

## 중년 여성에 있어 타우린 보충 급여가 혈청 지질 과산화물 농도에 미치는 영향

†안 창 순

안산1대학 식품영양과

### Effects of Taurine Supplementation on Serum Lipidperoxide Levels in Middle-aged Women

†Chang-Soon Ahn

Dept. of Food and Nutrition, Ansan College, Gyeonggi-do 426-701, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of taurine supplementation on serum lipidperoxide(TBARS), a risk factor for cardiovascular disease. The subjects were 22 healthy middle-aged women(33 to 54 years). Serum lipids, thiobarbituric acid reactive substances(TBARS), and plasma taurine levels were measured before and after supplying 3 g of taurine per day for 4 weeks. Plasma taurine was analyzed by Dabsyl-Cl(4-dimethylamino azobenzene-4-sulfonyl-chloride) derivatization and reversed-phase HPLC. Serum TBARS was measured by the Yagi method. Daily dietary taurine intake was calculated by food frequency questionnaire method. The weight and height means of the 22 subjects were 57.9±5.2 kg and 159.2±5.2 cm, respectively. Their percent body fat and waist/hip ratio(WHR) were 26.8% and 0.84, respectively, which were slightly higher than the average for middle-aged Korean women. Serum TC, TG and LDL-C levels tended to decrease after taurine supplementation, but HDL-C was not changed. A positive correlation between plasma taurine and HDL-C was shown after taurine supplementation. The serum TBARS concentration was significantly decreased from 5.05±0.84 nmol/dl to 4.17±0.64 nmol/dl after taking taurine( $p<0.01$ ), and the plasma taurine concentration was significantly increased from 63.7±14.2  $\mu\text{mol/l}$  to 73.8±16.6  $\mu\text{mol/l}$  after taurine supplementation( $p<0.05$ ). The average dietary intake of taurine was 178.5±50.4 mg/day, which is similar to the average daily taurine intake of Korean women. In conclusion, taurine is an effective nutrient that antagonizes TBARS levels. Therefore, this study suggests that a sufficient taurine intake may be an effective way to prevent cardiovascular disease such as atherosclerosis.

Key words: taurine supplementation, serum lipidperoxide, middle-aged women, cardiovascular disease.

#### 서 론

최근 식생활을 비롯한 생활 양식의 변화로 순환계 질환인 뇌혈관 질환과 심혈관 질환이 주요 사망 원인이 되고 있으며, 특히 우리나라 35~49세 여성에서 순환계 질환은 34.4%로 사망원인 1위를 나타내고 있다<sup>1)</sup>. 이러한 질환의 주요 원인 중 혈중 지질 과산화물 농도의 상승이 관여한다는 연구 보고와 관련하여 타우린은 함황 아미노산으로 여러 가지 기능 중 지

질 과산화물 생성을 억제하고 있는 것으로 알려지고 있다<sup>2)</sup>.

타우린( $\beta$ -amino ethane sulfonic acid)은 유황을 함유하고 있는 아미노산으로 체내 단백질 구성에 이용되지는 않지만 여러 조직에 상당히 높은 농도로 존재하는 유리 상태의 아미노산이다. 타우린은 간에서 담즙산과 포함되어 담즙의 분비를 도우며, 근육과 중추신경계에 가장 풍부하게 존재하는 유리 아미노산으로 신경의 흥분성 조절과 눈의 망막에서는 광수용체 활성 증가에 관여하는 것으로 보고되고 있다<sup>3)</sup>. 이외

† Corresponding author: Chang-Soon Ahn, Dept. of Food and Nutrition, Ansan College, Gyeonggi-do 426-701, Korea.  
Tel: +82-31-400-6950, Fax: +82-31-400-6949, E-mail: csan@ansan.ac.kr

에도 삼투압 조절과 혈관 평활근에서의 항산화 작용<sup>4)</sup>, 혈장 콜레스테롤 및 지질 저하<sup>5)</sup>, 혈당 저하<sup>6)</sup> 등 타우린의 다양한 기능들이 보고되고 있다.

타우린의 생합성 과정은 합황아미노산인 cysteine이 cysteine dioxygenase에 의해 cysteinesulfinate가 되고, decarboxylase와 oxidase에 의해 중간산물인 hypotaurine과 cysteric acid가 생성된다. 이러한 중간산물을 통해 타우린은 대부분 간에서 합성되어지며, cysteinesulfinate decarboxylase와 비타민 B<sub>6</sub>에 크게 의존한다. 합성된 타우린은 소변으로 배설되거나 담즙산과 포함되어 담즙의 형태로 배설되며, 식이 타우린 섭취량도 체내의 타우린 함량에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다<sup>3)</sup>.

타우린은 체내의 지질을 저하시켜 죽상동맥경화증의 예방 효과가 있는 것으로 알려지고 있다. Yukio 등<sup>7)</sup>은 타우린이 풍부하게 함유되어 있는 해산물을 즐겨먹는 일본인에 비해 해산물을 거의 먹지 못하는 티벳인에게 고혈압이 거의 2배 이상 발병한다는 사실을 확인하고, 이들 고혈압 환자에게 2달 동안 하루에 3 g의 타우린을 복용시킨 결과, 수축기와 확장기 혈압 모두 유의하게 감소된 것을 확인하였다. 이러한 효과로 타우린이 심혈관 질환의 예방에 중요한 가치를 부여하는 영양인자라고 보고하고 있다. Murakami 등<sup>8)</sup>의 연구에서는 고지방식을 섭취한 햄스터에서 타우린은 cholesterol 7 $\alpha$ -hydroxylase의 활성은 증가시키고, acyl-CoA: cholesterol acyltransferase(ACAT) 활성을 저지하는 경향과 함께 LDL-receptor를 증가시켜서 간에서의 cholesterol 대사를 촉진시킴으로써 혈청 cholesterol 수준을 낮추는데 기여한다고 보고하고 있다.

타우린은 산화적 스트레스에 대한 조직 손상에 보호 효과를 나타내는 즉, 세포막의 지질 과산화의 억제, 사구체 간질세포의 지질 과산화 억제, 망막세포의 지질 과산화 억제 등<sup>9,10)</sup>이 보고되었고, 쥐를 대상으로 실험한 보고<sup>2)</sup>에서 타우린의 작용으로 인해 고농도 과당 식이에 의한 동맥 지질 과산화(thio-barbituric acid reactive substances: TBARS)가 현저하게 감소되었다고 하였으며, 4주간 타우린 보충이 ethanol CCl<sub>4</sub>로 중독시킨 쥐의 간에 지질 과산화를 감소시켰다<sup>11)</sup>고 하였다. TBARS는 지질 과산화 과정의 중간산물로서 3개 이상의 이중결합을 갖는 다가 불포화 지방산이 유리 래디칼에 의해 산화 분해될 때 생기며, 지질 과산화의 지표로 널리 이용된다. 또, TBARS는 지질 이외의 많은 화합물을 형성하지만 그 수치의 증가는 지질 과산화가 증대하였다는 것을 나타내는 지표로서 체내 산화 스트레스를 반영한다. 그러므로 대상자들의 지질 과산화 상태를 혈청 TBARS 농도로 측정하여 타우린 보충 전과 후의 변화를 살펴보기로 하였다.

본 연구에서는 생활 습관병이 나타나기 쉬운 중년기 여성을 대상으로 타우린의 보충에 의한 혈청 지질 농도에 대한 변화를 알아보고, 심혈관계 질환의 원인이 되는 지질 과산화

물에 미치는 영향을 알아봄으로써 중년기 여성의 심혈관계 질환 예방에 하나로 제안하고자 한다.

## 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 대상자

연구 대상자는 서울 근교에 거주하는 33세부터 54세(평균 40.3 $\pm$ 4.7세)까지의 중년 여성 22명이며, 대상자의 선정 방법은 미리 문진을 통하여 특정한 질병이 없는 대상자로서 연구의 취지를 설명한 후 자원에 의하여 선정되었으며, 모두 연구 목적에 동의한 대상자들이다.

### 2. 타우린의 보충

연구 대상자에게 타우린을 4주간 공급하였다. 타우린은 안전한 영양 물질로 과량 복용해도 부작용이 없으나, 혈액 내 반응을 줄 수 있는 양으로 3 g/day을 보충하였다.

### 3. 체구성 성분 분석

연구 대상자들의 키는 자동 신장계(In Body 3.0 Accessories)를 이용하여 신발을 벗은 상태에서 측정하였으며, 체중, % bodyfat, 허리둘레/엉덩이둘레(waist/hip) 비율, body mass index는 부위별 임피던스 측정(bio impedance analysis: BIA)법의 다주파수 부위별 임피던스 측정기(In Body 3.0 (주) 바이오스페이스, 서울, 한국)를 사용하였다. 즉, 8점 터치식 전극법으로 연구 대상자들은 공복 상태에서 측정하였다.

### 4. 혈액 분석

#### 1) 혈액 채취

혈액 채취는 타우린의 보충 전과 후 2회 모든 연구 대상자에게 실시하였으며, 채취 전 12시간 전에 식사를 끝낸 후 다음날 공복 시에 상완정맥 혈관에서 채취하였다. 채취한 혈액은 EDTA 튜브와 혈청용 튜브로 나누어 빠른 시간 내에 2,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 혈장은 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청으로 분리하였으며, hemoglobin, platelet 분석용 혈액은 되도록 빨리 분석하였다.

#### 2) 혈청지질 분석

혈청 총 콜레스테롤(total cholesterol: TC)의 농도는 Cholestzyme-V 효소법으로 상업용 kit(신양화학약품, 서울, 한국)를 사용하여 파장 500 nm에서 측정하였다. 혈청 고밀도지단백-콜레스테롤(high density lipoprotein-cholesterol: HDL-C)의 농도는 phosphotungstic acid-MgCl<sub>2</sub>법을 개량한 것으로 혈청에 인팅스텐산 나트륨 및 염화 마그네슘으로 된 침전시약을

가하여 chylomicron, 초저밀도 지단백과 저밀도 지단백은 인텔스텐산 나트륨 및 염화마그네슘과 결합하여 침전시켰다. 그런 후, 2가의 금속이온에 의해 아스코르빈산은 산화되므로 그 영향을 피하게 하고, 상등액 중에 잔존하는 HDL-C를 효소법으로 측정하였다. 혈청 중성지방(triglyceride: TG)의 농도는 triglyzyme-V 효소법으로 측정하였으며, 저밀도지단백-콜레스테롤(LDL-C)의 농도는 Friedewald식(TC-HDL-C-TG/5)으로 환산하여 산출하였다<sup>12)</sup>.

### 3) 혈청 TBARS(Thiobarbituric Acid Reactive Substances) 분석

TBARS 농도는 Yagi법<sup>13)</sup>으로 측정하였으며, 혈청 20  $\mu$ l를 취하고 1/12N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 ml를 가하여 혼합한 후 10% phosphotungstic acid 0.5 ml를 넣고 실온에서 5분간 방치하였다. 그 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 버린 후 침전물에 다시 1/12N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 ml와 10% phosphotungstic acid 0.3 ml를 혼합하고 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 그 침전물을 4.0 ml의 증류수에 부유시켜 TBA reagent를 가하고, oil bath 95°C에서 60분간 열처리한 후 tap water로 식혀서 5.0 ml의 n-butanol를 가하여 강하게 흔들어서 혼합시켰다. 그리고 나서 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 n-butanol 층은 515 nm에서 excitation하고, 553 nm에서 fluorometric 측정(Kontron SFN25)을 하였다.

### 4) 혈장 타우린 분석

혈장 타우린 농도의 측정은 Dabsyl-Cl(4-dimethylamino azobenzen-4-sulfonyl-chloride) 유도체화법과 역상 HPLC를 이용한 정량 방법<sup>14)</sup>으로 분석하였다. 즉, 혈장 100  $\mu$ l를 취하여 vortex하고 5분간 원심분리하여 상층액 100  $\mu$ l를 0.1 M KHCO<sub>3</sub> 100  $\mu$ l와 derivatizing solution(200  $\mu$ l의 Dabsyl-chloride, 13 mg/ml acetonitrile)으로 70°C에서 10분간 반응시켰다. 그 다음 희석액(200  $\mu$ l의 50 mM Sod. phosphate buffer(pH 7.0): Ethanol=1:1, v/v)으로 희석시킨 후 여과하여 HPLC에 주입시켰다. 이때 HPLC의 조건은 다음과 같다. Column은 waters symmetry c.8(3.9×150 mm) w-guard(3.9×10 mm)이고, mobile phase는 buffer/acetonitrile이 76/24이며, buffer는 마지막 pH 6.5, 20 mM sodium acetate(4% DMF) w-0.05% triethylamine이었다. Detection은 470 nm에서 행하고, flow rate는 1.5 ml/min이며, column의 온도는 35°C로 조건을 맞추었다.

### 5) 헤모글로빈과 혈소판 수 측정

헤모글로빈과 혈소판 수는 Coulter counter(Multisizer 3 Beckman, USA)로 측정하였다.

### 5. 식이 타우린 섭취량 산출

식품 섭취 빈도 조사법<sup>15)</sup>으로 타우린의 1일 섭취량을 산출하였다. 타우린의 섭취량은 식품성분표<sup>16)</sup>와 Park 등<sup>17)</sup>, Kim 등<sup>18)</sup>의 분석 결과에 의한 자료를 참조하여 섭취 빈도가 높고 타우린 함량이 많은 식품 중 69개의 식품 아이টে임을 선정하고, 본 연구자가 8단계 섭취 빈도와 1회 식품 섭취량을 제시한 후 3단계 섭취량으로 설문표를 개발하여 조사하였으며, 컴퓨터로 환산하였다.

### 6. 통계 처리

본 연구의 모든 자료는 SPSSWIN 12.0를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 타우린 보충 전과 후의 각 결과치의 비교는 paired t-test로 검정하였고, 혈장 타우린과 혈청지질간의 상관 관계는 Pearson's correlation coefficient로 실시하였으며,  $\alpha=0.05$ ,  $\alpha=0.01$ 에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 신체 특성

#### 1) 신체 특성 상황

연구 대상자들의 신체 특성 상황은 Table 1에 나타난 바와 같다. 연구 대상자들의 평균 연령은 40.3±4.7세로 특수질환이 없는 건강한 대상자들로 평균 체중과 신장은 57.9±5.2 kg, 159.2±5.2 cm이었다.

연구 대상자들의 신체 구성 중 비만과 관련된 사항을 비교해 보면 평균 체지방률은 26.8 %로 나타났으며, 허리와 엉덩이 둘레의 비율(WHR)은 0.84로 젊은 여성의 이상 수치인 0.80보다 높았다.

체지방률은 근육량과 체지방량의 비율로 결정되는데, 이는 체지방량이 표준치보다 높거나 근육량이 표준치보다 부족한 경우 체지방률이 높아지게 된다. 이러한 것을 토대로 비

Table 1. Physical characteristics of the subjects

Variables	Middle-aged women(n=22)
Age(yrs.)	40.27±4.73 <sup>3)</sup>
Height(cm)	159.17±5.20
Weight(kg)	57.88±5.17
% Body fat	26.77±4.98
WHR <sup>1)</sup>	0.84±0.06
BMI(kg/m <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	22.87±2.21

<sup>1)</sup> WHR: waist/hip ratio, <sup>2)</sup> BMI: body mass Index, <sup>3)</sup> Values are Mean±SD.

만 판정은 저체중인 경우라도 근육량이 부족하면 비만으로 판정되게 된다. 차 등<sup>19)</sup>의 연구에서 30~49세 중년 여성의 체지방율은 28.8%로 나타났으나, 본 연구 대상자는 26.8%로 나타났다.

James 등<sup>20)</sup>의 연구에서는 BIA법에 의한 체지방률이 평균 연령 26세의 젊은 여성들은 24.7%이고, 평균 연령 68세의 노인 여성들은 39.3%로서 나이에 따라 유의성 있는 증가 추세로 나타났다.

체지방은 피하 지방과 내장 지방으로 구분할 수 있는데, 허리둘레/엉덩이둘레 비율(WHR)은 내장 지방을 나타내는 분포 지표이며, WHR의 상승은 성인 여성에게 암 유발의 위험도를 높일 수 있다<sup>21)</sup>고 한다. Peiris 등<sup>22)</sup>은 WHR이 0.85보다 높은 집단은 상체형, 0.76 미만인 집단은 하체형으로 구분하였지만 여러 연구자들에 의한 구분은 연구 대상자들의 민족, 지역, 연령 등에 따라 다르게 구분된다. 또, WHR이 복부 지방 및 내장 지방량과 양의 상관성이 되므로 대사 이상을 예견할 수 있는 유용한 지표라고 볼 수 있으며, 본 연구 대상자들의 WHR의 평균값이 0.84로 높은 경향을 나타냈으므로 중년 여성에 있어 복부 지방 감소가 어려운 과제임을 알 수 있었다.

연구 대상자들의 평균 체질량 지수(body mass index: BMI)는  $22.9 \pm 2.2$  체중/신장<sup>2</sup>(kg/m<sup>2</sup>)으로 2005년 국민영양 건강조사에 의한 40대 여성의 평균치 23.9 kg/m<sup>2</sup>와 유사한 수치로 나타났다. BMI는 겉보기 비만도를 나타내는 지수로 정상 범위가 18.5~22.9이므로 중년 여성들은 이 범위의 상한선으로 더 이상 BMI가 높아지지 않도록 유의해야 할 것이다.

## 2. 혈액 성상

### 1) 혈액 지질 성분

연구 대상자들의 타우린 섭취 전과 후 혈액 지질 분석 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 연구 대상자들의 보충식 투여 전과 후의 평균 혈청 총 콜레스테롤 농도는 각각  $154.7 \pm 26.1$  mg/dl,  $153.1 \pm 25.1$  mg/dl로 정상 분포이나 낮은 경향을 나타냈고, 보충식 전과 후의 유의적 농도 차이는 없었다. Nishimura 등<sup>23)</sup>은 본태성 Type 2 당뇨병 쥐에서 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키는데 타우린이 효과가 있다고 보고하였다. 또, Lombardini와 Militante<sup>24)</sup>의 보고에서는 동맥경화증에서 식이내 타우린 보강으로 혈중 콜레스테롤 농도가 감소되었다고 하였으나, 본 연구에서는 큰 차이를 나타내지 않았다.

1962년 이후 한국인의 혈청 콜레스테롤 농도는 꾸준히 증가하는 경향을 나타냈고, 1995년도 한국인 평균 혈청 TC 농도는 180 mg/dl 내외이며, 성별 간에는 큰 차이를 보이지 않았다고 한다. 그러나 50대 이상에서의 혈청 TC 농도는 약 200 mg/dl 내외로 1990년 미국인 평균 혈청 TC 농도와 비슷한 수

**Table 2. The levels of blood lipid between before and after taurine supplementation of the subjects**

Variables	Middle-aged women(n=22)		
	Before	After	p-value <sup>8)</sup>
TC(mg/dl) <sup>1)</sup>	154.7 ±26.1 <sup>7)</sup>	153.1 ±25.1	0.593
TG(mg/dl) <sup>2)</sup>	83.8 ±41.1	81.6 ±30.9	0.622
LDL-C(mg/dl) <sup>3)</sup>	81.6 ±23.3	80.1 ±23.9	0.682
HDL-C(mg/dl) <sup>4)</sup>	56.4 ±10.58	56.7 ±11.6	0.728
AI <sup>5)</sup>	1.82± 0.64	1.79± 0.65	0.700
TBARS(nmol/ml) <sup>6)</sup>	5.05± 0.84	4.17± 0.64	0.001** <sup>9)</sup>

<sup>1)</sup> TC: total cholesterol, <sup>2)</sup> TG: triglyceride,

<sup>3)</sup> LDL-C: low density lipoprotein-cholesterol,

<sup>4)</sup> HDL-C: high density lipoprotein-cholesterol,

<sup>5)</sup> AI: atherogenic index(TC- HDL-C/HDL-C),

<sup>6)</sup> TBARS: thiobarbituric acid reactive substances,

<sup>7)</sup> Values are Mean±SD,

<sup>8)</sup> p-values from the paired t-test between before and after taurine supplementation,

<sup>9)</sup> \*\*Significant differences between before and after taurine supplementation at  $\alpha=0.01$  by paired t-test.

준이라고 하였다<sup>25)</sup>. 또, 40~44세 한국인 여자 평균치 155~219 mg/dl의 범위로서 정상 분포이나, 이보다 낮은 경향을 나타냈다.

연구 대상자들의 보충식 투여 전과 후의 평균 혈청 중성 지방은 각각  $83.8 \pm 41.1$  mg/dl,  $81.6 \pm 30.9$  mg/dl로 나타났다. 보충식 전과 후의 농도 차이는 낮아진 경향은 있으나 통계적 유의성은 없었으며, 한국인 여자 40~44세 평균치 40~117 mg/dl의 정상 범위이었다. 또, 연구 대상자들의 동맥경화 지수는 타우린 보충 전과 후는 각각  $1.82 \pm 0.64$ ,  $1.79 \pm 0.65$ 로 보충식 후 낮아진 경향을 나타냈다. 그러나 Zang 등<sup>26)</sup>은 과제중자에게 타우린을 보충시킨 후 혈중 중성 지방 농도와 동맥경화 지수가 감소했다고 보고하였다.

연구 대상자들의 보충식 투여 전과 후의 혈청 평균 HDL-C 농도는 각각  $56.4 \pm 10.6$  mg/dl,  $56.7 \pm 11.6$  mg/dl로 대상자들은 모두 HDL-C의 40대 여성 기준치인 35~80 mg/dl 범위 내의 수치를 나타냈으며, 보충식 전과 후의 농도 차이는 없었다. Chang의 보고<sup>27)</sup>에서 타우린을 투여한 당뇨 모델 실험쥐군이 비투여군에 비해 혈중 HDL-C농도가 감소하는 경향을 보였으나 유의성은 없었다고 하여 본 연구의 결과와 유사한 결과를 나타냈다.

연구 대상자들의 평균 혈청 저밀도 지단백-콜레스테롤(LDL-C)농도는 각각  $81.6 \pm 23.3$  mg/dl,  $80.1 \pm 23.9$  mg/dl로 나타났다. 보충식 전과 후의 농도 차이는 낮아진 경향이지만 통계적 유의성은 없었다. 연구 대상자들은 한국 여성 기준치 55~155

mg/dL 범위 내로서 정상 수준이었다. Chen 등<sup>5)</sup>의 보고에서 쥐를 대상으로 고콜레스테롤 식이에 타우린 보충군과 타우린 결핍군 모두에서 LDL receptor protein 수준에 아무런 차이가 없었다고 하였다. 그러나 Murakami 등<sup>8)</sup>의 보고에서는 햄스터를 대상으로 실험한 결과, 2주간 타우린을 보충함으로써 LDL receptor의 상승 조절되었고 그로 인해 콜레스테롤을 저하시키는데 효과를 주었다고 하였다.

## 2) 헤모글로빈과 혈소판의 성장

연구 대상자들의 혈액 성장 비교는 Table 3에 나타난 바와 같이 평균 헤모글로빈(hemoglobin)의 농도는 타우린 보충 전은  $12.9 \pm 1.2$  g/dL, 보충 후는  $12.7 \pm 1.2$  g/dL( $p < 0.05$ )로 유의한 차이를 나타냈다.

Selvaraj 등<sup>28)</sup>의 보고에서 lipoic acid와 taurine이 lipidperoxide의 농도를 저하시킴으로 glicated hemoglobin의 형성을 부분적으로 억제한다고 하였다. 본 연구에서도 혈청 TBARS 농도가 유의하게 감소한 결과와 같이 hemoglobin의 농도가 유의하게 낮게 나타내서 이와 유사한 결과지만 앞으로 이 결과에 대해 뒷받침이 되는 연구가 필요하다. 연구 대상자들의 헤모글로빈(Hb)의 평균치는 모두 여자 정상치인 12~16 g/dL 범위 내의 수치였다.

헤모글로빈은 1 g 당 1.34 mL의 산소와 결합되어 있고 혈액 내 헤모글로빈의 함량은 산소를 운반하는 능력과 비례하므로 건강을 위한 운동을 실시할 경우, 혈액 내 산소 운반 능력이 필요하게 된다.

연구 대상자들의 평균 혈소판(PLT) 수는 타우린 보충 전은  $245.3 \pm 40.9 (\times 10^3 / \mu\text{L})$ , 타우린 보충 후는  $256.7 \pm 47.0 (\times 10^3 / \mu\text{L})$ 로 보충 전과 후의 유의적 차이가 없었다. 연구 대상자들은 모두 정상치  $145 \sim 375 (\times 10^3 / \mu\text{L})$  범위 내 수치를 나타냈다. 혈소판의 기능은 혈액 응고시 Ca 이온과 같이 thromboplastin 형성에 필요하다. 타우린은 고양이와 사람에서 모두 혈소판 응집을

조절한다는 Hayes 등<sup>29)</sup>의 연구에서 타우린 섭취는 혈소판 내 타우린 농도에 반영되지 않았다고 하여 본 연구의 결과와 유사하였다.

## 3) 타우린 보충 전과 후 혈장 타우린과 혈청 TBARS의 농도 변화

연구 대상자들의 타우린 보충 전과 후의 혈장 타우린 농도는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 보충 전  $63.7 \pm 14.2 \mu\text{mol/L}$ , 보충 후  $73.8 \pm 16.6 \mu\text{mol/L}$ 로 대응표본 *T*-검정 유의수준  $\alpha = 0.05$ 에서 유의한 차이를 나타내어서 경구타우린 보충이 혈장 타우린 농도에 잘 반영된 것을 알 수 있었다.

Surinder와 Sanders의 보고<sup>30)</sup>에서 18~40세의 정상 식사를 하는 영국 여성의 혈장 타우린 농도는  $76 \pm 6.2 \mu\text{mol/L}$ 라고 하였고, Park<sup>31)</sup>의 보고에서는 한국 20대 젊은 여성의 혈장 타우린 농도가  $108.7 \pm 3.4 \mu\text{mol/L}$ 에서 2주간 타우린 투여 후  $184.2 \pm 8.2 \mu\text{mol/L}$ 로, 4주 후  $235.9 \pm 77.9 \mu\text{mol/L}$ 로 증가하였다고 하였다. 타우린 투여에 의해 혈장 taurine 농도가 증가하는 것은 신장을 통한 타우린 배설이 이미 최고 수준에 이른 상태에서 타우린이 일반적인  $\alpha$ -아미노산과는 달리 체내에서 대사되어 에너지원으로 이용되거나 단백질 합성에 사용되지 않기 때문인 것으로 생각된다고 하였다. 본 연구 대상자는 3 g/day 4주간 섭취로 혈장 내 타우린 농도의 증가율이 15.9%이었고, 통계적으로 유의성이 있었다( $p < 0.05$ ). 이와 같이 타우린을 보충한 본 연구 대상자는 유의한 증가 반응을 보였지만, Cha 등<sup>32)</sup>의 보고에서와 같이 단시일 내 고복용량을 섭취시켰을 때보다 혈장 타우린 증가율이 높지 않았다. 타우린은 과량 섭취해도 식이 섭취량과 체중 증가율에 변화를 주지 않으며, 주요 장기의 기능에도 영향을 미치지 않을 뿐더러 1회 투여시 반수치사량이 5 g/kg이 넘는 매우 안전한 물질로 보고<sup>33)</sup>되고 있다.

연구 대상자들의 혈청 TBARS 농도는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 타우린 보충 전은  $5.05 \pm 0.84$  nmol/mL이고, 보충 후는  $4.17 \pm 0.64$  nmol/mL로 아주 유의한( $p < 0.01$ )감소를 나타냈다. Yagi<sup>34)</sup>의 저서에서 40대 일본 중년 남성의 혈청 TBARS 수준이 4.0 nmol/mL 정도라고 하였고, 본 연구 대상자는 한국인 중년 여성으로 젊은 여성보다 높은 수치를 나타냈다. 또, Choi와 Shin<sup>35)</sup>의 보고에서는 한국인 40~49세 여성의 혈청 TBARS 값이 2.3 nmol/mL 정도라고 하였는데, 본 연구 대상자들의 혈청 TBARS 농도가 이보다 높은 경향을 나타낸 것은 대상자들의 체지방율(26.8%)과 WHR(0.84)이 권장치보다 높은 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

체내 지질 과산화물의 축적은 고지방 식이를 섭취했을 경우, 활성산소들의 생성 증가에 의해 이루어진다는 Yamakoshi 등<sup>37)</sup>의 보고나 과도한 운동 후에 생성될 수 있다고 보고<sup>38)</sup>하

**Table 3. The levels of blood hemoglobin and platelet between before and after taurine supplementation of the subjects**

Variables	Subjects Middle-aged women(n=22)		<i>t</i>	<i>p</i> -value <sup>4)</sup>
	Before	After		
Hb(g/dL) <sup>1)</sup>	$12.9 \pm 1.2$ <sup>3)</sup>	$12.7 \pm 1.2$	2.4	0.026 <sup>*5)</sup>
PLT( $\times 10^3 / \mu\text{L}$ ) <sup>2)</sup>	$245.3 \pm 40.9$	$256.7 \pm 47.0$	-11.9	0.07

<sup>1)</sup> Hb: hemoglobin, <sup>2)</sup> PLT: platelet counter, <sup>3)</sup> Values are Mean $\pm$ SD,

<sup>4)</sup> *p*-values from the paired *t*-test between before and after taurine supplementation,

<sup>5)</sup> \*Significant differences between before and after taurine supplementation at  $\alpha = 0.05$  by paired *t*-test.

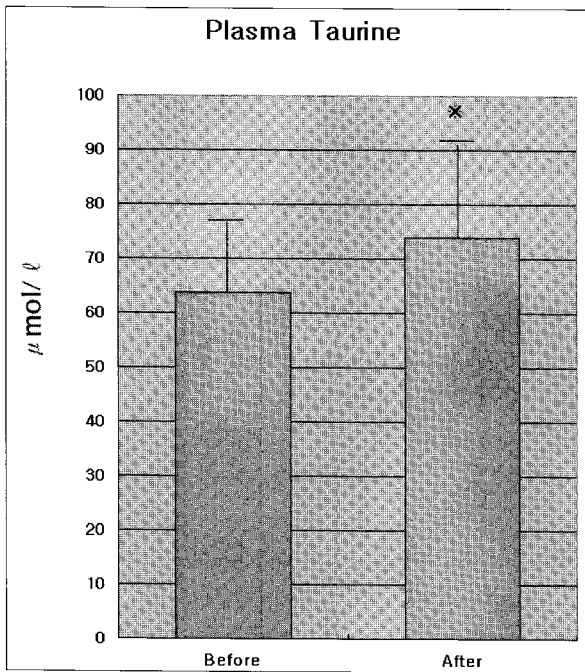


Fig. 1. Comparison of plasma taurine level before and after taurine supplementation.

\*Significant differences between before and after taurine supplementation at  $\alpha=0.05$  by paired *t*-test.

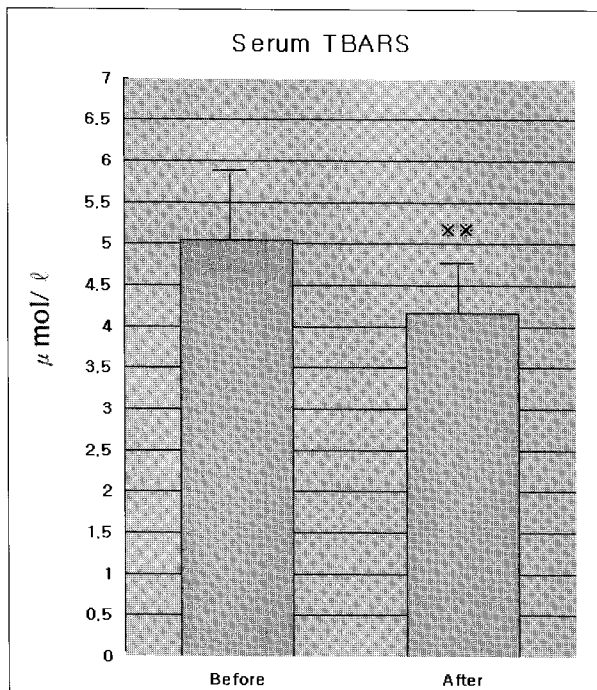


Fig. 2. Comparison of serum TBARS level before and after taurine supplementation.

\*\*Significant differences between before and after taurine supplementation at  $\alpha=0.01$  by paired *t*-test.

였으며, 이들은 과잉의 자유라디칼과 지질 과산화물의 생성은 산화적 스트레스에 의한 조직 손상을 증가시킨다고 했다. 특히 타우린은 Bleomycin과 같은 화학물질은 세포 내에서 자유산소 래디칼을 생성시켜 DNA의 손상과 함께 세포막에서 과산화지질의 생성을 증가시켜 세포의 괴사를 유발시키는데, 이러한 과산화지질 생성 반응을 억제하는 효과<sup>9)</sup>가 있다고 한다. 또한, 타우린의 전구체인 hypotaurine의 hydroxyl radical에 대한 항산화 효과는 탁월하다고 한 연구 보고<sup>10)</sup>도 있다.

Chung 등<sup>39)</sup>의 보고에서도 타우린 보강이 성인 여성의 혈장 내 타우린 농도와 지질 과산화물(MDA) 농도 사이에 유의적인 음의 상관 관계를 제시한 바 있다. Obrosova와 Steven<sup>40)</sup>도 타우린 보충이 MDA 농도를 낮출 수 있다고 하였고, Zhang 등<sup>41)</sup>은 타우린 보충이 7일간 11명의 18~20세 남자를 대상으로 운동에 의한 산화 스트레스를 막을 수 있는가를 연구한 결과, 타우린 보충으로 혈청 TBARS를 감소시켰다고 보고하였다. 이와 같이 타우린 보충이 대상자의 혈액 지질 개선에 양성적 변화를 줄 수 있다고 생각되며, 특히 본 연구 대상자들의 혈청 TBARS 농도의 유의한 감소 현상은 혈액 내 과산화지질의 농도를 감소시킬 수 있어 동맥경화, 심장병 등 지질 과산화에 의한 질병 유발률을 낮출 수 있다고 생각된다.

### 3. 식이 타우린 섭취 실태

연구 대상자들의 타우린의 섭취 실태는 타우린 보충 전 실시하였으며, Table 4에 나타난 바와 같다. 식이 섭취 빈도에 의한 방법으로 타우린이 많이 함유된 식품을 선정하고 일상식이 중 자주 섭취하는 식품으로 되도록 많은 식품 목록 수를 이용하였다. 이는 식품 섭취의 경향을 판단할 수 있는 간단하면서도 타당성이 있는 식품 목록이 필요하므로 중복되지 않는 중요한 식품 목록을 수록하여 실시하였다.

연구 대상자들의 1일 평균 타우린 섭취량은 178.5±50.4 mg/day로 나타났다. 미국인의 타우린 섭취량<sup>42)</sup>은 40~400 mg/day라고 하였고, Zhao와 Jia<sup>43)</sup>의 중국인을 대상으로 조사한 타우린 섭취량은 34~80 mg/day로 보고되었다. 최근 우리나라 중년 여성의 타우린 섭취량에 대한 보고<sup>44)</sup>에서는 145.5±64.0 mg/day로 나타났다. 또한, 여대생을 대상으로 채식자와 비채식자의 1일 섭취량을 조사한 결과, 채식자는 41.2±8.6 mg

Table 4. Dietary taurine intakes by food intake frequency survey of the subjects before taurine supplementation (per day)

Dietary	Subjects
	Middle-aged women(n=22)
Taurine(mg)	178.5±50.4 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Values are Mean±SD.

/day, 비채식자는 116.1±22.6 mg/day로 나타났다<sup>45)</sup>. 이들과 비교하면 본 연구 대상자들의 타우린 섭취량은 미국인의 섭취량 범위 내 수준이며, 비채식 여대생들의 섭취량보다 높았다. 그러나 한국인 성인 여성의 타우린 섭취량 181~219 mg/day 범위의 보고<sup>46)</sup>와 비교하면 본 연구 대상자들의 섭취량이 낮았다. Park 등<sup>47)</sup>이 한국 정상 성인의 타우린 섭취량을 CANPro로 평가한 바에 의하면, 타우린의 섭취량이 가령에 따라 낮아지는 경향을 나타냈다고 했다. 또, 도시와 시골 등 거주지역과 어류 식품의 섭취 빈도 및 섭취 내용에 따라 타우린 섭취량이 달라질 수 있다고 생각된다.

타우린의 급원은 식사로부터 섭취된 타우린과 체내에서 생합성된 타우린인데 보통 50~200 mg/day이며, 타우린의 체내 합성 정도는 아직까지 밝혀지지 않았다. 타우린의 주 배설 경로로 1일 80~200 mg이 소변으로 배설되는데, 포유류의 조직에서 소량이 isothionic acid로 전환되어 소변으로 배설된다고 하며, 그 배설되는 양은 정확히 밝혀진 바가 없지만 건강한 성인일 경우 체중 1 kg당 약 18 mg/day의 크레아틴을 뇨중으로 배설한다고 한다<sup>48)</sup>. 연구 대상자들의 타우린 섭취량이 비교적 높게 나타난 것은 어육류를 많이 섭취한 것으로 생각된다. 해산물을 많이 섭취하는 일본인들은 162~225 mg/day를 섭취한다<sup>49)</sup>고 하는데, 본 연구 대상자들은 이들과 비슷한 섭취 상태를 나타냈다.

#### 4 혈장 타우린과 혈액 지질 농도와의 상관 관계

##### 1) 타우린 보충 전과 후 혈장 타우린과 혈액 지질과의 상관 관계

연구 대상자들의 타우린 보충전과 후, 혈장 타우린 농도와 혈청지질과의 상관 관계는 Table 5에 나타난 바와 같다.

타우린 보충 전 대상자들의 혈장 타우린과 TC, TG, HDL-C, LDL-C, AI는 모두 음의 상관 관계를 나타냈으나, 유의성은 없었다. 그러나 타우린 보충 후 HDL-C와는 양의 상관 관계로 변화되었다. 즉, Matsushima 등<sup>50)</sup>은 동맥경화 모델의 마우스

를 고지방식으로 6개월간 사육하면서 1%의 타우린 함유 음료수로 공급한 결과, 혈청 LDL-C와 VLDL-콜레스테롤 농도가 현저히 감소하고 혈청 HDL-C 농도는 현저히 증가하였고 하였다. 그러나 정상식으로 사육하고 타우린을 보충한 경우는 혈청 TC나 HDL-C 농도에 상승 경향을 나타냈으나, 유의하지는 않았다고 보고<sup>51)</sup>하여 본 연구의 결과와도 일치하였다. 이와 같이 타우린의 지질 저하 작용은 동물 실험에서 잘 알려진 바다. 또, Yukio 등<sup>7)</sup>은 건강한 젊은이를 대상으로 고콜레스테롤 식이에 3 g/day의 타우린 보충식을 주었을 때 역시 위 보고와 유사한 결과를 나타냈다고 하였다. 이러한 기전은 7 $\alpha$ -hydroxylase 활성의 증가로 담즙산으로의 콜레스테롤 대사를 촉진시키는 것과 연관이 되며, 고콜레스테롤혈증에서 가속화 된다고 하였다<sup>31)</sup>. 또한, 타우린은 acyl-CoA: cholesterol acyltransferase(ACAT)의 간성 활성의 상승을 막아준다고 하였다<sup>8)</sup>.

Zhang 등<sup>26)</sup>은 BMI가 25 이상인 20세 전후 비만 학생들을 대상으로 7주간 3 g/day로 타우린을 보충한 후 체중 감소와 더불어 혈청 TG와 AI값이 현저하게 감소하였다고 하였다. 이와 같은 보고들과 본 연구의 결과를 비교하면, 본 연구 대상자들의 타우린 보충 기간이 비교적 짧고 대상자가 질병을 갖고 있지 않아서 유의한 변화는 나타나지 않은 것으로 생각된다.

혈장 타우린과 혈청 TBARS 농도와의 상관 관계는 타우린 보충 전은 -0.206( $p=0.359$ )에서 타우린 보충 후는 -0.448( $p=0.036$ )로 유의한 음의 상관 관계를 나타냈다. 이 결과로서 타우린 보충이 혈청 TBARS 농도를 감소시켰음을 알 수 있었다.

#### 요약 및 결론

본 연구는 생활 습관병 유발이 증가되는 중년기 여성(33~54세) 22명을 대상으로 타우린을 4주간 3 g/day를 보충한 후, 혈액 내 성장 특히 관상동맥 질환 유발과 관련된 물질인 지질

Table 5. Correlation of plasma taurine level with serum lipid of the subjects before and after taurine supplementation

Plasma	Serum	Middle-aged women(n=22)					
		TC <sup>1)</sup>	TG <sup>2)</sup>	HDL-C <sup>3)</sup>	LDL-C <sup>4)</sup>	AI <sup>5)</sup>	TBARS <sup>6)</sup>
Taurine	Before	-0.299 (0.177)	-0.080 (0.723)	-0.008 (0.970)	-0.303 (0.171)	-0.210 (0.347)	-0.206 (0.359)
	After	-0.200 (0.372)	-0.050 (0.801)	0.056 (0.803)	-0.223 (0.318)	-0.166 (0.46)	-0.448* <sup>7)</sup> (0.036) <sup>8)</sup>

<sup>1)</sup> TC: total cholesterol, <sup>2)</sup> TG: triglyceride, <sup>3)</sup> HDL-C: high density lipoprotein-cholesterol, <sup>4)</sup> LDL-C: low density lipoprotein-cholesterol,

<sup>5)</sup> AI: atherogenic index(TC-HDL-C/HDL-C), <sup>6)</sup> TBARS: thiobarbituric acid reactive substances,

<sup>7)</sup> \*Significant by Pearson's correlation coefficients at  $p<0.05$ , <sup>8)</sup>  $p$ -value.

과산화물로 혈청 TBARS 농도를 측정하여 그 변화를 알아보았다. 이 연구는 중년기의 관상동맥 질환 개선 및 예방을 기대하며 시도되었고 그 결과는 다음과 같다.

연구 대상자들의 체중과 신장은 각각  $57.9 \pm 5.2$  kg,  $159.2 \pm 5.2$  cm로 한국인 중년 여성 기준치와 차이가 없었고, 체지방률과 복부 지방률(WHR)이 각각 26.8%, 0.84%로 나타났으며, 한국 중년 여성 기준치보다 높은 경향을 나타냈다. 타우린 보충 전과 후의 혈청 총 콜레스테롤, 중성 지방, LDL-콜레스테롤의 농도 차이에서 보충 전보다 후에 낮아진 경향을 나타냈으나 유의성은 없었고, 혈청 HDL-콜레스테롤의 농도 차이는 없었다. 또한, 타우린 보충 전과 후, 혈청 TBARS 농도는  $5.05 \pm 0.84$  nmol/ml,  $4.17 \pm 0.64$  nmol/ml로 아주 유의한 감소 차이를 나타냈고( $p < 0.01$ ), 혈장 타우린 농도는 각각  $63.7 \pm 14.2$   $\mu$ mol/l,  $73.8 \pm 16.6$   $\mu$ mol/l로 유의한 증가로 나타나 타우린 보충이 혈장 타우린 농도에 반영되었다( $p < 0.05$ ). 식이 섭취 빈도법에 의한 대상자들의 타우린 섭취량은  $178.5 \pm 50.4$  mg/day으로 최근 한국 성인 여성 타우린 섭취량과 유사하였다.

이상의 결과, 타우린은 동맥경화증과 심혈관 질환의 원인이 되는 지질 과산화물의 하나인 혈청 TBARS 농도에 영향을 줄 수 있는 영양인자로 타우린을 선정하고, 질병이 없는 중년 여성에게 3 g/day 씩 4주간 보충하여 그 변화를 측정한다. 타우린 보충 후 대상자들의 혈청 TBARS 농도가 유의하게 낮아졌으며( $p < 0.01$ ), 상관 관계 분석에서, 혈청 HDL-C 농도는 타우린 보충 전보다 보충 후에 양의 경향으로 변화되었다. 또한, 혈청 TBARS 농도는 타우린 보충 후 유의한( $p < 0.05$ ) 음의 상관 관계로 변화되었다. 즉 상승된 혈장 타우린 농도가 혈청 TBARS 농도에 영향을 미쳤음을 알 수 있었다. 결론적으로 타우린은 지질 과산화물의 길항제의 효과를 낼 수 있고, 타우린의 섭취가 동맥경화성 질환 예방에 도움을 줄 수 있음을 보여 주었다. 그러므로 대상자들이 중년기 여성으로서 혈청 TBARS의 농도가 높지 않은 상태이지만 노후를 대비하여 타우린과 같은 항산화성, 항 동맥경화성 영양소를 충분히 섭취하는 것이 바람직하다고 생각된다.

## 참고문헌

1. Korea National Statistical Office. Death rates by sex and age causes according to the condensed list of general mortality, www.nso.go.kr. 2006
2. Anitha, AT, Balakrishnan, SD and Anuradha, CV. Taurine modulates antioxidant potential and controls lipid peroxidation in the aorta of high fructose rats. *J. Biochem. Molecular Biol. & Biophysics*. 6:129-133. 2002
3. 김을상. 타우린의 기능과 생체내 지질 저하 작용에 관한 연구. 중앙대학교식량자원연구 논문집 13:46-56. 2001
4. Chang, L, Xu, JX, Zhao, J, Pang, YZ, Tang, CS and Qi, YF. Taurine antagonized oxidative stress injury induced by homocysteine in rat vascular smooth muscle cells. *ACTA Pharmacologica Sinica*. 25:341-346. 2004
5. Chen, W, Matuda, K, Nishimura, N and Yokogoshi, H. The effect of taurine on cholesterol degradation in mice fed a high-cholesterol diet. *Life Sciences*. 74:1889-1898. 2004
6. Kaplan, B, Karabay, G, Za, RD, Yapan, C, Ozer, H and Sayan, I. Effects of taurine in glucose and taurine administration. *Amino Acids*. 27:327-333. 2004
7. Yukio, Y, Yasuo, N, Katsumi, I, and Shunsaku, M. Is taurine a preventive nutritional factor of cardiovascular diseases or just a biological marker of nutrition? *Taurine 2. Plenum*. New York. pp.623-630. 1996
8. Murakami, S, Yukiko, K, Yoshihisa, T, Hideaki, K, Kazuya, K, Masanobu, S and Nobuhiro, F. Effect of taurine on cholesterol metabolism in hamsters: on up-regulation of low density lipoprotein(LDL) receptor by taurine. *Life Sciences*. 70:2355-2366. 2002
9. Kim, CK, Park, EK, Quinn, MR and Schuller, G. The production of superoxide anion and nitric oxide by cultured murine leukocytes and the accumulation of TNF- $\alpha$  in the conditioned media is inhibited by taurine chloramine. *Immunopharmacol*. 34:89-95. 1996
10. Aruoma, OI, Halliwell, B, Honey, BM and Butler, J. The antioxidant action of taurine, hypotaurine and their metabolic precursors. *Biochem. J*. 256:251-255. 1998
11. Erman, F, Balkan, J, Cevikba, U, Kocak, N and Uysal, M. Betaine or taurine administration prevents fibrosis and lipid peroxidation induced by rat liver by ethanol plus carbon tetrachloride intoxication. *Amino Acids*. 27:199-205. 2004
12. Friedewald, WT, Levy, RI and Fredrickson, DS. Estimation of the concentration of low density-lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem*. 18:499-502. 1972
13. Yagi, K. Lipid peroxides in biology and medicine, pp.328-331. Academic Press, New York. USA. 1984
14. Stochi, V, Palma, F, Piccoli, G, Biagiarelli, B, Cucchiari, L and Magnani, M. HPLC analysis of taurine in human plasma sample using the DABSL-Cl reagent with sensitivity at picomole level. *J. Liquid Chromatography*. 17:347-357. 1994
15. Lee, RD and Nieman, DC. Health habits and history ques-



- tionnaire. *Nutritional Assessment* 2nd ed. Mosby. p545. 1995
16. Rural Development Administration. Food composition table 6th. revision. National Rural Living Science Institute, RDA. 2001
  17. Park, TS, Park, JE, Chang, JS, Son, MW and Sohn, KH. Taurine content in Korean foods of plant origin. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 27:801-807. 1998
  18. Kim, ES, Kim, GS and Moon, HK. Taurine contents in milks, meats and seafoods. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 28:16-21. 1999
  19. Cha, YS, Kim, IS, and Joo, EJ. Comparison of body fat metabolism in middle-aged women depending upon swimming practice. *Kor. J. Nutr.* 28:397-405. 1995
  20. James, B, Kenneth, AC and Gail, GH. Comparison of methods for estimating body composition in young and elderly women. *J. Gerontology.* 45:119-124. 1990
  21. Barakat, HA, Carpenter, JW, McLendon, WD, Khazanie, P, Leggett, N, Heath, J and Marks, R. Influence of obesity, impaired glucose tolerance and NIDDM on LDL structure and composition. *Diabetes.* 39:1527-1533. 1990
  22. Peiris, AN, Sturve, MF and Kissebath, AH. Relationship of body fat distribution to metabolic clearance of insulin in premenopausal women. *Int. J. Obes.* 11:581-589. 1987
  23. Nishimura, N, Umeda, C, Oda, H and Yokogoshi, H. The effect of taurine on plasma cholesterol concentration in genetic type 2 diabetes GK rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminology.* 48:483-490. 2002
  24. Lombardini, JB and Militante, JD. Effects of taurine supplementation on cholesterol levels with potential ramification in atherosclerosis. *Adv. Exper. Med. Biol.* 583:251-256. 2006
  25. Choi, YS, Kwak, IS, Lee, JA and Lee, SY. Annual changes in cholesterol intake and serum cholesterol level of Korean from 1962 to 1995 Year. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 484-491. 1999
  26. Zang, M, Bi, LF, Fang, JH, Su, XL, Da, GL, Kuwamori, T and Kagamimori, S. Beneficial effects of taurine on serum lipids in overweight or obese non-diabetic subjects. *Amino Acids.* 26:267-271. 2004
  27. Chang, KJ. Effects of taurine and  $\beta$ -alanine on blood glucose and blood lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. *Kor. Nutr. Soc.* 32:213-220. 1999
  28. Selvaraj, N, Bobby, Z and Sathiyapriya, V. Effect of lipid peroxides an antioxidants on glycation of hemoglobin: An in vitro study on human erythrocytes. *Clinica. Chemica. Acta.* 366:190-195. 2006
  29. Hayes, KC, Pronczuk, A, Addesa, AE and Stephan, ZF. Taurine modulates platelet aggregation in cats and humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 49:1211-1216, 1989
  30. Surinder, KR and Sanders, TAB. Taurine concentrations in the diet, plasma, urine and breast milk of vegans compared with omnivorous. *Brit. J. Nutr.* 56:17-26. 1986
  31. Park, TS, Chung, EJ, Um, YS, Oh, JY and Lee, YC. Effects of oral taurine supplementation on plasma total and phospholipid fatty acid patterns in healthy female adults. *Kor. J. Nutr.* 31:1315-1323. 1998
  32. Cha, HS, Oh, JY and Park, TS. Effects of taurine supplementation on plasma concentration and urinary excretion of free amino acid in healthy female adults. *Kor. J. Nutr.* 32:158-165. 1999
  33. Obinata, K, Takeshi, M, Motohiko, H, Toyohiko, W and Hiroshi, N. Effect of taurine on the fatty liver of children with simple obesity. *Adv. Exp. Med. & Biol.* 403:607-613. 1996
  34. Yagi, K. Serum lipid peroxide levels in subjects having certain disease and in aging In. CRC handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine, pp.223-230. 1989
  35. Choi, YS and Shin, JH. Age and sex related differences in serum levels of lipid peroxide, retinol and  $\alpha$ -tocopherol in Korean adults. *Kor. J. Nutr.* 30:1109-1115. 1997
  36. Alvarez, JG and Storey, BT. Taurine and hypotaurine inhibit light-induced lipid peroxidation in rabbit spermatozoa and protect against loss of motility. *Biol. Reprod.* 29:548-555. 1983
  37. Yamakoshi, J, Piskula, MK, Izumi, T, Tobe, K, Saito, M, Kataoka, S, Obata, A and Kikuchi, M. Isoflavone aglycon-rich extract without soyprotein attenuates atherosclerosis development in cholesterol fed rabbits. *J. Nutr.* 130:1887-1893. 2000
  38. Yoon, GA. Antioxidant levels and lipid peroxidation in plasma and erythrocyte following treadmill running. *Kor. J. Nutr.* 32:870-876. 1999
  39. Chung, EJ, Um, YS, Oh, JY and Park, TS. Effect of oral taurine supplementation on blood antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in healthy female adults. *Kor. Nutr. Soc.* 33:745-754. 2000
  40. Obrosova, IG and Steven, MJ. Effect of dietary taurine supplementation on GSH and NAD(p)-redox status, lipid peroxidation and energy metabolism in diabetic precata-

- ractous lens. *Association for Research in Vision and Ophthalmology*. 40:680-688. 1999
41. Zhang, M, Izumi, I, Kafamimori, S, Sokejima, S, Yamagami, T, Liu, Z and Qi, B. Role of taurine supplementation to prevent exercise-induced oxidative stress in healthy young men. *Amino Acids*. 26:203-207. 2004
  42. Hayes, KC and Trautwein, EA. Taurine. In; Shils, ME, Olson, JA and Shike, M. Modern nutrition in health disease, 8th ed, pp.477-485. Lea and Febiger, Philadelphia. USA. 1994
  43. Zhao, XH and Jia, JB. Taurine content in Chinese foods, pp.15-19. 97 International taurine symposium, Tucson. Arizona. 1997
  44. Lim, MH, Yang, HR, Chung, JO and Kim, ES. Comparison of dietary intakes, urinary excretions and plasma levels of Seoul and Kyunggi area. *J. East Asian Soc.* 14:20-26. 2004
  45. 박태선, 강혜원, 장준성, 성미경. 한국인 채식주의자와 비 채식주의자의 타우린 섭취량, 혈장 타우린 농도 및 배설량에 관한 연구. 한국식품영양과학회 추계학술대회 초록. p132. 1998
  46. Park, TS, Kang, HW, Park, JE and Cho, SH. Dietary intake, plasma levels and urinary excretions of taurine in adolescents and adults residing in Seoul area. *Kor. Nutr. Soc.* 34:440-448. 2001
  47. 박정은, 강혜원, 조세현, 박태선. 한국 정상성인의 타우린 섭취량, 혈중 타우린 농도 및 배설량에 관한 연구. 한국영양학회 춘계학술대회 초록. p92. 1998
  48. Emery, AEH and Burt, D. Amino acid, creatine and creatinine studies in myotonic dystrophy. *Clin. Chem. Acta.* 39:361-365. 1972
  49. Kibayashi, E, Yokogoshi, H, Mizue, H, Miura, K, Yoshita, K, Nakagawa, H, Naruse, Y, Sokejima, S and Kagamimori, S. Daily dietary intake of taurine in Japan. pp.26-27. International Taurine Symposium. Siena, Italy. 1999
  50. Matsushima, Y, Sekine, T, Kondo, Y, Sakurai, T, Kam, K, Tachibana, M and Murakami, S. Effects of taurine on serum cholesterol levels and development of atherosclerosis in spontaneously hyperlipidemic mice. *Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology*. 30:295-299. 2003

---

(2007년 10월 18일 접수; 2007년 11월 30일 채택)