

거세한우 장기비육에 따른 비뇨기결석 발생조사

조용일¹ · 허태영* · 강석진* · 서국현* · 고문석 · 김경훈* · 나기정** · 김일화**

농촌진흥청 난지농업연구소 축산과

*농촌진흥청 축산연구소

**충북대학교 수의과대학

The Survey of Urinary Calculi Following Long Feeding Period in Korean Native Steers

Yong-Il Cho¹, Tai-Young Hur*, Seog-Jin Kang*, Guk-Hyun Suh*, Moon-Suck Ko, Kyung-Hun Kim*, Ki-Jeong Na** and Ill-Hwa Kim*

Livestock division, National Institute of Subtropical Agriculture, RDA, Jeju 690-150

*National Livestock Research Institute, RDA

**College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University

Abstract : We surveyed the incidence of urinary calculi for feeding period, urinary lesion, composition of calculi and changes of serum chemistry with Korean native castrated steers, which are growing until 26 through 31 months. Without showing any clinical signs such as urethral obstruction, hydronephrosis and strangury for all group, 37.8% (34 out of 90) of Korean native steers carried urinary calculi in carcass. The incidence of urine calculi for different feeding stages from 26 to 31 months were observed as 13.3-60.0%. However, no significant differences were detected. The distribution of calculi were kidney (24.4%), kidney and bladder (10%) and kidney, bladder and urine (3.3%). Congestion of urinary bladder was shown in 26.6% of Korean native steers. Korean native steers with urinary calculi (41.2%) had more possibilities ($P<0.05$) to bring outbreaks of congestion of urinary bladder than those of without calculi (17.8%). The main composition of calculi were struvite (magnesium ammonium phosphate crystals), calcium phosphate, calcium carbonate, calcium oxalate, non-oxalate calcium, ammonia and phosphate. The distribution of urine pH was 71.7% (above pH 8.0), 12.2% (between pH 7.0 and pH 8.0) and 16.6% (under pH 7.0). Like shown in herbivores, most of the urine pH was distributed as alkaline urine. Serum creatinine was shown significant difference ($P<0.05$) according to incidence of calculi but other serum chemistry didn't show any difference in serum chemistry. These results suggest that feeding until 26 to 31 months in Korean native steers castrated at 6 months of the age elicits urinary calculi and congestion of urinary bladder, but not clinical abnormality. And adjustment of the dietary Ca/P ratio to a level of 2:1 or greater during feeding period may reduce the possibility of incidence of urinary calculi in Korean native steers.

Key words : urinary calculi, feeding period, castration, Korean native cattle.

서론

요결석은 가축에서 발생하는 대사성 질환으로 소, 돼지의 수컷에서 발생률이 높다. 소에서의 주요발생 요인은 농후사료의 과다, 칼슘과 인의 불균형, 비타민 A 결핍 및 에스트로겐 과잉, 비타민 D 과잉, 조기거세, 음수공급 제한, 방목지 토양 등의 다양하고 복합적인 영향에 의해 발생할 수 있다²¹. 결석의 형성은 이러한 여러 요인으로 인하여 생성된 탈락상피세포 또는 과사조직 등이 결석의 핵으로 작용하여, 그 주위에 각종 용질이 침전되고, 점액단백질 등의 작용으로 결석이 점차 커지는 일련의 과정에 의해 형성된다^{7,9,21,22,32}. 결석은 개체에 따라 산발적으로 발생할 수 있으나, 결석의 발생이 사육환경, 사육방법, 급여사료 등의 공통된 요인이 작

용하기 때문에 집단 사육하는 육우의 경우, 같이 사육되는 다른 개체들도 영향을 받을 수 있다는 점을 고려하여 우군 관리의 관점에서 접근하여야 한다². 최근 한·칠레간의 자유무역협정 협상이 타결되면서 외국과의 자유무역협정 추진계획이 진행되고 있고 수입육으로 부터 한우농가 보호 및 대외 경쟁력의 확보를 위해 한우 사육규모가 점차 커지고 있다. 또한 고급육에 대한 소비자의 욕구 충족을 위한 고품질의 한우 생산을 위해 거세 비육이 일반화되고, 비육기간은 늘어나는 추세이다^{24,26}. 거세한우의 장기비육을 통한 고급육 생산을 위해 성 성숙기 이전인 4-6개월령에 거세를 실시하여 고품질의 거세한우를 생산한 보고가 있다²⁶. 그러나 요결석 발생은 비육우가 송아지 또는 종모우에 비해 높고, 암소보다는 요도의 길이가 긴 수소에서 높다³⁰. 또한 요도의 직경이 작은 거세한 수컷이 비거세 수컷보다 결석발생 가능성이 높다³⁰. 요결석 발생은 1970년 일본에서 10-20%, 1976

¹Corresponding author.
E-mail : dragon@rda.go.kr

년 러시아에서 3.5-13%의 발생이 보고되었다²³. 국내의 경우 1982년 48.1%²², 1994년 한우에서 55.9%²³, 육우에서 44.3%²³의 발생이 보고되었는데, 이러한 보고들은 모두 도축우를 대상으로 조사한 것이었다. 요결석의 발생원인으로는 벗짚 위주의 조사료 사육과 증체량을 높이기 위한 농후사료의 과다급여 및 축사내 계류사육 등이 주요 요인으로 밝혀졌다²³.

이러한 대내외적인 변화와 소비자의 요구에 충족하기 위해 국내 한우 사양은 거세비육과 비육기간이 늘어나는 추세이고, 육우에서 발생 가능성이 높은 요결석의 조사가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 생후 6개월령에 거세하고 26개월에서 31개월까지 장기 비육한 한우에서 비뇨기계 결석의 발생과 각 비뇨기계(신장, 방광, 요도)의 결석발생분포, 비뇨기병변, 결석성분의 조사와 결석의 유무에 따른 요성분 및 혈청성분을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

실험동물

본 연구를 위해 농협 개량사업소에 등록된 5개월령 90두의 한우 수송아지를 2002년 3월 10일 농촌진흥청 축산연구소 축산생명환경부에 입식하였다. 한우송아지는 평균 6개월령(평균체중: 167.2±13.4 kg)에 외과적 수술로 거세를 실시하였고, 2002년 3월부터 2004년 6월까지 사육하였다. 적절한 환기와 보온시설, 충분한 음수공급 등을 통해 계절에 따른 스트레스를 최소화 하였고, 18개 우방에(5.60×11.0 m²/방) 5두씩 배치하여 사육하였다.

거세술

2차 세균감염을 예방하기 위하여 수술전 항생제 비바목스(베링거인겔하임동물약품(주), Spain)를 1 ml/10kg을 근육주사하였으며 2% Xylazine hydrochloride (Rompun®, 바이엘코리아(주), 한국) 0.5 ml/100 kg을 근육주사하여 진정시켰다. 시험축은 우측횡외위로 고정하였고 음낭의 가장 넓은 부분(음낭의 중간에서 원위 1/3부분 사이)을 횡으로 절개하여 고환을 노출시켰으며, 비흡수성봉합사로 정삭을 2중 결찰한 후 제거하였다. 수술 후 환부는 생리식염수로 수세한 후 핑크스킨®(성원(주), 한국)과 네가산트®(바이엘코리아(주), 한국)로 소독하였다.

사료성분

공시축에 대한 육성기(6-12개월), 비육전기(13-16개월), 비육중기(17-21개월), 비육후기(22개월 이후)에 따른 각 비육단계별로 급여한 사료의 영양소 함량은 Table 1과 같다.

실험 방법

시험축은 사육기간 동안 사료섭취 유무, 행동양상, 배변상태, 음수공급 등을 매일 관찰하였다. 비육기간별로 26, 27, 28, 29, 30, 31개월령에 각각 15두씩 축산연구소 도축장에서 도축을 하였다. 도축시 비뇨생식기(신장, 요관, 방광, 요도 및 생식기)를 채취한 후 실험실로 운반하여 신장, 방광, 요도에 서의 결석유무, 병변유무를 검사하였고 요성분 분석은 요검사용 스틱을 이용 즉시 실시하였다. 검출된 결석은 화학적 분석을 하였고, 채취한 혈액은 원심분리(1,500 rpm, 5 min) 후 혈청을 분리하였으며, 분석할 때까지 냉동보관(-20°C) 하였다.

결석의 화학적 분석^{3,6,10,14,19}

(1) 요결석 분말준비

채취한 요결석은 흐르는 물에 10분간 수세하고 그늘에서 말린 후 분석을 용이하게 하기 위하여 분말형태로 만들어 50 mg씩 4분획으로 나누었다.

(2) 결석의 성분분석

① 제 1분획

제 1분획에 50 mg 결석분말을 시험관에 넣고 5% HCl을 3 ml 첨가한 다음 1분간 기포형성을(기포발생 : carbonate 양성) 관찰하였다. 기포형성 관찰 후 시험관에 열을 가하여 결석분말을 용해하고 2개의 시험관에 나누어 담아 한 개의 시험관에 10% KOH 용액을 점적하여 pH가 중성이 되게 하였다. 그 다음 Nessler's 시약 0.5 ml 첨가하고 1분간 침전물색(오렌지색 또는 갈색 : 암모니아 양성)을 확인하고 다른 한 개의 시험관에 sodium acetate 포화용액 0.2 ml를 첨가한 후 10% acetic acid 용액으로 점적하여 pH 5가 되도록 조정하고 10분간 백색침전물(백색침전물 : calcium oxalate 양성) 형성을 관찰하였다. 침전물이 생긴 경우 Whatman filter를 이용하여 침전물을 제거한 다음 액체성분을 반응에 이용하였고 침전물이 없을 경우 그 용액을 이용하였다. 용액이 들어 있는 시험관에 potassium oxalate 용액 2방울을 점적혼합하고 1분간 백색 침전물(백색침전물 : non-oxalate calcium 양

Table 1. Compositions of ration by feeding period (Unit: %)

Feeding period (month)	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	Calcium	Phosphorus	NDF ^a	ADF ^b
6-12	11.37	14.27	3.17	6.39	6.96	1.80	0.54	23.58	11.95
13-16	12.39	14.13	3.21	5.58	6.21	1.3	0.54	23.77	10.98
17-21	13.11	13.80	3.30	4.98	5.62	0.98	0.54	23.52	10.33
22-31	12.90	12.36	3.68	5.02	4.83	0.44	0.50	26.16	10.08

^aADF: Acid detergent fiber, ^bNDF: Neutral detergent fiber.

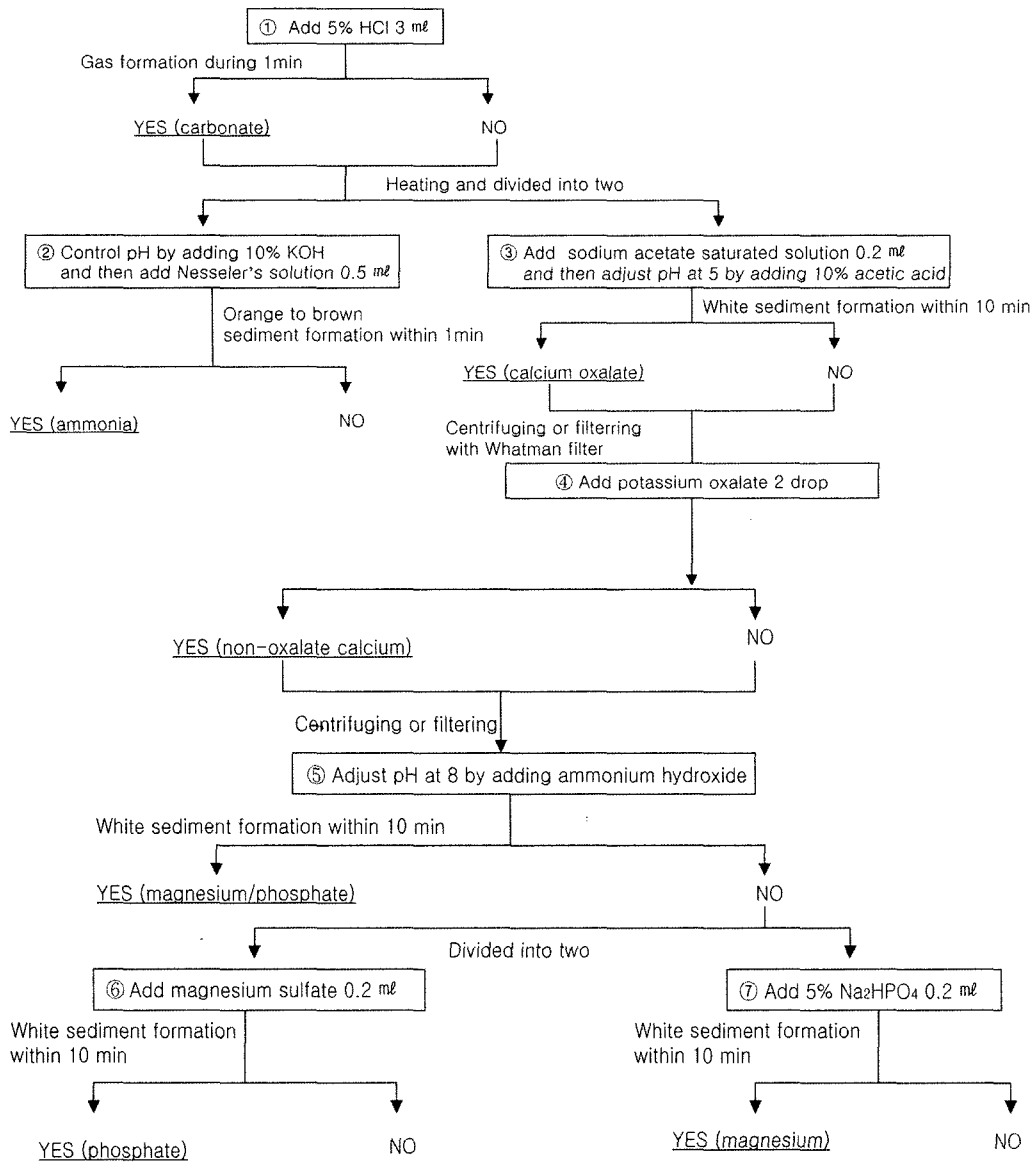


Fig 1. Flow chart of urinary stone analysis about section 1.

성) 형성을 확인하였다. 위와 같이 침전물 형성 시 침전물을 걸러낸 다음 액체성분을 이용하였고 침전물이 없을 경우 그대로 사용하였다. 용액이 든 시험관에 ammonium hydroxide 용액을 점적하여 pH를 8.0이 되도록 조절하고 10분간 침전물이(백색침전물 : magnesium, phosphate 양성) 생기는지 관찰하였다. 백색침전물이 관찰되지 않으면 용액을 두개의 시험관에 나누어 담아 한 시험관에 5% magnesium sulfate 0.2 ml를 첨가하여 10분간 백색침전물(백색침전물 : phosphate 양성) 형성을 관찰하였다. 나머지 한 시험관에는 5% Na₂HPO₄ 용액 0.2 ml를 첨가하고 10분간 백색침전물(백색침전물 : magnesium 양성) 생성을 확인했다.

② 제 2분획

제 2분획은 제 1분획에서 5% HCl을 3 ml 첨가하여 기포가 발생하지 않았을 경우 제 2분획 결석분말 50 mg을 작은

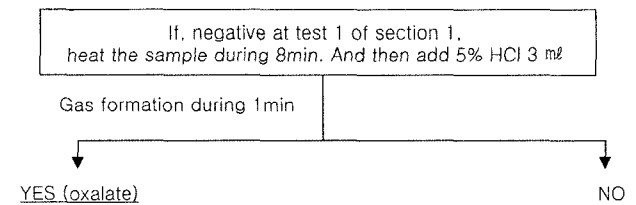


Fig 2. Flow chart of urinary stone analysis about section 2.

도가니에 넣고 알코올램프를 이용하여 약 8분간 가열하였다. 분말이 갈색으로 변하면 열을 식히고 5% HCl 3 ml를 첨가하여 기포형성을(기포형성 : oxalate 양성) 관찰하였다.

③ 제 3분획

제 3분획은 결석분말 50 mg을 시험관에 넣고 물 2 ml과

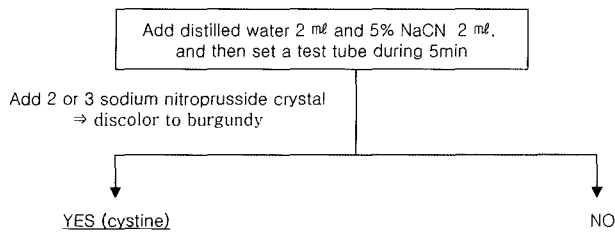


Fig 3. Flow chart of urinary stone analysis about section 3.

5% NaCN 2 ml을 첨가하여 혼합하고 5분간 정치시켰다. 5분 후 sodium nitroprusside crystal 2-3개 혼합하고 변색이(변색 : cystine 양성) 나타나는지 관찰하였다.

④ 제 4분획

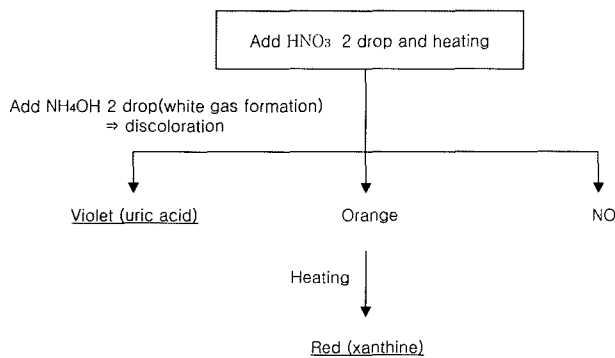


Fig 4. Flow chart of urinary stone analysis about section 4.

제 4분획 결석분말 50 mg을 작은 도가니에 넣고 HNO₃ 용액 2방울을 첨가하여 알코올램프로 가열하였다. 액체 성분이 증발하면 NH₄OH 2방울을 첨가하여 변색(자주색 : uric acid 양성)이 일어나는지 확인하고 노란색으로 변하면 다시 가열하여 또 다시 변색이(적색 : xanthine 양성) 나타나는지 관찰하였다.

요분석

요분석은 채뇨 즉시 요검사용 스틱(URISCAN, 영동제약(주), 한국)을 이용하여 요에서의 glucose, ketone, nitrate, bilirubin, protein, leucocytes 및 요 pH에 대하여 검사하였다.

혈청 화학치 분석

혈청검사는 total bilirubin, direct bilirubin, total cholesterol, creatinine, glucose, protein, albumin, blood urea nitrogen, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase, calcium에 대하여 혈청생화학분석기(Arco-pc, Biotecnica Instruments, Italy)와 상용화된 kit(Stanbio lab, USA)로 실시하였다.

통계분석

통계분석은 SAS program²⁴을 사용하였고 비육기간에 따른

결석발생 및 방광 병변 유무에 따른 결석발생 비교는 chi-square 검정을 이용하였으며, 결석 발생군과 결석 비발생군 간의 요 pH, 요성분 및 혈청화학치의 비교는 t-test 를 사용하였다.

결 과

거세한우 비육기계에서 결석발생 조사

도축 시 채취한 비육기계에서의 결석발생률은 전체적으로 37.8%를 나타내었다. 비육기간에 따른 결석발생률은 29개월령에서 가장 높았고, 31개월, 28개월, 27개월, 26개월 순으로 나타났으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다(Table 2).

결석의 발생분포는 신장단독 24%, 신장과 방광 10%, 신장과 방광에 존재하면서 노중으로 배설되는 경우가 3.3%를 나타내었다(Table 3, Fig 5).

거세한우 비육기계에서의 병변

전체 시험축 90두 중 24두(26.6%)에서 방광점막에 충혈을 보였으며, 결석이 발생하였던 소에서 비발생소에 비해 방광점막 충혈이 높게(P<0.05) 나타났다(Table 4, Fig 6A). 신장은 대부분 정상적인 육안소견으로 결석유무에 따른 병변의 차이를 볼 수 없었고, 결석발생소에서 드물게 신장 피질에 낭포(Fig 6B, C, 2두)와 화농성병변(Fig 6D, 1두)이 관찰되었다. 요도는 요중에 결석유무에 관계없이 모든 시험축에서 정상적인 소견(Fig 6E)을 나타내었다.

Table 2. Calculi incidence in Korean native steers according to feeding period

Feeding period (month)	No. of heads	Incidence of urinary calculi*	
		No. of heads	%
26	15	4	26.7
27	15	4	26.7
28	15	7	46.6
29	15	9	60.0
30	15	2	13.3
31	15	8	53.3
Total	90**	34	37.8

*P=0.09.** All the 90 Korean native calves were castrated by 6 months of the age.

Table 3. Distribution of urinary calculi in Korean native steers

Distribution of calculi	No. of heads	Incidence rate (%)
kidney	22	24.4
kidney+bladder	9	10.0
kidney+bladder+urine	3	3.3
Total	34	37.8

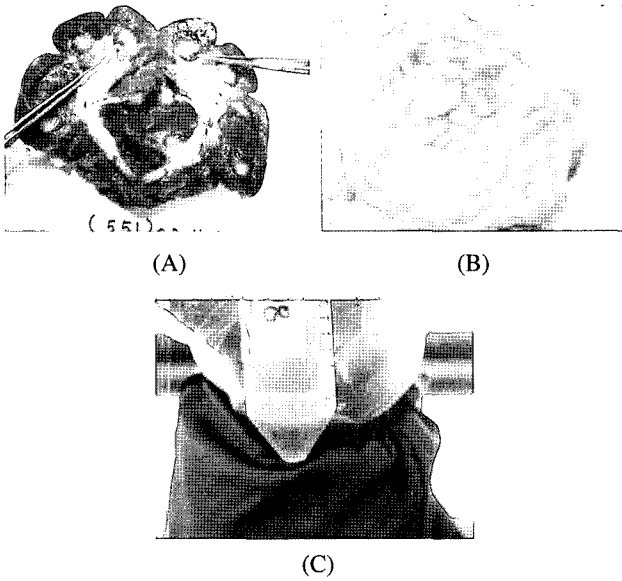


Fig 5. Urinary calculi in the pelvis of kidney (A), urinary bladder (B) and urine (C).

Table 4. Congestion of urinary bladder by existence of urinary calculi

Urinary calculi	No. of heads	No. of heads with congestion in urinary bladder membrane	Percent
-	56	10	17.8 ^a
+	34	14	41.2 ^b

a,bDifferent superscripts within same column denote significant difference ($P < 0.05$).

거세한우에서의 결석성분 및 요성분 조사

결석의 성분은 struvite (magnesium ammonium phosphate crystals), calcium phosphate, calcium carbonate, calcium oxalate, non-oxalate calcium, ammonia, phosphate 등으로 한가지 성분으로 형성된 단일형 결석 보다는 혼합형 결석형태를 나타내었다(Table 5, Fig 7).

요중의 glucose, ketones, nitrite, bilirubin, protein 및 leucocytes를 조사한 결과 결석발생이 있는 소에서 protein(4두), glucose(2두), ketones(1두)가 검출되었으며, 결석비발생소에서 protein(1두), nitrite(3두), ketones(1두)가 검출되었다. 그러나 결석유무에 따른 요성분 변화에 대한 차이는 없었다 ($P > 0.05$).

결석이 존재하는 요의 pH는 알카리성뇨(pH 8.0 이상), 중성뇨(pH 7.0-8.0), 산성뇨(pH 7.0 미만) 순이었으며, 결석이 존재하지 않는 요의 pH는 알카리성뇨, 산성뇨, 중성뇨 순으로 많이 나타났으며 요 pH에 변화에 따른 결석발생의 차이

Table 5. Analysis of urinary calculi in Korean native steers

Individual Number	Compositions of urinary calculi
578	non-oxalate calcium
704	ammonia, non-oxalate calcium
706	non-oxalate calcium, Mg, P, calcium phosphate
716	calcium oxalate, calcium phosphate
629	calcium phosphate, calcium carbonate
645	struvite(magnesium ammonium phosphate crystals)
609	calcium oxalate, calcium

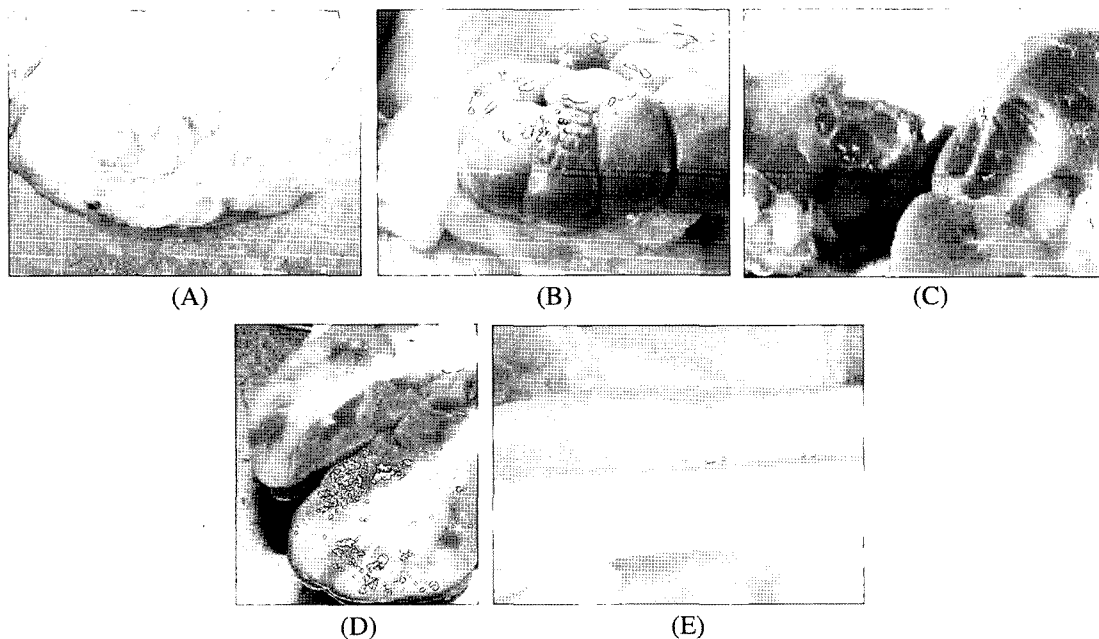


Fig 6. Patterns of pathological findings on urinary system.

A: Congestion of urinary bladder membrane. B, C: Cyst in the cortex of kidney. D: Purulent region. E: Normal urethral mucosa.

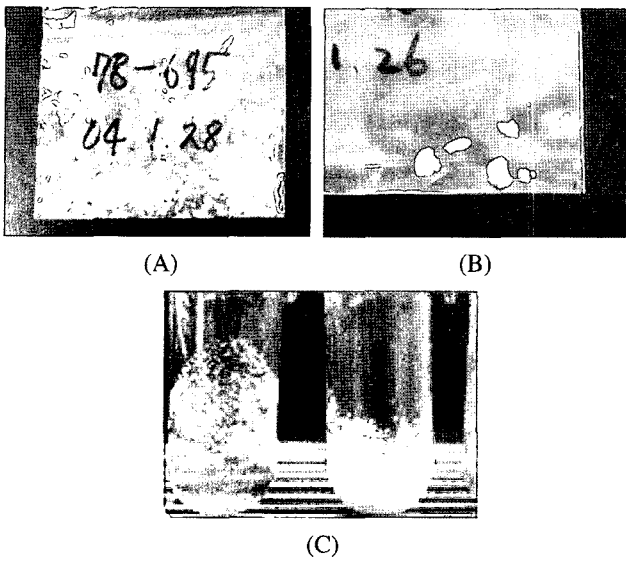


Fig 7. Detected urinary calculi (A, B) and calculi during chemical analysis (C).

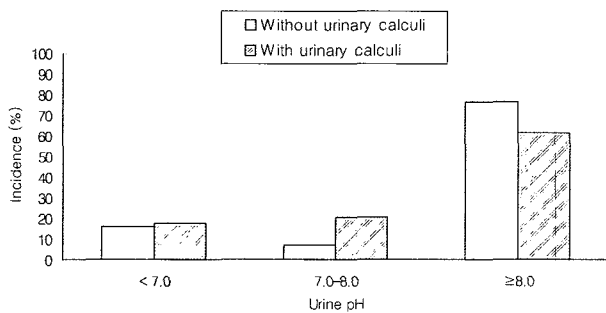


Fig 8. Comparison of urine pH in Korean native steers with or without urinary calculi.

는 없었다($P>0.05$, Fig 8).

혈청 성분 분석

결석발생의 유무에 따른 혈청 성분 분석 결과는 Table 6과 같다. 결석 발생군이 비발생군에 비해 creatinine이 유의적으로($P<0.05$) 높게 나타났으나 다른 혈청 성분은 차이를 나타내지 않았다.

고찰

2001년 농림업 총 생산액은 33조 6천억원이며 이 가운데 축산업은 8.3조원으로 25%의 높은 비중을 차지하며 10대 주요 품목 중에서 쌀, 돼지에 이어 한우가 3위를 나타내어 발전가능성이 높은 품목으로 나타났다²⁶. 자유무역협정(FTA), 도하개발아젠다(DDA)를 통해 농업개방이란 국내외 변화와 소비자의 요구에 대응하기위해 국내 축산은 경쟁력 강화의 일환으로 여러 영양과 사양기술 등을 개발하였고, 사육농가의 규모화를 통한 한우고급육 생산을 위해 거세와 장기비육

Table 6. Comparison of serum chemistry values in Korean native steers with or without urinary calculi

Serum chemistry	Steers with calculi	Steers without calculi
Total bilirubin (mg/dl)	0.3±0.05	0.3±0.04
Direct bilirubin (mg/dl)	0.1±0.02	0.1±0.01
Total cholesterol (mg/dl)	170±33	178±27
Creatinine (mg/dl)	1.4±0.3 ^a	1.3±0.2
Glucose (mg/dl)	71±13	73±10
Protein (g/dl)	8.0±1.5	8.1±1.2
Albumin (g/dl)	4.6±0.9	4.7±0.7
Blood urea nitrogen (mg/dl)	8.2±1.5	6.6±1.0
AST ¹ (IU/L)	172±31	137±20
Alkaline phosphatase (IU/L)	33±6	35±5
LDH ² (IU/L)	1428±275	1664±254
Creatine kinase (IU/L)	371±79	360±56
Calcium (mg/dl)	10.9±2.1	10.3±1.6

Mean ± S.E.M.

^aDifferent superscripts within same row denote significant difference($P<0.05$).

¹AST: aspartate aminotransferase, ²LDH: lactate dehydrogenase.

이 대두되고 있다. 요결석은 대사성 질환의 일종으로 비거세우보다 거세우에서 많으며 집단사육과 장기비육으로 발생의 위험도가 높아지고 있다. 이러한 변화에 따라 본 조사는 고품질의 한우생산을 위해 장기비육하는 거세한우집단에서 비뇨기계 결석의 임상형 및 준임상형 발현과 각 비뇨기계(신장, 방광, 요도)의 결석발생분포, 비뇨기병변, 결석성분, 요 성분 및 혈청성분을 조사하였다.

전체 시험기간 중 시험축에서의 질병발생은 식체, 설사 등의 단순소화기 질환을 제외하고는 다른 질병발생이 관찰되지 않았고, 도축시 비육기간동안 임상적으로 이상을 나타내지 않은 시험축 37.8%가 비뇨기계에 결석 발생을 나타내었다. 비육기간 26, 27, 28, 29, 30, 31개월에 따른 결석발생률은 각각 26.7, 26.7, 46.6, 60.0, 13.3, 53.3%의 결석발생률을 나타내었고 비육기간이 길어질수록 결석발생이 증가하는 경향은($P=0.09$) 보였지만 유의적인 차이는 보이지 않았다. 비뇨기계 결석발생 분포는 신장에서 24.4%, 신장과 방광에서 10%, 신장과 방광 그리고 요에서 모두 결석을 나타낸 개체는 3.3%였다. 결석발생분포를 통해 임상증상을 보이지 않은 정상개체의 약 1/3에서 비뇨기계에 결석을 형성하였고, 결석의 형성이 상부비뇨기계인 신장에서부터 이루어지는 형태를 볼 수 있었다. 3두의 시험축에서 요중에서 결석을 보였지만, 임상증상과 요도에서 병변을 나타내지 않아 결석입자들이 요도를 통과하여 정상적으로 배출되는 것을 알 수 있었다.

비뇨기계 병변 관찰중 시험축 90두의 방광점막에서 24두(26.6%)가 점막출혈을 보였다. 신장에서는 결석발생소에서 신장피질에 낭포(2두)와 화농성병변(1두)을 제외하고는 특이

할 만한 병변이 관찰되지 않았으며, 요중에 결석이 검출된 개체를 포함한 모든 시험축에서 요도점막은 정상적인 소견을 보였다. 결석유무에 따른 방광점막의 충혈은 결석이 있는 경우가 결석이 없는 경우에 비해 점막병변 발생이 증가되었지만 결석이 없는 소들의 17.8%에서 병변을 보여 결석의 다른 요인들이 추정되며, 이러한 점막충혈을 일으키는 요인에 대해 더 많은 조사가 필요할 것으로 생각된다.

결석은 결석성분 조성에 따라 단일형, 혼합형(alternating), 복합형(combination)으로 분류된다^{11,17,33}. 요결석은 원인성분에 따라 다양하게 나타나며 struvite(magnesium ammonium phosphate crystals), calcium phosphate, calcium oxalate, silica 등의 주요성분이 있다. 본 조사에서 검사한 결석의 주요 성분은 struvite(magnesium ammonium phosphate crystals), calcium phosphate, calcium carbonate, calcium oxalate, non-oxalate calcium, ammonia, phosphate로 반추동물에서 볼 수 있는 전형적인 결석형태를 나타내었고, 단일형 결석 보다는 혼합형 결석형태를 나타내었다. Phosphatic 계통의 결석은 펠렛화된 사료 등을 많이 급여할 경우 타액의 분비가 감소하게 되는데 이것은 위·장관으로의 phosphate의 손실을 줄어든다 하고, 요중으로 phosphate를 많이 분비시켜 phosphatic 결석형성을 촉진한다^{1,2,3,31}. Calcium carbonate 결석은 calcium, oxalate 함량이 많고 phosphorus, magnesium 함량이 적은 급성장한 크로바 방목지에서 사육시킨 양에서 많이 볼 수 있다¹³. 장내에서 oxalate는 calcium과 결합하여 흡수를 억제하는데 oxalate가 풍부한 사료를 지속적으로 섭취하면 반추위내 미생물에 의해 oxalate는 bicarbonate로 대사된다. 따라서 calcium의 흡수는 증가되고 요에서의 calcium 분비는 많아져 calcium carbonate 결석이 발생하게 된다²⁸⁻³⁰. Silica 결석은 토양내 silica가 많은 곳에서 자란 초지를 섭취하였을 경우 요에서 용해도가 낮은 polysilic acid가 형성되는데 이것이 요중 mucoprotein과 결합하여 결석화가 촉진된다. 국내보다는 미국이나 호주처럼 대규모로 방목하는 우군에서 관찰되고 있고 있으며³⁰, 구리와 아연이 결핍된 rats에서 발생된 경우가 있다²⁰. Calcium oxalate 결석에서 oxalate는 glycin과 ascorbic acid의 대사부산물이다^{8,12}. Calcium oxalate 결석은 식이적요인과 대사적요인에 영향을 받으며 정상적인 요에서도 존재할 수 있다. 일반적으로 결석의 발생을 예방하기 위해 Ca/P의 비율을 2:1 이상³¹ 되도록 권장하고 있다. 공시축의 비육단계(육성기, 비육전기, 비육중기, 비육후기)에 따른 급여사료의 성분 조사에서 Ca/P의 비율이 육성기에서 비육후기로 갈수록 낮아졌는데(Table 1), 이것은 비육기간이 늘어감에 따라 공시축에서 결석발생이 증가하는 경향(P=0.09)과 관련성이 있을 것으로 보인다. 비록 본 연구에서 Ca/P의 비율이 결석발생에 직접적으로 미치는 영향은 확인할 수 없었지만, 비육초기인 육성단계에서부터 비육후기까지 Ca/P의 비율을 적정비율(2:1 이상)로 조정한다면 거세 장기비육하는 한우에서의 잠재적인 결석발생 가능성을 낮출 것으로 사료된다.

요성분 검사에서 glucose, ketones, bilirubin, protein,

leucocytes를 조사하여 결석유무와 상관관계를 살펴보았지만 유의적인 차이는 없었다. 그러나 전체 시험축의 요에서 protein(5두), nitrite(3두), glucose(2두), ketones(1두)이 관찰되었으며, protein의 검출은 알칼리성뇨에 의한 위양성 반응으로 판정되었다.

요의 pH는 동물 개체간에 차이가 많고, 사료섭취 후에는 알칼리성으로 나타나기도 한다. 소의 경우 보통 pH 7.4-8.4를 나타내며 정상적으로 알칼리성뇨를 보인다³³. 전체 90두 거세한우의 요 pH를 검사한 결과 pH 8.0 이상 71.1%, pH 7.0-8.0사이 12.2%, pH 7.0 미만 16.6%로 알칼리성 분포를 많이 보였으며 요 pH 변화에 따른 결석발생의 차이는 나타나지 않았다. Struvite(magnesium ammonium phosphate crystals), calcium phosphate, calcium carbonate 성의 결석은 알칼리성뇨에서 용해도가 낮은 편이고, calcium oxalate 성의 결석은 요 pH에 영향을 받지 않으며^{5,8,9}, silica는 알칼리성뇨보다 약한 산성뇨에서 결석발생이 줄어든다¹⁶. 본 조사에서 검출된 요결석 성분은(struvite, calcium phosphate, calcium carbonate, calcium oxalate, non-oxalate calcium, ammonia, phosphate) 대부분 알칼리성뇨에서 용해도가 낮은 결석성분이어서 알칼리성뇨를 나타내는 시험축에서 검출된 이유를 설명할 수 있었고 염화암모늄³² 등의 급여를 통해 요의 pH를 낮춘다면 장기 비육하는 거세한우에서 잠재적인 결석발생을 예방할 것으로 사료된다.

혈청 화학치에서 creatinine은 BUN과 더불어 모든 동물에서 신장기능의 지표로 사용되며 BUN에 비해서 사료단백질, 단백질대사, 연령, 성, 운동 등의 영향을 받지 않는다. AST는 조직 비특이적이며 근육손상(creatine kinase 증가) 시나 간손상(SDH 증가) 시에 증가되며 근육손상 시 간손상보다 높게 나타난다. Total bilirubin은 출혈성빈혈, 간부전 등에 direct bilirubin은 간부전, 담석증, 담관염 등에 증가되고, ALP는 담관계에서 간내성, 외성 폐색의 지표로 사용된다¹⁹. 본 실험의 혈청 화학치 검사에서 creatinine이 결석유무에 따라 유의적인(P<0.05)차이를 보였으며, 다른 혈청 화학치의 변화는 나타내지 않았다. 이것은 결석의 발생이 요도폐색, 수신증 같은 증상을 나타내는 임상형이 아니라 준임상형 결석 발생 형태를 나타냈기 때문으로 추정되고, creatinine이 준임상형 결석존재에서도 유의적인 차이를 나타내어 다른 혈청 지표보다 신장기능에 더 민감하게 작용하는 것으로 사료된다.

결론

생후 6개월령에 거세한 한우에서 비육기간에 의한 비뇨기계(신장, 방광, 요도)에서의 결석발생률, 비뇨기계병변, 결석성분을 조사하였으며, 결석발생 유무에 따른 요성분 및 혈청 화학치에 대하여 비교하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 전체 시험축 90두에서 임상증상 없이 37.8%에서 결석형성을 보였고, 비육 기간 26-31개월에서 각각 13.3-60.0% 나타내었으며 비육기간이 늘어날수록 결석 발생이 높아지는 경향을 나타냈지만 유의적인 차이는 없었다(P=0.09).

2. 장기별로는 신장에서 24.4%, 신장과 방광에서 10%, 신장, 방광 및 요에서 나타낸 결석은 3.3%를 나타내었다.

3. 비뇨기계 병변은 결석유무에 따른 방광점막의 충혈이 결석이 있는 소에서 41.2%로 결석이 없는 소의 17.8%에 비해 증가되었으나($P<0.05$), 신장과 요도에서는 대부분의 소에서 특이적 병변이 없었다.

4. 검출된 결석의 주요성분은 struvite (magnesium ammonium phosphate crystals), calcium phosphate, calcium carbonate, calcium oxalate, non-oxalate calcium, ammonia, phosphate로 반추동물에서 존재하는 전형적인 결석형태를 보였다.

5. 결석유무에 따른 요성분(glucose, ketones, nitrite, bilirubin, protein 및 leucocytes)에 대한 차이는 없었다. 요의 pH는 결석이 있는 소에서 pH 8.0 이상 71.1%, pH 7.0-8.0 사이 12.2%, pH 7.0 미만 16.6%로 알칼리성뇨의 분포가 많았다.

6. 결석발생 유무에 따른 혈청화학치 비교 결과 creatinine은 유의적인 ($P<0.05$) 차이를 관찰할 수 있었으나, 다른 혈청화학치에서는 차이가 없었다.

본 조사의 결과에서 생후 6개월령에 거세한 한우를 26-31개월령까지 비육하는 동안 임상형 요결석은 발생되지 않았으나 도축 시 비뇨기계에서 결석발생과 방광충혈이 관찰되었다. 그리고 비육기간동안 Ca/P의 비율을 적정비율(2:1 이상)로 조정한다면 거세 장기비육하는 한우에서의 잠재적인 결석발생 가능성을 낮출 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Adair HS, Adams WH. Ascorbic acid as suspected cause of oxalate nephrotoxicosis in a goat. *J Am Vet Med Assoc* 1990; 197: 1626-1628.
- Angus KW. Nephropathy in young lambs. *Vet Rec* 1990; 126: 525-528.
- Annette L, Rubyand Gerald V. Ling. Methods of analysis of canine uroliths. *Vet Clin North Am Small Anim Pract appl* . 1986; 16: 293-301.
- Bailey CB. Silica metabolism and silica urolithiasis in ruminants. *Can J Anim Sci* 1981; 61: 219-235.
- Bushman DH, Emerick RJ, Embry LB. Experimentally induced ovine phosphatic urolithiasis relationships involving dietary calcium, phosphorus and magnesium. *J Nutr* 1965; 7: 499-504.
- Carl AO, Chris WC, Heidi CM, Norma CB. Comparison of qualitative and quantitative analysis of canine urolith. *Vet Clin North Am Small Anim Pract appl* 1986; 16: 317-323.
- Crookshank HR. Effect of chemical and enzymatic agents on the formation of urinary calculi in fattening steers. *J Anim Sci* 1960; 19: 595-600.
- Franti CE, King GV, Ruby AL, Johnson DL. Urolithiasis in dog V: Regional comparisons of breed, age, sex, anatomic location, and mineral type of calculus. *Am J Vet Res* 1999; 60: 29-42.
- Gera KL, Nigam JM. Urolithiasis in bovines: a report of 193 clinical cases. *Indian Vet J* 1979; 56: 417-423.
- Gerald V. Ling. Lower urinary tract diseases of dogs and cats. Mosby. 143-177.
- Hay L. Prevention and treatment of urolithiasis in sheep. *In Pract* 1990; 12: 87-97.
- Hoar DW, Emerick RJ, Embry LB. Potassium, phosphorus, and calcium interrelationships influencing feedlot performance and phosphate urolithiasis in lambs. *J Anim Sci* 1970; 30: 597-600.
- Hoar DW, Emerick RJ, Embry LB. Influence of calcium source, phosphorus level, and acid-forming effects of the diet on feedlot performance in lambs. *J Anim Sci* 1970; 31: 118-125.
- John DB, Robert WK. Kirk's current veterinary therapy VII. Saunders. 1995: 981-998.
- Jubb KVF, Keneddy PC, Palmer N. Pathology of domestic animals. 4th ed. San Diego: Academic Press. 1993: 525-531.
- Manning RA, Blaney BJ. Epidemiological aspects of urolithiasis in domestic animals in Queensland. *Aust Vet J* 1986; 63: 423-424.
- McIntosh GH. Urolithiasis in animals. *Aust Vet J* 1978; 54: 267-271.
- Osborne CA, Clinton CW, Moran HC, Bailie NC. Comparison of qualitative and quantitative analysis of canine urolith. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1986; 16: 317-323.
- Osborne CA, Klausner JS. Calcium oxalate urolithiasis. In: Current veterinary therapy VII. Philadelphia: WB Saunders. 1988: 45-48.
- Rebhun WC. Pyelonephritis in cows: 15 cases. *J Am Vet Med Assoc* 1989; 194: 953-955.
- Rebhun WC, Guard C, Richard CM. Disease of dairy cattle. New York, A Lea & Febiger book 1995: 364-365.
- Romanowski RD. Biochemistry of urolith formation. *J Am Vet Med Assoc* 1965; 147: 1324-1326.
- Ruby AL, Ling GV. Methods of analysis of canine uroliths. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1986; 16: 293-301.
- SAS program (SAS 8.1, Inst. 1990).
- Smith BP. Large animal internal medicine. 3rd ed. Missouri: Mosby. 2002: 405-410.
- Stewart SR, Emerick RJ, Kayongo-Male H. Silicone-Zinc interaction and potential roles for dietary zinc and copper in minimizing silica urolithiasis. *J Anim Sci* 1993; 71: 946-954.
- Udall RH, Seger CL, Chow FC. Studies on urolithiasis. VI. The mechanism of action of sodium chloride in the control of urinary calculi. *Cornell Vet* 1965; 55: 198-203.
- 권영방. 육우의 요석증 발생과 예방대책. *대한수의사회지* 1986; 22: 768-773.
- 권영방. 비육우 요석증에 관한 병리학적 조사연구. *충북대학교 농업과학연구* 1994; 12: 61-70.
- 김경남. 최신연구결과를 활용한 한우사육 새기술. *축산기술연구소* 2000: 69-102.
- 수의내과교수협의회. *수의내과학*. 교육문화원 1996: 429-472.
- 윤상기, 이문연. FTA에 대응한 한우의 차별화 전략 심포지엄. *축산연구소* 2004: 81-90.
- 한홍률, 이정길, 이창우. 개정 수의임상병리. *기전연구소* 1985: 202-203.