

## 지질의 종류를 달리 하였을 때 식이내 Vitamin E첨가가 혼주의 혈청 Vitamin E농도 및 지질성분에 미치는 영향

박 귀 선 · 윤 현 숙

동아대학교 식품영양학과

### Effect of Dietary Vitamin E Supplement and Kinds of Lipid on the Serum Vitamin E Concentration and Lipid Composition

Park, Kui-Sun and Yoon, Hyeon-Sook

*Dept. of Food Science and Nutrition, Dong-A University*

#### = ABSTRACT =

This study was performed to investigate the effect of dietary vitamin E supplement and kinds of lipid on the vitamin E concentration and lipid composition in serum of the rats fed for seven weeks. Supplemented vitamin E was 300mg/kg diet as DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate, and 15% of corn oil or beef tallow was added to standard diet.

The results were as follows;

- 1) Body weight and feed efficiency ratio were significantly increased by supplement with vitamin E, corn oil and beef tallow.
- 2) Serum vitamin E concentration increased significantly by supplement of vitamin E and beef tallow on the diets, while one of corn oil fed group decreased significantly.
- 3) The contents of triglyceride, total cholesterol, phospholipid in serum were significantly increased in the beef tallow group, and the vitamin E only-supplemented group showed significantly lower serum cholesterol content than any others.
- 4) The content of HDL-cholesterol in serum increased significantly in the vitamin E only-fed group and vitamin E plus corn oil-fed group.
- 5) The ratio of VLDL, LDL-cholesterol content to HDL-cholesterol one in serum was significantly low in the vitamin E only-supplemented group and corn oil group, and was significantly higher in the beef tallow group than in the corn oil group.

접수일자 : 1987년 2월 12일

## 서 론

Vitamin은 미량으로 동물의 영양을 지배하고 정상적인 생리기능을 조절하면서 물질을 완전히 대사시키는, 인체에 필수적인 영양소이다. 이 가운데에서도 지용성 vitamin의 하나로 알려진 vitamin E(vit. E)는 개인의 건강은 물론 의학계에까지 그 관심이 계속적으로 증가되고 있으며 이에 따른 생화학적 기능과 여러 영양소와의 상호관계 규명을 위한 제반연구가 활발히 이루어지고 있다<sup>1-3</sup>.

Vitamin E는 생체내 세포막에 주로 존재하며 지질, 단백질, 효소활성, hormone 등 각종 물질 대사에 널리 관여하고 특히 항산화제로서 지질과 밀접한 관계가 있다<sup>4-7</sup>. 과량의 polyunsaturated fatty acid(PUFA)섭취는 조직내에서 불포화지방 산의 산폐를 용이하게 하여 peroxide 및 free radical을 형성하므로 vit. E 결핍을 초래하고 정상적인 조건하에서 PUFA가 vit. E의 요구량을 좌우하게 되며<sup>8</sup> 한편, 식이내 vit. E 첨가는 plasma triglyceride, total cholesterol 함량을 감소시키고, 또 vit. E의 함량이 증가할수록 혈청 cholesterol이 감소된다고 한다<sup>9</sup>. 또한 vit. E가 결핍한 실험동물에서 혈청 cholesterol이 증가하고 과량의 vit. E 첨가는 cholesterol을 재분배시켜 HDL-cholesterol을 증가시키고 LDL과 VLDL-cholesterol을 감소시키는 등, 최근 심각히 대두되고 있는 관상동맥성 심장질환 개선에 효과적이라는 보고<sup>10,11</sup>가 있는 반면 이에 상반된 이론도 있다. vit. E는 체내에서 주로 LDL 형태로 운반되고 이 LDL fraction 농도는 plasma  $\alpha$ -tocopherol 수준을 결정하는 중요한 요인인 된다고 하였으며<sup>12</sup> 또 Stampfer 등<sup>13</sup>에 의하면 과량의 vit. E는 정상 인에 있어서 HDL-cholesterol, total cholesterol, triglyceride의 plasma lipid 함량에 어떠한 영향도 미치지 않았다고 하여 아직도 vit. E의 plasma lipids 함량에 미치는 정확한 영향이나 그

mechanism은 논쟁의 대상이 되고 있다.

그러므로 본 연구에서는 식이 지질의 종류를 달리하여 불포화도가 높은 corn oil과 반대로 포화도가 높은 beef tallow를 주면서 식이내 vit. E를 첨가하였을 때 흰쥐의 혈청 vit. E 농도와 지질성분의 함량에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 시도하였다.

## 실험재료 및 방법

### 1) 실험동물

체중이 200g 내외되는 Sprague-Dawley종의 수컷 흰쥐를 10일간 고형사료(제일 Co.)로 적응시켜 체중에 따라 난피법에 의해 5마리씩 6군으로 분류하여 7주간 자유롭게 급식시켰다.

### 2) 실험식이

본 실험식이의 조성은 Table 1과 같으며 지질 글루원인 corn oil과 beef tallow는 고형사료에 각각 15%씩 첨가하였고 vit. E(DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate)는 식이 1kg 중에 300mg을 더 첨가하였다.

### 3) 식이섭취량과 체중증가량 측정

식이섭취량은 실험기간 동안 매일 일정한 시간에 측정하였고 체중은 매주 한번씩 일정한 시간

Table 1. The composition of experimental diets

Group	Diets
I	S.D.
II	S.D. + V.E
III	S.D. + C.O.
IV	S.D. + B.T.
V	S.D. + C.O. + V.E
VI	S.D. + B.T. + V.E

1) S.D.; standard diet

V.E; vitamin E(300mg DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate/kg diet)

C.O.; corn oil(15% of standard diet)

B.T.; beef tallow(15% of standard diet)

— 지질의 종류를 달리하였을 때 식이내 Vitamin E첨가가 흰쥐의 혈청 Vitamin E농도 및 지질성분에 미치는 영향 —

에 측정하였다. 식이효율은 체중증가량을 식이섭취량으로 나누어 산출하였다.

#### 4) 채혈 및 혈청분석

7주간 사육한 흰쥐를 희생시키기 12시간전에 절식시킨 후 ether로 가볍게 마취시켜 복부대동맥에서 채혈하였고 이를 실온에서 약 1시간동안 방치한 후 3000rpm에서 15분간 원심분리시켜 혈청을 취하여 분석하였다.

##### (1) 혈청 Vit. E 정량<sup>14)15)</sup>

채취한 혈청 500μl을 시험관에 취하고 ethanol 500μl를 첨가, 30초간 vortex mixer로 혼합시키고 n-hexane 4ml를 첨가한 다음 3000rpm에서

Table 2. Instrument and operating conditions for HPLC

Chromatograph	Waters Liquid chromatograph
Detector	Waters Model 440AC
Injector	Waters Model U6K
Record	Shimadzu R-111(1.05mV)
Column	μ Bondapak C-18 with guard column
Sensitivity	0.1AUFS
Wavelength	280nm
Mobile phase	methanol-water(95:5)
Flow rate	1.5ml/min
Chart speed	10mm/min

Table 3. Feed intake net weight gain feed efficiency ratio

Group	Feed intake (g)	weight gain (g)	F.E.R.
I	752.21 ± 35.71 <sup>b)</sup>	110.23 ± 11.21	0.15
II	706.38 ± 25.13	113.12 ± 13.42	0.16
III	658.27 ± 21.59 <sup>*a)</sup>	132.47 ± 9.67 <sup>*a)</sup>	0.20 <sup>*a)</sup>
IV	661.91 ± 30.32 <sup>*a)</sup>	139.97 ± 7.43 <sup>*a)</sup>	0.21 <sup>*a)</sup>
V	591.30 ± 27.52 <sup>**a), *b)</sup>	136.13 ± 11.72 <sup>*a)</sup>	0.23 <sup>**a)</sup>
VI	668.18 ± 47.38	147.66 ± 12.48 <sup>*a)</sup>	0.22 <sup>**a)</sup>

<sup>a)</sup> Mean ± S.D.

<sup>b)</sup> Significantly different from control group

<sup>\*</sup>; p < 0.01      <sup>\*\*</sup>; p < 0.001

5분간 원심분리 한 후 상등액 3.5ml를 취하고 50°C에서 rotary vacuum evaporator(TOKYO RI-KAKIKAI CO., LTD.)로 농축시키고 methanol 200μl로 희석하여 이 용액 50μl를 HPLC용시료로 하였다. 이때 이용된 기기와 분석조건은 Table 2와 같으며 표준 vit. E는 DL-α-tocopherol(KANTO 제품)을 사용하였다.

#### (2) 혈청 지질성분 측정

##### ① Triglyceride(TG) 함량

혈청 TG 함량은 효소법에 의한 TG측정 Kit(일본, IATRON 제품)로 측정하였다. 혈청 0.02ml를 취하여 효소시액 3.0ml를 가하여 잘 혼합한 다음 항온수조에서 5분간 방치한 후 550nm에서 분광광도계(Gilford 260)로 흡광도를 측정하여 산출하였다.

##### ② Total cholesterol 함량

혈청 total cholesterol 함량은 효소법에 의한 측정 Kit(일본, IATRON 제품)로 측정하였다. 혈청 0.02ml에 효소시액 3.0ml를 가하여 잘 혼합한 후 항온수조에서 10분간 방치한 후 500nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하여 산출하였다.

##### ③ Phospholipid(PL) 함량

혈청 PL 함량은 효소법에 의한 PL측정 Kit(일본, IATRON 제품)로 측정하였다. 혈청 0.02ml에 효소시액 3.0ml를 가하여 혼합 후 항온수조에

서 15분간 방치한 다음 500nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하여 산출하였다.

#### ④ HDL-cholesterol 함량

혈청 HDL-cholesterol 함량은 효소법에 의한 측정 Kit(일본, IATRON 제품)로 측정하였다. 혈청 0.1ml에 분리시약(K-Agar)을 가하고 5분간 방치한 후 원심분리(3000rpm, 10mins)하여 상등액 0.5ml을 취하여 효소시약 3.0ml을 가한 다음 항온수조에서 10분간 방치하여 500nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하여 산출하였다.

#### 5) 통계처리

각 분석결과는 student t-test로서 유의성 검정을 하였다.

### 실험결과 및 고찰

#### 1) 식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율

7주간 사용한 실험동물의 식이섭취량, 체중증가량, 식이효율은 Table 3과 같다.

식이섭취량은 대조군에 비해 지질을 투여한 Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ군에서 유의적인 감소를 나타내었고 vit. E

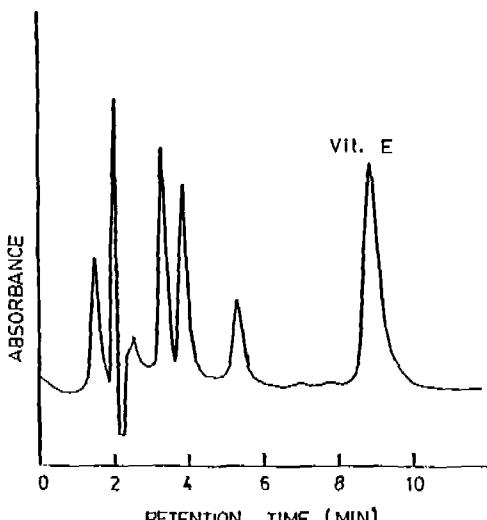


Fig. 1. HPLC chromatogram of control serum extract

를 첨가함에 따라 식이섭취량은 감소하나 corn oil과 vit. E를 함께 투여한 V군을 제외하고는 유의성은 없었다. 체중증가량은 대조군에 비해 지질을 투여한 군(Ⅲ-Ⅳ)에서 유의적으로 증가하였고 vit. E만 첨가하거나 Ⅱ군) 지질과 vit. E를 함께 첨가한 군(V, VI)에서도 증가하는 경향이나 유의성은 없었다. 이는 Davon 등<sup>16)</sup>이 mouse로 6주동안 한 실험에서 5% corn oil 투여시 vit. E가 결핍되어도 vit. E를 첨가한 군과 유의적인 차이가 없다는 보고와 일치하며 Machlin<sup>17)</sup>의 쥐 실험에서 10% corn oil 투여시 8주까지는 vit. E 결핍과 관계없이 체중이 증가하였다는 보고와도 일치하는 것으로 생각된다. 식이효율은 대조군에 비해 모든 군에서 증가하였으며 특히 지질첨가군(Ⅲ-VI)에서는 유의적으로 증가하였고 vit. E 첨가에 따른 유의성은 나타나지 않았다. 이상의 결과에서 지질과 vit. E 동시 첨가식이는 식이섭취량은 감소시키는 반면, 체중과 식이효율은 증가시키는 것을 알 수 있었다. 이는 표준식이에 첨가된 지질 때문인것으로 사료된다.

#### 2) 혈청 Vit. E 정량

Vit. E 표준품에 대한 검량곡선은 좋은 직선성을 나타내는 0.65mg/dl~2.6mg/dl 범위에서 구하

Table 4. Serum vitamin E concentration  
( $\times 10^2 \mu\text{g}/\text{dl}$ )

Group	Vitamin E concentration
I	$10.36 \pm 0.98^{\text{D}}$
II	$22.99 \pm 0.78^{**\text{a}}$
III	$7.81 \pm 0.66^{*\text{b}}$
IV	$13.89 \pm 0.59^{**\text{a}}$
V	$15.59 \pm 1.43^{**\text{b}}$
VI	$23.23 \pm 1.33^{**\text{c}}$

<sup>D</sup>Mean  $\pm$  S.D.

<sup>a</sup>Significantly different from control group

<sup>b</sup>Significantly different from III group

<sup>c</sup>Significantly different from IV group

\*; p < 0.01

\*\*; p < 0.001

→ 지질의 종류를 달리하였을 때 식이내 Vitamin E첨가가 혈청 Vitamin E농도 및 지질성분에 미치는 영향 →

였고 HPLC에 의한 혈청 vit. E분석결과는 Fig. 1과 Table 4와 같다.

Vit. E무첨가군(I, III, IV)의 혈청 vit. E농도가 각각 10.36, 7.81, 13.89( $\times 10^2 \mu\text{g}/\text{dl}$ )인데 비해 vit. E첨가군(II, V, VII)은 22.99, 15.59, 23.23( $\times 10^2 \mu\text{g}/\text{dl}$ )으로 증가하므로서 식이내 vit. E첨가는 혈청 vit. E농도에 유의적인 증가를 나타내었으며 이는 Machlin<sup>17)</sup>의 쥐를 이용한 실험에서 26주간 vit. E결핍식이와 vit. E공급식이(200mg/kg diet)로 사육한 경우 plasma vit. E 수준이 각각 58  $\mu\text{g}\%$ 와 1278  $\mu\text{g}\%$ 를 나타냈다고 하였으며 또 Yang과 Desai<sup>18)</sup>도 16개월간 과량의 vit. E(2,500~10,000IU/kg diet)를 첨가했을 때 혈청 vit. E농도가 첨가한 vit. E수준에 따라 증가한다는 보고와도 일치함을 알 수 있었다. 또한 15% corn oil을 투여한 군(III)에서의 혈청 vit. E농도는 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다. 이는 corn oil의 양을 증가시킴에 따라 plasma vit. E농도가 감소되었다는 Horwitt의 보고<sup>19)</sup>와 일치하였다. 또 corn oil식이를 공급할 경우 조직내 linoleate와 arachidonate의 양이 증가하여 간에 peroxides 형성이 증가됨을 보고<sup>16)</sup>하였다. 따라서 과량의 PUFA를 포함하고 있는 membrane을 지질파산화로부터 보호하기 위해 vit. E의 필요가 증가되었었다고 생각된다. 또 15% beef tallow를 투여한 군(IV)에서 혈청 vit. E농도가 대조군

에 비해 유의적으로 증가하였다. Haddad등에 의하면 plasma  $\alpha$ -tocopherol양은 low fat diet나 low cholesterol diet에 의해 감소되며 plasma cholesterol량이 감소함에 따라 감소하였다는 보고와 일치하였다. 한편 corn oil과 vit. E를 함께 투여한 V군에서는 대조군에 비해 유의적으로 증가하였고 corn oil만 투여한 군에서도 유의적인 증가를 보이고 있으나 첨가한 양만큼 vit. E의 농도가 증가하지는 않았고 beef fallow 와 vit. E를 함께 투여한 군과 비교해 볼 때 각각 유의적으로 증가하였다. 이상의 결과에서 vit. E는 PUFA가 다량 함유된 corn oil의 지질파산화의 저해제로서 소모됨을 추측할 수 있었다.

### 3) 혈청 중 지질성분의 함량

각 실험군의 혈청 중 지질성분의 함량은 Table 5에 나타나 있다.

혈청 triglyceride 함량은 beef fallow만 투여한 군(IV)에서 대조군에 비해 유의적으로 증가하였고 vit. E를 첨가한 군(II, V, VII)에서는 첨가하지 않은 군(I, III, IV)보다 다소 증가하는 경향이나 유의성은 없었다. 이는 Haddad등과 Yasuda등<sup>19)</sup>의 vit. E첨가가 혈청 triglyceride 함량에 아무런 영향도 미치지 않는다는 보고와 일치하며 Clegg 등<sup>20)</sup>의 vit. E첨가가 혈청 triglyceride 함량을 증가시킨다는 보고와는 상이하다고 간주된다. 혈청

Table 5. Contents of triglyceride, total cholesterol, phospholipid and HDL-cholesterol in serum (mg/dl)

Group	Triglyceride	Total cholesterol	Phospholipid	HDL-cholesterol
I	114.05 $\pm$ 8.74	56.37 $\pm$ 3.29	43.01 $\pm$ 3.95	26.52 $\pm$ 3.47
II	121.39 $\pm$ 9.21	51.06 $\pm$ 2.08 <sup>a)</sup>	39.12 $\pm$ 2.78	31.81 $\pm$ 2.03 <sup>a)</sup>
III	107.43 $\pm$ 6.30	60.34 $\pm$ 2.63	38.45 $\pm$ 1.47 <sup>a)</sup>	30.27 $\pm$ 5.21
IV	132.74 $\pm$ 8.96 <sup>a)</sup>	64.28 $\pm$ 3.15 <sup>a)</sup>	53.78 $\pm$ 3.20 <sup>a)</sup>	23.49 $\pm$ 2.56
V	115.27 $\pm$ 4.27	61.57 $\pm$ 6.27	36.17 $\pm$ 4.05	34.42 $\pm$ 4.08 <sup>a)</sup>
VI	151.03 $\pm$ 23.62 <sup>a)</sup>	57.81 $\pm$ 1.05 <sup>b)</sup>	46.28 $\pm$ 3.23 <sup>b)</sup>	22.03 $\pm$ 2.79

<sup>a</sup> Mean  $\pm$  S.D.

<sup>a)</sup> Significantly different from control group

<sup>b)</sup> Significantly different from IV group

\*; p < 0.05      \*\*; p < 0.01

total cholesterol 함량은 vit. E를 첨가한 II 군에서 대조군에 비해 유의적으로 감소하였으며 beef tallow만 투여한 군(IV)에서는 유의적으로 증가하였다. 그리고 beef tallow와 vit. E를 함께 투여한 VII 군에서는 beef tallow만 투여한 IV 군에 비해 vit. E를 첨가하므로 혈청 cholesterol이 유의적으로 감소하였고 이는 첨가한 vit. E량에 비례하여 혈청 cholesterol이 감소한다는 Chen 등<sup>9</sup>의 연구와 일치하며 25 또는 250IU의 vit. E를 장기간 투여한 환경의 plasma total lipid와 cholesterol이 vit. E 무첨가군보다 월씬 더 높다는 Yang과 Desai의 보고<sup>21</sup>와는 상반된다. 한편, Oppenheimer 등<sup>22</sup>의 실험에서 vit. E 결핍으로 근육쇠약현상과 함께 hypercholesterolemia를 초래하고 이는 isocitric dehydrogenase의 활성도를 낮추므로 krebs cycle이 약화되고 결과적으로 cholesterol의 합성이 증가된다는 이론과 Chupukchareon 등<sup>23</sup>의 보고에는 vit. E 결핍의 plasma cholesterol이 증가되며 이는 liver microsome에서 cholesterol 7  $\alpha$ -hydroxylase의 활성이 감소하는데 기인된다는 보고와 또 Gold 등<sup>24</sup>은 tocopherol이 결핍한 환경의 혈중 cholesterol치가 현저히 증가하고 tocopherol을 공급하면 낮아지는데 이는 vit. E가 cholesterol의 bile acid로의 전환과 배설을 촉진하기 때문이라 보고하고 있다. 따라서 본 실험결과로 볼 때 vit. E의 첨가는 혈청 cholesterol 양을 감소시키며 이는 고지혈증, 동맥경화증, 고혈압등의 질환에 유효하다는 이론에 부응된다. 혈청 phospholipid 양은 vit. E 첨가로 감소하는 경향이 있고 beef tallow와 vit. E를 함께 투여한 VII 군에서는 IV 군에 비해 유의적으로 감소하였다. 이는 정상인에게 600mg의  $\alpha$ -tocopherol을 투여했을 때 혈청 phospholipid가 감소한다는 보고<sup>25</sup>와 일치했다. 또한 HDL은 관상동맥성 심장질환의 위험을 낮추는 인자로서 본 실험결과에서, HDL-cholesterol은 vit. E를 첨가한 II 군과 V 군에서 유의적으로 증가하였다. 이는 Hermann 등<sup>10</sup>과 Barboriak 등<sup>11</sup>의 보고와

Table 6. The ratio of VLDL, LDL-cholesterol to HDL-cholesterol in serum

Group	VLDL, LDL-cholesterol/ HDL-cholesterol
I	1.13 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>
II	0.61 $\pm$ 0.15*
III	0.99 $\pm$ 0.07
IV	1.74 $\pm$ 0.09*
V	1.61 $\pm$ 0.34** <sup>a</sup>
VI	1.62 $\pm$ 0.22*

<sup>b</sup> Mean  $\pm$  S.D.

\* Significantly different from control group

<sup>a</sup> Significantly different from III group

\*; p &lt; 0.05      \*\*; p &lt; 0.01

일치하며 최근, 간, 신장 질환자에까지 확대 연구되고 있으나 Howard 등과 Stampfer 등<sup>19</sup>의 vit. E가 HDL-cholesterol에 어떠한 영향도 미치지 않는다는 보고가 있어 이 방면의 정확한 mechanism 규명에 보다 많은 연구가 요구된다고 생각된다. 또 VLDL, LDL-cholesterol과 HDL-cholesterol의 함량비는 Table 6에 나타나 있다.

VLDL, LDL-cholesterol과 HDL-cholesterol의 함량비는 일반적으로 PUFA를 다량 함유한 corn oil 투여군(III)에서 대조군에 비하여 감소하는 경향이고 포화지방산을 다량 함유한 beef tallow를 투여한 IV 군에서는 유의적으로 증가하는 경향이었다. 그리고 vit. E를 첨가한 II 군에서는 유의적으로 감소하였고 이는 vit. E 첨가로 인한 혈청 HDL-cholesterol 양이 증가하여 total cholesterol에 대해 상대적으로 VLDL, LDL-cholesterol을 감소시키는 것으로 생각된다. 이상의 결과로 볼 때 식이내 vit. E 첨가는 혈청 cholesterol을 감소시키고 HDL-cholesterol을 증가시킬 수 있는 것이 아닌가 사료된다.

— 지질의 종류를 달리하였을때 식이내 Vitamin E첨가가 흰쥐의 혈청 Vitamin E농도 및 지질성분에 미치는 영향 —

## 요 약

본 연구에서는 지질의 종류를 달리 했을때 식이내 vit. E 첨가가 흰쥐의 혈청 vit. E 농도와 지질성분에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 평균 체중이 200g 내외되는 Sprague-Dawley계 흰쥐 30마리를 6군으로 각 군에 따라 vit. E 수준을 300mg/kg diet로 첨가하고 지질급원은 corn oil beef tallow를 식이내 각 15%로 섭여 하였다. 전 실험기간동안 각 실험군마다 식이섭취량과 체중을 측정하였고 식이효율을 산출하였다. 혈청을 채취하고 혈청 vit. E농도와 각 지질성분의 함량을 측정한 결과는 다음과 같다.

1) 체중과 식이효율은 vit. E, corn oil, beef tallow를 첨가하므로서 증가되는 경향이었다.

2) 혈청 중 vit. E의 농도는 vit.E와 beef tallow를 첨가함에 따라 유의적으로 증가하였고, corn oil만 투여한 군에서는 유의적으로 낮았다.

3) 혈청 중 triglyceride, total cholesterol, phospholipid 함량은 beef tallow를 첨가하므로 유의적으로 증가하는 경향이었고 vit. E를 첨가한 군에서는 혈청 cholesterol이 유의적으로 낮았다.

4) 혈청 HPL-cholesterol 함량은 vit. E만 투여한 군과 corn oil과 vit. E를 함께 투여한 군에서 유의적으로 증가하는 경향이었다.

5) VLDL, LDL-cholesterol과 HDL-cholesterol의 함량 비는 vit. E 첨가군과 corn oil을 투여한 군에서 유의적으로 낮았고 beef tallow를 투여한 군에서는 유의적으로 높았다.

## REFERENCES

- 1) Langan SM, Farrell PM. *Vitamin E, vitamin A and essential fatty acid status of patients hospitalized for anorexia nervosa*. Am J Clin Nutr 41:1054-1060, 1985
- 2) Lai MZ, Dutzgunes N, Szoka FC. *Effects of replacement of the hydroxyl group of cholesterol and tocopherol on the thermo-tropic behavior of phospholipid membranes*. Biochemistry 24:1646-1653, 1985
- 3) Bieri JG. *Vitamin E*. Nutr Rev 33:161, 1975
- 4) Iritani N, Fukuda E, Kitamura Y. *Effect of corn oil feeding on lipid peroxidation in Rats*. J Nutr 110:924-930, 1980
- 5) Chow CK, Reddy K, Tappel AL. *Effect of dietary vitamin E on the activities of the glutathione peroxidase system in rat tissues*. J Nutr 103:618-624, 1973
- 6) Olson RE. *Creatine kinase and myofibrillar proteins in hereditary muscular dystrophy and vitamin E deficiency*. Am J Clin Nutr 27:1117-1129, 1974
- 7) Hulstaert CE, Gijzel WP, Hardonk MJ, Kroon AM, Molenaar I. *Cellular membranes and membrane-bound enzymes in vitamin E deficiency*. Lab Inv 33:176-186, 1975
- 8) Tappel AL. *Lipid peroxidation damage to cell components*. Fed Proc 32:1870-1874, 1973
- 9) Chen LH, Liao S, Packett LV. *Interaction of dietary vitamin E and protein level or lipid source with serum cholesterol level in rats*. J Nutr 102:729-732, 1972
- 10) Hermann WJ. *The effect of vitamin E on lipoprotein cholesterol distribution*. Ann NY Acad Sci 393:467-472, 1982
- 11) Barboriak JJ, Shetty KR, Kalbfleisch JH. *Vitamin E supplements and plasma high density lipoprotein cholesterol*. Am J Clin Pathol 77:371-372, 1982
- 12) Behrens WA, Thompson JN, René Madère LT. *Distribution of  $\alpha$ -tocopherol in human plasma lipoproteins*. Am J Clin Nutr 35:691-696, 1982
- 13) Stampfer MJ, Willett W, Castelli WP, Taylor JO, Fine J, Hennekens CH. *Effect of vitamin E on lipids*. Am J Clin Pathol 79:714-716, 1983
- 14) Driskell WJ, Neese JW, Bryant CC, Bashor MM. *Measurement of vitamin A and*

- vitamin E in human serum by high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr* 231: 439-444, 1982
- 15) De Leenheer AP, De Bevere VO, Cruyl AA, Claeys AE. Determination of serum  $\alpha$ -tocopherol(vitamin E) by hig performance liquid chromatography. *Clin Chem* 24(4): 585-590, 1978
- 16) Davon DH, Menzel DB. Effect of dietary fat and vitamin E on mouse lung lipids. *J Nutr* 109: 1856-1864, 1979
- 17) Machlin LJ, Filipski R, Nelson J, Horn LR, Brin M. Effect of a prolonged vitamin E deficiency in the rat. *J Nutr* 107: 1200-1208, 1977
- 18) Horwitt MK. Status of human requirements for vitamin E. *Am J Clin Nutr* 27: 1182-1193, 1974
- 19) Yasuda Masahide, Fujita Tadashi, Mizunoya Yasuhisa. Liver and plasma lipid in vitamin E-deficient Rats. *Chem Pharm Bull* 27(2): 447-451, 1979
- 20) Clegg RE, Klopfenstein CF, Klopfenstein WE. Effect of diethylstilbestrol, ascorbic acid and vitamin E on serum lipid patterns. *Poultry Sci* 55: 1104-1111, 1976
- 21) Yang NYJ, Desai ID. Effect of high levels of dietary vitamin E on liver and plasma lipids and fat soluble vitamins in rats. *J Nutr* 107: 1418-1426, 1977
- 22) Openheimer H, Shulman S, Roberts S, Milhorat AT. Serum proteins, lipoproteins and glycoproteins in muscular dystrophy of vitamin E-deficiency. *Proc Soc Exp Biol Med* 97: 882-886, 1958
- 23) Chupukcharoen N, Komaratat P, Wilairat P. Effects of vitamin E deficiency on the distribution of cholesterol in plasma lipoproteins and the activity of cholesterol 7  $\alpha$ -hydroxylase in rabbit liver. *J Nutr* 115: 468-472, 1985
- 24) 金亨燮 · 金容赫 . Effect of supplementary  $\alpha$ -tocopherol and its deficiency on serum cholesterol level in human and rat. 高醫大論集 18(1): 299, 1981
- 25) 福場博保 · 美濃眞 . ビタミンEと高脂血症. 東京, 醫歯藥出版株式會社 351-355, 1985