

## 반복된 採血이 일반식이 흰쥐의 肝, 血清, Vitamin E 함량에 미치는 영향

박 귀 선

동아대학교 식품영양학과

### Effect of Repeated Blood Collection on the Amount of Vitamin E in Serum and Liver of the Rats Fed Standard Diet

Back Kui Sun

Dept. of Food and Nutrition, Dong-A University

=ABSTRACT=

This study was conducted to investigate the effect of repeated blood collection on the amount of vitamin E in serum and liver of the rats fed standard diet.

Rats (Sprague Dawley strain) were fed standard diet for several weeks. Blood was collected with an improved cardiac puncture method at regular intervals. The amount of vitamin E analogs were measured by the HPLC.

1) The growth curve of all groups was normal, but body weight gains of group II were significantly decreased in case of 7 week - rats whose blood was collected at intervals of two weeks.

2) The amount of vitamin E analogs in serum of rats during growth increased, but continuous blood collection could not affect on the amount of vitamin E in serum. Especially, in the group I serum vitamin E equivalent were significantly higher in case of 7 weeks than first week.

3) The amount of liver vitamin E analogs were changed irregularly, and especially,  $\alpha$ -Tocopherol equivalent were significantly higher in group II than other groups.

### 서 론

Vitamin E (Vit. E, Toc)는 Evans등<sup>1)</sup>에 의해 [因子X]로 발견된 이래 생체막을 구성하는 불포화

지방산의 과산화반응을 억제하는 물질로서의 항산화력과 vit. E의 특이적인 대사에 대한 기능설로 그 역할이 밝혀지고 있다<sup>2-10)</sup>.

Vit. E의 종류는  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ 의 vit. E 동족체에 4종의 Toc-3이 자연계에 존재하며  $d$ - $\alpha$ -Toc의 효력이 가장 강한 생물학적 활성을 가진다고

접수일자 : 1987년 2월 12일

한다.

Mason<sup>11)</sup>등에 의하면 포유동물에 있어서 vit. E의 생리적 작용은 생식계통, 근육조직, 신경계통, 도관계통에 영향을 미치며 특히 출혈은 vit. E결핍시에 생기는 현상으로 병아리에 있어 滲出性 병증을 일으키는 것으로 혈액과 깊은 관련을 설명하고 있다.

Vit. E의 필요량은 polyunsaturated fatty acid (PUFA) 섭취비율로 설명될 수 있고 정상적인 조건하에서 PUFA가 vit. E의 요구량을 좌우하는 것으로 혈중 총 vit. E 농도를 0.5mg%로 유지시킬 수 있는 섭취량이면 조직기능에도 큰 지장이 없는 것으로 알려지고 있다<sup>12)</sup>.

혈중 vit. E의 농도는 vit. E나 vit. E 유도체의 첨가식이에 의해 영향을 받으며 주령이 증가됨에 따라 vit. E의 투여가 혈중 vit. E의 투여가 혈중 vit. E의 농도를 증가 시켰고 뇌나 심장에도 영향을 미친다는 보고가 있다<sup>13)</sup>. 또한 정상적인 성장, 비장의 크기, 근육효소 수준, 적혈구의 원형질막을 완전하게 유지시키기에 충분한 vit. E 첨가식이가 mitogen에 반응하는 lymphocyte를 유지하기 위해서는 불충분하며 즉, mitogen 반응은 보다 높은 plasma vit. E level과 상관이 있다는 보고도 있으며<sup>14)</sup> 18mg/ml의 최대범위까지 vit. E level을 증가<sup>14)</sup>시킬것을 권장하고 있다. 한편 식이 중의 pectin 다량함량은 vit. E 흡수를 감소시<sup>15)</sup>킨다고 한다.

이와같은 문헌들을 고찰해 보면 보다높은 vit. E level유지를 시사해 주는 것이라 사료되며 또한 혈중 vit. E 상태는 vit. E 缺乏 mouse가 alloxan 존재하에 비교적 격심한 용혈성을 나타낸다고 하였으며<sup>16)</sup> 혈중에서의 vit. E 輸送효율은 적혈구 E량과 혈장 E량을 비교하면 연령이 높을수록 적혈구에서의 vit. E 효율성이 저하한다고 한다<sup>17)</sup>.

虛血에 의해 세포는 구조적 기능적 장애를 일으킨다<sup>18)</sup><sup>19)</sup>고 하는 보고가 있어 혹시 출혈이 vit. E level과 관련이 있지 않을까 생각되었다.

사람은 생활하는 동안에 menstruation이나 수

술등으로 혈액을 크게 손실하게 되는 경우가 있으며 이와같은 실혈이 혈중 vit. E량을 감소시킬 수도 있지않을까 사료되어 인위적인 실혈의 한 방법으로 쥐를 사육시켜 죽이지 않고 시행한 수희의 정기적 심장부위의 채혈이 혈중 vit. E농도에 어떠한 영향을 미치는가 확인하고자 본 실험을 행하였다.

### 실험재료 및 방법

#### 1) 동물식이 및 채혈

평균 체중 56~78g의 생후 3주된 Sprague-Dawley 종(본 실험실에서 사육된 것임) 60마리를 난괴법에 의해 3 group으로 나누어 일반 고형사료(제일사료 Co.)로 사육한 후 I group(control. 20마리)은 실험 3, 4, 5, 6, 7주에 각 4마리씩 채혈, 희생하였고 제 II group은 2주간격으로 실험 3주, 5주, 7주에 희생시키지 않고 채혈하였으며 III group은 4주간격으로 실험 3주와 7주에 채혈하여 실험종료일에 희생시켰다.

실험식이(제일사료 Co.)중의 vit. E 동족체의 함량은  $\alpha$ -Toc가 6.66mg/ml  $\beta$ -Toc가 0.132mg/ml  $\gamma$ -Toc가 0.27mg/ml  $\delta$ -Toc가 0.58 mg/ml 이었으며 실험 design은 Table 1과 같다.











#### 2) 실험방법

실험기간 동안 성장율과 체중증가량을 산출하였고 혈청과 간중의 vit. E량을 측정하였으며 각군의 평균값은 student's t-test로 각군간의 유의성 검정을 하였다.

#### (1) 채혈방법

실험동물을 2시간 절식시켜 ether로 가볍게 마취한 후 보정판위에서 배를 위로하여 사지를 고정하였다. lml주사기로 손으로 확인한 심장 부위에서 0.7ml 정도를 10~20초만에 채혈한 후, 실온에서 1시간 방치하여 3000rpm에서 15분간 원심분리하여 직사광선을 피한 상태에서 당일 혈청을 분석하였다. 채혈이 끝난 동물은 공기중에 자

Table 1. Experimental design

Groups	3wk	4wk	5wk	6wk	7wk
I					
II					
III					



 Blood collection.  Blood and liver collection.

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	u 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

연스럽게 두었다가 자연 회복된 후 원래의 실험 상태로 하였다.

(2) 간과 혈청중의 Vit. E 동족체 측정

Toc 표준액( $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -Toc)은 Toc 표준품 kit (vit. E 정량용, 日本 和光 Co.)를 사용하였다. 혈청과 잘게 부순 간중의 vit. E 동족체는  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 별로 HPLC에 의해 분리정량 하였다. 전처리과정은 시료 0.2ml에 물 0.4ml를 가하여 진탕 혼합한 후 vit. E 표준품을 각 2 $\mu$ g이 함유된 ether 2ml를 가하여 잘 혼합한 후 n-hexane 5.0ml를 가하고 5분간 shaking, 다시 5분간 원심분리하여 상등액을 분리시킨후, 40 $^{\circ}$ C의 물에 N<sub>2</sub> gas를 통과시켜 잔류물에 n-hexane 100 $\mu$ l을 가하여 이를 정확히 20 $\mu$ l씩 column에 주입 분석하였으며 분석조건은 Table 2에 나타내었다.

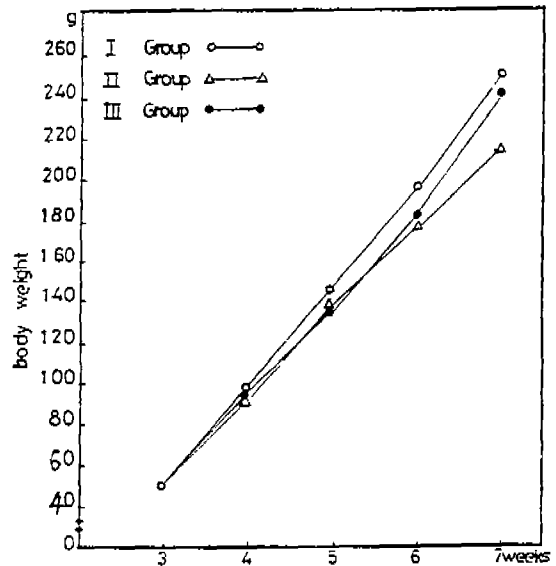


Fig. 1. Growth curve during experimental period.

실험결과 및 고찰

1) 성장곡선 및 체중증가량

실험기간 동안의 성장곡선과 체중증가량을 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다.

또한 실험과정에서의 흰쥐의 생존율은 Table 3에 나타내었다.

모든 실험군이 비교적 정상적인 성장곡선 (Fig. 1)을 나타내었으나 체질이 잦은 II군(210 $\pm$ 18)에서는 I군(252 $\pm$ 6g)에 비하여 실험종료주에 유의적으로(p<0.01) 감소하였다. 그러나 전 실험군이 모두 주령에 따라 체중은 증가하였다.

체중증가량(Fig. 2)은 모든 실험군이 유사한 비

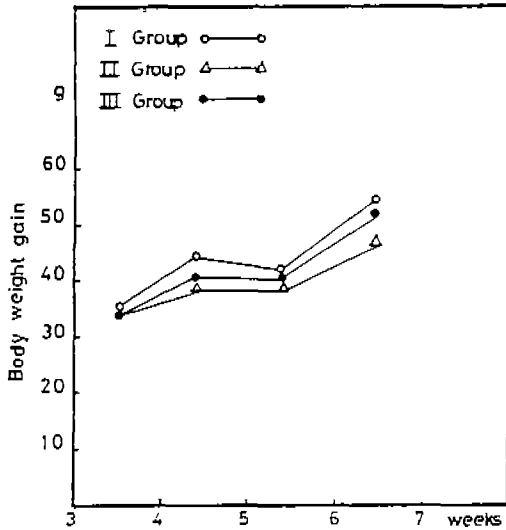


Fig. 2. Body weight gain per week.

Table 3. Survivors during experimental period (%)

Groups	3wk	4 wk	5wk	6wk	7 wk
I	20(rats)	16	12	8	4
II	20	20	20	19(95)	19(95)
III	20	20	20	20(100)	20(100)

를 나타내었는데 I군은 실험 7주에  $58 \pm 7g$  가장 높은 증가량을 나타내었다. 채혈을 시도한 II군은 I군에 비하여 유의적인( $p < 0.01$ ) 감소를 보였으며 III군은 같은 감소경향이었으나 유의성은 없었다. 선행문헌<sup>21)</sup>과 비교하면 표준식이군인 I군과는 거의 일치하였다. 채혈을 시도한 II, III군에서는 체중증가현상이 I군에 따르지 못하였으며 3번 채혈을 시도한 II군은 7주에 유의적으로( $p < 0.01$ ) 감소하였다. 大和<sup>20)</sup>에 의한 4~5주령의 mouse에서는 0.6ml로 채혈한 1주일후 다시 반복 채혈한 실험에서 생화학적 변화가 별로 없었다는 보고를 참고하면 2~4주의 장기간(문헌에 비하여) 후의 채혈은 0.7ml정도로는(총 혈액량의 5~10%)체중에 영향을 미치지 않으나 3회의 채혈은 체중증가에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 채혈을 시도한 쥐의 생존율(Table 3)은 II군에서 95%, III군에서

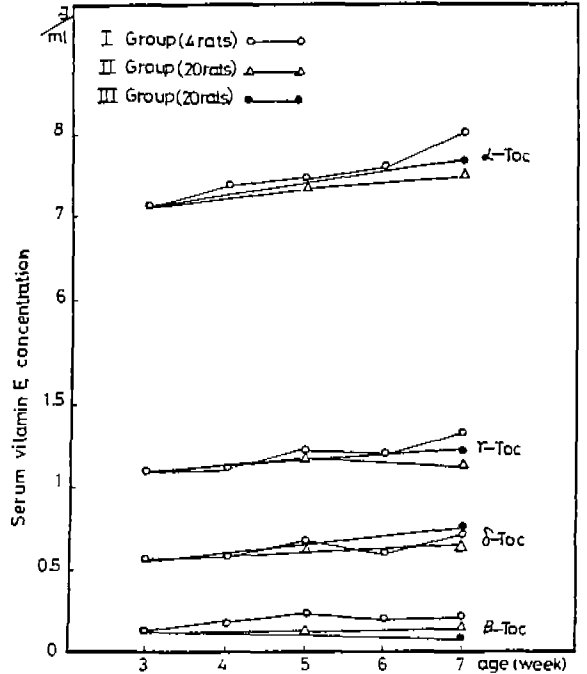


Fig. 3. Serum vitamin E concentration.

100%이었다. 채혈의 횟수가 3회나 계속된 채혈이 무리가 있었던 것으로 생각된다. 그러나 1주후에 다시 한번 채혈한 大和의 보고<sup>20)</sup>와 비교하면 생존율이 높은 것으로 이는 본 실험을 위한 예비실험에서 훈련이 잘된 것으로 생각되며 채혈 반복기간이 길었던 것도 원인이라 생각된다. 장기간 실험에서 소량의 채혈이 필요할 때는 이와같은 채혈 방법이 바람직하다고 생각되나 채혈기간의 간격을 고려해야할 것으로, 희생된 쥐는 채혈시에 희생된 것으로 채혈시의 부주의로 다른 장기에 해를 주었거나 마취정도가 지나친 것이 아닌가 생각되며 무사히 마취에서 깨어난 쥐가 생육도중에 사망한 예는 없었다.

#### 2) 혈청 Vit. E 동족체의 농도

일반사료로 사육한 실험동물의 혈청에 존재하는 vit. E 동족체의 값을 Fig. 3에 나타내었다.

매주 4마리씩 희생시킨 제 I군과 희생시키지 않고 채혈을 시도한 II, III군에서 모두 주령에 따라 vit. E 농도는 일정한 증가율은 아니나 일반적으로

— 반복된 採血이 일반식이 원쥐의 肝, 血清, Vitamin E 함량에 미치는 영향 —

Table 4. Serum vitamin E equivalent ( $\alpha$ -Toc eg<sup>2</sup>)

Groups	3 wk	4 wk	5 wk	6 wk	7 wk
I	8.77 ± 0.54 <sup>1</sup>	8.93 ± 1.88	9.46 ± 1.95	9.48 ± 1.26	10.23 ± 1.93 <sup>***a</sup>
II	8.46 ± 0.19		9.05 ± 1.02		9.66 ± 0.98
III	8.67 ± 0.76				9.75 ± 1.28

1. Mean ± SD

2. Vitamin E equivalent ( $\alpha$ -Toc eg)

:  $\alpha$ -Toc + 0.3 ×  $\beta$ -Toc + 0.1 ×  $\gamma$ -Toc + 0.02 ×  $\delta$ -Toc

a. Significantly different from I-3 wk group.

\*\* : p < 0.01

Table 5. Liver vitamin E analog concentration

(mg/g)

Groups	$\alpha$ -Toc	$\beta$ -Toc	$\gamma$ -Toc	$\delta$ -Toc	$\alpha$ -Toc(eq)
3 wk	10.97 ± 1.26 <sup>2</sup>	0.16 ± 0.02	7.26 ± 0.10	2.63 ± 0.41	11.80 ± 1.78
4 wk	8.08 ± 2.01	0.33 ± 0.02	16.36 ± 0.79	6.11 ± 0.32	9.97 ± 1.09
I <sup>1</sup> 5 wk	10.99 ± 1.98	0.27 ± 0.01	12.97 ± 0.71	3.89 ± 0.47	12.65 ± 2.01
6 wk	13.34 ± 1.17	0.13 ± 0.01	7.80 ± 0.39	2.65 ± 0.38	14.22 ± 1.96
7 wk	13.14 ± 1.80	0.18 ± 0.02	13.00 ± 1.97	1.68 ± 0.26	14.53 ± 2.45
II 7 wk	12.58 ± 1.29	0.70 ± 0.07 <sup>***a</sup>	17.60 ± 0.10 <sup>***a</sup>	4.04 ± 0.14 <sup>***a</sup>	15.68 ± 2.78 <sup>***a</sup>
III 7 wk	13.69 ± 1.96	0.23 ± 0.06	10.48 ± 0.65 <sup>***a</sup>	3.14 ± 0.26 <sup>**a</sup>	14.89 ± 2.06

1. Used 4 rats. 2. Mean ± SD a. Significantly different from I-7 wk group.

\* : p < 0.05 \*\* : p < 0.01 \*\*\* : p < 0.001

로 증가하는 경향이었고 제 I 군에서는 실험종료주에  $\alpha$ -Toc가 7.86 ± 0.29 mg/ml 로, 특히 6주에서 7주 사이에는 다른주에 비하여 유의적인 (p < 0.01) 증가를 보였다. 혈청중 vit. E 동족체의 함량은 식이중의 함량순(順)과 마찬가지로  $\alpha$ -Toc의 함량이 가장 높았으며  $\beta$ -Toc가 가장 낮았다. Machlin<sup>22)</sup>이 쥐를 이용한 실험에서 식이내 vit. E 첨가는 혈청 vit. E 농도에 유의적인 증가를 보였다는 보고와 비교하면 사료중의 vit. E 동족체의 함량이 원쥐의 혈청 vit. E 함량에 영향을 미치는 것으로 사료되며 본인이 앞서 행한 실험에서<sup>23)</sup>도 확인되었다. Fukuba(福場<sup>24)</sup>의 일본사람을 대상으로 행한 실험에서 혈청 vit. E가 연령에 따라 소량 증가했다는 보고도 있고 Weiwo<sup>25)</sup>, Farrel<sup>26)</sup>, Desai<sup>27)</sup>, 美濃<sup>28)</sup> 등의 혈청 vit. E 농도가 연령에 비례하는 것으로 기술한 결과와도 일치하였다. 그러나 최등<sup>29)</sup>

의 대조군의 농도가 2, 3주에 peak를 보이다가 감소하는 경향을 보였고 5주 이후는 증가를 나타내었다는 보고와는 차이가 있으나 이는 식이중의 지방산의 함량차이로 생각된다.

희생시키지 않고 계속 채혈을 한 II, III군에서도 주령에 따라 혈청 vit. E 동족체의 값이 상승한 것은 2주, 4주 간격의 0.7ml 정도의 채혈은 혈청 vit. E 농도에 영향이 없는 것으로 추측되며 회복후의 정상적인 식이섭취가 영향이었을 것으로 유추된다.

혈청 vit. E를 산출하여 Table 4에 나타내었다.

실험종료주인 7주에는 각군이 10.23, 9.66, 9.75로 I군에 비하여 I, II군은 감소하였으나 유의성은 없었다. 또한 실험초인 3주에 채혈된 혈청 vit. E eg 값인 8.77, 8.46, 8.67에 비하여 실험종료주인 7주에는 I군은 유의적인(p < 0.01) 증가를 보

였고 II군과 III군은 각각 유의성은 없었으나 증가하였다. 이는 채혈이 주령에 따른 혈청 vit. E level에는 미치지 못하는 것으로 채혈이 vit. E eq에는 영향을 크게 미치지 않는 것으로 생각된다.

3) 간 중의 Vit E 동족체의 농도

간 중의 vit. E 동족체의 농도는 Table 5에 나타내었다.

각 동족체의 함량은 I군에서 주령의 증가에 따라 정확한 일률성은 없으나 증가하는 경향으로 설명할 수 있겠으며  $\alpha$ -Toc eq의 값은 주령에 따라 크게 영향이 없는 것으로 유추된다. 최등<sup>29)</sup>의 보고에서 생후 5주까지 증가하다가 7주에는 level-off되거나 감소하였다는 보고와는 약간 상이하나 지방식으로 급식시킨 최등의 보고와는 식이차이가 원인이라 생각된다. 3회의 채혈을 거듭한 II군에서  $\alpha$ -Toc의 함량이 I군 종료주에 비하여 낮았으며  $\alpha$ -Toc eq의 값은 유의성은 있으나, 낮게 나타났다. 2회의 채혈을 시도한 III군에서는 I군 종료주의 거의 유사한 것으로 나타났다.  $r$ -Toc는 유의하게 낮아졌고  $\delta$ -Toc는 유의하게 증가하는 특이한 값을 나타내었으나 현재로서는 설명을 하기가 어렵다.

제II군의  $\alpha$ -Toc농도는 vit. E공급과 시간에 대수적으로 비례한<sup>30)31)</sup>다고 하는데 3회의 채혈을 계속한 군에서의  $\alpha$ -Toc eq의 증가는 간 중의 지질 변화와 관련이 있지 않을까 사료되나 확실한 고찰이 어려우며 특히  $\beta$ -Toc,  $r$ -Toc,  $\delta$ -Toc의 함량이 유의적으로(p<0.001) 증가하였는데 이의 원인을 찾기가 어려웠다. 앞으로 보다 구체적인 규명을 위한 연구가 필요하리라 생각된다.

요 약

본 실험은 일반 표준사료로 급식시킨 쥐(Sprague Dawley Strain)에서 개량한 Cardiac puncture 방법으로 계속하여 채혈한후 혈청과 간중의 vit. E량을 측정된 것이다. vit. E량의 측정은 HPLC에

의해 행하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 체중은 주령에 따라 정상군과 채혈을 시도한 모든군이 비교적 정상적인 성장곡선을 보였다. 그러나 2주간적으로 3회의 채혈은 실험 7주에 체중 증가량을 유의적으로 감소시켰다.

2) 혈청 vit. E 동족체의 함량은 주령에 따라 증가하였다. 2주, 4주 간격의 채혈은 vit. E 함량변화에 영향을 미치지 않았다. 혈청 vit. E eq는 계속적인 채혈을 하지않은 I군에서 실험첫주에 대하여 실험 종료주에 유의적인 증가를 보였다.

3) 간중의 vit. E 동족체의 함량은 규칙적인 함량변화를 나타내지 않았으나 3회의 채혈을 한 II군의  $\alpha$ -Toc eq가 유의적으로(p<0.05) 높았다.

REFERENCES

- 1) Evans HM, Bishop KS. *On the existance of a hitherto unregnized dietary factor essential for reproduction.* Science 56: 650-651, 1922
- 2) Murphy DJ, Mavis RD. *A comparison of the in vitro binding of  $\alpha$ -tocopherol to microsomes of lung, liver, heart and brain of the rat.* Biochim Biophys Acta 663: 390-400, 1981
- 3) Kruk P, Enesco HE.  *$\alpha$ -Tocophrol reduces fluorescent age pigment levels in heart and brain of gougng mice.* Experientia 37:1301-1302 1981
- 4) 山城國暉. *どタミンE 缺乏と肺の酸素に関する肺内タンパク質の變動につりて.* どタミン54: 227-233,1980
- 5) Mino M, Kitagawa M, Nakagawa S. *Red blood cell tocopherol concentrations in a normal population of Japanese children and premature infants in relation to the assessment of vitamin E status* Am J Clin Nutr 41: 631-638, 1985
- 6) 円尾和子. *新生兒期の血漿および赤球 どタミンEの變動とその 榮養指標としての 評價.* どタミン 58: 357-363, 1984
- 7) 美農眞, 中川茂男北順他. *Bioavailable Tocopherol* どタミン 57:165-175, 1983

- 8) Ferrari R, Visioli O, Guarnieri C. *Vitamin E and the heart: Possible role as antioxidant. Acta Vitaminol Enzymol* 5: 11-22, 1983
- 9) Lmanishi H. *Studies on changes of lipid peroxides and vitamin E during pregnancy Nagoya Med J*, 25: 117-130, 1981
- 10) Williams ER, Caliendo MA. "Nutrition", McGraw-Hill Book Co. p258-335, New York, 1984
- 11) Mason KE. *The first two decades of vitamin E history. In "Vitamin E, a comprehensive treatise" (LJ Machlin; ed) pp1-5, Marcel Dekker Inc 1980*
- 12) 한국인구보건연구원 편. 한국인 영양 권장량. pp30-31, 고문사 1985
- 13) ZASPEL MENKEN B, LE-CHU SU, LUND-AYAZ K & SAARI CSALLANY A. *Organic Solvent-Soluble Lipofuscin pigments and Glutathione Peroxyclose in Mouse Brain and Heart: Effects of Age and Vitamin E. J Nutr* 116:350-355, 1986
- 14) Adrienne B, Edda C, Lawrence JM. *Dietary Vitamin E Requirement for Optimum Immune Responses in the Rat. J Nutr* 116: 675-681, 1986
- 15) Schaus E E, Dekumen BO, Chow FI, REyes P, OMaye ST. *Bioavailability of Vitamin E in Rats Fed Graded levels of pectin. J Nutr* 115: 263-270, 1985
- 16) Rose CS, Gyorgy P. *Tocopherol requirements of rats by means of hemolysis test. Proc Soc Exp Biol Med* 74, 411 1950a; *Blood*, 5, 1062 1950b; *J Physiol* 168, 414 1952
- 17) Chow KC. *Distribution of tocopherols in human plasma and red blood cells. Am J Clin Nutr* 48:2089-2095, 1969
- 18) Chien KR, Abrams J, Serroni A, et al. *Accelerated phospholipid degradation and associated membrane dysfunction in irreversible, ischemic liver cell injury. J Biol Chem* 253: 4809-4817, 1978
- 19) Mitnacht S Jr, Farber JL. *Reversal of ischemic mitochondrial dysfunction. J Biol Chem* 256: 3199-3206, 1981
- 20) Kazuo OHWADA. *Improvement of cardiac Puncture in Mice. Exp Anim* 35 (3): 353-355, 1986
- 21) 김영심, 김미경. 단백질의 종류를 달리한 식이에 첨가한 coffee와 Methionine이 흰쥐의 단백질과 지방대사에 미치는 영향. 19(4):224-232, 1986
- 22) Machlin LJ, Gabriel E, Spiegl HE, Horn LR, Brin M, Nelson J. *Effects of a prolonged Vitamin E deficiency in the rat. J Nutr* 107: 1200-1208, 1977
- 23) 박귀선, 윤현숙. 지질의 종류를 달리하였을 때 식이내 Vitamin E 첨가가 흰쥐의 혈청 Vitamin E 농도 및 지질성분에 미치는 영향. 20(1):71-78, 1987
- 24) Fukerba H. *Present status of vitamin E intake in Japan and serum vitamin E level. 197, 1974*
- 25) WeiWo CK, Draper HH. *Vitamin E status of Alaskan Eskimos. Am J Clin Nutr* 28: 808-813, 1975
- 26) Farrell PM, Levine SL, Murphy MD. *Plasma tocopherol levels and tocopherol-lipid relationship in a normal population of children as compared to healthy adults. Am J Clin Nutr* 31: 1720-1726, 1978
- 27) Desai ID, Swann MA, Garcia Tavares ML. *Vitamin E status of agricultural migrant workers in Southern Brazil. Am J Clin Nutr* 33: 2669-2673, 1980
- 28) 美濃眞. どタシソEの乳兒期とくに 新生兒期の問題點. 臨床栄養 49: 429-435, 1976
- 29) 최민숙, 송지현, 최혜미, 박현서, 이양자. 출생 전후의 식이 필수 지방산의 수준이 흰쥐의 혈청 및 뇌와 간세포의 vitamin E 농도에 미치는 효과. 한국영양학회지 16: 4, 1983
- 30) Peake IR, Windmueller HG, Bieri JG. *A comparison of the intestinal absorption, lymph and plasma transport, and tissue uptake of  $\alpha$ - and  $\beta$ -tocopherols in the rat. Biochim Biophys Acta* 260: 679-688, 1972
- 31) Kayden HJ, Bjornson L. *The dynamics of vitamin E transport in the human erythrocyte. Ann NY Acad Sci* 203: 127-140, 1972