

山羊에 있어서 Potassium 및 Urea 가 Magnesium 의 代謝에 미치는 影響

權 五 德 · 李 鉉 凡*

忠南大學校 農科大學 獸醫學科 · 慶北大學校 農科大學 獸醫學科*

(1985. 3. 18 接授)

Effects of Dietary Supplementation of Potassium and Urea on the Metabolism of Magnesium in Goat

Oh-deog Kwon and Hyun-beom Lee*

Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Chungnam National University

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

(Received March 18, 1985)

Abstract: In the present studies, the effects of dietary high-potassium and high-urea on the metabolism of magnesium, calcium and potassium were checked as an aid to clarify the pathogenesis of hypomagnesaemia (so-called grass tetany) in ruminant.

A total of 5 Korean native female goats kept in metabolic cage were received high-potassium (Mg: 0.25%, Ca: 0.94%, K: 5.41%), high-urea (Mg: 0.25%, Ca: 0.94%, K: 0.72%) or control (Mg: 0.25%, Ca: 0.94, K: 0.72%) ration for 15 or 21 days. Daily intakes, fecal and urinary excretions and serum concentrations of magnesium, calcium and potassium were measured with an atomic absorpton spectrophotometer.

The results obtained were summarized as follows:

In high-potassium group, absorption, urinary excretion and serum concentration of magnesium were significantly ($p < 0.01$, $p < 0.01$ and $p < 0.05$ respectively) decreased compared with the control group. On the other hand, the body retention was significantly ($p < 0.01$) increased. However, no clinical symptom of hypomagnesaemic tetany was observable throughout the experimental period.

No significant effects on the metabolism and serum content of calcium were detected in the high-potassium group.

In the high-potassium group, significant increase in absorption ($p < 0.01$), urinary excretion ($p < 0.05$) and body retention ($p < 0.01$) of potassium were recognized. However, no significant difference in the concentration of serum was observable between the two groups.

In high-urea group, no significant difference in the metabolism of magnesium and potassium or in the serum content were recognized compared with the control group.

In high-urea group, the absorption, urinary excretion, body retention and serum content of calcium were decreased compared with the control group.

서 론

체내 총 magnesium의 약 3/4은 골조직내에서 약 0.2%의 회분을 이루고 있으며 나머지의 대부분은 세포내의 중요한 양이온을 이루고 있으나 세포의 magnesium의 양은 이보다 훨씬 적다.^{5,6,27)}

세포내 magnesium은 phosphatase를 비롯하여 ATP와 같은 이화작용을 하는 여러 효소의 activator로서 단백질, 지방, 핵산 및 coenzyme의 합성에 있어서 중요한 역할을 하며^{5,14,21,27)} 세포의 magnesium은 신경, 근육연접부에서 자극전도에 중요한 작용을 하는 acetylcholine의 생산 및 파괴에 중요한 역할을 한다.¹⁴⁾ 따라서 신경 연접부를 둘러싸고 있는 조직액내에 magnesium이 부족되면 근육의 강직성 경련이 일어나게 된다.¹⁴⁾ 특히 반추수에서 혈청 magnesium농도가 1.0mg/dl 이하로 떨어질 때에는 자극전도의 항진에 기인하여 전신근육의 강직성 경련을 주정도로 하는 이른바 grass tetany를 일으킨다는 것은 잘 알려진 사실이다.^{4,14)}

이러한 저magnesium혈증을 일으키는 원인으로서 실험적으로는 사료내 magnesium함량의 부족(사료내 0.2% 이하)^{10,18,22,23,28)}에도 기인할 수 있지만 특히 potassium 또는 질소가 많은 비료를 시비함으로써 2차적으로 magnesium 함량이 감소된 무성한 목초의 채식 또는 사료내 magnesium의 흡수를 저하에 기인한다고 한다.^{4,5)} 사료내 magnesium의 이용성을 감소시키는 요인으로서 Swenson²⁷⁾, Blood 등⁴⁾에 의하면 사료내에 단백질 함량이 과다하여 제 1위내에 대량의 ammonia가 형성될 때에는 magnesium의 이용성이 크게 저하된다고 하였다. 현재 반추수의 단백질 대용제로서 널리 이용되고 있는^{2,3,12)} urea는 제 1위내에서 urease에 의하여 ammonia로 분해된 후 제 1위 미생물총에 의하여 이용된다^{8,12)}는 점을 고려할 때 이것은 매우 중요한 문제라 하겠다.

한편 Newton 등¹⁹⁾에 의하면 실험적으로 사료내에 potassium함량을 증가시킬 때에는 소화관내에서 magnesium의 흡수가 장애된다는 것을 보고하였다.

Grass tetany의 혈액학적 특징으로서 Kunkel 등¹⁶⁾은 magnesium농도의 저하만을 지적하고 있으나 Fontenot 등⁹⁾, Allcroft 등¹¹⁾, L'Estrange 등¹⁷⁾, Storry 등²⁴⁾은 여기에 부가해서 저calcium혈증을 동반하여 이것이 강직을 일으키는데 관여한다고 하였다. 이와 같이 magnesium과 calcium의 대사간에는 어떤 관련이 있을 것이라 추측되나 아직 확실한 기전은 불명한 실정이다.

본 연구에서는 한국 재래종 산양에 대하여 사료내 potassium 및 urea를 첨가할 경우 이것이 magnesium,

calcium 및 potassium의 대사에 미치는 영향을 실험으로써 grass tetany의 발생기전을 해명하는데 도움이 되고자 하였다.

재료 및 방법

공시동물 : 생후 3개월령의 건강한 한국 재래종 산양 암컷 5두를 입수하여 광범위 구충제로 구충을 한 후 대조군 2두와 실험군 3두로 나누어 실험에 공시하였다.

공시사료 : 먼저 Table 1에 표시한 바와 같이 옥수수와 8종의 원료를 이용하여 기본사료를 조제하였다. 이 기본사료내의 magnesium, calcium 및 potassium의 분석치는 각각 0.25%, 0.94%, 0.72%였다(이하 대조사료). 이 기본사료에 중탄산 potassium(일본 하야시회사제)을 첨가하여 potassium농도를 5.41%로 조정한 사료(이하 고폠폠티움사료)와 urea를 2%가 되도록 첨가한 사료(이하 고urea사료)를 실험사료로 사용하였다.

실험계획 : 실험은 2차에 걸쳐서 실시하였다. 즉 제 1차 실험에서는 고폠폠티움사료를 21일간 급여하였으며 15일 후 동일한 산양을 공시하여 시행된 제 2차 실험에서는 고urea사료를 15일간 급여하였다.

실험기간중 모든 산양은 대사상자에 개별 수용하던

Table 1. Composition of Experimental Diets for Goats

Item	High potassium diet	High urea diet	Control diet
Ingredients			
Corn %	54.0	54.0	54.0
Molasses %	3.0	3.0	3.0
Wheat bran %	16.2	16.2	16.2
Rice bran, solvent %	2.7	2.7	2.7
Maize bran %	2.0	2.0	2.0
Soybean cake %	19.3	19.3	19.3
Oyster shell, ground %	2.0	2.0	2.0
Salt %	0.5	0.5	0.5
Vitamin A and D supplement %*	0.3	0.3	0.3
Potassium bicarbonate %	12.0	—	—
Urea %	—	2.0	—
Chemical composition			
Magnesium %	0.25	0.25	0.25
Calcium %	0.94	0.94	0.94
Potassium %	5.41	0.72	0.72

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

서 Table 1에 표시한 바와 같이 각각 대조사료 또는 실험사료를 195gm씩 오전과 오후 2회에 걸쳐서 급여하였다. 조사료로는 1회 약 50gm의 벻겔(magnesium, calcium 및 potassium 함량이 각각 0.08%, 0.12%, 0.27%)을 첨가 급여하였다. 이러한 급여량은 산양 1두가 1일 완전히 섭취할 수 있는 양이었다. 한편 음수로서는 수도물(magnesium, calcium 및 potassium 함량이 각각 0.00005%, 0.001%, 0.00005%)을 충분한 양 급여하였다.

시료의 채집: 분 및 뇨는 매일 일정시간(오후 5시)에 총량을 수집하여 배설량을 측정한 후 분은 약 200gm을 취하여 70~80°C에서 충분히 건조하고 유발내에서 마쇄하여 밀봉한 플라스틱 용기에 넣어 분석시까지 4°C에 보관하였으며 뇨는 50ml를 취하여 동일한 조건으로 보관하였다.

혈청은 정맥에서 약 20ml의 혈액을 채취하여 실온에 방치하여 혈청을 분리한 후 3,000rpm으로 30분간 원심하여 분석시까지 -20°C에 보존하였다.

검사항목 및 방법: 공시사료 및 모든 시료내 magnesium, calcium 및 potassium의 분석은 원자 흡광 분광 광도계(atomic absorption spectrophotometer, 일본 Hitachi Model 170~30)에 의하여 측정하였다. 이때 사용된 측정조건은 Table 2와 같다.

한편 acetylene화염 하에서 생길수 있는 간섭작용을 배제하기 위하여 magnesium 및 calcium 분석 시에는 lanthanum chloride(일본 하야시회사제), potassium 분석시에는 cesium chloride(일본 하야시회사제)를 최종농도가 10,000µg/ml, 1,000µg/ml 되도록 첨가하여 분석하였다.

1) 사료 및 분의 분석: 4°C에 보관된 시료는 분석 직전에 다시 충분히 건조시킨 후 정확히 1gm씩을 평량하여 580~600°C의 furnace내에서 12~18시간 회화

하였으며 1:1회염산액으로 회분을 용해하고 재증류수를 사용하여 적당농도로 희석한 후 상술한 방법에 의하여 측정하였다.

2) 뇨의 분석: magnesium과 potassium의 분석에서는 0.1N염산으로 5,000배, calcium의 분석에서는 0.1N염산으로 5배 희석한 후 상기한 방법에 의하여 측정하였다.

3) 혈청의 분석: 혈청 2ml에 10% trichloroacetic acid 2ml를 첨가하여 재단백한 후 적당농도로 희석하여 상기한 방법으로 측정하였다.

4) 유의성 검정: 모든 시료는 2회 반복 분석하여 평균치를 취하였으며 각 실험성적은 각 군별 평균치를 구하여 완전 임의 배치법으로 유의성을 검정하였다.

결 과

제 1차 실험결과

1) 고폠폠티움사료가 magnesium의 대사 및 혈중 농도에 미치는 영향: Table 3에 표시한 바와 같이 magnesium의 분내 배설량은 다소 증가하는 경향을 나타내었으며 특히 후반기에는 457.6mg/day로서 대조군의 344.5mg/day에 비하여 유의한 ($p < 0.01$) 증가경향이 인정되었다. 여기에서 산정한 흡수량은 이와 반대로 후반기에 534.4mg/day로서 대조군의 647.5mg/day에 비하여 유의한 ($p < 0.01$) 감소경향이 인정되었다. 뇨내 배설량을 보면 전반기 153.1mg/day, 후반기 85.6mg/day로서 모두 대조군의 376.4mg/day, 387.7mg/day에 비하여 현저한 ($p < 0.05$ 및 $p < 0.01$) 감소경향을 나타내었다. 체내 정체량은 전반기 483.0mg/day, 후반기 448.8mg/day로서 대조군의 285.8mg/day, 259.8mg/day에 비하여 현저한 ($p < 0.01$ 및 $p < 0.01$) 증가경향을 나타내었다.

혈청내 magnesium농도는 특히 후반기 평균치가 1.3mg/dl로서 대조군의 2.8mg/dl에 비하여 유의한 ($p < 0.05$) 감소를 나타내었다.

2) 고폠폠티움사료가 calcium의 대사 및 혈중 농도에 미치는 영향: Table 4에 표시한 바와 같이 분 및 뇨내 배설량, 흡수량, 체내 정체량에 있어서는 양 실험군 간에 유의한 차이가 인정되지 아니하였다.

혈청내 calcium농도도 다소 감소경향이 있었으나 유의한 차이는 인정되지 아니하였다.

3) 고폠폠티움사료가 potassium의 대사 및 혈중 농도에 미치는 영향: Table 5에 표시한 바와 같이 분내 배설량은 전반기 212.5mg/day, 후반기 321.6mg/day로서 대조군의 78.4mg/day, 79.7mg/day에 비하여 유의한 ($p < 0.01$ 및 $p < 0.05$) 증가경향이 인정되었으며

Table 2. Conditions of Atomic Absorption Spectrophotometry

Element	Wave length (nm)	Lamp current (mA)	Air flow (kg/cm ²)	C ₂ H ₂ flow (kg/cm ²)	Slit (mm)	Remark
Mg	285.2	7.5	1.6	0.8	0.18	Lanthanum chloride*
Ca	422.8	7.5	1.6	0.8	0.18	Lanthanum chloride*
K	766.5	10.0	1.6	0.8	0.18	Cesium chloride*

*: Added for the inhibition of interference.

Table 3. Balance and Serum Concentration of Magnesium in Korean Native Goats after Dietary Supplementation of Potassium Bicarbonate

Ration	Experimental period	Magnesium intake (mg/day)	Magnesium excretion		Magnesium absorption (mg/day)	Magnesium retention (mg/day)	Serum magnesium (mg/dl)
			Fecal (mg/day)	Urinary (mg/day)			
High potassium diet	1~10day	992	355.9	153.1 ^a	636.1	483.0 ^b	2.2
	11~21day		457.6 ^b	85.6 ^b	534.4 ^b	448.8 ^b	1.3 ^a
Control diet	1~10day	992	329.8	376.4	662.2	285.8	3.0
	11~21day		344.5	387.7	647.5	259.8	2.8

a: Significant ($p < 0.05$) difference. b: Higher significant ($p < 0.01$) difference.

Table 4. Balance and Serum Concentration of Calcium in Korean Native Goats after Dietary Supplementation of Potassium Bicarbonate

Ration	Experimental period	Calcium intake (mg/day)	Calcium excretion		Calcium absorption (mg/day)	Calcium retention (mg/day)	Serum calcium (mg/dl)
			Fecal (mg/day)	Urinary (mg/day)			
High potassium diet	1~10day	3,760	1,045.0	0.28	2,715.0	2,714.7	8.2
	11~21day		1,163.9	0.4	2,596.7	2,595.7	6.7
Control diet	1~10day	3,760	1,126.1	0.41	2,683.9	2,633.5	10.3
	11~21day		1,623.6	0.56	2,136.4	2,135.8	9.9

a: Significant ($p < 0.05$) difference. b: Higher significant ($p < 0.01$) difference.

Table 5. Balance and Serum Concentration of Potassium in Korean Native Goats after Dietary Supplementation of Potassium Bicarbonate

Ration	Experimental period	Potassium intake (mg/day)	Potassium excretion		Potassium absorption (mg/day)	Potassium retention (mg/day)	Serum potassium (mg/dl)
			Fecal (mg/day)	Urinary (mg/day)			
High potassium diet	1~10day	21,625	212.5 ^b	5,955.6	21,412.5 ^b	15,456.9 ^b	21.8
	11~21day		312.6 ^a	6,715.7 ^a	21,303.4 ^b	14,587.7 ^b	22.9
Control diet	1~10day	2,880	78.4	1,221.6	2,801.6	1,580.0	21.0
	11~21day		79.7	961.8	2,800.3	1,838.5	20.5

a: Significant ($p < 0.05$) difference. b: Higher significant ($p < 0.01$) difference.

여기에서 산정한 흡수량 또한 전반기 21,412.5mg/day, 후반기 21,303.4mg/day로서 대조군의 2,801.6mg/day, 2,800.3mg/day에 비하여 현저한($p < 0.01$ 및 $p < 0.01$) 증가가 인정되었다. 뇨내 배설량은 특히 후반기에

6,715.7mg/day로서 대조군의 961.8mg/day에 비하여 유의한 ($p < 0.05$) 증가경향이 인정되었으며 체내 정체량에 있어서도 전반기 15,456.9mg/day, 후반기 14,589.7mg/day로서 대조군의 1,580.0mg/day, 1,838.5

mg/day에 비하여 현저한 ($p < 0.01$ 및 $p < 0.01$) 증가가 인정되었다.

혈청내 potassium 농도에 있어서는 대조군에 비하여 유의한 변화가 인정되지 아니하였다.

제 2 차 실험결과

1) 고urea사료가 magnesium의 대사 및 혈중농도에 미치는 영향 : Table 6에 표시한 바와 같이 사료내 urea를 첨가한 결과 다소의 분내 배설량증가 및 흡수량의

Table 6. Balance and Serum Concentration of Magnesium in Korean Native Goats after Dietary Supplementation of Urea

Ration	Experimental period	Magnesium intake (mg/day)	Magnesium excretion		Magnesium absorption (mg/day)	Magnesium retention (mg/day)	Serum magnesium (mg/dl)
			Fecal (mg/day)	Urinary (mg/day)			
High urea diet	1~7day	992	432.1	217.1	559.9	342.8	2.6
	8~15day		454.4	187.7	537.6	349.9	2.2
Control diet	1~7day	922	333.3	214.3	658.7	444.4	2.9
	8~15day		337.5	233.0	654.5	421.5	2.9

a: Significant ($p < 0.05$) difference. b: Higher significant ($p < 0.01$) difference.

Table 7. Balance and Serum Concentration of Calcium in Korean Native Goats after Dietary Supplementation of Urea

Ration	Experimental period	Calcium intake (mg/day)	Calcium excretion		Calcium absorption (mg/day)	Calcium retention (mg/day)	Serum calcium (mg/dl)
			Fecal (mg/day)	Urinary (mg/day)			
High urea diet	1~7day	3,760	1,539.1	1.00	2,220.9	2,219.9	8.8
	8~15day		1,704.7 ^a	0.20 ^a	2,055.3 ^a	2,055.1 ^a	7.3
Control diet	1~7day	3,760	1,513.6	0.58	2,246.4	2,245.8	9.9
	8~15day		1,532.2	0.67	2,227.8	2,227.1	8.9

a: Significant ($p < 0.05$) difference. b: Higher significant ($p < 0.01$) difference.

Table 8. Balance and Serum Concentration of Potassium in Korean Native Goats after dietary Supplementation of Urea

Ration	Experimental period	Potassium intake (mg/day)	Potassium excretion		Potassium absorption (mg/day)	Potassium retention (mg/day)	Serum potassium (mg/dl)
			Fecal (mg/day)	Urinary (mg/day)			
High urea diet	1~7day	2,880	94.8	797.2	2,785.2	1,988.0	22.2
	8~15day		97.0	767.4	2,783.0	2,015.6	23.0
Control diet	1~7day	2,880	78.3	816.8	2,801.7	1,984.9	19.8
	8~15day		74.3	1,530.0	2,805.7	1,752.7	22.5

a: Significant ($p < 0.05$) difference. b: Higher significant ($p < 0.01$) difference.

감소경향을 나타내었으나 유의성은 인정되지 아니하였으며 뇨내 배설량과 체내 정체량에 있어서도 유의한 차이는 인정되지 아니하였다.

혈청내 magnesium농도에 있어서도 다소 감소경향을 나타내었으나 유의성은 인정되지 아니하였다.

2) 고urea사료가 calcium의 대사 및 혈중농도에 미치는 영향 : Table 7에 표시한 바와 같이 후반기에 있어서 분내 배설량은 1,704.7mg/day로서 대조군의 1,532.2mg/day에 비하여 유의한 ($p < 0.05$) 증가경향이 인정되었으며 여기에서 산정한 흡수량은 2,055.3mg/day로서 대조군의 2,227.8mg/day에 비하여 유의한 ($p < 0.05$) 감소경향을 나타내었다. 뇨내 배설량은 0.20mg/day로서 대조군의 0.67mg/day에 비하여 현저한 ($p < 0.05$) 감소경향이 인정되었으며 체내 정체량에 있어서도 2,055.1mg/day로서 대조군의 2,227.1mg/day에 비하여 유의한 ($p < 0.05$) 감소경향이 인정되었다.

혈청내 calcium의 농도에 있어서도 후반기에 7.3mg/dl로서 대조군의 8.9mg/dl에 비하여 감소경향을 나타내었으나 유의성은 인정되지 아니하였다.

3) 고urea사료가 potassium의 대사 및 혈중농도에 미치는 영향 : Table 8에 표시한 바와 같이 urea첨가시 potassium의 분 및 뇨내 배설, 흡수량 및 체내정체량 모두 현저한 변화가 인정되지 아니하였다.

혈청내 potassium농도 또한 거의 변화가 인정되지 아니하였다.

고찰

반추수에 있어서 세포의 magnesium 특히 혈청 magnesium이 현저히 떨어질 때에는 신경·근육흥분성의 향진에 기인하여 근육의 경련을 일으켜 급성 치사적인 질병(이른바 grass tetany)을 일으킴으로써 magnesium의 대사는 매우 중요한 문제로 되어 있다.¹⁴⁾

세포의 또는 혈청내 magnesium의 농도가 떨어지게 되는 원인에 대하여 많은 연구가 이루어져 왔으나 이들 연구는 대부분이 소나 면양을 대상으로 한 것이었으며, 산양에 대한 실험보고는 아직까지 문헌을 찾아볼 수 없는 실정이다.

이 연구에서는 한국 재래종 산양에 대하여 먼저 이제까지 소나 면양에서 이른바 grass tetany의 원인으로 지적된 사료내 potassium과다가 magnesium의 대사에 미치는 영향을 검토하였으며 이어서 현재 반추수의 단백질 대용사료로 널리 이용되고 있는 urea의 사료내 첨가에 의한 영향을 검토하였다.

제 1차 실험 : 저자의 실험결과 첫째로 고폨assium 사료를 급여한 한국 재래종 산양에 있어서 magnesium

의 분내 배설량이 증가된다는 것을 알 수 있었다. 이러한 사실은 L'Estrange 등²²⁾, Newton 등¹⁹⁾, Suttle 등²⁵⁾이 면양에서 관찰한 조건과 일치된다고 하겠다. 이 실험결과 뇨내 배설량의 감소 및 체내 정체량의 증가는 Newton 등¹⁹⁾의 보고와 일치되는 현상이라 하겠으며 혈청내 magnesium농도가 감소되는 경향을 나타낸 것은 Newton 등¹⁹⁾, Kunkel 등¹⁶⁾, Suttle 등^{25), 26)}의 보고와 일치되는 현상이다. 이것은 흡수량의 감소에 기인한 것으로 생각되며, 체내 정체량은 흡수량에서 장내 재배설량 및 뇨내 배설량을 뺀 실제 체내 정체량을 산정하여야 할 것이나 앞으로 더욱 연구되어야 할 문제라 생각된다.

기전은 여하튼 본 실험결과 한국 재래종 산양에 있어서도 소나 면양에서와 같이 사료내 potassium이 과다할 경우 혈중 magnesium농도가 감소될 수는 있지만 그 정도는 임상적으로 tetany를 일으킬 만한 심한 감소라고는 할 수 없으며 따라서 한국 재래종 산양에서 소위 grass tetany가 발생할 가능성은 희박하다고 사료된다.

두번째로 고폨assium사료 급여시 calcium의 분 및 뇨내 배설량, 흡수량, 체내 정체량 및 혈중농도에 있어서는 양 실험군 간에 유의한 차이가 인정되지 아니하였다. 이러한 성적은 면양에 있어서 저magnesium혈증일 때 혈중 calcium농도도 동시에 하강하여 tetany를 일으키는데 중요한 요인으로 작용한다고 한 Fontenot 등⁹⁾의 성적과는 반대되고 있으나 grass tetany때 혈중 calcium의 변화는 인정되지 않았다고 한 Suttle 등²⁸⁾, Pearson 등²⁰⁾의 주장을 뒷받침 하는 것으로 사료된다.

셋째로 사료내에 과량의 potassium을 첨가한 결과 potassium의 흡수 및 배설이 다같이 증가되고 혈중농도에는 변화가 인정되지 않았음에도 불구하고 체내 정체량의 증가경향이 인정되었는데 본 실험결과만으로서 그 원인을 설명하기는 곤란하다 하겠으나 뇨내에 배설되지 못한 여분의 potassium은 세포내에 이동해 들어감으로써 혈중 potassium의 항상성을 이루는데 중요한 역할을 한 것이라 추측된다. Fontenot 등⁹⁾, Suttle 등²⁵⁾, Pearson 등²⁰⁾도 면양에서 고폨assium사료 급여시 potassium의 체내 정체는 일어났으나, 혈중 potassium의 농도에는 큰 변화가 없었다는 것을 보고하였다.

제 2차 실험 : 사료내에 urea를 2%되도록 첨가 급여하여 본 결과는 Table 6, Table 7, Table 8에 표시한 바와 같이 magnesium 및 potassium의 대사에는 유의한 변화가 인정되지 아니하였다. 그러나 calcium의 대사에는 유의한 변화가 인정되었다. 즉 후반기에 calcium의 흡수, 뇨내 배설, 체내 정체 및 혈중농도가 모두

감소되는 경향을 나타내었다.

Swenson²⁷⁾, Blood 등⁴⁾에 의하면 반추수에 있어서 사료내 단백질함량이 많을 때에는 정 1위내에 다량의 ammonia가 형성되어 이것이 magnesium의 이용성을 크게 저하시킨다고 하였으나 단백질 대용제인 urea를 과다하게 첨가한 본 실험결과 적어도 한국 재래종 산양에서는 이러한 현상이 일어나지 않을 것이라 추측된다. 사료내 urea의 과다가 calcium의 대사에 미치는 영향에 대해서는 아직까지 문헌을 찾아볼 수 없으므로 고찰할 수 없으나 기전은 여하튼 본 실험결과 사료내 urea의 과다가 calcium의 흡수량, 배설량에 유의한 영향을 나타낸 것은 매우 흥미있는 사실로서 앞으로 더욱 규명되어야 할 문제라 생각된다.

결 론

반추수에 있어서 저magnesium혈증(이른바 grass tetany)의 발병기전을 해명하기 위한 일조로서 한국 재래종 산양에 과량의 potassium 또는 urea를 첨가한 사료를 15~21일간 급여하면서 magnesium, calcium 및 potassium의 섭취량, 분 및 노내 배설량, 흡수량, 체내 정체량 및 혈중농도를 원자 흡광 분광광도계(atomic absorption spectrophotometer)법으로 측정한 결과 다음과 같은 성적을 얻었다.

고potassium사료 급여군에서는 특히 후반기에 magnesium의 흡수율 저하 ($p < 0.01$), 노내 배설량의 감소 ($p < 0.01$), 체내 정체량의 증가 ($p < 0.01$) 및 혈중 magnesium농도의 감소 ($p < 0.05$)가 인정되었다. 그러나 임상적인 grass tetany는 유발되지 않았다.

고potassium사료 급여군에서 calcium의 대사 및 혈중농도에 있어서는 유의한 변화가 인정되지 않았다.

고potassium사료 급여군에서 특히 후반기에 potassium의 흡수량 증가 ($p < 0.01$), 분 및 노내 배설량 증가 ($p < 0.05$ 및 $p < 0.05$) 그리고 체내 정체량의 증가 ($p < 0.01$)가 인정되었다. 그러나 혈중 potassium의 농도에는 유의한 변화가 인정되지 않았다.

고urea사료 급여군에서 magnesium 및 potassium의 대사와 혈중농도에는 유의한 변화가 인정되지 않았다.

고urea사료 급여군에서 특히 후반기에 calcium의 흡수량, 노내 배설량, 체내 정체량 및 혈청농도가 감소되는 경향이 인정되었다.

참 고 문 헌

1. Allcroft, R. and Burns, K.N.: Hypomagnesemia in cattle. *Z.N. Vet. J.* (1968) 16:109.
2. Bartlett, S. and Blaxter, K.L.: The value of

- urea as a substitute for protein in the rations of dairy cattle. I. Field trials with dairy cows. *J. Agri. Sci.* (1947) 37:32.
3. Bartlett, S. and Gotton, A.G.: Urea as a protein substitute in the diet of young cattle. *J. Dairy Res.* (1938) 9:263.
4. Blood, D.C., Henderson, J.A. and Radostits, O.M.: *Veterinary Medicine*, 5th ed, Baillire Tindall, London, (1979) p.840.
5. Booth, N.H. and McDonald, L.E.: *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 5th ed. Iowa State University Press/Ames, (1968) p.649.
6. Bronner, F. and Coburn, J.W.: *Disorders of Mineral Metabolism, Volume III. Pathophysiology of Calcium, Phosphorus and Magnesium*, Academic Press. New York, (1981) p.424.
7. Care, A.D. and Duncan, J.: Factors affecting magnesium absorption in relation to the aetiology of acute hypomagnesemia. *J. Agri. Sci.* (1967) 68:195.
8. Chalupa, W., Clark, J., Opliger, P. and Lavker, R.: Ammonia metabolism in rumen bacteria and mucosa from sheep fed soy protein on urea. *J. Nutrition.* (1969) 100:161.
9. Fontenot, J.P., Miller, R.W., Whitehair, C.K. and MacVicar, R.: Effect of a high-protein high-potassium ration on the mineral metabolism of lambs. *J. Anim. Sci.* (1960) 19:127.
10. Grunes, D.L., Stout, P.R. and Brownell, J.R.: Grass tetany of ruminants. *Advance in Agronomy.* (1970) 22:331.
11. Hause, W.A. and Van Campen, D.: Magnesium metabolism of sheep fed different levels of potassium and citric acid. *J. Nutr.* (1971) 101: 1483.
12. Helmer, L.G. and Bartley, E.E.: Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. *J. Dairy Sci.* (1971) 54:25.
13. Jacobson, D.R., Hemken, R.W., Button, F.S. and Hatton, R.H.: Mineral nutrition; Ca, P, Mg and K interrelationships. *J. Dairy Sci.* (1972) 55:935.
14. Kaneko, J.J.: *Clinical biochemistry of domestic animals*, 3rd ed. Academic. Press. (1980) p.612.
15. Kemp, A.: Hypomagnesemia in milking cows.

- The response of serum magnesium to alterations in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressing on pasture. *Netherl. J. Agric. Sci.* (1960) 8:281.
16. Kunkel, H.O., Burns, K.H. and Camp, B.J.: A study of sheep fed high-level of potassium bicarbonate with particular reference to induced hypomagnesemia. *J. Anim. Sci.* (1953) 12:451.
 17. L'Estrange, J.P. and Axford, R.F.E.: A study of magnesium and calcium metabolism in lactating ewes fed semipurified diets low in magnesium. *J. Agri. Sci.* (1964) 62:353.
 18. Murakami, D., Naito, Y. and Sato, K.: Studies on grass tetany in cattle. I-Cases of grass tetany in the sotoyama pasture. *Jpn. J. Vet. Sci.* (1972) 34:323.
 19. Newton, G.L., Fontenot, J.P., Tucker, R.E. and Polan, C.E.: Effect of high dietary potassium intake on the metabolism of magnesium by sheep. *J. Anim. Sci.* (1972) 35:440.
 20. Pearson, P.B., Gray, J.A. and Reiser, R.: The calcium, magnesium and potassium contents of the serum of ewes fed high levels of potassium. *J. Anim. Sci.* (1949) 8:52.
 21. Rehninger, A.L.: *Principles of Biochemistry.* Worth Publishers, INC. (1982) p.779.
 22. Rook, J.A.F. and Storry, J.E.: Magnesium in the nutrition of farm animals *Nutr. Abstr. Rev.* (1962) 32:1055.
 23. Shinozaki, K., Fujita, K. and Shiga, A.: Experimental studies on hypomagnesaemia of ruminants. I. Mineral balance in sheep at the time of change from winter ration to spring herbage. *Jpn. J. Vet. Sci.* (1978) 40:407.
 24. Storry, J.E. and Rook, J.A.J.: Magnesium metabolism in the dairy cow. V. Experimental observation with a purified diet in magnesium. *J. Agri. Sci.* (1963) 61:167.
 25. Suttle, N.F. and Field, A.C.: Studies on magnesium in ruminant nutrition. 8. Effect of increased intakes of potassium and water on the metabolism of magnesium, phosphorus, sodium, potassium and calcium in sheep. *Brit. J. Nutr.* (1967) 21:819.
 26. Suttle, N.F. and Field, A.C.: Studies on magnesium in ruminant nutrition. 9. Effect of potassium and magnesium intakes on development of hypomagnesemia in sheep. *Brit. J. Nutr.* (1969) 23:81.
 27. Swenson, M.J.: *Dukes' physiology of domestic animals*, 5th ed. Cornell University Press. (1977) p.397.
 28. 篠崎謙一：牛のクラステタニーについて，とくに Mg 代謝を中心にして，*日獣會誌.* (1977) 30:133.