

# 비타민 E와 Se의 임상수의학적인 고찰

## 편집기획실

### 서론

유방염과 번식장애는 대부분의 농장이 직면하고 있는 문제로 가장 큰 경제적 손실을 초래하고 있다. 젖소에 대한 최근 연구들은 비타민 E와 셀레니움이 번식장애와 유방염에 효과적임을 밝히고 있다. 영양소, 번식기능 및 유방염은 상호연관이 있으며, 이 상호연관에서 비타민 E와 셀레니움이 충주적인 역할을 하는 것으로 생각된다. 이것은 비타민 E와 생리반응에서의 역할과 Se를 함유하는 글루타치온 과산화효소(glutathione peroxidase)의 항산화 작용과 이들이 아라키돈산(arachidonic acid)대사에 작용하기 때문이다.

젖소의 연구에서 비타민 E와 셀레니움을 건유기에 투여하면 태반정체, 자궁염, 난포낭종 등이 감소하고 자궁수축기간이 감소하는 것으로 나타났다. 이 연구들과 번식에서의 비타민 E와 셀레니움의 중요성이 최근 재조사되고 있다. 이 글에서는 비타민 E와 셀레니움이 젖소의 유방염 발생에 영향을 미치는 것을 입증하고, 이 역할의 가능한 생리적 기전을 논하고자 한다. 또한 비타민 E와 셀레니움 그리고 번식과 유방염의 상호관련이 언급될 것이다.

### 1. 젖소의 유방염 예방

유선의 세균감염(유방염)은 젖소농가와 유가공산업에 가장 큰 경제적 손실을 가져다 주는 질병이다. 일부 세균 즉, 다시 말하자면 *Staphylococcus aureus*와 *Streptococcus agalactiae*에 의해 유발되는 유방염 예방에는 진전이 있지만 주위 환

경의 세균에 의해 유발되는 유방염은 거의 예방하지 못하고 있다. 유방염을 일으키는 주위 환경의 세균들을 분류학상으로 여러 세균류(genera)와 종(species)의 이종균으로 주로 대장균성 세균과 연쇄성구균들이 해당된다.

젖소의 유방염은 그 유두가 병원균에 노출되는 것을 감소시키거나 감염에 대한 유선의 저항력을 강화함으로써 예방될 수 있다. 현재까지 거의 모든 방안이 유두가 세균에 감염되는 것을 감소시키는 방향으로 진행되어 항생제들이 광범위하게 사용되었으며, 유선 감염에 대한 젖소의 저항력을 증강시키는 방법은 거의 고려되지 않았으므로 이에 대한 연구가 활발하게 진행되지 않았다.

최근의 연구결과는 젖소의 사료에 비타민 E와 Se이 결핍되면 유방염의 발생이 증가하므로 감염에 대한 유선의 저항력을 증강시켜 유방염을 예방하는 방안을 제시하고 있다.

### 2. 비타민 E와 셀레니움의 급여

유방염을 예방하기 위해 비타민 E와 셀레니움을 급여하는 첫번째의 중요성은 젖소의 사료에 비타민 E와 셀레니움이 충분하지 않을 가능성이 제기되기 때문이다.

미국의 여러지역의 토양에는 셀레니움이 부족하여 이 곳에서 재배된 사료작물을 충분한 셀레니움을 공급하지 못한다. 흥미있게도 미국에 대부분의 낙농지역은 셀레니움이 토양에 부족한 지역에 위치하고 있어 사료에 셀레니움을 첨가하지 않으면 젖소가 셀레니움에 결핍되게 된다.

셀레니움처럼 지리적인 연관은 없지만 사료원

료내 비타민 E의 부족현상도 실제로 나타나고 있다. 성장기의 신선한 목초는 풍부한 비타민 E를 함유하고 있지만 후반 성장기에는 목초의 비타민 E 함량이 현저하게 감소된다.

옥수수 사일리지와 같이 사일로에 저장된 목초는 비타민 E 함량이 계속 감소되게 된다. 이때 비타민 E의 감소현상은 수분함량이 높을수록 현저해 진다. 목초내 비타민 E 함량 변동과 별도로 혈중 비타민 E 농도는 일반적으로 방목전 30일간 감소된다. 혈중 비타민 E 농도의 감소는 소화기관을 산성화시키는 사료급여체계에 의해 악화된다.

농후사료를 급여하여 소화기간이 산성화되면 위에서 비타민 E를 파괴시키고 또한 목초의 섭취를 억제하게 된다.

방목장은 주로 여름철에 이용되고 대부분의 주에서 젖소는 대략 반년동안은 사육장에서 사육되어 저장된 사료를 급여하고 있다. 사육장에서만 젖소를 사육하는 관리방법이 증가하고 있으며 따라서 저장된 조사료의 급여가 청초 대신에 증가하고 있다. 건초를 급여하게 되면 비타민 E 섭취량이 감소될 가능성이 증가되며 또한 사육장내 사육은 유선이 주위병원균에 노출이 증가되어 환경성 유방염의 발생이 증가된다. 따라서 젖소를 방목하지 않는 기간에는 많은 젖소에서 혈중 비타민 E와 Se의 농도가 정상치 이하의 수준을 나타내고 있다. 이전에 보고되었듯이 유선조직의 감염율은 방목 바로전 2주 동안에 현저하게 높게 나타나고 있다.

유방염은 비유초기에 감염율이 가장 높다가 점차로 감소한다. 따라서 축사내에서 높은 유방염의 발생율은 혈중 비타민 E와 Se의 농도가 현저히 낮은 기간과 일치한다.

### 3. 비타민 E, 셀레늄과 유방염

비타민 E와 셀레늄의 유방염에 대한 효과는 다산성 젖소의 번식능력에 이들이 미치는 효과를 연구하는 과정에서 처음 밝혀졌다.

건유기동안 사료에 비타민 E를 첨가하여 마리당 하루에 비타민 E를 1.0g 공급하였다. 셀레늄은 분만 21일 전에 sodium selenite(체중 kg당

1mg)를 1회 근육주사하여 투여하였다. 젖소는 대조구(미 투여구), Se 투여구, 비타민 E 첨가구 그리고 비타민 E 첨가+Se 투여구 등으로 구분하였다. 비유기에는 사료에 비타민 E나 Se를 첨가하지 않았다.

비타민 E를 투여한 군에서는 모두 대조구와 비교하여 임상적 유방염의 발생이 37% 감소되었다. 비타민 E를 급여하지 않고 Se만을 주사한 군에서는 임상적 유방염이 18% 감소되었다. 유방염의 지속시간을 조사하였더니 투여구 모두가 대조구보다 지속기간이 현저하게 감소되었다. 비타민 E 첨가+Se 투여구에서 임상적 유방염의 지속기간이 비타민 E 또는 Se만을 첨가한 구보다 일관성 있게 감소되었다.

두번째 실험은 55두 초임 홀스타인과 저어지로 실시되었다. 이들은 방목 60일 전에 비타민 E와 Se 첨가구와 대조구(미첨가)로 구분하였다.

대조구에는 비타민 E와 Se를 첨가하지 않았다. 실험구 초임우에는 비타민 E(dl-alpha-tocopheryl acetate)를 일일 체중 kg당 2mg을 투여하고 Se(sodium selenite)을 일일 체중 kg당 0.2 μg 투여하였다. 또한 실험구 초임우에는 분만 21일 전에 체중 kg당 Se 100 μg을 피하주사 하였다. 실험구의 대조구 모두에 비타민 A(17,820 IU/kg), 비타민 D(1,782 IU/kg), 미네랄(5g/kg)등이 투여되었다.

그림 1(생략)에 혈중 비타민 E 수준을 나타내었다. 첨가구에서는 비유기동안 비타민 E 수준의 변화가 크지 않았으나( $p > 0.05$ ), 대조구에서는 변화가 심하였다( $p < 0.05$ ).

첨가구와 대조구의 비타민 E 수준은 비유 0일과 270일에 가장 큰 차이를 보였다. 대조구에서 혈중 비타민 E 수준이 -60일에서 0일까지 가장 심하게 감소하였다( $p < 0.05$ ), -60일에서 비타민 E 수준이 높은 것은 -60일 이전에는 우군이 방목지에서 사육되었기 때문이다.

-60일에 두군사이에 혈장 Se 수준은 차이가 없는데 이것은 Se이 결핍된 것을 나타내는 것이다. 첨가구의 혈장 Se 수준은 전 시험기간에서 대조구보다 높았다( $p < 0.05$ ), Se의 수준은 첨가구와 대조구 모두에서 비유기에 따른 변동이 심하였다( $p < 0.05$ ), 혈장 glutathione peroxid-

ase 변화와 대조구와의 차이는 Se과 유사한 경향을 보였다.

첨가 초임우균에서 출산시 유선내 감염(IMI) 이행율은 대조구에 비해 42.2%가 감소되었다. 대조 초임우에서는 포도상구균종과 대장균류에 의해 유발되는 감염이 증가되었다. 연구 우군은 *Str. agalactiae*와 *S. aureus*에 오염되지 않았으므로 분리된 포도상구균종들은 *Str. agalactiae*가 아니다. 분만시 유선내 감염율의 현저한 차이는 두 처녀의 군에서 현장 비타민 E, Se 및 glutathione peroxidase 수준 차이와 연관이 있다.

대조실험구 모두에서 비유기동안 새로이 감염되는 율이 낮았으며, 이것은 초임우에서 예견된 것이었다. 초임우에서는 비유기동안 감염율이 차이가 나타나지 않아 비타민 E와 Se 첨가효과가 나타나지 않았다. 예기치 않게 모든 초임우군에서 *Corynebacterium bovis*에 높은 감염율이 나타났다.

*Corynebacterium bovis*는 접촉 전염성이 강한 병원균으로 일반적으로 유두관에 위치한다. *C. bovis*의 높은 감염율이 관찰되는 것을 착유후 유두의 소독이 충분하지 못하기 때문이다.

비유기동안 모든 유선내 감염의 경과기간을 측정하였다. 첨가구 초임우는 대조구에 비해 대장균, 연쇄상구균 및 포도상구균에 의한 유선내 감염 경과기간이 40~50% 감소하였다.

비유기동안 양쪽 유선내 감염수와 경과기간의 혼합영향을 비유중 감염된 분방의 비율을 계산하여 평가하였다. *C. bovis*를 제외하고 전체 분방중 감염율은 대조구에 비해 첨가구에서 50%가 감소하였다. 대장균과 포도상구균의 감염시 감소율이 가장 컸다.

매일 감염된 분방의 비율을 측정하는 다음, 매 개월마다 평균 분방감염율을 계산하여 비유기동안의 감염빈도를 평가하였다. *C. bovis*를 제외하고 모든 유선내 감염빈도를 나타내었다. 첨가구는 대조구에 비해 감염빈도가 46에서 75%까지 감소하였다. 첨가구에서 낮은 감염빈도는 우유내 낮은 체세포수로 반영되었다. 첨가구의 비유기동안 평균 폐세포수는 대조구에 비해 68% 감소되었다.

비유초기 4일동안의 임상적 유방염은 첨가구

(7건)가 대조구(17건)에 비해 57% 감소되었다. 전체 비유기동안의 임상적 유방염은 32.4% 감소되었다.

요약을 하면 사료에 비타민 E와 Se을 첨가하면 혈액내 비타민 E, Se 및 glutathione peroxidase 농도가 증가된다. 투여구와 대조구에서 이들의 농도는 분만시 현저하게 차이를 나타냈다. 비타민 E와 Se 첨가가 유방의 건강에 유익한 증거로는 ; (1) 분만시 감염된 분방 비율이 42.4% 감소 ; (2) 비유기동안 감염된 분방 비율이 59% 감소(*C. bovis*는 제외) ; (3) 임상적 유방염은 비유초기 4일간은 57.2% 감소되고 전체 비유기동안은 32.1% 감소 ; (4) 체세포수의 현저한 감소 등이 있다. *C. bovis*에 대한 효과가 적은 것은 *C. bovis*의 감염이 대개 유두의 Streak canal에 국소화 되기 때문에 gland cistem, ducts나 alveolas space에 감염시보다 탐식세포 또는 기타 천연 방어기전에 영향을 적게 받기 때문이다.

우리들이 수행한 연구 이외에 Erskin 등이 최근 펜실바니아주 야외에서 수행된 연구를 보고하였다. 그들의 연구는 혈액내 낮은 Se 수준이 유방염 발생을 증가시킨다는 가설을 제시하게 했다. 그들은 체세포수가 높은 16우군과 체세포수가 낮은 16우군에서 혈액내 Se, glutathione peroxidase, 비타민 E, 비타민 A 그리고  $\beta$ -carotene수준을 측정하였다. 체세포수가 높은 우군에서는 *Str. agalactiae*와 *S. aureus* 평균 감염빈도와 혈액내 Se과 glutathione peroxidase 농도가 서로 반비례하였으나( $p < 0.01$ ), 비타민 E의 혈액농도는 체세포수가 낮은 우군에서 크게 높지 않았다. 두 우군에서 비타민 E의 혈액농도가 큰 차이를 보이지 않은 것은 혈액 시료가 봄과 여름철에 채취되어 대부분의 우군이 방목되거나 신선한 목초를 섭취할 수 있었기 때문이다.

Atroshi 등은 적혈구내 glutathione peroxidase 수준이 높은 산양은 우유내 체세포수가 낮고 생산량이 많은 것으로 보고했다. 높은 체세포수는 거의 예외없이 유선내 감염과 관련이 있으며 이들의 연구는 낮은 Se 수준이 유방염 발생을 증가시킨다는 가설과 일치한다. 최근에 또 Atroshi 등은 유방염이 없는 젖소에 비해 유방염에 감염된 젖소는 적혈구내 glutathione peroxidase 수준

이 상당히 낮다는 것을 보고하였다. Ishak 등은 Se과 비타민 A, D, E 첨가가 젖소의 유방염 발생율에 영향이 없다고 보고하였다. 이들 연구의 주된 목표는 유방염이 아니고 번식이었고, 임상적 유방염의 검출과 진단방법도 정의되지 않았었다. 큰 효과는 없었지만 Se 첨가구, 비타민 첨가구, Se+비타민 첨가구는 대조구에 비해 비유초기 3개월동안 임상적 유방염 발생빈도가 낮았다.

#### 4. 후산정체의 발생요인

임신중에 *Brucella abortus*, *C. Fetus* 및 결핵균 등과 같은 감염성 병원균 및 각종의 곰팡이에 의한 감염이 태반염을 일으켜 유산 또는 이상분만의 원인이 되고 후산정체를 발생시킨다고 알려져 있다(1975). Fincher(1941)는 *Brucella*에 감염된 우군에서는 20~25%의 후산정체 발생율을 나타내었다고 하였으며, 독일에서 후산정체가 30% 발생한 지역의 발생원인은 *Brucella abortus*에 의한 것이었다고 하였다(1956). Inava 등(1981)은 혈중  $\beta$ -carotene의 농도가 낮은 겨울철에 후산정체 발생율이 높았다고 하였으며, Ronning 등(1953)은 일련의 시험에서 carotene의 섭취량이 낮은 우군에서 69%의 후산정체 발생율을 나타내어 각종 carotene 급여수준과 후산정체 발생율과는 관계가 있다고 하였다. 옥도(Iodine)의 결핍은 조산을 일으키거나 태아의 갑상선과대증을 유발시켜 후산정체 발생율을 높인다고 하였으며(1956), 칼슘과 인의 불균형도 후산정체와 관련이 있다고 하였다(1972). Selenium과 vitamin E의 결핍은 후산정체 발생율을 높인다고 하였는데(1967, 1981), selenium과 vitamin E의 투여에 의한 후산정체 예방에 관한 연구에서 미국의 Ohio주와 Kentucky주에서는 후산정체를 예방할 수 있었으나, Maryland, Virginia, New York, North Carolina, Nebraska와 South Dakota 지역에서는 후산정체를 예방하지 못하였다고 보고하여(1986) selenium과 vitamin E의 투여효과는 각 지역의 토양중 selenium의 함량에 따라 다르며 그리고 같은 지역에서도 우군에 따라 다르다고 하였다(1981).

Dubois와 Williams(1980)는 평균 12%의 후산정체 발생율을 나타내는 미국 Georgia 지역의 우군에서 5월부터 9월 사이의 하계(夏季)에 heat stress에 의한 후산정체 발생율이 높았다고 하였으며, McDonald(1953)는 progesterone의 결핍도 후산정체의 발생율을 높이는 간접적인 요인이 된다고 보고하고 있다.

태막수종, 자궁염증, 쌍태, 태아거대, 진통미약 및 난산 등의 자궁무력증을 초래하는 질병은 후산정체 발생율을 높인다. DeSutter(1954)는 자궁염증이나 자궁경관개장부전에 의한 난산에서 약 70%의 후산정체가 발생하였고, 태아거대에 의한 난산에서 약 25%의 후산정체가 발생하였다고 보고하였으며, Vandeplasse와 Marters(1961)는 정상분만에서는 8%가 후산이 정체되었으나 상태, 제왕절개, 질태술, 난산 등 이상분만 및 유산에서는 55%의 후산정체 발생율이 나타났다고 보고하였다.

#### 5. 후산정체의 발생이 번식효율에 미치는 영향

젖소에서 후산정체가 발생하면 번식장애가 발생되어 차기의 수태율에 유의적인 영향을 미친다(1984, 1958, 1985, 1979). Erb 등(1985)은 후산정체 발생후 자궁내막염과 난소낭종의 복합요인으로 공태기간에 직접적인 영향을 미쳐 공태기간이 8일간 연장되었으며, 자궁내막염과 난소낭종의 간접적인 영향으로 각각 9일과 21일간의 공태기간 연장을 가져왔다고 하였다. Erb 등(1981)은 1970년부터 1975년 사이에 810두의 젖소를 대상으로 후산정체 발생과 번식장애 및 우유생산과의 상관관계를 나타낸 보고에서 후산정체 발생과 자궁내막염과는 0.47, 난포낭종과는 0.09, 황체낭종과는 0.12, 분만간격과는 0.13, 차기산유량과는 0.02 및 1일 우유생산량과는 0.14의 상관계수를 나타내었는데 특히 후산정체는 자궁내막염의 발생을 높이고 분만간격을 2.5주일 연장시켰다고 하였다.

또한 Pelissier(1972)는 분만후 첫 수정시의 수태율은 정상우가 41.5%였는데 비하여 정체우는 29.7%였으며, 수태당 수정횟수도 정상우 2.73회

에 비하여 정체우 3,43회로 정체우가 유의적( $p < 0.001$ )으로 번식효율이 낮았다고 하였으며, 유열이 발생한 젖소는 후산정체 발생율이 유의적( $p < 0.001$ )으로 높았다고 하였는데 이는 유열발생의 원인이 되는 혈중 칼슘의 농도저하가 자궁근의 기능을 손상시켜 정상적인 후산만출을 방해하기 때문일 것이라고 하였다.

그러나 Muller와 Owens(1974)는 후산정체우가 정상우에 비하여 자궁감염율이 5.4:1로 높게 나타났으나 차기 수태율과 수태당 수정횟수에는 영향을 미치지 않았다고 하였으며, Palmer(1932)도 수태당 수정횟수가 후산정체우와 정상우 공히 2.5회로 나타나 후산정체가 영향을 미치지 않았다고 하였다. 또한 Halpern 등(1985)은 초산우 1.111두와 경산우 2.493두를 공시하여 후산정체우와 정상우간의 수태율을 조사하였던 결과 초산우는 4.0%의 후산정체가 발생하였고, 자궁내막염은 9.8%, 난소낭종은 4.2%가 발생하였으며, 경산우는 후산정체가 11.1%, 자궁내막염 12.8%, 난소낭종이 10.8%가 발생하였으나 차기 수태율에 있어서는 차이가 없었다고 보고하였다. 그리고 그들은 후산정체에 있어서 자항을 미치지 않는다고 하였으며, 후산정체가 발생한 초산우에 있어서는 자궁내막염과 난소낭종이 발생하지 않아도 첫 수정시 수태율이 저하되었다고 하였다. 또한 후산정체가 발생한 경산우에 있어서 자궁내막염과 난소낭종이 발생하지 않아도 후산정체 기간이 5일 이상일 때는 첫 수정시의 수태율이 유의적( $p=0.06$ )으로 낮았으며 7일 이상 정체되었을 경우에는 첫 수정시까지의 기간이 18일간 연장되었으며 공태기간도 57일이나 연장되었다고 하였다.

분만후 첫 수정시까지의 기간에 대하여 후산정체우와 정상우간에 103.7일과 99.9일로 차이가 없었다는 Muller와 Owens(1974)는 공태기간도 149.4일과 136.3일, 수태당 수정횟수도 2.2회와 2.0회로 후산정체가 번식효율에 영향을 미치지 않았다고 하였으며, Martin 등(1981)도 분만후 첫 수정시까지의 기간이 정상우는 58일 이었는데 비하여 후산정체우는 62일로 차이가 없었으며, 공태기간도 125일과 142일, 수태당 수정횟수도 2.2일과 2.4일로 차이가 없었다고 보고하였다. 그리고 그들은 계절적으로 동계에 분만한

젖소가 산유량과 번식효율이 유의적( $p < 0.01$ )으로 높았다고 하여 후산정체의 발생보다 계절적요인이 번식효율에 크게 영향을 미친다고 하였다.

Kay(1978)는 후산정체가 우유의 생산에 영향을 미치지 못하였다고 하였으나 Simerl(1986)은 초산우에 후산정체가 발생하면 239kg의 우유 손실이 있다고 하였다. 그러나 Martin 등(1986)은 후산정체우와 정상우의 산유량은 각각 6,294kg과 6,339kg으로 차이가 없었다고 하였다.

Joosten 등(1976)은 유육겸용종인 Meuse-Rhine-Yssel cow를 대상으로 후산정체 발생시의 경제성에 대한 보고에서 6.6% 후산정체우 발생시 연간 100두당 £ 471의 손실을 나타내었으며, 30%가 발생하였을 경우에는 연간 100두당 £ 2,139의 손실을 나타내었다고 하였다.

## 6. 비타민 E와 셀레니움의 방어역할

앞에서 언급된 연구들은 비타민 E와 셀레니움이 젖소의 유방염과 연관이 있음을 보여준다. 유선조직내에서의 정확한 작용기전은 아직 밝혀지지 않아 앞으로 연구되어야 하지만 비타민 E와 셀레니움이 자유기에 의해 유발되는 산화적 세포손상을 방지하는 작업에 근거하여 아래의 작용으로 유방염을 예방하는 것으로 생각된다.

### 1) 탐식세포 기능의 항진

다형핵 호중구(PMN)와 대식세포가 등이 자극원에 노출되면 respiratory burst가 일어나 다량의 과산화물( $O_2$ )과 과산화수소( $H_2O_2$ )가 생산된다. respiratory burst는 다형핵 호중구와 대식세포가 침입 세균을 살균하는데 중요하다. 이들 과산화물과 과산화수소는 실제 탐식된 세균을 죽이지는 않지만 PMN에서 실제 미생물을 살균하는 산화물 형성을 촉발시키는 물질로서 작용한다. 살균 산화물에는 산화 할로젠(즉, 치아염소산염)과 Oxidizing radicals(즉, hydroxyl radical)의 두 계열로 대별된다. respiratory burst에 의해 형성되는 이 물질들은 살균작용에 필수적이지만 또한 PMN의 세포질막과 미세구조물에 산화적 손상을 주고, 이 자유기가 PMN에서 유리되면 주위 조직에도 손상을 줄 수 있다. 과산화

물은 Superoxide dismutase 효소에 의해  $H_2O_2$ 로 전환되고, 셀레니움을 포함하는 효소인 glutathione peroxidase에 의해  $H_2O_2$ 와 물로 전환된다. Glutathione peroxidase는 lipid hydroperoxides가 hydroxyl acid로 환원되는 것을 촉매하며 또한  $H_2O_2$ 를 물과 산소로 전환시켜 처리한다.

비타민 E는 생체내 중요한 항산화제로 세포막 내 지방과산화물을 유발하는 자유기들을 격리시킨다.

아라키돈산 등의 다가불포화 지방산은 비타민 E에 의해 과산화반응으로 부터 보호된다. 이는 비타민 E 분자의 사슬구조가 세포막 인지질내 아라키돈산과 결합되기 때문이다.

비타민 E는 자유기를 제거하는 능력으로 쥐, 조류, 사람 등에서 다형핵 호중구(PMN)의 기능을 향진시키는 것으로 보고되고 있다. 그러나 Baker Cohen의 래트 쥐에 Se이 충분한 사료와 Se이 부족한 사료를 급여하였더니 어느 한쪽에서 비타민 E에 의한  $O_2$ -생성 소기관막의 보호효과가 관찰되지 않자 Se이 결핍된 쥐의 PMN은  $H_2O_2$  대사능력이 감소되어 세포내 형성된  $H_2O_2$ 에 의해  $O_2$ -생성 소기관이 손상을 입으며 세포내에서 병원체를 살균하는 효과가 감소된다.

셀레니움이 결핍되면 세포내 glutathione peroxidase의 농도가 감소되고 소, 산양 및 쥐에서 혈액 PMN의 기능이 떨어진다. boyne과 Arthur는 Se이 결핍된 소에서 PMN가 탐식된 *Candida albicans*를 살균하는 능력은 감소되었으나 *C. albicans*를 탐식하는 기능에는 차이가 없음을 보고하였다. Gyang 등은 Se이 부족한 젖소에서 PMN의 세포내 *S. aureus*의 살균력이 Se과 비타민 E을 주사한 젖소에 비해 낮음을 보고하였다. Se와 비타민 E 결핍과 연관된 젖소 유선내 PMN 또는 대사구에 대한 연구는 아직까지 보고된 것이 없는 것 같다.

Aziz 등은 Se이 결핍되고 비타민 E가 충분한 산양에서 혈액내 PMN의 기능을 연구하였다.

Se이 결핍되면 PMN의 무작위성 이동과 주화성도 감소된다. 계속된 연구로 Aziz와 Kelsius는 Se이 결핍된 산양을 calcium ionophore A23187에 노출시켰을 때 PMN이 생산하는 chemotactic factor의 생산이 감소함을 보고하였다.

젖소에서 유선을 미생물의 감염으로 부터 보호하는 PMN의 중요성은 잘 알려져 있다. Se 또는 비타민 E의 결핍에 의한 PMN 기능저하는 유선의 감염빈도를 증가시킬 수 있으며, 감염된 병원균을 제거하는 기능을 저하시킨다(즉, 감염의 지속기간이 길어진다). 소의 PMN기능의 연구에서 PMN이 병원체를 탐식하고 산멸시키는 능력은 개체간에 큰 변이를 보여왔다. 대개 젖소의 비타민 E와 Se의 상태는 개체간의 변이를 유발할 수 있으며, 가치있는 조사가 될 수 있다. 또한 Se 결핍은 PMN 이동성과 Chemotactic factors 생산에 영향을 미쳐 젖소 개체간에 유선조직 감염후 PMN의 이동성에 변이가 나타남이 보고되었다. PMN 이동성의 저하는 비유초기 급성 대장균성 유방염 발생에 중요한 요인이 될 수 있다. 최종적으로 PMN에 의한 생산된 자유기가 유선분비 조직에 손상을 입히며 비타민 E와 Se이 결핍되면 자유기에 의한 조직파괴가 심해진다.

## 2) 면역력 향상

젖소에서 면역력이 유방염을 예방하기 위한 수단이 될 수 있는지는 증명되지 않았다. 이것은 수많은 종류에 세균이 유방염을 유발하고 우유내 항체의 수준을 변화시킬 수 없기 때문이다. 그러나 유방염을 연구하는 대부분의 과학자들은 면역력이 유방염의 천연적인 방어수단임에 동의한다. 우유내 opsonizing 항체는 유방염 유발 세균의 탐식과 살균력을 향상시킨다. 대식구와 B.T 임파구는 유선 분비물에 나타나며 이들의 농도는 정상 우유에 비해 비유기 유선조직의 분비물에서 현저히 높다.

비타민 E와 Se이 결핍된 젖소 유선조직의 면역력에 대한 자료는 부족하지만 이들의 결핍이 면역계에 해가 되는 것을 강하게 암시하고 있다. 결핍증은 닭, 칠면조, 쥐, 기니아픽, 돼지, 면양 등에서 항원에 대한 면역반응을 감소시킨다.

비타민 E와 Se 결핍은 생쥐, 쥐, 기니아 픽, 개, 면양 등에서 mitogen에 대한 임파구의 반응력을 저하시켜 B세포와 T세포 모두에 악영향을 준다.

비타민 E와 Se 결핍은 면역반응에 연루된 한

가지 또는 여러 가지 세포에 악영향을 미치는 것으로 생각된다. 이 효과는 세포막 지방의 과산화 또는 아라키돈산 대사의 변형에 *in vitro*에서 생쥐 비장세포의 항체반응을 저하시키고 대식세포가 가장 큰 영향을 받는 것으로 보고되었다.

Kayden 등은 만성 임파구성 백혈병 환자의 B 세포내 비타민 E 농도는 정상인에 비해 심하게 낮은 것을 보고하였다. 이때 T 세포내 비타민 E 농도는 정상이었다.

Tengerdy 등은 항원과 함께 비타민 E를 급여하거나 주사하면 항체의 반응이 증가되는 것을 보고하였다. *Brucella ovis* 또는 *clostridium perfringens* type D를 항원으로 사용하고 비타민 E를 면역보조제로 사용한 면역에서의 연구에서 비타민 E가 불완전한 Freund의 보조제보다 효과가 우수하였다. 이 연구는 소와 말에서 체액성 면역반응이 비타민 E와 Se의 주사로 증가될 수 있음을 암시한다. 최근 우리 연구소에서 비육우에 *Pasturella haemolytica* 백신접종과 동시에 비타민 E와 Se을 주사하였더니 항체반응이 촉진되었다. 비타민 E와 Se의 면역보조제 효과는 낙농산업에서 중요성이 고려될 수 있으며 앞으로 더 연구될 가치가 있다. 또한 유방염의 치료를 위해 항생제와 함께 비타민 E를 사용하는 것은 아직까지 실험되지 않았지만 회복을 촉진하고 치유기 세포손상에 의한 유량감소를 감소시킬 것이다.

### 3) 아라키돈산 대사의 변형

Cyclooxygenase나 lipoyxygenase 경로를 통한 아라키돈산 대사 생성물들은 염증반응의 조절 및 증폭과 뒤이은 면역력 발달에 중요하다. 비타민 E와 Se이 결핍된 조류와 포유류에서는 아라키돈산 대사가 변형된다. seleno-enzyme인 glutathione peroxidase는 prostaglandin 합성에 직접적으로 참여하며, 비타민 E는 아라키돈산 또는 이들의 불안정한 대사물들의 과산화를 예방하는 작용을 한다. 일반적으로 사료에 첨가된 비타민 E는 조직내 prostaglandin 농도는 억제하지만 이 효과는 조직과 cyclooxygenase 경로에 의해 일어나는 아라키돈산 대사에 따라 다양하다. Aziz 등은 산양에서 Se이 결핍

되면 호중구의 leukotriene B<sub>5</sub> 합성이 억압되는 것을 밝혔다.

유방염 젖소에서는 우유내 prostaglandin이 증가되며 Atroschi 등은 유방염 젖소는 적혈구내 glutathione peroxidase가 정상 젖소보다 낮은 것을 보고하였다. 우유내 prostaglandin 농도는 체세포 수 증가와 밀접한 관계가 있었다.

사료내 비타민 E와 Se을 첨가하면 유방염이 감소되는 것을 유선조직, 호중구, 대식구 등에서 비타민 E와 Se이 아라키돈산 대사를 조절하기 때문이다. 호중구와 대식구 기능의 최적화는 젖소군에서 질병의 발생을 감소시켜 준다.

Prostaglandin은 평활근의 기능에 영향을 미치는 것으로 알려져 있어 PGE<sub>2</sub>와 PGI<sub>2</sub>는 평활근을 이완시킨다. 유두관은 평활근으로 둘러싸여 있으며 이 유두관 폐쇄의 견고성은 세균의 침투와 밀접한 연관이 있다. 따라서 비타민 E와 Se 결핍은 아라키돈산 대사의 변형으로 유방염의 첫번째 방어벽인 유두관의 견고한 폐쇄에 지장을 초래하여 유방염 발생을 증가시킬 수 있다.

Prostaglandin은 난소와 자궁의 기능에도 영향을 미친다. 비타민 E와 Se 결핍으로 인한 아라키돈산 대사의 변형은 유방염, 태반정체, 난소 낭종의 발생을 증가시키고 자궁의 퇴축을 지연시킨다. 반면에 유방염에 이은 prostaglandin 농도의 증가는 번식에도 영향을 미칠 수 있어 최근의 연구에서 임신초기의 급성유방염은 PGF<sub>2</sub>를 증가시켜 유산을 유발하는 것으로 밝혀졌다.

비타민 E와 Se의 결핍이 유방염으로 인한 prostaglandin 농도변화에 영향을 미치는 것은 밝혀지지 않았으나 연구될 가치가 있는 분야이다.

비타민 E와 Se은 유방염과 번식에 밀접한 연관이 있으므로 이들은 아라키돈산 대사에서 중요한 역할을 수행한다.

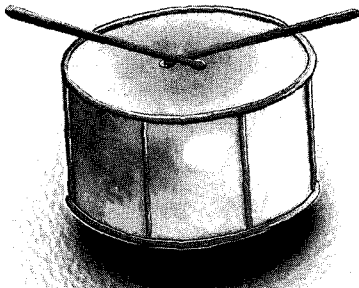
## 7. 사료첨가량

다음의 비타민 E와 Se의 첨가량은 (1) 오하이오주에서 실시된 여러번의 연구결과를 근거로 하여 ; (2) 전형적인 젖소에 대한 ; (3) 축사에서 사육되고 ; (4) Se이 결핍된 지역에서 권장되는 수준이다.

건유기에는 젖소 한마리당 하루에 1000 mg. dl-alpha-tocopheryl acetate와 3mg의 Se이 사료에 첨가되어야 한다. 그리고 예상분만

21일전에 50mg의 Se이 주사되어야 한다. 비유기에는 젖소 한마리당 하루에 400~600mg의 비타민 E와 6mg Se이 사료에 첨가되어야 한다.

“Veterinarian Oath”



“인생의 활력을 찾는 수의사”

장엄한 행진곡  
“콰이강의 다리”가  
가슴을 두드립니다

그리고 나는 말합니다.  
“나는 동물을 고통으로부터 해방시키는 수의사  
임으로 안티펜을 처방한다”고.....



수의사의 권위와 품위를 존중하는  
주식 **과학축산**  
회사  
수신자부담 080-023-2361  
전화서비스

