

## 소의 혈청 비타민 E 농도와 결핍증에 관한 연구

이경갑 · 박전홍 · 임윤규 · 김희석 · 이창우\* · 최희인\*

제주대학교 농과대학, 서울대학교 수의과대학\*

### A Study on Serum Vitamin E Levels and Deficiency in Cattle

Kyoung-kap Lee, Jun-hong Park, Yoon-kyu Lim, Hee-seok Kim,

Chang-woo Lee\*, Hee-in Choi\*

College of Agriculture, Cheju National University, Cheju, 690-756

College of Veterinary Medicine, Seoul National University\*, Suwon, 441-744

#### Abstract

Serum  $\alpha$ -tocopherol was measured in cattle to evaluate normal range and to investigate the difference of  $\alpha$ -tocopherol levels between healthy cattle and diseased cattle. Seventy two heads of 1 year old beef cattle have  $429.9 \pm 77.2$   $\mu\text{g}/100\text{ml}$  of serum  $\alpha$ -tocopherol. The serum  $\alpha$ -tocopherol values of calves with diarrhea(8 heads), pneumonia(6 heads) and piroplasmosis(4 heads) were  $87.1 \pm 19.2$ ,  $126.3 \pm 45.7$  and  $106.3 \pm 30.9$   $\mu\text{g}/100\text{ml}$ , respectively. But that of calves in good health (5 heads) was  $357.1 \pm 68.4$   $\mu\text{g}/100\text{ml}$ . And the values of diseased calves are significantly lower than that of calves in good health( $p < 0.05$ ).

Seasonally, serum  $\alpha$ -tocopherol levels of dairy Holstein cows were  $529.9 \pm 120.3$ (March),  $540.2 \pm 127.2$ (June),  $566.9 \pm 149.5$ (September) and  $550.0 \pm 125.4$ (December) $\mu\text{g}/100\text{ml}$ , respectively. The values on autumn was the highest than that of other seasons. Serum  $\alpha$ -tocopherol level of cows with retained placenta was  $262.2 \pm 40.6$   $\mu\text{g}/100\text{ml}$ . And the level of retained placenta was significantly lower than that of healthy cattle regardless seasonal variation( $p < 0.05$ ).

#### 서 론

반추동물에서 수용성 비타민은 제1위와 장관 내의 미생물에 의해 생합성되어 흡수되므로 이들 비타민을 특별히 급여할 필요가 없다. 그러나 지용성 비타민은 합성되지 않기 때문에 조사료

인 청초와 건초에서 흡수, 이용되고 있다<sup>8</sup>. 지용성 비타민인 비타민 E의 동족체는 자연상태에서  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - 및  $\delta$ - tocopherol 등 8가지가 있다. 이들 중 혈청  $\alpha$ -tocopherol이 전체의 90% 정도를 차지하며 생화학적 활성도가 높다<sup>8,30</sup>.

비타민 E는 생체막에 존재하여 항산화작용,

이 논문은 1993년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의해서 연구되었음.

세포막의 안정성 유지<sup>3</sup>, 생체방어반응의 강화 및 번식 등의 생화학적 기능에 관여하는 중요한 비타민이다.<sup>8,14,30</sup> 이의 결핍증에는 백근증<sup>9,11,13,16,18,21, 25</sup>, 태반정체<sup>27</sup>, 마비성 근색소뇨증<sup>12</sup> 및 신경계 변성<sup>1</sup> 등이 알려져 있다.

외국에서는 송아지의 질병 예방과 비타민제 투여에 의한 혈중농도<sup>10</sup>와 RBC-tocopherol치의 관계<sup>4</sup> 등에 관한 연구와 함께, Droke와 Loerch<sup>7</sup>는 비육우에 비타민 E와 selenium을 첨가함에 따라 혈중 면역항체가 증가<sup>20</sup>되어 질병의 발생율이 감소된다고 하였다. 또한 비타민 투여로 젖소의 유지방이 증가되며 적혈구 용혈성이 감소된다고 하였고<sup>3,15,22</sup>, 納敏 등<sup>26</sup>도 잠재성 유방염우에 비타민 A, E를 투여하여 우유의 체세포수 감소 효과를 연구하였다.

우리나라에서는 조사료의 절대부족으로 농후 사료 위주로 사육되고 있는 젖소와 성장기 송아지에서 선진국의 경우에 비해 생산성을 저해하는 질병의 발생률이 높을 뿐아니라 그 정도도 심할 것으로 생각되나 이에 대한 연구는 이제 초보적 단계에서 태반정체에서의 혈중 비타민 E 농도에 관한 연구 만이 이루어졌다<sup>27</sup>.

이 연구에서는 비육한우, 질병에 이환된 송아지 및 착유우의 혈청 비타민 E( $\alpha$ -tocopherol) 농도를 측정하고, 생리적으로 비타민 E 소모량이 많은 시기의 질병 발생시 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도를 측정하여 질병 발생시의 비타민 결핍여부를 조사하고, 젖소에서 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도의 계절적인 변화를 조사하여 비타민 결핍증에 대한 예방대책을 수립하여 양축농가의 경제적 손실을 줄이고자 하였다.

## 재료 및 방법

공시 동물과 채혈 : 7개 목장에서 사육되고 있는 비육우, 송아지 및 착유우를 대상으로 하였다.

비육우는 대단위 목장에서 사육되고 있는 1년생 비육한우 72두에서 94년 3월에 채혈하였다. 송아지는 94년 4월에서 6월사이에 1-4주령의 송아지 중에 설사 8두, 폐염 6두, 파이로플라즈마증 4두 및 정상 송아지 5두에서 채혈하였다.

착유우는 계절별 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도의 변화를 조사하기 위하여 낙농목장 3곳에서 사육되는 젖소에서 3월, 6월, 9월 및 12월에 각각 채혈하였고, 후산정체에 이환된 젖소에서 채혈하였다.

채혈방법은 진공튜브를 이용하여 미정맥에서 10 ml씩 채혈하였다.

비타민 E 측정 : 채혈 분리된 혈청에서 평광법<sup>23</sup>을 이용하여 다음과 같이 혈청  $\alpha$ -tocopherol을 측정하였다.

뚜껑있는 차광 시험관에 혈청 0.5 ml와 ethanol 1 ml 및 증류수 0.5 ml를 넣고 2분간 진탕시킨 다음에 hexane 4 ml를 넣고 다시 진탕시켜서  $\alpha$ -tocopherol을 추출한 후 원심분리기에서 시험관을 2,200 g에서 10분간 원심분리하였다. 상층액을 채취하여 형광분광광도계를 이용하여 파장 290(Ex)과 325 nm(Em)에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리 : 송아지에서는 정상군과 각질병군, 착유우에서는 계절별과 질병군 간에 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도를 t-test를 이용하여 비교하였다.

## 결 과

방목전의 1년생 비육우와 1-4주령의 송아지 그리고 착유우에서 채혈하여 측정된 혈청  $\alpha$ -tocopherol의 농도는 다음과 같다.

1. 비육우의 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도 : 대단위 목장에서 사육되고 있는 1년생 비육한우 72두의 혈청  $\alpha$ -tocopherol의 농도는  $429.9 \pm 77.2(606.2 \sim 313.6 \mu\text{g}/100 \text{ ml})$ 이었다.

Table 1. Serum  $\alpha$ -tocopherol levels of calves with diseases

(Mean $\pm$ SD, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ )		
Disease	No. of heads	$\alpha$ -tocopherol
Diarrhea	8	$87.1 \pm 19.2^a$
Pneumonia	6	$126.3 \pm 45.7^a$
Piroplasmosis	4	$106.3 \pm 30.9^a$
Normal	5	$357.1 \pm 68.4^A$

<sup>A,a</sup> ; significantly differential pairs( $p < 0.05$ ).

2. 송아지의 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도 : 생후 1~4주령의 송아지 중에서 설사(8두), 폐염(6두) 및 파이로플라즈마증(4두)에 이환된 송아지와 건강한 송아지의 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도는 각각  $87.1 \pm 19.2$ ,  $126.3 \pm 45.7$ ,  $106.3 \pm 30.9$  및  $357.1 \pm 68.4 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ 로 각 질병군은 건강한 송아지에 비하여 유의성있게 낮았다( $p < 0.05$ ).

3. 착유우의 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도 : 착유우에서 3월, 6월, 9월 및 12월에 채혈하여 측정된 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도는 각각  $529.9 \pm 120.3$ ,  $540.2 \pm 127.2$ ,  $566.9 \pm 149.5$  및  $550.0 \pm 125.4 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ 로 가을에 가장 높았으나 유의한 차이

Table 2. Serum  $\alpha$ -tocopherol levels of dairy Holstein cow  
(Mean  $\pm$  SD,  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ )

Month/Disease	No. of heads	$\alpha$ -tocopherol
March	16	$529.9 \pm 120.3^A$
June	16	$540.2 \pm 127.2^A$
September	24	$566.9 \pm 149.5^A$
December	18	$550.0 \pm 125.4^A$
Retained placenta	3	$262.2 \pm 40.6^B$

<sup>Aa</sup> ; significantly differential pairs( $p < 0.05$ )

는 없었다. 그리고 후산정체에 이환된 젖소에서 혈청 농도는  $262.2 \pm 40.6 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ 로 계절에 관계없이 정상우보다 유의성 있게 낮았다( $p < 0.05$ ).

## 고 찰

분만전후의 젖소, 방목초기의 빈우와 포유 송아지, 고비육기의 젖소 등은 유즙에 의한 다량의 tocopherol 분비항진, 급격한 에너지 소모의 증가와 케톤체의 생산 등으로 비타민 E가 결핍된다<sup>8</sup>. 불포화지방산을 많이 함유하고 있는 생체막인 미토콘드리아와 마이크로솜의 외막은 자유기

(free radical)에 의해 손상받기 쉽고<sup>7</sup>, 면역 담당 세포인 임파구의 기능 장애와 상피세포의 기능 장애를 일으키며<sup>24</sup>, 호중구의 탐식능력이 저하되고, 적혈구 삼투용혈성(Osmotic fragility of erythrocytes)이 증가되어서<sup>22</sup> 여러 질병에 걸리기 쉽게 된다. 그리고 *李 등*<sup>29</sup>은 제4위 전위증에 이환된 젖소에서  $\alpha$ -tocopherol이 낮았다고 하였다.

*Cipriano 등*<sup>5</sup>은 송아지에 비타민 E를 투여하면 면역항체가 증가되며, *Reffett 등*<sup>20</sup>도 면양에서 면역반응이 증가되어 질병의 발생율이 감소된다고 하였다. 그리고 *納 등*<sup>26</sup>은 체세포수 300만/ml 이하의 젖소에서 비타민 A, E를 투여하면 우유의 체세포수가 감소된다고 하였다. 이와같이 각종 질병에서 비타민 E의 중요성이 강조되었다. 또한 비타민 E는 불포화지방산이 많은 사료와 장기간 저장된 조사료에서 selenium과 함께 파괴되어 감소된다고<sup>17</sup>하며, 어린 송아지는 태반을 통과하는 비타민 E의 양이 제한되어 결핍증에 걸리기 쉽다<sup>19</sup>고 하였다.

*井上 등*<sup>31</sup>은 비육우 1년령에서 혈청  $\alpha$ -tocopherol의 농도는  $196.5 \pm 43.8 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$  이라 하였고, 본 실험에서도 1년생 비육한우 72두의 혈청  $\alpha$ -tocopherol의 농도는  $429.9 \pm 77.2(606.2 \sim 313.6) \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ 로 높은 값을 나타내었는데, 이것은 건초가 비교적 많은 제주도에서 사육되었기 때문에 사료 중에 비타민 공급이 되었던 것으로 생각된다.

건강한 송아지 1~4주령에서 혈청  $\alpha$ -tocopherol의 농도는  $357.1 \pm 68.4 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ 로 *室賀 등*<sup>28</sup>이 1주령에서  $166.5 \pm 33.4 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ , *井上 등*<sup>31</sup>이  $181.9 \pm 118.6 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ 라고 한 값보다 높은 값을 나타내었다. 그러나 1개월 이하에 설사, 폐염 및 파이로플라즈마증에 이환된 송아지의 혈청  $\alpha$ -tocopherol의 농도는  $87.1 \pm 19.2$ ,  $126.3 \pm 45.7$ ,  $106.3 \pm 30.9 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ 로 낮았고, 혈청  $\alpha$ -tocopherol의 농도가  $200 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$  이하인 경우에 결핍증이 나타난다고한 것<sup>2</sup>과 일치되었다. 특히 설사에 이환된 송아지에서  $87.1 \pm 19.2 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ 로 가장 낮았는데, 이것은 장에서의 흡수장애에 기인한 것으로 생각된다. 그리고 *Parish 등*<sup>19</sup>은 어린 송아지에서 태반을 통과하는 비타민 E가 제한된다고 하였고, *室賀 등*<sup>28</sup>의 임신말기의 빈우에

비타민을 공급하면 송아지의 혈중농도가 증가된다는 것에 유의할 때, 이 시기에 비타민을 투여하여 혈중 비타민 농도를 증가시키는 것이 필요할 것으로 사료된다.

Lynch<sup>15</sup>는 착유우에서 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도가 241  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ , 室賀 등<sup>26</sup>은 임신젖소에서 393.8 $\pm$ 149.0  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ 이라고 하였고, 이 실험에서는 3월, 6월, 9월 및 12월에 착유우의 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도는 각각 529.9 $\pm$ 120.3, 540.2 $\pm$ 127.2, 566.9 $\pm$ 149.5 및 550.0 $\pm$ 125.4  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ 로 같은 경향이었으나 가을에 가장 높았다. 선인들보다 이 실험에서 약간 높은 값을 나타낸 것은 우리나라 목장에서 사료에 비타민을 첨가하여 증가된 것으로 조사되었다. 그리고 젖소에서 비타민 E 결핍증으로 후산정체를 보고하였으며<sup>2</sup>, 이 실험에서도 후산정체에 이환된 젖소에서는 계절에 관계없이 정상우보다 유의성 있게 낮았다( $p<0.05$ ). 申과 趙<sup>27</sup>는 분만전 20일에 비타민 E와 selenium을 투여하면 태반정체 발생율이 감소된다고 하였다.

이상에서 비타민의 결핍증에 의한 각종 질병을 예방하기 위해서는 1주령 이하의 송아지와 임신 말기의 빈우에 비타민을 투여하여, 혈중 비타민 E 농도를 증가시켜 면역과 호르몬 기능을 강화시켜서 송아지의 각종 감염성 질병과 분만 후의 산욕기 질병을 예방하는 것이 중요할 것으로 생각된다.

## 결 론

대단위 목장에서 사육되고 있는 1년생 비육한우와 1-4주령의 송아지 및 낙농목장의 착유우의 계절별 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도는 다음과 같았다.

1. 1년생 비육한우 72 두의 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도는 429.9 $\pm$ 77.2 (606.2~313.6)  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ 이었다.
2. 생후 1~4주령 송아지 중에 설사(8두), 폐염(6두), 파이로플라즈마증(4두) 및 정상(5두)의 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도는 각각 87.1 $\pm$ 19.2, 126.3 $\pm$ 45.7, 106.3 $\pm$ 30.9 및 357.1 $\pm$ 68.4  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ 이었으며, 질병에 걸린 송아지는 정상

우보다 유의성 있게 낮았다( $p<0.05$ )

3. 착유우에서 계절별(3월, 6월, 9월 및 12월) 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도는 각각 529.9 $\pm$ 120.3, 540.2 $\pm$ 127.2, 566.9 $\pm$ 149.5 및 550.0 $\pm$ 125.4  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ 로 가을철에 가장 높았다. 그리고 후산정체에 이환된 젖소에서는 262.2 $\pm$ 40.6  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ 로 계절에 관계없이 정상우보다 유의성 있게 낮았다( $p<0.05$ )

감사의 글 : 이 연구에 동물을 제공하여 주신 제동목장의 직원 여러분과 동일목장, 해변목장 사장님께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. Baumgärtner W, Frese K, Elmadfa I. Neuroaxonal Dystrophy Associated with Vitamin E Deficiency in Two Haflinger Horses. J Comp Path 1990; 103: 113-119.
2. Blood DC, Radostits OM, Henderson JA. Selenium and vitamin E deficiencies. In: Veterinary medicine, 6th ed. London: Bailliere Tindall. 1983; 1187-1202.
3. Bunyan J, Green E, Edwin E, Diplock AT. Studies on Vitamin E. Biochem J 1960; 75: 460-467.
4. Chow CK. Distribution of tocopherols in human plasma and red blood cells. Am J Clin Nutr 1975; 28: 756-760.
5. Cipriano JE, Morrill JL, Anderson NV. Effect of Dietary Vitamin E on Immune Responses of Calves. J Dairy Sci 1982; 65: 2357-2365.
6. Doncon GH, Steele P. Plasma and liver concentrations of  $\alpha$ -tocopherol in weaner sheep after vitamin E supplementation. Aust Vet J 1988; 65: 210-213.
7. Droke EA, Loerch SC. Effects of Parenteral Selenium and Vitamin E on Performance, Health and Humoral Immune Response of Steers New to The Feedlot Environment. J Anim Sci 1989; 67: 1350-1359.

8. Frye TM, Williams SN, Graham TW. Vitamin Deficiencies in Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 1991; 7: 236-245.
9. Gitter M, Bradley R, Pepper R. Nutritional myodegeneration in dairy cows. *Veterinary Record* 1978; 103: 24-26.
10. Hidioglou M, Charmley E. Vitamin E Concentrations in blood plasma of sheep and in sheep tissues after a single intraruminal or intraperitoneal administration of DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate. *Research in Veterinary Science* 1990;48:158-161.
11. Higuchi T, Ichijo S, Osame S, Ohishi H. Studies on Serum Selenium and Tocopherol in White Muscle Disease of Foal. *Jpn J Vet Sci* 1989; 51: 52-59.
12. Johnston WS, Murray IS. Myopathy in young cattle associated with possible myoglobinuria. *Vet Rec* 1975; 97: 176-177.
13. Kennedy S, Rice DA, Davidson WB. Experimental myopathy in vitamin E-and selenium-depleted calves with and without dietary polyunsaturated fatty acids as a model for nutritional degenerative myopathy in ruminant cattle. *Res in Vet Sci* 1987; 43: 384-394.
14. Lawrence JM. *Hand book of Vitamins*, 1st ed. Newyork: Marcel dekker. 1984; 100-145.
15. Lynch GP. Changes of Tocopherols in Blood Serum of Cows Fed Hay or Silage. *J Dairy Sci* 1983; 66: 1461-1465.
16. Maas J, Anderson BC, Frye TM. Nutritional myodegeneration associated with vitamin E deficiency and normal Selenium status in Lambs. *JAVMA* 1984;184(2):201-204.
17. Nockels CF. Protective effects of Supplemental vitamin E against infection. *Fed Proc* 1979; 38: 2134-2139.
18. Osame S, Ohtani T, Ichijo S. Studies on Serum Tocopherol and Selenium Levels and Blood Glutathione Peroxidase Activities in Lambs with White Muscle Disease. *Jpn J Vet Sci* 1990; 52: 705-710.
19. Parrish DB, Wise GH, Latschar CE. Effect of prepartal diet of the cow on placental and mammary transfer of tocopherol to the calf. *J Nutr* 1950; 40: 193-200.
20. Reffett JK, Spears JW, Brown TT. Effect of Dietary Selenium and Vitamin E on The Primary and Secondary Immune Response in Lambs Challenged with Parainfluenza 3 Virus. *J Anim Sci* 1988 ;1520-1528.
21. Safford JW, Swingle KF, Marsh H. Experimental Tocopherol Deficiency in Young Calves. *Am J Vet Res* 1954; 15: 373-384.
22. Stevenson LM, Jones DG. Relationships Between Vitamin E Status and Erythrocyte Stability in Sheep. *J Comp Path* 1989; 100: 360-368.
23. Storer GB. Fluorometric determination of tocopherol in sheep plasma. *Biochem Med* 1974; 11: 71.
24. Turner RJ, Finch JM. Immunological Malfunctions Associated with Low Selenium-Vitamin E Diets in Lambs. *J Comp Path* 1990; 102: 99-107.
25. 納敏, 一條茂, 大谷拓郎. 子羊の白筋症に關する臨床病理學的觀察. *日獸會誌* 1989; 42: 44-48.
26. 納敏, 瀨尾洋行, 一條茂, 稻田一郎, 江口暢, 更科孝夫. 牛の乳汁中體細胞數に及ぼすビタミンA,Eの効果. *日本獸醫師會雜誌* 1990; 43: 453-458.
27. 申相泰, 趙忠鎬. Selenium- Vitamin E 투여와 미량원소의 혈중수준이 태반정체 발생에 미치는 영향. *大韓獸醫學會誌* 1987; 27: 117.
28. 室賀友子, 一條武, 納敏. 牛に對するビタミンAD<sub>3</sub>Eフェレミックス經口投與後のビタミンE とAの血液および乳汁濃度の變化. *日獸會誌* 1990; 43: 330-335.
29. 李慶甲, 納敏, 一條茂. 乳牛の第四胃變位における肝生檢, 血清化學的 所見および血中トコフェロール値について. *北獸會誌* 1991; 35: 352-356.

30. 一條武. 牛と脂溶性ビタミン- 特に臨床應用上の問題点について-. 獣醫界 1989; 131: 1-13.
31. 井上理人, 一條武, 納敏, 更科孝夫. 牛用雄

子牛と雌子牛の發育段階における血清のビタミンA, ビタミンE, セレニウム, 脂質分割および血液グルタチオンペルオキシダーゼ活性の變化. 日獣會誌 1991; 44: 887-892.