와 비슷한 수준이었다. 혈청 페리틴도 평균 45.3 ng/ml로 5.5~303 ng/ml의 정상범위에 있었으며, 헤모글로빈 농도도 12.7 g/100 ml로 정상수준을 나타냈다. 골형성 지표인 혈청 오스테오칼신은 평균 12.6 ng/ml로, Chung 등<sup>36)</sup>이 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 오스테오칼신의 평균 22.4 ng/ml 보다는 낮았으나, Hong 등<sup>37)</sup>의 폐경 후 여성 12.1 ng/ml과는 유사한 수준이었다. 이는 Chung 등<sup>38)</sup>이 평균 연령이 45.8세인 폐경 전 여성을 대상으로 측정된 오스테오칼신이 6.1 ng/ml, Sung 등<sup>39)</sup>이 평균 연령 33.6세 여성을 대상으로 측정된 7.0 ng/ml보다는 높은 것으로 나타났다. 연령에 따라서는 혈청 칼슘이 50대가 8.9 mg/dl로 70대가 8.3 mg/dl인 것에 비해 유의적으로 높았다 ( $p < 0.05$ ).

**5. 혈액의 항산화 관련 효소 활성도 및 총 항산화능**

본 연구대상자의 혈액의 항산화 관련 효소의 활성도 및 총 항산화능을 연령과 체질량지수의 분포에 따라 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 연령을 50대, 60대, 70대로 구분하여 연령에 따른 효소활성을 분석한 결과, SOD활성이 50대는 143.8 U/ml, 60대는 139.3 U/ml, 70대는 131.9 U/ml로 연령이 높을수록 SOD 활성이 낮은 경향을 보였으나 유의적이지 않았다. GPx, CAT, TA에서도 연령에 따른 유의적 차이는 없었다.

연구 대상자의 BMI를 저체중 (BMI < 20), 정상 (20 ≤ BMI < 25), 과체중 (25 ≤ BMI < 30), 비만 (30 ≤ BMI)의 네 군으로 구분하여 분석한 결과에서는 SOD 활성에 저체중인 경우는 114.1 U/ml, 정상은 134.0 U/ml, 과체중은 140.9 U/ml, 비만은 147.7 U/ml인 것으로 나타나 BMI가 높을수록 높은 활성을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 이러한 경향은 GPx와 CAT, TA에서도 볼 수 있어, 전반적으로 BMI가 높은 군



**Fig. 1.** Comparison of superoxide dismutase activities by age and body mass index. 1) Means with different superscripts are significantly different from each other at  $\alpha = 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

일수록 활성이 높은 것으로 나타났다. Viroonudomphol 등<sup>40)</sup>은 남성 비만군에서 SOD가 체중과 체질량지수가 양의 상관관계를 보였다고 보고하였고, 국내의 Kim 등<sup>41)</sup>도 젊은 성인 남자를 대상으로 정상체중군과 비만군의 총 항산화능을 측정된 결과 체중과다군의 총 항산화능이 정상체중군보다 유의적으로 ( $p < 0.01$ ) 높다고 하여 체질량지수의 증가에 따라 항산화효소 활성도가 증가하는 것으로 나타난 본 연구 결과와 일치하였다.

**6. 신체계측치, 모성요인, 골대사 관련 혈액지표와 항산화효소 활성과의 관련성**

대상자의 신체계측, 모성요인과 항산화효소의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. SOD 활성은 체중 ( $p < 0.01$ ) 체질량지수 ( $p < 0.01$ ), 허리둘레 ( $p < 0.01$ ), 엉덩이둘레 ( $p < 0.05$ ), WHR ( $p < 0.05$ ), 체지방함량 ( $p < 0.001$ )과

**Table 5.** Correlation coefficients among anthropometric measurements, maternal and lifestyle factors and antioxidant enzyme activities

Variables	SOD	GPx	CAT	TA
Age	-0.2657	0.0537	-0.1180	-0.1195
Heigh**	0.1967	0.1470	-0.0150	0.2428
Weigh**	0.4573** <sup>5)</sup>	0.1608	0.0884	0.2430
BMI <sup>1)</sup>	0.4322**	0.1024	0.1200	0.1542
Wais**	0.3891**	0.1967	-0.0464	0.0861
Hip	0.2952*	0.1928	0.0164	0.0977
WHR <sup>2)</sup>	0.3269*	0.1171	-0.0757	0.0287
Body fat	0.4745***	0.1420	0.2137	0.0676
SBP <sup>3)</sup>	-0.0023	0.0554	0.1304	-0.1408
DBP <sup>4)</sup>	0.0182	-0.1273	-0.0012	0.0479
Age at menarche	0.2262	-0.0417	-0.0299	0.0770
Menstrual cycle	-0.1482	-0.2337	-0.2988	-0.0016
No. of pregnancy	0.0749	0.1221	0.0489	0.1472
No. of child	-0.1215	0.0974	0.0325	0.0428
Age at first delivery	-0.0286	-0.0624	-0.0453	0.2441
Age at last delivery	-0.2766	0.0421	-0.0220	0.0590
Lactation	-0.0412	-0.0004	0.2499	-0.0252
Age at menopause	-0.0282	0.0932	-0.0127	-0.1040
Period after menopause	-0.1858	-0.0009	-0.0821	-0.0408

1) Body mass index, 2) Waist hip ratio, 3) Systolic blood pressure, 4) Diastolic blood pressure, 5) \*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01, \*\*\*: p < 0.001

**Table 6.** Correlation coefficients among blood parameters and antioxidant enzyme activities

Blood parameters	SOD	GPx	CAT	TA
Protein	0.1815	0.1273	0.2162	-0.0335
Albumin	0.2989* <sup>1)</sup>	0.1372	0.0471	0.1269
Calcium	0.2466	0.2256	0.0497	0.0518
Phosphorus	0.2091	0.1532	0.0827	-0.0508
Ferritin	-0.1699	0.1574	0.2363	0.0846
Hemoglobin	0.3552*	-0.0564	0.3586**	0.1005
Osteocalcin	0.0338	0.0150	0.1175	0.0560

1) \*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01

유의적인 양의 상관성을 나타냈다. 체질량지수가 높을수록 SOD 활성이 높은 것으로 나타났다. 따라서 골밀도와 관련이 있는 것으로 알려진 체중과 신장은 항산화효소 활성과도 관련이 있는 것으로 보인다. 그러나 초경연령, 폐경기간, 초산연령, 출산횟수 등의 모성요인과는 유의적인 상관성이 없었으며, GPx, CAT, TA의 활성과도 유의적인 상관성을 나타내는 신체계측 요인은 없는 것으로 나타났다.

### 7. 골대사 관련 혈액지표와 항산화효소 활성과의 관련성

혈청의 단백질, 알부민, 칼슘과 인, 오스테오칼신과 헤모글로빈과 항산화효소 활성과 상관성분석 결과는 Table 6과 같다. SOD 활성이 혈청 알부민과 양의 상관성을 보였다 (p < 0.05). 이러한 결과는 알부민이 혈액 중에 유리지방산과 결합하고 있는 상태에서 산소유리기로써의 유리지방산의 유해작용에 대한 방어작용을 한다는 것<sup>17)</sup>과의 관련 가

능성을 보여주었다. 그러나 Park 등<sup>21)</sup>이 저알부민증 환자 15명의 SOD와 GPx의 활성을 측정 한 결과, 알부민농도와 GPx 농도가 음의 상관성을 나타냈다고 보고하고 있어 본 연구결과와 상반된 결과를 나타냈다. 또한 혈중 헤모글로빈과 SOD와 CAT 활성이 양의 상관관계를 나타냈다 (p < 0.05, p < 0.01). 이러한 결과는 철이 혈장 단백질인 트랜스페린과 결합하고 있을 때 해로운 자유기 반응을 촉매하지 않는다는 것<sup>19)</sup>과, 과산화수소는 미오글로빈, 시토크롬 C, 헤모글로빈과 같은 헴 고리를 가진 단백질을 분해함으로써 철 이온을 방출시킬 수 있다는 점<sup>20,21)</sup>을 고려할 때 헤모글로빈의 농도가 높을수록 유리 철의 양이 적다는 것을 반영해 주며, 이에 따라 SOD와 CAT 활성과 양의 상관성을 나타낸 것으로 보인다.

본 연구대상자의 헤모글로빈 수치를 부족군 (12 g/100 ml

**Table 7.** Antioxidant enzyme activities by status of hemoglobin concentration

Hemoglobin (g/100 ml)	n	SOD (U/ml)	GPx (U/ml)	CAT**2) (kU/l)	TA (mmol/l)
Inadequacy (< 12)	20	131.8 ± 21.5 <sup>1)</sup>	1,327.5 ± 271.3	194.6 ± 157.0	1.12 ± 0.11
Normal (12 ≤)	40	140.9 ± 14.1	1,254.5 ± 279.9	363.4 ± 191.5	1.18 ± 0.15

1) Mean ± Standard deviation, 2) Significantly different by t-test, \*\*: p < 0.01

미만)과 정상군 (12 g/100 ml 이상)의 두 군으로 나누어 항산화효소 활성을 비교하였다 (Table 7). CAT 활성은 정상군이 363.4 kU/l로 부족군이 194.6 kU/l 인 것에 비해 유의적으로 높게 나타났다 (p < 0.01). 또한 유의적이지는 않으나 SOD의 활성에서도 정상군이 140.9 U/ml로 부족군의 131.8 U/ml 보다 높았으며, TA도 정상군이 높은 것으로 나타났다. GPx는 부족군이 정상군에 비해 약간 높았으나 유의적인 차이는 없었다.

## 요약 및 결론

폐경과 노화로 인하여 골다공증의 위험이 증가하는 폐경 후 여성을 대상으로 신체계측치, 모성요인, 골대사 관련 혈액지표와 혈중 항산화 관련 효소의 활성도와의 관련성을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 연구 대상자의 전체 평균연령은 64.8세였으며, 평균 신장은 151.1 cm, 체중은 59.5 kg이었다.

2) 모성요인에 있어서, 연구대상자의 초경연령은 16.6세였으며, 폐경 연령은 49.3세로 나타났다. 초산 연령은 23.3세, 최종 출산 연령은 32.8세였다.

3) 평균 에너지섭취량은 1,532.7 kcal였고, 단백질은 67.1 g으로 권장섭취량의 149.1%를 섭취하였으며, 인, 철, 비타민 A, 티아민, 나이아신도 권장량보다 많이 섭취하는 영양소였다. 칼슘은 평균 592.2 mg으로 권장섭취량의 74.0%를 섭취하였다.

4) 본 연구대상자의 혈청 총 단백질과 알부민은 각각 6.5 g/dl과 3.7 g/dl로 나타났으며, 혈청 칼슘과 인은 각각 8.6 mg/dl와 3.4 mg/dl로 모두 정상 범위에 속하였다. 혈청 페리틴은 평균 45.3 ng/ml였으며, 헤모글로빈 농도는 12.7 g/100 ml로 정상수준을 나타냈다. 골 형성 지표인 혈청 오스테오칼신은 평균 12.6 ng/ml이었다.

5) 신체계측치와 항산화효소 활성도와 상관관계 분석결과 체질량 지수 (BMI)는 SOD와 양의 상관성을 나타냈고 (p < 0.01), 체질량지수를 저체중 (BMI < 20), 정상 (20 ≤ BMI < 25), 과체중 (25 ≤ BMI < 30), 비만 (30 ≤ BMI)의 네

군으로 나누어 항산화효소 활성을 비교한 결과에서도 체질량 지수가 높을수록 SOD 활성이 더 높은 것으로 나타났다 (p < 0.05).

6) 혈액지표와 항산화효소 활성과의 상관분석 결과, 알부민은 SOD 활성과 양의 상관관계를 나타냈다 (p < 0.05) 헤모글로빈 수치를 부족군 (12 g/100 ml 미만)과 정상군 (12 g/100 ml 이상)의 두 군으로 나누어 항산화효소 활성을 비교한 결과, 정상군이 부족군에 비해 CAT의 활성이 유의적으로 높았으며 (p < 0.01), 상관분석에서도 헤모글로빈은 SOD (p < 0.05)와 CAT 활성 (p < 0.01)과 양의 상관관계를 나타내었다.

결과적으로 본 연구의 일부 폐경 후 여성에서는 BMI가 낮을수록 SOD의 활성이 낮았으며, 혈액 albumin 농도가 높을수록 SOD가 높았으며, hemoglobin 농도가 높을수록 SOD와 CAT의 활성이 높았고, 골형성 지표와 항산화효소 활성도와의 관련성이 제시되지 않았다. 본 연구결과에서 나타난 폐경 후 여성의 혈액지표와 항산화효소 활성과의 관련성에 근거하여 보다 다각적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## Literature cited

- 1) Life-table. Korea National Statistical Office, 2005
- 2) Thomas MJ. The role of free radicals and antioxidants: How do we know that they are working. *Crit Rev Food Sci Nutr* 35: 21-39, 1995
- 3) Schulz H. Regulation of fatty acid oxidation in heart. *J Nutr* 124: 165-171, 1994
- 4) Halliwell B, Murcia MA, Chirico S, Aruoma OI. Free radicals and antioxidants in food and *in vivo*: What they do and how they work. *Crit Rev Food Sci Nutr* 35: 7-20, 1995
- 5) Kim YJ, Yokozawa T, Chung HY. Suppression of oxidative stress in aging NZB/NZW mice: effect of fish oil feeding on hepatic antioxidant status and guanidino compounds. *Free Radic Res* 39: 1101-1110, 2005
- 6) Sharma S, Kaur IP. Development and evaluation of sesamol as an antiaging agent. *Int J Dermatol* 45: 200-208, 2006
- 7) Datta HK, Rathod H, Manning P, Turnbull Y, McNeil CJ. Pa-

rathyroid hormone induces superoxide anion burst in the os-

- teoclast: evidence for the direct instantaneous activation of the osteoclast by the hormone. *Endocrinology* 149: 269-275, 1996
- 8) Garrett IR, Boyce BF, Oreffo ROC, Bonewald L, Poser J, Mundy GR. Oxygen-derived free radicals stimulate osteoclastic bone resorption in rodent bone *in vitro* and *in vivo*. *J Clin Invest* 85: 632-639, 1990
  - 9) Ahn KS, Aggarwal BB. Transcription Factor NF- $\kappa$ B: A Sensor for Smoke and Stress Signals. *Ann N Y Acad Sci* 1056: 218-233, 2005
  - 10) Iseri SO, Sener G, Yuksel M, Contuk G, Cetinel S, Gedik N, Yegen BC. Ghrelin against alendronate- induced gastric damage in rats. *J Endocrinol* 187: 399-406, 2005
  - 11) Zayzafoon M, Meyers VE, McDonald JM. Microgravity: the immune response and bone. *Immunol REV* 208: 267-280, 2005
  - 12) Veille JC, Li P, Eisenach JC, Massmann AG, Figueroa JP. Effects of estrogen on nitric oxide biosynthesis and vasorelaxant activity in sheep uterine and renal arteries *in vitro*. *Am J Obstet Gynecol* 174: 1043-1049, 1996
  - 13) Damoulis PD, Hauschka PV. Cytokines induce nitric oxide production in mouse osteo-blasts. *Biochem Biophys Res Commun* 201: 924-931, 1994
  - 14) Ralston SH, Todd D, Helfrich MH, Benjamin N, Grabowski P. Human osteoblast-like cells produce nitric oxide and express inducible nitric oxide synthase. *Endocrinology* 135: 330-336, 1994
  - 15) Schurman L, Sedlinsky C, Mangano A, Sen L, Leiderman S, Fernandez G, Theas S, Damilano S, Gurfinkel M, Seilicovich A. Estrogenic status influences nitric oxide-regulated TNF- $\alpha$  release from human peripheral blood monocytes. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 109: 340-344, 2001
  - 16) Collin-Osdby P, Rothe L, Bekker S, Anderson F, Osdoby P. Decreased nitric oxide levels stimulate osteoclastogenesis and bone resorption both *in vitro* and *in vivo* on the chick chorioallantoic membrane in association with neoangiogenesis. *J Bone Miner Res* 15: 474-488, 2001
  - 17) Stacey E, Korkia P, Hukkanen MV, Polak J, Rutherford OM. Decreased nitric oxide levels and bone turnover in amenorrheic athletes with spinal osteopenia. *J Clin Endocrinol Metab* 83: 3056-3061, 1998
  - 18) Wimalawansa SJ, De Marco G, Grngula P, Yallampalli C. Nitric oxide donor alleviates ovariectomy-induced bone loss. *Bone* 18: 301-304, 1996
  - 19) Aruoma OI, Halliwell B. Superoxide-dependent and ascorbate-dependent formation of hydroxyl radicals from hydrogen peroxide in the presence of iron. Are lactoferrin and ferritin promoters of hydroxy-radical generation? *Biochem J* 241: 273-278, 1987
  - 20) Gutteridge JM. Iron promoters of the Fenton reaction and lipid peroxidation can be released from hemoglobin by peroxides. *FEBS Lett* 201: 291-295, 1986
  - 21) Harel S, Salan MA, Kanner J. Iron release from metmyoglobin, methaemoglobin and cytochrom c by a system generating hydrogen peroxide. *Free Radic Res Commun* 5: 11-19, 1988
  - 22) Tapan KB, Norman JT, Manohar LG. *Antioxidants in human health and diseases*. CAB International, London, UK, 1999
  - 23) The Korean nutrition Society, Computer aided nutritional analysis program Version 2.0, The Korean nutrition Society, 2000
  - 24) Floh L, Becker R, Brigelius R, Lengfelder E, tting F. Convenient Assay for Superoxide Dismutase. *CRC Handbook of free Radicals and Antioxidants in Biomedicine*, pp.287-293, 1992
  - 25) Paglia DE, Valentine WN. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J Lab Clin Med* 70: 158-169, 1967
  - 26) Aebi H. Catalase. In "Methods of Enzymatic Analysis" Bergmeyer HU (ed.), Chemie, Weinheim, F.R.G., pp.673, 1974
  - 27) Recommended dietary allowances for Koreans, 8th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2005
  - 28) WHO/ISH 세계보건기구 및 국제 고혈압 학회의 지침. 1999 World Health Organization, 1999
  - 29) Lee BK. Study on the ecological factors affecting bone mass density in post-menopausal women. Thesis. Hanyang Graduate School, 1992
  - 30) Kim HM, Han IK, Cho NH. The Effect of Parity on Bone Metabolism in Korean Women: A- Cross- Sectional Study. *The Korean Society Menopause* 4: 16-24, 1998
  - 31) Kim MH. The Study of Relationship among Serum Leptin, Nutritional Status, Serum Glucose and Lipids of Middle School Girls. *Korean J of Nutri* 33: 49-58, 2000
  - 32) Won YJ, Lim SG, Kwon SH, Cha BS, Nam SY, Lee JH, Song YD, Kim KR, Lee HC, Huh KB, Chung BC. A Study About Correlation Between Urinary Androgen Metabolites and Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *The Korean Society Endocrinology* 12: 450-461, 1997
  - 33) Ministry of Health and Welfare. 2001 National Nutrition Survey Report, 2002.
  - 34) Lee HJ, Lee EG. Bone Mineral Density of Korean Mother-daughter pairs: Relations to Anthropometric Measurement, Body Composition, Bone Markers, Nutrient intakes and Energy Expenditure. *Korean J of Nutri* 29: 991-1002, 1996
  - 35) Choi EJ, Lee HO. Influencing Factors on the Bone Status of Rural Menopausal Women. *Korean J of Nutri* 29: 1013-1020, 1996
  - 36) Chung YS, Song MK, Park DB, Kim HM, Lim YA, Kwak YS, Lee DJ. Comparison of Biochemical Bone Markers in Postmenopausal women. *Korean J Bone Metab* 2: 120-126, 1995
  - 37) Hong JY, Cho YW, Back JY, Cho HJ, Song YB. The Study of Correlation between Serum Vitamin K Concentration and Bone Metabolism in postmenopausal Women. *Korean J of Nutri* 32: 287-295, 1999
  - 38) Chung KW, Kim MR, Rye SW, Kwon DJ, Kim JH, Lim YT, Lee JW. The Predictive value of Biochemical Markers of Bone Turnover for Bone Mineral Density in Peri and Postmenopausal women. 5: 55-63, 1999
  - 39) Sung CJ, Back SK, Lee HS, Kim MH, Choi SH, Lee SY, Lee DH. A study of Body Anthropometry and Dietary Factors Affecting Bone Mineral Density in Korean pre- and postmenopausal Women. *J Korean Society of Food Science and Nutrition* 30: 159-167, 2001.
  - 40) Viroonudomphol D, Pongpaew P, Tungtrongchitr R, Phonrat B, Supawan V, Vudhivai N, Schelp FP. Erythrocyte antioxidant enzymes and blood pressure in relation to overweight and obese



- Thai in Bangkok. *Southeast Asian J Trop med Public Health* 31: 325-334, 2000
- 41) Kim SK, Park YS, Byoun KE. Comparison of the Total Antioxidant Status and Usual Dietary Intake in Normal and Overweight Males. *Korean J of Community Nutrition* 5: 633-641, 2000
- 42) Park JW, Parj JG, Ihm CB, Rheem IS, Kwon KC, Kim JW. Relationship of Free Fatty Acid/ Albumin Molar Ratio with Indicators of Erythrocyte Injury in Clinical Conditions with Hypoalbuminemia. *Korean J Clin Pathol* 18: 321-327, 1998