

# 사료내의 아연과 칼슘이 돼지 부전각화증의 발생에 미치는 영향

이근우 · 이현범

(경북대학교 농과대학 수의학과)

## 서 론

돼지의 부전각화증(이하 P증)은 만성 무혈의 질병으로서, 임상적으로는 피부 특히 후지하부에 대칭성의 가피형성과 증체량 감소를 특징으로 하며, 병리학적으로는 표피의 유극층이 비후되고 각질층내에 핵이 남아있는 것이 특징이다.<sup>2, 8)</sup>

P증은 1950년대 미국 Minnesota대학의 부속 농장을 비롯한 여러 양돈장에서 발생하여 큰 손실을 초래 하였으나, 이 당시에는 그 병성이 확인되지 않았다.

Kernkamp와 Ferrin<sup>4)</sup>은 10여년간에 걸친 연구 결과 이 병이 병리학적으로 P증이라는 것을 처음 밝혀내게 된 것이다.

그들은 본병이 주로 배합사료만을 급여하는 생후 60일령 전후의 급속한 성장을 하는 자돈에서 발병하며, 목초를 급여하거나 방사하면 예방 또는 치유된다는 것을 확인하고 P증을 일종의 영양장애에 기인하는 질병으로 추측하였으나 확실한 원인은 밝히지 못하였다.

1955년 Tucker와 Salmon<sup>33)</sup>은 광범위한 영양학적 실험을 통하여 돼지의 P증이 아연부족과 관련되며 칼슘과도 간접적으로 P증의 발생을 조장한다는 것을 보고하였다.

Tucker와 Salmon<sup>33)</sup>의 보고가 발표된 후 P증의 원인에 대하여 많은 연구가 이루어졌다.

Lewis<sup>15, 16, 17)</sup> Luecke<sup>18, 19)</sup> Stevenson과 Earle<sup>32)</sup> Newland<sup>22)</sup> Hoekstra<sup>11, 12)</sup> Robert<sup>29)</sup> 대다수의 보고에서는 Tucker와 Salmon<sup>33)</sup>과 마찬가지로 아연부족이 P증의 일차적 원인이며, 칼슘과다는 소화관내에서 아연의 흡수 또는 이용성을 저하하거나, 체내에서 아연의 대사를 항진시킴으로써 아연의 부족을 조장하는 간접적인 요인이 된다고 하였다. 그러나 Smith<sup>30, 31)</sup> Oberleas<sup>28)</sup> Dahmer<sup>5, 6)</sup>은 사료내의 칼슘보다도 식물단백질에 함유된 피틴산이 소화관내에서 아연과 결합함으로써 아연의 흡수를 저해하는 중요한 원인으로 작용한다는 것을 주장하였다.

Dunne<sup>8)</sup>에 의하면 인, 카드뮴, 동, 망간, 코발트, 철, 아미노산, 비타민 D 등도 아연의 흡수 및 대사에 관여하며, TGE나 대장균증과 같은 장감염증도 아연의 흡수를 저해하는 요인이 될 수 있다고 하였다.

이상과 같이 P증의 근본원인을 아연부족이라고 주장하는 학설과는 반대로 Hanson<sup>10)</sup>은 돼지의 P증이 Burr와 Burr<sup>4)</sup> 및 Burr와 Bones<sup>3)</sup>에 의하여 보고된 랫트와 개의 실험적 불포화 지방산결핍증상과 유사하다는데 착안하여, 사료에 리놀산 54%를 함유하는 대두유를 18~23%씩 첨가함으로써 P증의 발생이 억제될뿐 아니라 발병도도 치유된다는 것을 처음으로 보고하

였다. 그들은 또한 칼슘은 소화관에서 불포화 지방산과 결합함으로써 칼슘이 과다할 때는 더욱 많은 대두유를 첨가하여야 한다고 보고하였다.

그후 Pond등<sup>27,28</sup>도 아연의 함량이 29~33mg/kg인 사료에 옥수수유만을 10%씩 첨가하여도 P증이 예방되었다고 보고하였다. 그러나, 이 두 보고에서는 사료 또는 조직내의 불포화 지방산 함량을 측정하지는 않았다.

이상과 같이 현재까지 밝혀진 P증의 원인으로서는 사료내의 아연부족 및 불포화지방산 부족의 두가지로 집약되며, 여기에 부과해서 칼슘과다는 이 두가지 성분의 부족을 가중시키는 이차적 요인으로 지적되었다.

Blood등,<sup>2</sup> 熊谷등<sup>30</sup>도 상기한 세가지 요인이 P증의 발생에 중요한 관계를 가진다는 것을 인정하고 있다. 그러나 이러한 요인들이 어떠한 작용기전으로 P증의 발생에 관여하는지는 아직도 불명한 상태이다.<sup>2)</sup>

근년 우리나라에서도 양돈기술이 향상되고 양돈업이 번창하면서 P증이 발생하고 있다는 것은 1979년 李등<sup>35</sup>에 의하여 처음으로 보고되었으며 李<sup>36</sup> 및 李와 金<sup>37</sup>은 우리나라 양돈장에 유행하는 피부병을 원인별로 조사하여 본 결과 P증으로 진단된 예가 가장 많았으며 급여된 사료를 분석하여 본 결과 아연부족, 칼슘과다, 불포화지방산부족현상이 인정되었음을 보고하였다.

작용기전은 여하하든 상기한 세가지 요인이 P증의 발생에 관련되고 있다는 것은 사실이며, 따라서 이병의 예방 치료에는 사료내의 칼슘과다를 피하고, 50~100mg/kg의 아연을 첨가하거나 불포화지방산을 많이 함유하는 식물성기름을 투여할 것을 권장하고 있다.<sup>2,30)</sup>

이 연구의 목적은 첫째로 P증의 근본적인 원인규명의 일조로서 사료내의 아연부족 및 칼슘과다가 혈청과 분내의 아연 및 칼슘농도에 미치는 영향을 검토하고, 둘째로는 실험적으로 발병시킨 돼지의 혈액내 백혈구의 총수 및 분별계산치를 제시함으로써 P증의 임상적 진단에

도움이 되고자 하였으며 셋째로 아연 또는 대두유의 피부도포에 의한 치료효과를 검토함으로써 P증의 치료법 개선에 도움이 되고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험사료에 의한 P증 발병시험

공시동물 : 생후 50~65일령의 랜드레이스 × 라지화이트 잡종돈 15두를 공시사료에 따라 3두씩 5군(A, B, C, D, E)으로 분군하여 공시하였다.

각 군은 콘크리트바닥의 돈사에 분리 수용하면서 공시사료와 수도수만을 35일간 무제한 급여하였다.

공시사료 : Table 1.에 표시한바와 같이 양돈용 사료의 배합에 흔히 이용되고 있는 옥수수의 8종의 원료와 대두유(동방유량, 불포화지방산분 석치 57.78%) 및 탄산아연(일본, 신요회사제)를 이용하여 아연, 칼슘, 및 불포화지방산을 각각 100mg/kg, 0.54%, 6.82% 함유하는 사료(이하 대조사료, A군용), 아연함량이 45mg/kg인 사료(이하 저아연사료, B군용), 불포화지방산함량이 8.07%인 사료(이하 고지질사료, C군용), 칼슘함량이 1.50%인 사료(이하 고칼슘사료, D군용), 및 아연함량이 45mg/kg이고 칼슘함량이 1.50%인 사료(이하 저아연고칼슘사료, E군용)를 배합하여 실험사료로 공시하였다.

검사항목 : 실험사료를 35일간 급여하면서 매일 피부증상을 육안적으로 관찰함과 동시에 피부생검조직표본에 대한 병리조직학적 소견으로서 P증의 발생여부를 확인하였다. 또한 발증돈에 대해서는 보통방법에 따라 백혈구의 총수와 분별계산을 병행하였다.

한편 1일사료섭취량, 1주 증체량을 측정하여 1일 평균증체량 및 1kg의 증체에 소요된 사료량을 산정하였다. 또한 실험개시 직전 및 35일째에 분과 혈액을 채취하여 각각의 아연 및 칼슘함량을 측정하였다. 분은 일정시간(오전 10

Table 1. Composition of Experimental Diets for Pigs

Item	A	B	C	E	F
Ingredients					
Corn, %	63.53	63.54	61.03	61.57	61.58
Wheat bran, %	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20
Barley bran, %	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
Rice bran, solvent, %	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Soybean meal, %	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20
Sesame meal, %	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
Salt, %	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitamin A and* D supplement, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Oyster shell, ground, %	1.46	1.46	1.46	3.42	3.42
Soybean oil, %	--	--	2.50	--	--
Zinc carbonate, %	0.01	--	0.01	0.01	--
Nutritional values					
D. E., K cal/kg	3223.4	3223.7	3135.2	3154.3	3154.6
Protein, %	14.05	14.05	14.05	13.88	13.88
Calcium, %	0.54	0.54	0.54	1.50	1.50
Zinc, mg/kg	100.00	45.00	100.00	100.00	45.00
Unsaturated fatty acids, %	6.82	6.82	8.07	6.82	6.82

\* : Vitamin A : 10,000,000iu/kg + Vitamin D : 2,000,000iu/kg (Bayer Co)

Table 2. The Analysis of Covariance for the Completely Random Design

Source of variation	df	Sum of products			df	Adjusted $\sum y^2$	MS	F
		SSx	Sxy	SSy				
Treatment	t-1	Txx	Txy	Tyy				
Error	t(r-1)	Exx	Exy	Eyy	t(r-1)-1	$Eyy - \frac{(Exy)^2}{Exx}$ (2)	$S^2_{xy}$	
Treatment	t-1	Sxx	Sxy	Syy	rt-2	$Syy - \frac{(Sxy)^2}{Sxx}$ (1)		
† Error								
Adjusted Treatment					t-1	(1)-(2)	$S^2_{yy}$	$S^2_{yy}/S^2_{xy}$

시)에 300gm씩을 채취하여 80~100°C에서 충분히 건조한 후 유발로 마쇄하여 밀봉한 플라스틱 병에 넣어 분석시까지 4°C에 보관하였다.

혈액은 전대정맥에서 20ml씩을 채취하여 실온에서 혈청을 분리한 후, 3,000rpm으로 30분간 원침하여 분석시까지 -150°C에 보존하였다.

아연 및 칼슘의 측정은 먼저 일정량(분; 1gm, 혈청 : 5 ml)의 시료를 580~600°C 퍼내이스 내

에서 12~18시간 건식분해한 후 1:1 희염산액으로 회분을 용해하여 Atomic absorption spectrophotometer (Varian, AA-175)로 측정하였다. 아연의 측정에 있어서는 연료로서 air/acetylene을 사용하였으나 칼슘의 측정에 있어서는 간섭작용을 배제하기 위하여 nitrous air/acetylene을 사용하였다.

실험성적은 실험시작시의 조사분석치(X)와 실험완료시의 조사분석치(Y)를 공분산분석 하

Table 3. Effect of Dietary Low-zinc, High-fat, High-calcium and Low-zinc with High-calcium Supplementation on Weight Gain Feed Efficiency and Incidence of Parakeratosis

Ration	pig No.	Initial wt. (kg)	Final wt. (kg)	Av. daily gain (kg)	Av. daily feed intake (kg)	Feed per kg gain	Incidence of parakeratosis
A (Control)	1	24.00	50.50	0.75	2.04	2.69	-
	2	20.00	43.50	0.66	1.86	2.82	-
	3	25.00	49.00	0.68	2.01	2.93	-
	Mean	23.13	47.67	0.70	1.97	2.81	0
B (Low-zinc)	4	30.18	53.60	0.65	2.07	3.18	-
	5	25.20	46.00	0.59	1.95	3.29	-
	6	26.50	49.00	0.64	2.09	3.24	-
	Mean	27.50	49.50	0.63	2.03	3.24	0
C (High-fat)	7	21.60	51.00	0.84	2.01	2.39	-
	8	24.00	53.50	0.84	2.01	2.39	-
	9	24.20	49.80	0.73	1.93	2.63	-
	Mean	23.30	51.43	0.80	1.98	2.46	0
D (High-calcium)	10	10.00	27.50	0.50	1.30	2.60	-
	11	15.00	30.80	0.45	1.33	2.94	-
	12	12.00	29.60	0.50	1.31	2.71	-
	Mean	11.67	29.30	0.48	1.31	2.75	0
E (Low-zinc with high-calcium)	13	15.00	25.50	0.30	0.96	3.20	+
	14	12.00	21.10	0.26	0.98	3.77	+
	15	11.00	20.80	0.28	0.90	3.21	+
	Mean	12.70	22.47	0.28	0.95	3.39	100

\* : Different letters show significant difference.

여, 실험개시시 조사분석치의 차이에 따라, 실험완료시의 조사분석치를 수정하여 조정수치를 비교하였다. 공분산분석 방법은 Table 2. 와 같다. 수정된 평균치 비교에 이용된 표준오차는 다음 공식에 의하여 산출하였다.

$$Sd = \sqrt{S^2_y \cdot r \left\{ \frac{2}{r} + \frac{(\bar{x}_p - \bar{x}_q)^2}{E_{xx}} \right\}}$$

### P증의 치료시험

공시동물 : 대구 근교의 양돈장에서 발생한 70 일령 전후의 P증돈 10두를 2 두씩 치료방법에 따라 5 군(1,2,3,4,5)으로 나누어 공시하였다.

치료방법 : 1 군(대조군)에는 저아연 고칼슘 사료만을 급여하였다. 2 군에는 황산아연 5% 수용액을 20ml씩 1일 1회 10일간 환부에 도포하였다. 3 군에는 대두유를 30ml씩 1일 1회

10일간 환부에 도포하였다. 4 군에는 탄산아연 200mg/kg을 10일간 사료에 첨가 급여하였고, 5 군에는 대두유 2.5%를 사료에 첨가하여 10일간 급여하였다. 이러한 처치후에는 매일 임상적으로 관찰하면서 그 효과를 판정하였다.

### 결 과

#### 실험사료에 의한 P증 발병시험 성적

중체량 : Table 3.에 표시한바와 같이 1 일 평균 중체량은 고지질사료군이 0.80kg 으로서 대조군의 0.70kg에 비하여 다소의 증가경향을 나타내었으나 유의성은 인정되지 않았다. 그러나 그 외의 D 및 E군은 각각 0.47kg 및 0.27kg 으로서 대조군에 비하여 현저한 감소경향이 인정되었다 ( $P < 0.05$  및  $P < 0.01$ ).

**Table 4. Comparison of Changes in Leukocyte Count between Normal and Parakeratotic Pigs**

Group	Pig No.	Totalcount 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>		Differential count (%)									
				Lymphocytes		Segmented neutrophils		Bond neutrophils		Eosinophils		Monocytes	
				Initial	35thday	Initial	35thday	Initial	35thday	Initial	35thday	Initial	35thday
D	10	21.8	24.0	57.0	65.0	39.0	29.0	1.0	2.0	1.0	3.0	2.0	1.0
	11	21.2	18.9	55.0	48.0	38.0	46.0	0	0	7.0	4.0	0	2.0
	12	17.7	15.2	62.0	58.0	34.0	35.0	1.0	0	2.0	5.0	1.0	2.0
	Means	20.2	19.4	58.0	57.0	37.0	36.7	0.7	0.7	3.3	4.0	1.0	1.7
F	16	17.8	23.9	65.0	45.0	29.0	47.0	1.0	2.0	2.0	5.0	3.0	1.0
	17	19.1	17.4	67.0	50.0	29.0	46.0	0	2.0	2.0	2.0	2.0	0
	18	23.2	25.4	51.0	50.0	41.0	44.0	0	1.0	7.0	3.0	1.0	2.0
	Means	20.2	22.2	63.0	48.3	33.0	45.6	0.3	1.7	3.7	3.3	2.0	1.0

**Table 5. Effect of Dietary Low-zinc, High-fat, High-calcium and Low-zinc with High-calcium Supplementation on Serum and Fecal Zinc Concentrations**

Ration	Pig No.	Serum Zn (µg/dl)		Fecal Zn (mg/kg)	
		Initial	35th day	Initial	35th day
A (Control)	1	126.00	135.00	84.00	400.00
	2	130.00	150.00	922.00	420.00
	3	100.00	91.20	333.00	383.00
	Mean	118.67	125.40	698.33	401.00
B (Low - zinc)	4	128.00	106.00	470.00	354.00
	5	118.00	82.00	415.00	320.00
	6	97.00	77.00	515.00	296.00
	Mean	114.00	88.00	465.00	323.00
C (High - fat)	7	102.00	102.50	336.00	318.00
	8	102.00	102.50	433.00	400.00
	9	91.40	91.80	386.00	372.00
	Mean	98.50	98.60	385.00	363.00
D (High-calcium)	10	126.00	112.30	400.00	417.00
	11	117.00	105.50	483.00	428.00
	12	115.00	107.00	437.00	425.00
	Mean	119.60	108.30	440.00	423.00
E (Low - zinc with high-calcium)	13	96.20	78.50	583.00	291.00
	14	73.60	70.10	585.00	406.00
	15	111.70	84.40	489.00	353.00
	Mean	93.80	77.70	552.00	350.00

\* : Different letters show significant difference.

**Table 6. Effect of Dietary Low-zinc, High-fat, High-calcium and Low-zinc with High-calcium Supplementation on Serum and Fecal Calcium Concentrations**

Ration	Pig no.	Serum calcium (mg/100ml)		Fecal calcium (mg/kg)	
		Initial	35th day	Initial	35th day
A (Control)	1	12.00	10.60	41,700	42,300
	2	11.30	11.20	41,000	44,000
	3	10.40	10.60	42,000	42,000
	Mean	11.23	10.80	41,600	42,800
B (Low - zinc)	4	8.60	12.30	40,000	55,000
	5	8.00	9.40	41,000	52,000
	6	11.30	13.00	48,000	47,000
	Mean	9.30	11.57	43,000	51,300
C (High - fat)	7	11.20	10.80	42,500	42,400
	8	10.00	8.40	40,800	41,300
	9	10.80	9.80	41,700	42,800
	Mean	10.67	9.67	41,700	42,200
D (High- calcium)	10	10.00	10.60	41,700	42,200
	11	11.40	9.50	40,800	63,600
	12	10.20	10.00	41,900	67,800
	Mean	10.00	10.30	41,500	67,100
E (High-calcium with low-zinc)	13	11.60	9.60	40,000	71,400
	14	9.90	10.20	41,300	72,000
	15	10.80	9.80	42,700	71,800
	Mean	10.77	9.87	41,300	71,700

\* : Different letters show significant difference.

**사료요구율** : Table3.에 표시한 바와 같이 1kg의 증체에 소요된 사료량은 고지질사료군이 2.46으로서 대조군의 2.81에 비하여 유의한 차이가 인정되었다 ( $P < 0.01$ ). 그러나 저아연사료를 급여한 B군 및 E군에서는 각각 3.24 및 3.39로서 대조군에 비하여 현저한 사료요구율의 저하경향이 인정되었다.

**P증의 발병** : Table3.에 표시한 바와 같이 E군에서는 전예가 실험 3주일째부터 하복부에 흥반과 구진이 나타나기 시작하여, 35일째는 하복부 및 후지하부의 피부에 대칭성의 두꺼운 가피형성 및 가피의 꺾임등을 수반하는 전형적인 P증의 증상이 발현하였다 (Fig. 1 및 2). 또한 병변부 피부의 생검조직표본에서도 유극층의 비

후, 각질층내 핵의 잔존등 전형적인 P증소견이 관찰되었다 (Fig 3 및 4).

**P증돈의 백혈구 총수 및 분별계산치** : Table4.에 표시한 바와 같이 P증이 발생하지 않았던 대조군의 계산치와 발병돈의 계산치는 개체에 따라 다소의 차이가 있었으나 양군간에 유의한 차이는 인정되지 않았다.

**혈청 및 분내의 아연농도** : Table5.에 표시한 바와 같이 실험 35일째의 혈청내 아연농도는 저아연사료군이 88.0 $\mu$ g/ml, 저아연고칼슘사료군이 77.7 $\mu$ g/ml,로서 대조군의 125.4 $\mu$ g/ml에 비하여 각각 현저한 감소경향이 인정되었다. ( $P < 0.01$  및  $P < 0.01$ ). 실험 35일째의 분내 아연농도는 저아연사료군, 이 323mg/kg, 저아연 고칼슘 사료

군이 350mg/kg으로서 대조군의 40mg/kg에 비하여 각각 현저한 감소경향이 인정되었다. ( $P < 0.01$  및  $P < 0.05$ ).

**혈청 및 분내 칼슘농도**: Table 6.에 표시된 바와 같이 혈청내의 칼슘농도는 예별로 다소의 차이는 인정되었으나 평균치에 있어서는 대조군에 비하여 유의한 차이가 인정되지 않았다.

실험 35일째의 분내 칼슘농도는 고칼슘사료군이 67, 100mg/kg, 저아연고칼슘사료군이 71, 700mg/kg으로서 대조군의 42, 800mg/kg에 비하여 각각 현저한 증가경향이 인정되었다 ( $P < 0.01$  및  $P < 0.01$ ).

### P증의 치료시험 성적

1군(대조군)에서는 실험 20일째까지도 피부 증상의 현저한 변화가 나타나지 않았다.

2군(5% 황산아연 외용군)은 실험 4일째부터 병변부 피부의 충혈이 완화되기 시작하였고, 6일째 부터는 가피가 건조 탈락하기 시작하여 9일째는 거의 탈락하였으나 관절부에 소량의 병변이 남아있었다. 그러나 20일째 까지에는 완전히 치유되었다.

3군(대두유 외용군)에서는 실험 3일째 부터 충혈이 완화되고 가피가 탈락하기 시작하여 10일째에는 거의 소실하였다.

4군(탄산아연 내용군)에서는 급여후 4일째 부터 충혈이 완화되고 8일째에 가피가 탈락하기 시작하였으나 10일째까지도 병변이 남아 있었다. 그러나 20일째까지에는 완전치유 되었다.

5군(대두유 내용군)에서는 실험 4일째 부터 충혈이 완화되고 6일째 부터 가피가 탈락하기 시작하여, 10일 후에는 소량의 가피만 남았을 뿐이었으며 20일째에는 완치되었다.

### 고찰

아연이 P증에 대하여 예방, 치료효과가 있을 뿐 아니라 증체율을 증가시키는 작용이 있다는 것을 처음 밝힌 사람은 Tucker와 Salmon<sup>33)</sup>이

며 이후 여러 연구자들의 보고<sup>5, 11, 12, 15-19)</sup>에서도 널리 인정되고 있다. 아연의 요구량에 대하여서는 보고자에 따라 다르며 사료내의 칼슘<sup>16, 18, 19, 29, 32)</sup> 피틴산<sup>9, 21, 24, 26, 29, 30)</sup>을 비롯한 여러가지 요인에 따라서 달라진다는 것이 밝혀졌으나, 2~3개월령의 돼지에서는 칼슘이 정상요구량인 0.5~0.7%일 때에는 아연함량이 34~44mg/kg인 사료에 50mg/kg 정도를 첨가하여 아연의 총량이 80~100mg/kg 정도면 충분하다고 알려져 있다.<sup>11, 12, 15-17, 29, 33)</sup>

저자의 일차시험 결과 일당증체량에 있어서는 C군이 0.8kg, 그리고 A군이 0.7kg이었으나 유의차가 인정되지 않은 것은 A사료내의 불포화 지방산함량이 돼지의 정상발육에 충분하였던 때문이라고 사료되며, B군 및 C군의 증체량이 각각 0.63kg 및 0.48kg으로서 대조군과 유의차가 있는 것은, 칼슘이 과다할 경우라 할지라도 아연함량은 증량시켜야 한다는 보고<sup>8, 11, 12, 15-19, 23, 29-31)</sup>와 일치되는 성적이라고 해석된다. 그리고 E군에서는 일당 증체량이 0.28kg으로서 현저한 차이를 나타내었는데 이는 칼슘과다 및 아연부족과 이에 따르는 P증의 발병에 기인된 것이라고 생각된다.<sup>13, 16, 18-20, 29, 32)</sup>

사료요구율에 있어서는 C군이 2.46으로 가장 좋았고 대조군의 2.81과 유의차를 보이고 있는 것은 대두유첨가로 인한 사료이용성 향상에 기인한 것으로 보이며, 대조군과 D군간에는 차이가 없으나 B군 및 E군이 각각 3.24 및 3.39로서 높게 나타난 것은 사료내 아연부족등에 관련된 것으로<sup>1, 8, 12, 33)</sup> 추측된다. P증은 저아연칼슘사료군(E군)에서는 전예에서 인정되었으나 B군 및 D군에서는 전혀 인정되지 않았다. 이러한 성격으로 보아 불포화지방산 6.82%를 함유하는 사료에서는 아연부족 또는 칼슘과다의 단독작용으로서는 P증의 발생에 영향을 미치지 못하며, 양자의 공동 작용에 의해서만 발병요인이 되었다고 생각된다. Miller 등<sup>20)</sup>에 의하면 P증에 있어서의 혈구변화로서 백혈구수의 증가, 임파구

퍼센트의 감소등을 지적하였다. 저자의 실험에서 P증을 일으킨 3두(E군)에 대하여 검사한 결과 다소의 개체적 차이는 있었으나, Duckes<sup>7)</sup> 및 Osborne과 Meredith등<sup>20)</sup>이 보고한 생리적 범주 내에 있었음으로 이것을 P증의 특이한 변화라고 인정하기는 곤란하다 하겠다.

2~3개월령 돼지의 혈중 아연농도는 정상적으로 94mg/kg의 아연이 함유된 사료를 급여할 때 54~141μg/dl로서 개체에 따라 변화가 많으며,<sup>34)</sup> Newland등<sup>22)</sup>은 혈액내의 아연농도는 사료내의 칼슘 또는 아연농도에 큰 영향을 받지 않는다고 하였으나 Miller등<sup>20)</sup>은 사료내의 아연농도에 따라 변화한다고 하였으며 아울러 P증 때는 혈청아연의 감소가 특징이라고 보고하였다. 이에 대하여 Lewis등<sup>15-17)</sup>, Hoekstra등<sup>11,12)</sup>은 P증시에 아연이 감소되지만 매우 다양하며, 기타의 요인들에 의하여서도 변화되기 때문에 P증의 진단에 유용한 지침은 될수 없다고 하였다.

본 실험결과 저아연사료를 급여한 B군과 E군의 혈청아연량은 대조군에 비하여 현저한 감소경향이 인정되었으나(P<0.01), E군과 B군은 대체로 동일수준으로 유의한 차이가 인정되지 않았으므로 혈청내의 아연량이 P증의 진단에 도움이 될만한 지침은 되지 않는것이라 생각된다.

아연의 항상성 유지에는 노내의 배설보다도 분내의 배설이 중요한 역할을 한다고 한다.<sup>20)</sup> 본 실험에서는 비록 1일 총배설량은 측정하지 않았으나 분내의 아연농도는 대체로 아연의 급여량에 따라 저아연사료군인 B군과 E군이 비교적 낮은 수치를 나타내었다. Newland등<sup>22)</sup>과 Miller등<sup>20)</sup>도 각각 돼지와 반추동물에서 유사한 성적을 보고한 바 있다. Stevenson등<sup>32)</sup>에 의하면 혈청 칼슘농도는 P증과 무관하다고 하였으나, Miller등<sup>20)</sup>은 P증돈의 혈청 칼슘은 아연과 함께 감소한다고 하였다. 본 실험결과에서는 사료내의 아연첨가 또는 대두유첨가에 의한 변화가 인

정되지 않았으며, P증이 발생한 E군에서도 유의한 차이는 나타나지 않았다. 한편 분내의 칼슘농도는 아연과 마찬가지로 칼슘첨가군(D, E군)에서 현저히 증가되었다(P<0.01).

P증의 치료시험에서 아연과 대두유는 사료첨가에 의한 내용뿐만 아니라 피부에 도포할 경우에도 동등한 치료효과를 나타내었다. 이러한 의용에 의한 치료효과가 피부의 흡수에 의한 것인지 또는 직접적인 접촉에 기인하는 것인지는 본 실험 결과만으로는 언급하기 곤란하다.

## 결론

본 연구에서는 첫째 사료내 아연부족 및 칼슘과다가 혈청과 분내의 아연 및 칼슘농도에 미치는 영향을 밝히고, 둘째 아연 또는 대두유의 피부도포에 의한 부전각화증의 치료효과를 검토하였다.

실험사료에 의한 P증의 발병시험에서는 먼저 아연 45mg/kg, 칼슘 0.54%, 불포화지방산 6.82%를 함유하는 기본사료(이하 저아연사료, B군용)를 조제하고 여기에 탄산아연을 첨가하여 아연함량을 100mg/kg으로 조정한 사료(이하 대조사료, A군용), 대조사료에 대두유 25ml/kg을 첨가하여 불포화지방산함량을 8.07% 되도록 조정한 사료(이하 고지질사료, C군용), 대조사료에 패분을 첨가하여 칼슘함량을 1.50%로 조정한 사료(이하 고칼슘사료, D군용), 그리고 저아연사료에 패분을 첨가하여 아연함량 및 칼슘함량을 각각 45mg/kg 및 1.50%로 조정한 사료(이하 저아연 고칼슘사료, E군용)를 공시하여 1군 3두씩 총 15두의 자돈에 35일간 급여하면서 ① 증체율, ② 사료 요구율, ③ 부전각화증의 발생상황, ④ 혈청 및 분내의 아연과 칼슘량을 측정하였다.

한편 발병돈에 대하여는 백혈구의 총수 및 분별계산을 실시하였다.

P증의 치료시험에서는 야외에서 발생한 부전각화증 환돈 10두를 1군 2두씩으로 분군하여



저아연 고칼슘사료를 급여하면서 황산아연 5% 액 20ml씩 또는 대두유 30ml씩의 피부도포에 의한 치료효과와 탄산아연 200mg/kg, 또는 대두유 25ml/kg씩의 사료내 첨가에 의한 치료효과를 임상적으로 비교 관찰하여 보았다.

이상의 실험결과 얻어진 성적을 요약하면 다음과 같다.

1. 저아연사료군에서는 사료요구율은 높아지고 혈청 아연농도는 현저히 저하되었으나 부전각화증은 발생하지 않았다.
2. 고칼슘사료군은 현저한 증체량 감소와 혈

청 아연농도의 감소를 나타내었으나 ( $P < 0.01$ ), 부전각화증의 발생은 인정되지 않았다.

3. 저아연 고칼슘사료군은 대조군에 비하여 현저한 증체량감소, 사료요구율의 증가, 혈청 아연농도 및 분내 아연농도의 감소경향을 나타내었을뿐 아니라 ( $P < 0.01$ ), 전 예에서 전형적인 부전각화증의 증상이 인정되었다.

4. 돼지의 부전각화증은 황산아연 5%용액 또는 대두유의 피부도포에 의하여서도 사료내의 첨가와 동등한 치료효과가 인정되었다.

#### Legends for Figures

- Fig. 1. Early skin lesion of parakeratotic pigs. Erythema and papules are developed on the lower abdominal wall. Pig no. 14 from lot E, on 25th day from starting experiment.
- Fig. 2. Characteristic crust formation on the skin of lower limbs. Pig no. 15 from lot E, on 35th day from starting experiment.
- Fig. 3. Microscopic appearance of early skin lesion. Prickle cell and cornified layers are thickened and numerous nuclei are visible in the cornified layer. Biopsied specimen from pig no. 13 on 23rd day from starting experiment. H-E stain,  $\times 100$ .
- Fig. 4. Microscopic appearance of late skin lesion. The cornified layer is markedly thickened and contains numerous nuclei. Biopsied specimen from pig no. 15 on 35th day from starting experiment. H-E stain,  $\times 100$ .





### 《参考文献》

1. Beardsley, D. W. and Forbes, R. M.: Growth and chemical studies of zinc deficiency in the baby pig. *J. Animal Sci.* (1957) 16:1038.
2. Blood, D. C., Henderson, J. A. and Radostitis, O. M.: *Veterinary medicine*. 5th ed., Baillire Tindall, London (1979) p. 887.
3. Burr, G. O. and Bornes, R. H.: *Non caloric functions of dieary fat*. *Physiol. Rev.* (1943) 23:356.
4. Burr, G. O. and Burr, M. M.: A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *J. Biol. Chem.* (1929) 82:345.
5. Dahmer, E. J., Coleman, B. W., Grummer, R. H. and Hoekstra, W. G.: Alleviation of parakeratosis in Zinc deficient swine by high level of dietary histidine. *J. Animal Sci.* (1972) 35:1181.
6. Dahmer, E. J., Grummer, R. H. and Hoekstra, W. G. : Prevention of zinc deficiency in swine by feeding blood meal. *J. Animal Sci.* (1972) 55:1176.
7. Dukes, H. H.: *Dukes' physiology of domestic animals*. 9th ed., Comstock Cornell Univ. Press. (1979) p. 25.
8. Dunne, H. W. and Leman, A. D.: *Disease of swine*. 4th ed., The Iowa State Univ. Press. Ames. Iowa. (1975) p. 1093.
9. Forbes, R. M. and Yohe, M.: Zinc requirement and balance studies with the rat. *J. Nutr.* (1960) 70:1.
10. Hansen, L. H., Sorensen, D. K. and Kernkamp, H. C. H.: Essential fatty acid deficiency. It's role in parakeratosis. *Am. J. Vet. Res.* (1958) 19:921.
11. Hoekstra, W. G., Faltin, E. C., Lin, C. W., Rovert, H. F. and Grummer, R. H.: Zinc deficiency in reproducing gilts fed a diet high in calcium and its effect on tissue zinc and blood serum alkaline phosphatase. *J. Animal Sci.* (1967) 26:1348.
12. Hoekstra, W. G., Lewis, P. K., Jr, Phillips, P. H. and Grummer, R. H.: The relationship of parakeratosis, supplemental calcium and zinc to the content of certain body components of swine. *J. Animal Sci* (1956) 15 : 752.
13. Hungerford, T. G.: *Disease of livestock*, 8th ed., McGraw-Hill Book Co., Sydney (1975) p. 517.
14. Kernkamp, H. C. H. and Ferrin, E. F.: Parakeratosis in swine. *J. Amer. Vet. Assoc.* (1953) 123:217.
15. Lewis, P. K., Jr., Hoekstra, W. G. and Grummer, R. H.: Restricted calcium feeding versus zinc supplementation for the control of parakeratosis in swine. *J. Animal Sci.* (1957) 16:578.
16. Lewis, P. K., Jr, Hoekstra, W. G., Grummer, R. H. and Phillips, P. H.: The effect of certain nutritional factors including calcium, phosphorus, and zinc on parakeratosis in swine. *J. Animal Sci.* (1956) 15:741.
17. Lewis, P. K., Jr., Grummer, R. H. and Hoekstra, W. G. : The effect of method of feeding upon the susceptibility

- of the pig to parakeratosis. *J. Animal Sci.* (1957) 16 :927.
18. Luecke, R. W., Hoefler, J. A., Brammell, W. S. and Schmidt, D. A. : Calcium and zinc in parakeratosis of swine. *J. Animal Sci.* (1957) 16:3.
  19. Luecke, R. W., Hoefler, J. A., Brammell, W. S. and Thorp, F. Jr. : Mineral interrelationships in parakeratosis of swine. *J. Animal Sci.* (1956) 15:347.
  20. Miller, E. R., Luecke, R. W., Ullrey, D. E., Baltzer, B. V., Bradley, B. L. and Hoefler, J. A. : Biochemical, skeletal and allometric changes due to zinc deficiency in the baby pig. *J. Nutr.* (1968) 95:278.
  21. National Research Council: Nutritional Requirements of swine. 7th ed. National Academy of Science, Washington, D. C. (1973) p. 3-36.
  22. Newland, H. W., Ullrey, D. E., Hoefler, J. A. and Luecke, R. W. : The relationship of dietary calcium to zinc metabolism in pigs. *J. Animal Sci.* (1958) 17:886.
  23. Oberleas, D., Muhrer, M. E. and O' Dell, B. I. : Effect of phytic acid on zinc availability and parakeratosis in swine. *J. Animal Sci.* (1962) 21:57.
  24. O' Eell, B. L. and Savage, J. E. : Effect of phytic acid on zinc availability. *Proc. Exp. Biol. Med.* (1960) 103 :304.
  25. Osborne, J. C. and Meredith, J. H. : Hematological values of the normal weanling piglet. *Cornell Vet.* (1971) 61 :13.
  26. Plumlee, M. P., Whitaker, O. R., Conrad, J. H., Smith, W. H., Parker, H. E. and Beeson, W. M. : The effect of phytic acid and other organic factors on zinc utilization by growing pigs. *J. Animal Sci.* (1960) 19:1285.
  27. Pond, W. G., Chapman, P. and Walker, E. : Influence of dietary zinc, corn oil and cadmium on certain blood component, weight gain and parakeratosis in young pigs. *J. Animal Sci.* (1966) 25:122.
  28. Pond, W. G., Jones, J. R. and Kroenig, G. H. : Effect of level of dietary zinc and source and level of corn on performance and incidence of parakeratosis in weanling pigs. *J. Animal Sci.* (1964) 23:16.
  29. Rovers, H. F., Hoekstra, W. G. and Grummer, R. H. : Significance of zinc in high-calcium diets for reproducing gilts. *J. Animal Sci.* (1962) 21:1011.
  30. Smith, W. H., Plumlee, M. P. and Beeson, W. M. : Zinc requirement of the growing pig fed isolated soybean protein semipurified rations. *J. Animal Sci.* (1961) 20 :128.
  31. Smith, W. H., Plumlee, M. P. and Beeson, W. M. : Effect of Source of protein on zinc requirement of the growing Pig. *J. Animal Sci.* (1962) 21:399.
  32. Stevenson, J. W. and Earle, I. P. : Studies on parakeratosis in swine. *J. Animal Sci.* (1958) 15:1036.
  33. Tucker, H. F. and Salmon, W. D. : Parakeratosis or zinc deficiency in the pig. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* (1955) 78:613.
  34. Ullrey, D. E., Miller, E. R., Brent, B. E., Bradley, B. L. and Hoefler, J. A. : Swine hematology from birth to maturity IV. Serum calcium, magnesium, sodium, potassium, copper, zinc and inorganic phosphorus. *J. Animal Sci.* (1967) 26:1024.

## The Effect of Dietary Zinc and Calcium on the Incidence of Swine Parakeratosis

**Keun-Woo Lee, D. V. M. and Hyun-Beom Lee, D. V. M., M. S., Ph. D.**

*Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Gyeongbuk National University*

### Abstract

Present experiments were conducted in order to clarify the effect of dietary low zinc and excess calcium on the zinc and calcium concentrations of serum and feces, and to show the therapeutic effect of external application of zinc or soybean oil on the skin lesions of parakeratotic pigs.

In the first experiment, 5 experimental rations were prepared with 9 feed ingredients, soybean oil and zinc carbonate.

Zinc, calcium, and unsaturated fatty acid contents of the rations were 100mg/kg, 0, 54%, and 6.82% in control ration (for lot A); 45mg/kg, 0.54% and 6.82% in low zinc ration (for lot B); 100mg/kg, 0.54%, and 8.07% in high fat ration (for lot C); 100mg

/kg, 1.50%, and 6.82% in high calcium ration (for lot D); 45mg/kg, 1.50%, and 6.82% in low zinc with high calcium ration (for lot E), respectively.

Fifteen weaning pigs were divided into 5 lots and each lot was fed different ratios for 35 days.

After the treatment, growth and clinical data were collected weekly. Besides, zinc and calcium contents of serum and feces were measured with an atomic absorption spectrophotometer.

In the second experiment, 10 pigs with parakeratosis were treated externally with 5% zinc sulfate solution and soybean oil, and internally with 200mg/kg zinc carbonate and 2.5% of soybean oil.

The results obtained were summarized as follows:

1. Low zinc ration reduced feed efficiency and zinc concentration of serum ( $p < 0.01$ ). No parakeratosis, however, was developed in lot B.
2. High calcium ration significantly reduced average daily gain and serum zinc concentration ( $p < 0.01$ ). No parakeratosis was developed.
3. Typical parakeratotic lesions were produced by feeding low zinc with high calcium ration. Besides, average daily gain and feed efficiency were significantly reduced with the ration ( $p < 0.01$ ).
4. It was shown that the application of 5% zinc sulfate solution or soybean oil to the skin lesion had therapeutic effect for the swine parakeratosis.

## 図 書 案 内 (2)

中村良一外/臨床獣医ハンドブック(増訂改版) 1,360pp 1977 養賢堂	¥ 15,000	石井進外/獣医畜産家畜衛生ハンドブック 764pp 82. 2 養賢堂	¥ 12,000
大森常良外/牛 病 学 1,231pp 1980. 11 近代出版	¥ 38,000	曹慶鍾/航空衛生 昭文出版 82. 5. 25 81	¥ 5,000
熊各哲夫外/豚 病 学(生理, 疾病, 飼養) 第2版 1,035pp 82. 10. 20 近代出版社	¥ 30,000	曹慶鍾/船舶衛生指針書 昭文出版 82. 9.	¥ 10,000
其田三夫外訳/牛の臨床検査診断 510pp 1981. 8 近代出版	¥ 20,000	金教準外/最新家畜疾病学 先進文化社 82.	¥ 6,500
尾形学外/新版家畜微生物学 第5刷 288pp 1981. 4. 朝倉書店	¥ 10,000	韓仁奎/最新家畜營養学 先進文化社 82.	¥ 8,000
星修三・田内亮/新版家畜臨床繁殖学 新版 334pp 82. 9. 15 朝倉書店	¥ 15,000	趙忠鎬/獣医産科学 英才文化社 82. 81.	¥ 35,000
印井和戦外訳/臨床獣医学(I, II) 初版 1,254pp 1981. 7. 文永堂	¥ 28,000	/韓英医学大事典 壽文社 英韓医学大事典 壽文社	¥ 26,000 ¥ 30,000
笹原二郎外/獣医伝染病学 第1版 630pp 1979. 3 近代出版	¥ 18,000	李芳煥/家畜臨床診療学(牛編) 83. 3.	¥ 15,000
内藤元男監修/畜産大事典 各専攻家145名共著 1822pp 78. 3 養賢堂	¥ 45,000	李芳煥/家畜臨床診療学(豚編) 韓弘栗外/獣医臨床病理	¥ 15,000
今井信実外訳/獣医免疫学(Veterinary Immunology) 第1版 299pp 1981. 10 医歯薬出版	¥ 7,000	449pp 82. 11. 機電研究社	¥ 9,000

農 耕 社

TEL. 612-6387  
422-2096