

개의 尿石症과 尿道栓(Urethral plug)

李 昌 雨*

비뇨기계는 신체의 폐기물을 용액상태로 배설하도록 설계되어 있다. 그러나 일부의 폐기물은 용해성이 낮고, 종종 結晶化하여 침전을 일으킨다. 이런 結晶이 비뇨기계 함정에 걸리게 되면 유기질성 기질과 또는 다른 무기질과 결합하여 임상증상을 일으킬 수 있을 정도로 큰 덩어리를 형성한다. 뇨석증은 수술적방법 또는 비수술적방법(용해법 포함)에 의해서 제거할 수 있지만 제거한 후에 사료의 변경 또는 결석의 종류와 발생원인에 따라 적당한 의료관리를 해주지 않으면 재발 가능성이 높다. 또한 뇨도폐쇄를 동반하는 뇨도결석의 경우 우선 위기를 넘기기 위해 방광으로 밀어넣어준 경우 이것을 용해해 주지 않으면 다시 뇨도로 내려와서 폐쇄를 일으킬 수 있다. 이미 한국임상수의학회에서는 뇨결석증의 수술적 제거술에 대한 심포지움을 실시한 바 있으나 비수술적치치와 뇨석의 용해에 대한 학술대회는 없었기 때문에 여기서는 비수술적치치와 뇨석의 용해, 그리고 용해를 위해서는 필수적으로 알아야 할 각종 뇨석의 발생원인과 뇨석 종류의 판단방법 등을 중심으로 설명한다.

I. 개에 있어서 폐쇄성뇨석증의 비수술적 처치

1. 적응증

가. 上部尿路의 폐쇄

뇨로의 폐쇄는 상부비뇨기에 다양한 정도의 손상을 주게 된다. 예를들어 뇨도 또는 양측 수뇨관이 완전히 폐쇄되면 3 내지 4일만에 폐사하게 되기 때문에 신속히 개통시켜주지 않으면 안되는 응급

상태이다. 한쪽 수뇨관 또는 한쪽 신우가 폐쇄되면 급성신우신염 또는 패혈증을 초래하며, 폐사를 초래할 수도 있다. 한쪽 수뇨관만 폐쇄된 상태에서 감염증이 없으면 즉사하지는 않지만 점진적으로 회복 불가능한 신장 손상을 준다. 그러나 뇨석을 신속히 제거해 주면 신기능은 상당히 회복된다.

나. 下部尿路의 폐쇄

노도가 완전 또는 불완전 폐쇄되면 방광의 만성적이고 심한 팽창을 초래하고 방광이 너무 팽창되면 排尿筋(detrusor muscle)의 근섬유가 손상을 받아 운동신경자극전달에 대한 배뇨반응이 감퇴하고, 지각신경말단도 손상을 받아 배뇨반응이 감퇴된다. 이러한 상태가 지속되면 방광의 무력증을 초래한다. 방광의 무력증을 예방하기 위해서는 어떤 방법으로든지 방광을 자주 비워주거나 뇨석을 제거해 주어야 한다. 제거후 방광무력증의 회복을 위해서 bethanecol 5~25mg씩을 1일 3회 경구투여하면 어느정도 효과가 있다.

2. 尿道와 膀胱頰에 있는 뇨석의 비수술적 처치

가. 방광천자

방광이 과도하게 팽창되었을 때 실시한다.

a 시 기 : 방광천자는 뇨석을 비수술적인 방법으로 제거하기 위해 逆水洗(reverse flushing)를 시도하기 전에 먼저 실시해야 이때 채취한 뇨를 뇨분석에 사용하는데 지장이 없다. 방광천자에 의해 뇨를 제거하는 것은 뇨분석을 위해 시료를 채취하는 목적 이외에 뇨석이 제거될 때까지 더이상 신장에 손상을 주지 않으면서 시간을 벌게해 주는데 목적이 있다.

b 기 재 : 22계이지 1½인치 주사침 또는 3인치 척추침을 사용한다. 때때로 주사침의 가운데를 절

* 서울대학교 수의과대학

단한 후 폴리에틸렌 튜브로 연결하여 사용하기도 한다. 주사기는 20~60ml 주사기를 사용하기도 하고 10ml 주사기 2개와 3-way valve를 사용하기도 한다.

c. 천자위치: 천자위치는 복측 또는 측복측을 선택하여 주요 혈관과 수뇨관에 상처를 입히지 않게 주의하며 방광의 頂点(vertex)보다 방광의 뇨도 인접부위에 삽입해야 뇨를 제거하는 도중 방광으로부터 주사침이 탈출하는 것을 방지할 수 있다(그림 1).

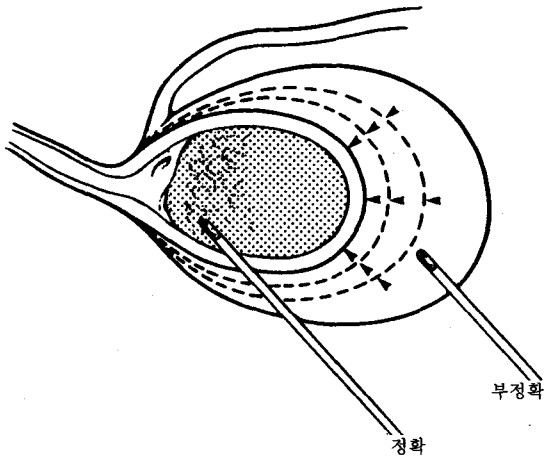


그림 1. 방광천자의 위치(Osborne 원도).

d. 절 차: 환측을 양와자세 또는 횡와자세로 보정하고 천자부위를 소독한다. 왼손으로 방광을 고정하고 주사침의 삽입은 방광벽에 수직으로 삽입하지 말고 4°각도로 비스듬히 삽입해야 시술후 뇨가 새어나오는 것을 극소화할 수 있다. 방광을 고정하고 왼손 손에 너무 압력을 가하지 말아야 하는데 너무 압력을 가하면 방광의 천자부위에서 뇨가 새어나올 위험이 있다(그림 2).

나. 촉 진

뇨도결석이 있는 암캐에 있어서 질 또는 직장에 손가락을 넣어서 한쪽 방향으로만 촉진을 반복하면 결석이 제거되는 경우가 종종 있다. 수캐에 있어서도 膀胱頸 또는 뇨도에 걸린 뇨석은 복벽을 통해서 한쪽 방향으로 촉진하면 제거되는 경우가 있다. 촉진에 앞서서 뇨도에 윤활제를 주입해주면 더 용이하게 제거된다. 윤활제는 외과용 수용성 윤활제를 생리적식염수와 1:1로 혼합하여 사용하며 혼합하는 방법은 두개의 주사기와 한개의 3-way valve를 사용하여 주사기내에서 혼합하면 혼합 도중 오염되지 않는다(그림 3).

다. Urohydropulsion

이 방법은 뇨도에 걸린 뇨석을 수압을 이용해서 뇨도내경을 넓힌후 방광내로 밀어넣는 기술이다.

a. 보정 및 마취: 진정 또는 마취하에 실시하는 것이 좋으며 진정제 또는 마취제는 신장에서 대사되

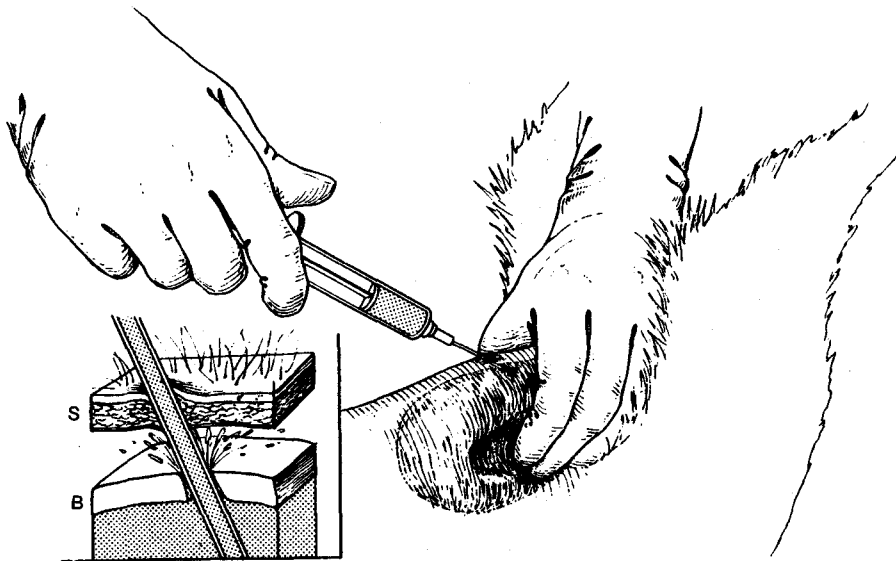


그림 2 방광을 너무 압박하면 방광벽의 주사침 삽입부위로 오름이 생긴다. S: 피부 B: 방광벽(Osborne 원도)

거나 배설되는 것은 피해야 한다. 만일 마취의 위험성 때문에 마취가 곤란한 환축에 대해서는 진통제를 투여한 후 lidocaine gel을 뇨도점막에 도포한 후 실시한다.

thiamylal과 같은 마취시간이 짧고 간에 의해 대사되는 약품 또는 흡입마취를 실시한다.

b. 수캐에서의 시술 :

1) 부드러운 카테타를 이용하여 결석이 위치한 근처의 뇨도까지 수용성윤활제와 생리적식염수를 1:1로 혼합한 것을 다량 주입한다(그림 4의 2).

2) 조수는 검지손가락을 직장에 삽입하여 골반 뇨도를 취골봉합부위를 향하여 압박해서 결석보다

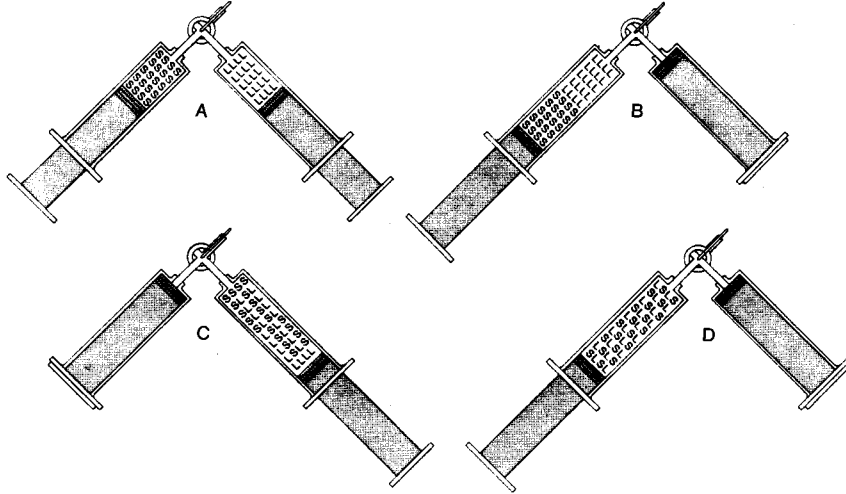


그림 3. three-way valve와 두개의 주사기를 이용해서 윤활제와 생리적식염수를 혼합하는 방법(Osborne 원도).

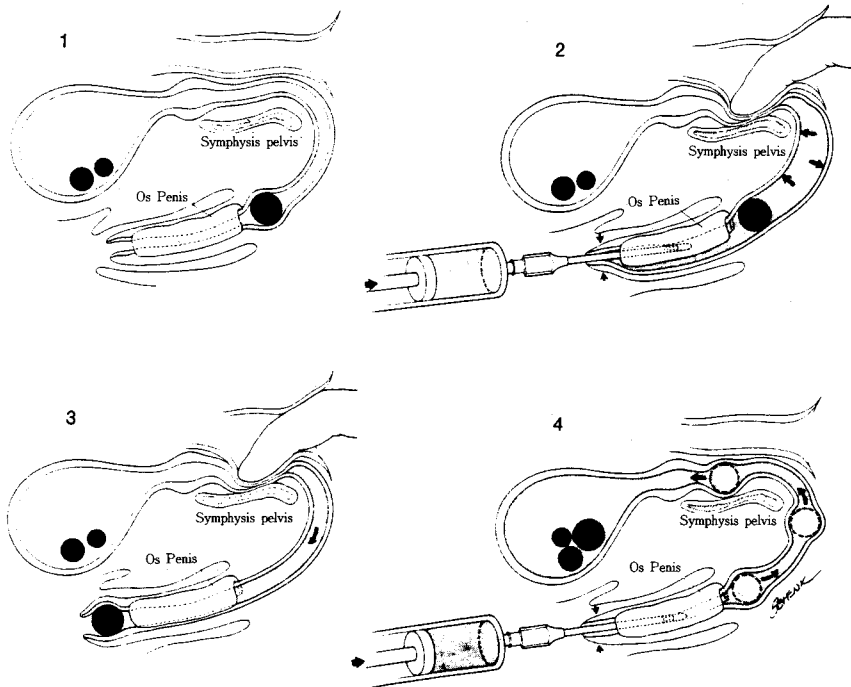


그림 4. 수캐에서 urohydropropulsion 기술에 의해 뇨석을 체외로 배출시키거나 방광내로 밀어 넣는 방법(Osborne 원도).

전위의 뇨도를 폐쇄한다(그림 4의 2).

3) 젓소용 유두침을 뇨도에 삽입한 후 생리식염수를 채운 35~60ml 주사기를 연결하고 손가락으로 유두침 위의 뇨도개구부위를 압박하여 폐쇄하던 결석으로부터 遠位의 뇨도는 폐쇄된 공간이 된다.

4) 조수가 골반뇨도의 직경이 현저히 증가했다고 감지할 때까지 생리적식염수를 주입한다(그림 4의 2).

5) 그다음 유두침을 신속히 뽑으면서 뇨도개구부를 압박하고 있던 손을 놓아준다. 이상의 동작은 반복해야 한다(그림 4의 3).

6) 뇨도의 가장 좁은 부위는 陰莖骨漕를 통과하는 뇨도로서 결석이 이 부위를 도저히 통과할 수 없을 때는 방광 방향으로 밀어 넣는다. 그러기 위해서는 4)와 같은 절차를 실시한 후 조수가 압박하고 있던 골반뇨도를 신속히 놓아주면 된다(그림 4의 4).

c. 암개에서의 시술 :

1) 뇨도카테타를 결석부위의 뇨도까지 삽입한 후 손가락을 질에 삽입하여 뇨도카테타 말단의 직후를 압박하면 결석과 뇨도카테타말단 사이의 공간은 폐쇄된 공간이 된다(그림 5의 2).

2) 주사기를 카테타에 연결한 후 생리적식염수를 주입한다. 이때 결석부위를 손가락으로 만져주

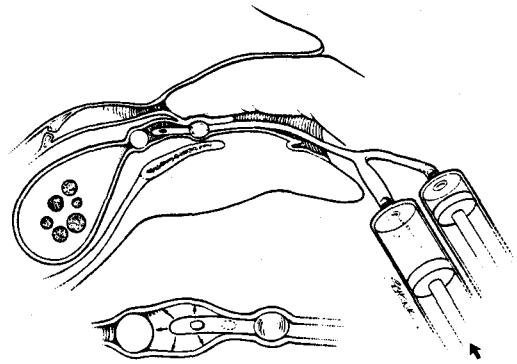


그림 6. 암개에서 Foley카테타를 이용하여 뇨도결석을 방광내로 밀어넣는 방법(Osborne 원도).

면 더욱 쉽게 결석이 방광내로 이동한다. (그림 5의 2와 3)

3) 뇨도를 손가락으로 압박하기 힘들 때는 4~7F-rench size의 Foley카테타를 사용한다(그림 6).

라. 뇨도 카테타 삽입

경도가 뾰뾰한 카테타를 삽입하여 결석을 방광 쪽으로 밀어 넣을 수도 있지만 뇨도에 손상을 줄 위험성이 크다.

II. 개의 尿石症과 尿道栓(urethral plug)의 원인, 용해 및 예방에 대한 영양적 요인의 관련성

개의 뇨석중中 가장 흔한 형태는 인산마그네슘 암모니움(struvite), 수산칼슘-水鹽(whewellite), 수산칼슘 二水鹽(weddellite), 뇨산, 뇨산염(ammmonium and sodium urate), 인산칼슘 씨스틴, 규산염 등이다.

1. 임상증상

비뇨기계 장애와 관련된 임상증상은 표 1 과 같다.

표 1. 비뇨기계 장애와 관련된 임상증상

뇨도결석

1. 배뇨장애, 배뇨빈삭, 尿失禁
2. 혈뇨
3. 뇨도결석의 촉진가능
4. 작은 뇨도결석은 자연 배출

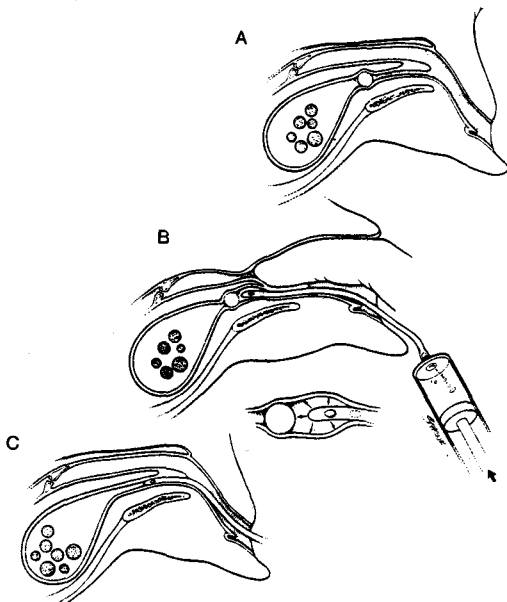


그림 5. 암개에서 일반 뇨도카테타를 이용하여 뇨도결석을 방광내로 밀어 넣는 방법(Osborne 원도).

5. 뇨도의 부분폐쇄 또는 완전폐쇄
 - a. 尿失禁
 - b. 무뇨증
 - c. 팽창하고 통증을 동반하는 방광의 촉진 가능
 - d. 방광과열 : 복부의 팽창과 복통
 - e. 腎後性窒素血症(식욕결핍, 억울증, 구토, 설사)
6. 방광결석, 수뇨관결석, 신장결석 등이 합병되었을 때 관련증상

방광결석

1. 무증상
2. 배뇨장애, 배뇨빈삭, 尿失禁
3. 혈뇨
4. 촉진 가능한 방광결석
5. 촉진 가능하도록 비후한 방광벽
6. 불완전 또는 완전한 폐쇄(膀胱頸部)
7. 뇨도결석, 수뇨관결석, 신장결석이 합병될 때 관련 증상

수뇨관결석

1. 무증상
2. episodic
3. 혈뇨
4. 계속적인 복통
5. 양측성 또는 단측성폐쇄
 - a. 촉진 가능하도록 종대된 신장
 - b. 腎後性窒素血症
6. 뇨도결석, 방광결석, 신장결석이 합병될 때 관련 증상

신장결석

1. 무증상
2. 혈뇨
3. 광범위한 신장감염증이 있을 경우 전신증상(식욕결핍, 억울증, 발열, 다뇨증)
4. 촉진 가능하도록 종대된 신장
5. 腎後性窒素血症
6. 뇨도결석, 방광결석, 수뇨관결석이 합병될 때 관련 증상

전신 장기의 장애와 관련된 임상증상은 표 2 와 같다.

2. 뇨석의 성분별 발생률

Struvite뇨석의 식이요법에 의한 용해가 보편화 된 미국에서는 struvite뇨석의 발생이 과거보다 감소하는 추세이지만 아직도 많은 비율을 나타내고 있다(표 3). 한편 저자가 국내에서 조사한 뇨석의 성분은 대부분이 struvite뇨석이었다.

표 2 여러 장기의 장애와 관련된 임상증상

간부전

1. 무증상
2. 쇠약/성장지연
3. 肝性腦疾患
4. 식욕결핍, 구토, 설사
5. 복수
6. 다음다갈증

종양성, 골수증식성, 혈액학적 질병

1. 무증상
2. 다음 사항에 따라 다양한 증상
 - a. 원발성질병의 성격, 정도, 시간
 - b. 국소적인 효과
 - c. 전신적인 효과
 - d. 보상성 기전
 - e. 치료에 의한 영향

표 3. 개의 뇨석의 성분별 발생분포

(1988년 미네소타 수의과대학)

성분	발생수	발생율(%)
인산마그네슘암모니움(newberyite)	1552	58.7
인산수소마그네슘(whewellite)	0	<0.1
수산칼슘일수염(weddellite)	192	7.3
수산칼슘이수염(weddellite)	87	3.3
수산칼슘 일수염 & 이수염()	131	4.9
인산칼슘	55	2.1
인산-3칼슘(whitlockite)		
인산수소칼슘(brushite)		
칼슘인회석		
뇨산화합물(purines)		
산성뇨산암모늄	150	5.6
산성뇨산나트리움	4	0.1
뇨산암모니움칼슘	1	<0.1
뇨산	4	0.1
잔틴	2	<0.1
씨스틴	55	2.1
규산염	55	2.1
혼합형	94	3.6
복합형*	251	9.5
氣質(matrix)	16	0.6
합계	2644	100

* : 속의 핵부분과 껍질부분의 성분이 다른 뇨석.

3. 뇨석의 명칭

성분에 따른 분류 : struvite뇨석, 뇨산암모니움뇨석, 수산칼슘뇨석 등 가운데 핵부분과 외곽의 성분

이 다른 경우도 있다.

위치에 따른 분류 : 방광결석, 신장결석, 뇨도결석 등

형태에 따른 분류 : smooth, 多面體, 층판형, 오디형 등

4. 基質의 성분

점단백질 (mucoprotein), 尿類粘額質 (uromucoid), 혈청알부민, 글로부린 등이며 그중 粘蛋白質과 尿類粘液質이 알부민과 글로부린 보다 의의가 크다. 기질이 전체의 65% 이상을 차지하는 경우가 고양이에서 종종 발견되며 이런것을 기질결석(尿路栓)이라고 한다.

5. 結晶尿의 醫學的 意義

뇨에 각종 결정이 출현하는 상태를 의미하며, 結晶尿는 결정성분이 뇨에 과포화상태로 많이 존재할 때 출현한다. 정상뇨도 채후호 시간이 경과되거나 온도가 낮아지면 결정이 석출되기 때문에 결정

표 4. 結晶의 특징

종 류	형 태	발견되는 pH		
		산성	중성	알칼리성
뇨산암모니움	황-갈색 球形 산사나무 열매 모양	-	±	+
빌리루빈	적갈색 針狀 또는 顆粒狀	+	-	-
尿酸칼슘二水鹽	소형, 무색, 봉투형태 (8면체)	+	+	±
尿酸칼슘一水鹽	작은 방추, 대마 씨아령 모양	+	+	±
인산칼슘	무정형 또는 가늘고 긴 프리즘 모양	±	+	+
콜레스테롤	납작하고 무색의 판상 귀통이 에 절흔	+	+	-
씨스틴	납작하고 무색의 육각형 판상	+	-	-
마노산	4면 또는 6면의 무색 긴 판상 또는 프리즘 모양 귀통이는 둥근 모양	+	+	±
류신	황-갈색 球形 방선상, 동심성 층판	+	-	-
인산마그네슘- 암모니움(struvite)	3 또는 7면체의 무색 프리즘	±	+	+
타이로신	미세한 무색 또는 황색의 침상, 짚단 또는 로켓트 모양의 결집	+	-	-
뇨산	다이아몬드 또는 마름모꼴 프 리즘. 로켓트 또는 끝이 뾰족한 난원형	+	-	-

뇨의 검사를 위해서는 신선한 뇨에 대해 체온을 유지하면서 검사해야 의의가 있다.

어떤 성분의 결정뇨가 출현하는 것은 같은 성분으로 구성된 결석이 생성될 위험성을 제시해 주는 하지만 결정뇨와 결석증은 동의어가 아니다. 그리고 정상적인 동물에서도 결정뇨가 출현할 수 있다. 그러므로 결정뇨가 발견되었다고 해서 항상 치료를 고려해야하는 것은 아니다. 그러나 몇가지 결정은 이들이 발견되면 진단, 예후판단, 치료를 위해 중요한 의미를 갖게 된다. 예를 들어 뇨산암모니움 결정이 출현하면 문맥이상 또는 간의 질환을 제시하며 수산칼슘일수염 결정이 출현하면 과칼슘뇨증 또는 에칠렌글리콜(자동차부동액 주성분)중독을 제시하고 씨스틴 결정이 출현하면 씨스틴뇨증을 제시한다.

6. 뇨석의 핵과 층판상구조

중심부의 핵은 이물질, 탈락상피, 혈액응괴, 세균 등으로 구성된 경우도 있으며, 핵의 결정물질은

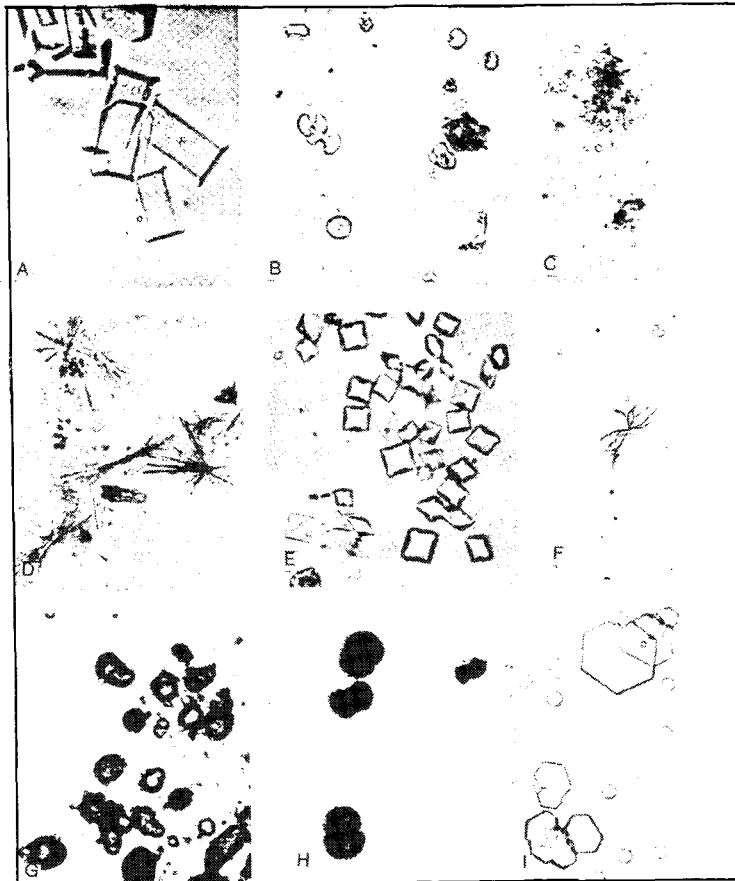


그림 7. 크리스탈의 형태 (Osborne 원도).

A. struvite, B. 탄산칼슘, C. 무정형요산염 또는 인산염, D. 타이로신, E. 수산칼슘, F. 빌리루빈, G. 요산암모니움, H. 쉘파제, I. 씨스틴.

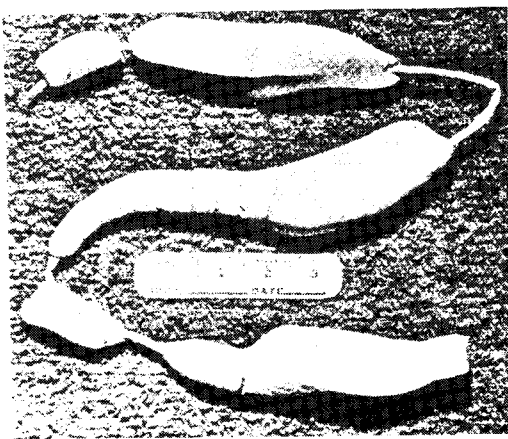


그림 8. 장기간 삼입한 뇨도카테타에 부착한 요산암모니움 (Osborne 원도).

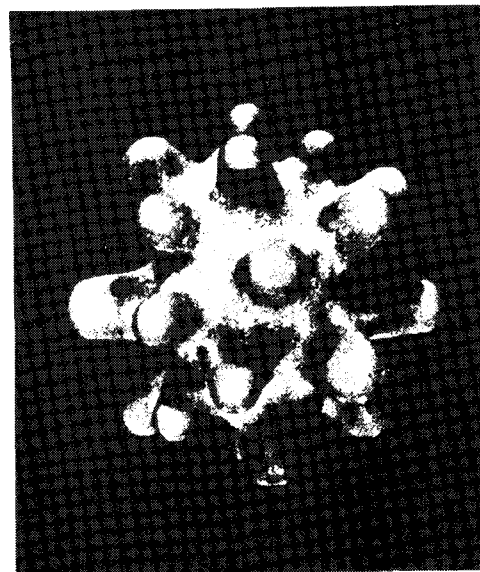


그림 9. 뇨석 종류의 판단을 위한 algorithm (Lewis 원도).

외곽의 층판상구조의 성분과 같은 경우도 있고 다른 경우도 있다. 핵의 성분은 結晶, 異物(그림 8), 조직편, 혈액응괴, 세균 등으로 구성된다.

7. 뇨석 형성의 素因

- 가. 특정성분의 뇨중 過飽和
- 나. 결정형성 억제인자의 감소
- 다. 뇨중 입자의 통과시간 지연
 - 방광마비증환측과 옥내사육에 길들여져서 배뇨간격이 긴 개

8. 뇨석증의 problem-specific data base

뇨석증의 효과적인 치료와 재발방지를 위해 확보해야 할 데이터와 절차는 표 5와 같이 요약된다.

표 5. 뇨석증의 Problem-specific Data Base

1. 병력취취, 신체검사(직장을 통한 뇨도검사 포함)
2. 완벽한 뇨분석; 광물질 분석을 위해 일부 보존
3. 완벽한 혈구계산
4. 혈청분리하여 BUN, creatinine, calcium, 뇨산 농도 측정. 뇨의 정량적 세균배양과 뇨소분해효소(urease)활성도 측정; 감수성 검사; 뇨소분해효소 양성뇨가 세균배양에서 음성이면 ureaplasma 배양
5. 방사선 촬영
 - a. 비뇨기 전체에 대해 탐색적 Xray 촬영
 - b. 신장이나 수뇨관에 뇨석이 있는 경우 정맥 요로 조영술 고려
 - c. 방광에 뇨석이 있는 경우 정맥 요로조영술 또는 방광조영촬영법 고려
 - d. 뇨도에 결석이 있는 경우 뇨도조영촬영법 고려
 - e. 시설이 있는 경우 초음파촬영 고려
6. 필요하면 뇨석의 용해를 위한 치료를 시작
7. 뇨로감염증 치료를 시작
8. 뇨석제거술을 할 경우
 - a. 방광 및 신장 생검표본을 채취
 - b. 해부학적 이상이 발견되면 교정
 - c. 수술에 의해 제거된 결석의 수와 방사선촬영상 확인된 수를 비교; 필요하면 수술완료후 방사선 촬영하여 완전히 제거되었는지 확인
 - d. 모든 결석은 정성, 정량분석을 위해 보존
9. 재발을 예방하기 위한 치료시작
10. 축주와 함께 再調査 계획 작성

9. 뇨석의 광물질 성분의 분석

뇨석의 광물질 성분을 분석하는 것은 재발방지

또는 식이요법에 의한 용해를 위해 필수적이다. 광물질 성분의 분석은 앞에 설명한 결정의 특징과 표 6의 checklist를 참고하여 판단할 수 있으며, 화학적인 분석에 의해서도 가능하지만 X-ray diffraction, crystallography 등을 실시하면 더 정확히 분석할 수 있다. 그림 9를 참고하여 판단할 수도 있다.

표 6. 뇨석증의 광물질 구성성분의 추정에 도움이 되는 Checklist

1. 뇨석의 radiographic density와 물리적 특성
2. 뇨의 pH
 - a. struvite와 칼슘인산염^a-통상 알칼리성
 - a : calcium apatite, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$
 - b. 뇨산암모니움 뇨석-산성~중성
 - c. 수산칼슘 뇨석-다양; 산성~중성*
 - d. 씨스틴 뇨석-산성*
 - e. 무수구산-산성~중성*
3. 오염되지 않은 신선한 뇨의 침사에서 結晶검사(체온으로 보존하여 검사)
4. 세균의 종류
 - a. 뇨소분해효소 생산균(특히 Staphylococcus와 간혹 Proteus와 Ureaplasma)은 struvite 뇨석 형성
 - b. 수산칼슘, 씨스틴, 뇨산암모니움 및 무수구산 뇨석은 뇨로의 속발성감염을 초래할 수 있는데 이런 경우 대사에 의한 뇨석의 들레에 struvite가 침전을 일으킬 수 있다.
5. 혈청화학적 평가
 - a. 과칼슘혈증은 칼슘을 함유하는 뇨석의 형성과 관련이 있을 수 있다.
 - b. 過尿酸血症은 뇨산 또는 뇨산염 결석의 형성과 관련이 있을 수 있다.
 - c. 과염소혈증, 저칼륨혈증 및 酸症은 遠位曲細尿管性酸症, 인산칼슘 및 struvite 뇨석의 형성과 관련이 있다.
6. 뇨의 화학적 평가
 - a. 환축은 표준진단식이 또는 발병당시 섭취하던 식이를 급이해야 한다.
 - b. 뇨석에 함유된 한 두가지의 광물질의 과다가 기대된다. 결정화 방해인자의 감소도 기대된다.
7. 조상 또는 한배새끼의 병력 참고
8. 결석의 정량분석
 - * 뇨소분해효소 생산균이 감염되면 일카리성을 나타낼 수도 있다.
10. 뇨석의 의료관리의 목표

-뇨석의 의료관리의 목표는 원인이 되는 이상상태

를 제어하여 뇨석의 크기가 더 이상 커지지 않고 용해되도록 하는 것이다.

-효과적인 치료를 위해서 다음과 같은 방법으로 尿石形成晶質(calculogenic crystalloids)이 오줌 내에서 불포화상태가 되도록 해야 한다.

- ① 오줌내의 晶質의 용해성을 증진
- ② 뇨량 증가
- ③ 오줌내 尿石形成晶質의 양을 감소

11. 감염에 의한 Struvite 뇨석

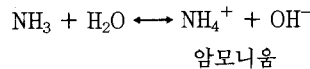
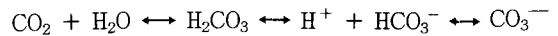
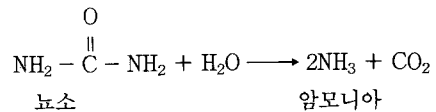
가. 병인병원론

감염된 세균에서 유래하는 뇨소분해효소에 의해 뇨중의 뇨소가 분해되면 알카리 환경에 암모니움과 탄산염(CO₃²⁻)이 동시에 증가하는 특이한 상태가 되며 이러한 상태는 struvite (MgNH₄PO₄·6H₂O), 칼슘인회석 [Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂] 및 탄산칼슘인회석 [Ca₁₀(PO₄)₆CO₃]의 생성을 용이하게 한다. 그 기전은 다음과 같다.

- a. 뇨소분해효소는 뇨소를 분해하여 암모니아와 이산화탄소 분자를 형성한다(대표적인 뇨소분해세균 : Staphylococci, Proteus, ureaplasmas).
- b. 암모니아 분자는 물과 반응하여 암모니움과 수산기를 형성하여 이것은 수소이온농도를 낮춰 뇨를 알카리화 한다. 암모니아는 뇨로상피(glycosaminoglycan lining)를 손상시켜 세균의 부착이 쉽게 한다. 알카리뇨에서 struvite와 칼슘인회석의 용해도가 감소한다. 또한 새로이 생성된 암모니움이온은 struvite의 형성에 이용된다.
- c. 새로 생성된 이산화탄소분자는 물과 결합하여 탄산을 생성하고 탄산은 중탄산이온과 수소이온으로 해리한다. 극도의 알카리 환경에서 중

탄산이온은 양자(proton)를 잃고 탄산이온으로 전환된다. 탄산이온은 칼슘인회석결정의 인산음이온을 치환시켜서 탄산칼슘인회석결정을 형성한다.

- d. 알카리환경에서 일가 인산수소(H₂PO₄⁻, monobasic)는 해리하여 이가인산수소(HPO₄²⁻, dibasic)와 인산이온(PO₄³⁻)의 농도가 증가한다. 인산염의 총량이 변하지 않는 상태에서 pH가 6.8에서 7.4로 증가하면 인산이온(PO₄³⁻)의 농도는 약 6배로 증가한다. 인산이온의 양이 증가하면 마그네슘 및 암모니움과 결합하여 struvite(magnesium ammonium phosphate)를 형성하거나 또는 칼슘과 결합하여 인산칼슘을 형성한다.
- e. 암모니움이온은 뇨산염과 결합하여 산성 뇨산 암모니움을 형성한다.
- f. 에너지를 위해 분해되는 단백질의 양은 감염에 의한 struvite 뇨석의 생성과 용해에 영향을 미친다. 단백질량이 동화작용에 의해 뇨소를 생성한다.



나. 관 리

a. 항생물질 :

뇨소분해효소 생산균이 감염되어 있는 한 산증

표 7. 뇨로감염증에 선택되는 항생물질

세균의 종류	항생물질	경구투여용량	
		mg/kg	투여회수
<i>Staphylococcus</i> spp.	ampicillin 또는	25~35	3
<i>Streptococcus</i> spp.	amoxicillin + clavulanate	10	2
<i>Proteus mirabilis</i>			
<i>E. coli</i>	trimethoprim	10~15	2
<i>Enterobacter</i> spp.	+ sulfa		
<i>Pseudomonas</i> spp.	tetracycline	20	3
<i>Klebsiella</i> spp.	cephalexin	10~20	3

* : Clavamox(Beecham Lab.)

을 일으키지 않을 정도의 산화제를 투여해서는 뇨를 산화하는 것이 불가능하다. 그러므로 struvite의 불포화상태를 유지하여 struvite 뇨석이 더 커지지 않고 용해되도록 하기 위해서는 세균을 박멸하는 것이 중요하다. 항생물질은 감수성검사를 하여 선택하며 뇨량이 증가하면 뇨중의 항생물질이 희석된다는 것을 고려하여 용량을 결정하여야 한다. 항생물질은 방사선 검사상 뇨석이 관찰되는 한 계속 투여해야 한다. 뇨로감염증을 치료하는 동안 배뇨횟수는 가능한 제한하여 뇨중 항생물질농도를 높게 유지해 주고 투약 직전에만 배뇨 기회를 준다. 투약전 최소한 30분은 절식시켜 흡수를 증진시킨다. 일반적으로 선택되는 항생물질과 용량은 표 7과 같다.

b. 식이 관리 :

뇨석용해식이의 목표는 뇨중 뇨소(뇨소분해효소의 기질), 인 및 마그네슘의 농도를 감소시키는 것이다. 뇨석용해식이(Prescription Diet Canine s/d, Hill's)에는 고급 단백질, 인 및 마그네슘이 양적으로 제한되어 함유되어 있고, 多飲多渴症을 일으키도록 식염이 첨가되어 있다.

감염에 의해 struvite 뇨석이 형성된 개에 뇨석용해식을 급여하면 마그네슘, 인 및 알루미늄의 혈청 농도가 감소한다.

BUN농도는 축주가 식이요법을 잘 준수하는지 판단할 수 있는 지표로 이용된다.

c. 뇨소분해효소 억제제 :

acetohydroxamic acid(AHA)* 25mg/kg body wt를 1일 2회로 분량하여 경구투여한다. 과잉투여하면 용혈성빈혈을 일으키고, 임신한 개는 기형을 분만한다.

* : Sigma Chemical Co. Cat. No. A4886 \$18.25(1991) 또는 Lithostat(Mission Pharmaca)

주 의 :

시판되는 뇨석용해식이(Prescription Diet Canine s/d, Hill's)는 식염이 첨가되어 있기 때문에 고혈압, 심부전, 신증이 합병된 환축에는 사용할 수 없다. 또한 단백질 제한 사료이기 때문에 질소뇨증을 동반하는 신부전 환축에게는 주의해서 사용해야 하는데 그것은 장기간 사용하면 단백질 영양실조를 일으킬 수 있기 때문이다.

d. 예 방 :

만일 뇨로감염증이 재발하면 항생제를 뇨중에 고농도로 배설될 정도로 투여한다. nitrofurantoin과 trimethoprim-sulfa를 사용할 수 있다.

표 8. 개의 Struvite 뇨석의 의학적 용해 방법

A. 뇨로감염증이 있는 성견 :

1. 완벽한 뇨분석, 정량적 세균배양, 방사선 진단, 뇨석의 위치, 크기, 수를 조사. 크기와 수를 치료효과를 판단하는 믿을 만한 지표로 사용하지 말 것.
2. 가능하면 뇨석의 성분 분석. 불가능하면 적당한 임상 데이터를 이용하여 추정
3. 뇨석이 뇨로를 폐쇄하거나 뇨로의 재감염을 일으킬 가능성이 있는 형태적 결합이 있을 경우 외과적 적출 또는 교정.
4. 뇨로감염증 치료. 뇨석이 용해되는 기간과 용해 후 3~4주간 계속치료.
5. 뇨석용해식이(Prescription Diet Canine s/d)로 식이요법 시작. 다른 사료와 광물질 첨가물을 일체 끊어 하지 말 것. 식이요법의 준수여부는 BUN감소 여부로 감시(통상 <10mg/dl) 확인.
6. 치료효과를 감시할 수 있는 protocol 작성.
 - a. 뇨도에 catheter를 삽관해야 하는 추적시험은 피할 것. 꼭 필요한 경우 catheter의 외부에 항생물질 도포해서 사용.
 - b. 연속적인 뇨분석결과와 평가. 뇨의 pH, 비중, 침사의 結晶에 대한 현미경적 검사 등이 특히 중요. 실온이나 냉장고에 보존했던 시료는 실험실적인 공물을 나타낸다.
 - c. 1개월 간격으로 연속 방사선 검사를 하여 뇨석의 위치, 크기, 수, 형태, 치밀도 등을 평가.
 - d. 필요에 따라 정량적 세균배양. 특히 치료 개시전에 이미 감염되어 있던 환축과 치료도중 catheter를 삽관했던 환축에서 중요.
 - e. 방사선 검사로 뇨석이 제거된 것이 확인된 후에도 1개월간 식이요법 계속.
 - f. 식이요법에 의해 뇨석의 크기가 감소하지 않거나 의료관리를 시작한 후 4~8주에도 감소되지 않으면 다른 방법을 고려. 의심되는 결석형성 結晶이 뇨중에 불포화상태가 되도록 해도 뇨석이 용해되지 않으면 다음 사항을 고려 :
 - ① 광물질 성분을 잘못 판단
 - ② 뇨석의 핵 부분의 광물질이 겉부분과 다른 것일 가능성
 - ③ 축주가 의료관리를 준수하지 않을 경우
7. 뇨석이 계속 존재하거나 항생물질을 투여해도 세균

이 박멸되지 않는 환축에 대해서는 acetohydroxamic acid 25mg/kg body wt/day를 1일 2회로 분복시킬 것.

B. 뇨가 계속적으로 무균상태인 成犬

1. 상술한 protocol을 실시하되 항생물질과 acetohydroxamic acid의 투여는 하지 말 것.
2. 주기적으로 방광천자에 의해 채취한 뇨를 배양하여 뇨로의 이차감염이 있는지 확인. 만일 감염이 확인 되면 항생물질 투여 시작.

C. 미성숙한 개

1. 성장중인 강아지에 단백질 제한사료를 급여하는 것은 주의 필요.
2. 뇨석용해식으로 단기간 식이요법 고려. 일단 시작 하면 단백질 영양실조 감소.
3. 장기간 치료가 필요한 경우는 외과적 적출이 더 안전.

12. 무균성 Struvite 뇨석

- 100% struvite로 구성된 뇨석이 많다.
- 산성뇨를 배설하게되는 생리적인 조건하에서는 신세뇨관을 통해 암모니아의 배설이 많이 이루어 지지만 산성뇨중에서 struvite의 용해성이 증가하기 때문에 결석화하기 힘들다.
- 알카리뇨중에서 struvite는 용해성이 감소하여 결석화하기 용이하지만 신세뇨관에서 암모니아의 배설이 감소하기 때문에 struvite결석에 필요한 원료부족으로 struvite결석이 생길 가능성이 희박하다.
- 그러므로 세균감염에 의해 뇨소분해가 이루어지지 않는 환경에서 암모니움이온을 함유하는 뇨석(struvite 같은)의 형성이 쉽게 이루어지는 것은

기대하기 힘들다. 개에 있어서 무균성 struvite 뇨석의 형성기전은 명확하지 않다.

-용해에 의한 치료 또는 재발 예방법은 뇨석용해 식이로 식이요법을 실시하고 뇨 산화제를 투여하는 것이다.

-식이요법

예 : Prescription Diet Canine s/d, Hill's 무균성일 경우 단백질 제한은 뇨석의 용해에 필수적은 아니다.

무균성 struvite 뇨석에 대한 마그네슘과 인 제한 식이의 효과에 대해서는 현재 연구가 진행중이다.

-뇨 산화제(Urine Acidifier)

뇨의 pH를 6으로 조절하면 struvite의 용해에 도움이 된다.

염화암모니움을 70mg/kg 씩 1일 3회 경구투여 한다. 단 Hill's의 s/d 또는 c/d를 급여하는 동안은 염화암모니움의 투여는 금기이다.

-경험적으로 마그네슘과 인 제한 식이가 효과적이다.

13. 뇨산과 뇨산암모니움 뇨석

가. 병인병원론

a. Dalmatian종

Dalmatian종은 유전적으로 다른 품종에 비해 간에서 뇨산을 allantoin으로 전환하는 효소인 uricase가 적으며 근위곡세뇨관에서 뇨산의 재흡수율이 낮다(Dalmatian종은 담마진과 난청도 유전병으로 나타난다).

b. 다른 품종

표 9. Hill's 처방식의 종류와 특성

용도	뇨의 pH와 각종 영양소 함량(건물량 기준 %)				일반사료
	개의 처방식				
	s/d	c/d	u/d		
	용해	예방	용해	예방	
뇨석의 종류	Struvite	struvite	뇨산염	모든 非struvite	
뇨 pH	6.2	6.0~6.3	7.6		6.7~8.3
단백질	7.6	22.2	9.5		24~55
칼슘	0.27	0.81	0.4		1~3
인	0.12	0.52	0.13		1~2
마그네슘	0.017	0.10	0.04		0.17~0.25
나트륨	1.2	0.29	0.26		0.4~1.2

Dalmatian종이 아니고, 門脈異常도 없는 개체에서 뇨산염 뇨석을 형성하는 기전에 대해서는 잘 밝혀져 있지 않으며 다음 사항들이 요인으로 작용한다.

① 신장으로 뇨산의 배설증가와 뇨중 뇨산 농도 증가

② 신장에서 암모늄 이온의 생산, 배설, 세균 뇨소분해효소에 의한 암모늄 이온의 생산증가

③ 뇨 pH의 저하*

④ 뇨산염 뇨석 촉진인자의 존재와 억제인자의 부재

* : 뇨의 pH가 높아지면 암모늄이온이 암모니아로 전환되어 뇨산암모늄 결정의 형성이 억제된다($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$).

c. 門脈異常

門脈이 간조직으로 순환되지 않고 전신혈관과 직접 교통하면 간은 위축되고 기능부전을 일으킨다(portal systemic shunt). 간기능부전상태에서는 뇨산이 allantoin으로 전환되는 것과 암모니아가 뇨소로 전환되는 것이 감소하여 과뇨산혈증, 과암모니아혈증, 과뇨산뇨증, 과암모니아뇨증을 나타내며 뇨산염 뇨석의 소인이 된다. 문맥이상 의심될 때는 문맥조영술에 의해 확진한다.

d. 핵산교체물의 증가

중양성질병, 골수증식성질병, 기타 세포의 생산과 파괴가 빨리 일어나는 질병에서는 핵산의 교체율이 높고, 그 결과 혈장내 핵산 유래의 뇨산염 농도가 증가하여 뇨산염 결정의 소인이 된다.

e. 고단백-퓨린 사료

혈장 뇨산염 농도가 증가하여 소인으로 작용한다. (퓨린핵산염은 핵산의 한 성분이며 뇨산은 퓨린의 분해산물이다.)

표 10. 뇨산염 뇨석 형성의 素因

過尿酸尿症

A. 뇨산염의 사구체여과율 증가

1. 혈장뇨산염농도 증가

- a. 간에서 뇨산분해의 감소
- b. 핵산교체물의 증가
- c. 외인성 식이 뇨산화합물

2. 사구체 여과율의 증가(?)

B. 신세뇨관의 뇨산염 재흡수를 감소

C. 신세뇨관에서의 뇨산염 분비 증가

D. 신장에서의 뇨산 합성 증가(?)

E. 뇨량감소

過암모니아의 사구체여과율 증가

A. 암모니아의 사구체여과율 증가

1. 혈액암모니아 농도 증가

- a. 문맥순환이상
- b. 간에서의 암모니아로부터 뇨소 합성 감소
- c. 암모니아 생산 증가

B. 신세뇨관에서 암모니아 분비 증가

C. 뇨소의 가수분해로 인한 암모니아 생산 증가

- a. 세균성 뇨소분해효소활성

D. 뇨량 감소

기타 요인

A. 뇨의 pH

B. 뇨산염 결정화의 촉진인자

- 1. 뇨의 Mg과 K 이온(?)
- 2. 다른 물질에 의한 핵(중심체)의 제공(?)
- 3. 기타 촉진인자(?)

C. 뇨산염 결정화의 억제인자

- 1. 뇨 단백질 고분자
- 2. 저분자 뇨성분(?)
- 3. 기타 억제인자(?)

D. 결정과 비뇨기조직의 상호관계(?)

E. 기타 요인(?)

나. 생화학적 변화

선천성 또는 후천성 肝疾病에 의한 뇨산염 뇨석증에 있어서 혈청뇨산 농도는 증가한다. 만성성립과 구성백혈병에 의해 뇨산염 뇨석증에 걸린 개에서도 혈청뇨산농도가 증가하는 것이 관찰된 바 있다. 뇨중의 핵산을 측정하려고 할 때는 시료를 50°C로 가열하고 증조를 첨가하여 pH를 약 12로 조절하여 석출된 뇨산을 용해해야 한다(시료 용기를 교환할 때도 마찬가지 주의가 필요).

표 11. 개의 뇨중 뇨산/크리아티닌

	Dalmatian	다른품종
3~주령	1.3~4.6	0.3~0.6
성 견	0.6~1.5	0.2~0.4

다. 뇨산염뇨석의 광물질 성분

대부분이 뇨산암모늄 결정이며 소수의 개에서 산성뇨산나트륨 결정과 뇨산결석이 발견된다. 뇨산암모늄 뇨석은 방사선불투과성이지만 순수한 뇨산 뇨석은 방사선투과성이다.

라. 門脈異常이 없는 개의 관리

a. 식이관리

식이관리의 목표는 뇨의 뇨산, 암모니움 이온, 수소이온 등의 농도를 낮추는데 있다. 개의 struvite 뇨석에 사용하는 뇨산화합물(purine) 제한사료(신장, 간, 기타 손상 장기를 낮게 함유)를 사용할 수 있으나 뇨를 산성화하는 단점이 있다. 최근 개량된 중등도 또는 중증의 신부전에 사용하는 단백질 제한 사료는 뇨산화합물 제한 사료로서 뇨를 산성화 하지 않고 나트륨이 첨가되지 않았으며 뇨산염 뇨석증에도 사용할 수 있다(예 : Prescription Diet Canine u/d, Hill's).

b. 젠틴산효소 억제제

allopurinol은 젠틴산효소와 결합하여 젠틴산효소의 활성을 억제함으로써 hypoxanthine이 젠틴으로 전환되는 것과 젠틴이 뇨산으로 전환되는 것을 억제한다. 그 결과 투여후 약 2일에 혈청 뇨산 농도가 감소한다. allopurinol은 30mg/kg body wt/day를 2~3회로 분복한다.

* : 알로푸리놀정, 매일제약, 삼공제약, 유유산업 등 : 통풍치료제로 시판.
부작용-피부발진과 박리, 간염, 신기능저하 등
젠틴은 뇨산의 전구물질이다.

c. 뇨의 알카리화

암모니움 이온과 수소 이온은 개의 뇨에 뇨산염을 침전시키고 중조 또는 구연산칼륨을 투여하면 신세뇨관에서 암모니아의 생산을 억제하는 효과가 있다.

중조의 최초 투여량은 투여전 뇨의 pH와 체중에 따라 차이가 나며 0.65~5.8mg/day 범위이다.

구연산칼륨의 최초 투여량은 100~150mg/kg body wt/day이며 1일 2회로 분복한다.

목표는 pH를 약 7로 유지하는 것이다. 그 이상(7.5이상)상승 시키는 것은 인산칼슘 뇨석을 형성할 위험이 없을 때 한하여 가능하다.

d. 뇨로감염증의 박멸

세균 뇨소분해효소에 의한 뇨소의 분해는 불용성의 산성 뇨산암모니움結晶의 형성을 초래할 수 있으므로 뇨로감염증은 감수성 검사를 하여 반드시 치료를 해야 한다.

e. 뇨량의 증량

뇨산염 뇨석의 용해를 위한 뇨석용해식은 신수질의 뇨소농도를 감소시켜 뇨농축을 억제하도록 처방되어 있으므로 별도의 이뇨제는 첨가할 필요

가 없다. 특히 뇨의 pH가 높을 때 나트륨을 첨가하면 과칼슘뇨증을 초래하여 인산칼슘結晶형성의 요인이 될 수 있다.

마. 門脈異常이 있는 개의 관리

외과적 교정후 식이요법 실시

표 12 개의 산성 뇨산암모니움 뇨석의 용해를 위한 의 료 관리

1. 정량적 세균배양, 방사선 검사. 뇨석의 위치, 크기, 수를 확인. 뇨석의 크기와 수는 치료의 효과를 판정하는 믿음만한 지표가 되지 못하다.
2. 가능하면 뇨석의 광물질 성분 분석. 불가능하면 임상 데이터를 이용하여 추정.
3. 뇨석이 뇨로를 폐쇄하면 외과적 산출.
4. 치료 시작하기 전의 혈청 뇨산농도를 조사하고 가능하면 뇨중으로의 뇨산의 fractional clearance를 조사.
5. 뇨석용해식이로 식이요법 시작(Prescription Diet Canine u/d, Hill's). 환축에게 일체의 다른 사료나 광물질 첨가제를 주어서는 안된다. 축주가 식이요법을 준수하는지 BUN을 측정하여 판단(BUN<10mg/dl).
6. allopurinol 30mg/kg body wt/day를 1일 2회로 분복(질소뇨증이 있는 환축은 감량).
7. 필요에 따라 중조 또는 구연산칼륨을 경구투여하여 뇨의 pH를 7로 유지.
8. 필요에 따라 뇨로감염증 치료. 뇨석의 용해가 완료된 후에도 상당기간 치료.
9. 치료효과를 감시하기 위한 protocol 작성 :
 - a. catheter를 삽관하는 추적검사는 피할 것. 불가피할 경우 항균제를 catheter 끝에 바르고 사용할 것.
 - b. 계속적 뇨분석. 뇨의 pH, 비중, 뇨침사에서 뇨산염結晶의 현미경하 확인. 냉장고나 실온에 보존한 뇨는 인공물을 나타낼 수 있다.
 - c. 혈청 뇨산농도와 뇨중의 뇨산의 분획비설량을 연속적으로 조사.
 - d. 약 1개월 간격으로 뇨석의 위치, 수, 크기, 치밀도, 형태 등을 평가한다. 방사선부분 투과성 뇨석에 대해서는 정맥 뇨로조영술 또는 역행성조영 뇨도방광촬영술(contrast urethrocytography)을 실시하여 확인.
 - e. 필요하면 정량적 세균배양.
10. 방사선 검사에 의해 뇨석이 사라진 것으로 판단된 후에도 약 1개월간 식이요법, allopurinol 및 알카리화요법을 실시할 것.

* : Fractional clearances(clearance ratios)

$$FC_x = (U_x V/P_x)/(U_{or} V/P_{or}) = (U_x P_{or})/(U_{or} P_x)$$

FC : fractional clearance

U : urinary concentration of x

P : plasma concentration of

V : ml/min urine formation

P : plasma creatine concentration

fractional clearance를 측정하면 24시간뇨중의 배설량을 측정하지 않아도 되는 장점이 있다.

14. 씨스틴 결석

가. 병인병원론

-뇨중 씨스틴의 용해도는 pH에 좌우되며, 산성뇨에서 비교적 용해도가 낮고, 알카리뇨에서 비교적 높다.

-뇨중 씨스틴 농도는 세뇨관 뇨의 씨스테인분자 2개가 결합되어 증가할 수 있다.

-씨스틴 뇨석의 형성기전은 밝혀지지 않았다. 씨스틴뇨증을 나타내는 개가 모두 결석을 형성하지는 않기 때문에 씨스틴뇨증은 결석의 원인이기보다 요인으로 판단된다. 씨스틴뇨증은 유전적인 씨스틴 대사 이상으로 나타나며, Dachshund, English bulldog에 다발한다.

나. 관 리

씨스틴 뇨석의 용해를 위해서는 뇨의 씨스틴 농도를 낮추고, 씨스틴의 용해도를 높여준다.

아. 식이요법 :

단백질 및 메치오닌(씨스틴의 전구물질)을 제한하면 뇨의 씨스틴 배설량을 감소시킬 수 있고, 신수질의 뇨소농도를 감소시켜 뇨중의 뇨의 농축을 방지할 수 있다. 단백질 제한 알카리화 사료로서 Prescription Diet Canine u/d, Hill's가 이용된다.

b. 뇨의 알카리화 :

구연산칼륨이나 중조를 투여하여 뇨의 pH를 7.5로 유지한다. 최근 사료중의 나트륨이 씨스틴뇨증을 증진시킨다는 것이 밝혀짐에 따라 중조보다 구연산칼륨이 권장된다.

c. Thio함유 약물 :

D, penicillamine (dimethyl-cysteine)*은 penicillin 분해산물로서 대사되지 않으며 cysteine과 결합하여 cysteine-d, penicillamine disulfide를 형성하는데 이것은 씨스틴보다 50배의 용해도를 갖는다. 이 disulfide치환반응은 알카리 pH에서 촉진된다. D, penicillamine의 투여 용량은 30mg/kg body wt/day이며 1일 2회 분복한다. 과잉 투여하면 구토와 다른 부작용을 나타낼 수 있다. 이 약물을 사료에 섞어 주거나 식사시간에 주면 구토와 오심이 완화된다. 용량을 조금씩 늘려서 상기한 용량에 도달시키는 방법도 있다.

N-(2-mercaptopropionyl)-glucine (MPG)**은 d, penicillamine과 비슷하게 thiol disulfide 치환반응에 의해 씨스틴 농도를 감소시키는 약물이다. 이것은 d, penicillamine 보다 독성이 적다. 이것은 30~40 mg/kg body wt를 1일 2회 분복시킨다.

* : Sigma Chemical Co. Cat. No. P. 4875 \$26.10/5gm(1991)
또는 Cuprimine(Merck Sharp & Dohme)

** : Sigma Chemical Co. Cat. No. M6635 \$16.40/5gm(1991)

다. 예 방

상술한 여러가지 요법을 실시하여 뇨중의 씨스틴 농도를 200mg/L 미만이 되도록 한다.

표 13. 세 종류의 과칼슘뇨증 상태에서 감별에 도움이 되는 임상증상

소 건	흡수성 과칼슘뇨증	Renal-leak 과칼슘뇨증	원발성 상피소체항진증
혈청칼슘	N	N	↑
혈청상피소체홀몬	↓/N	↑	↑
혈청무기인	N/↓	N	↓/↑ ^a
뇨 칼슘			
결석	N	↑	↑ ^b
진단식이*	↑	↑	↑
뇨 수산염	N	N	N
뇨 뇨산	N	N	N
골격치밀도 ^b	N	↓	↓
칼슘균형 ^b	Pos	Neg	Neg

a : 사구체에서의 여과가 감소하기 때문에 혈액에 정체한다.

b : 사람에서의 소견에 근거를 둠.

* : 구성성분을 아는 사료를 급여(예 : Hill's k/d).

15. 수산칼슘 뇨석

수산칼슘 뇨석은 수산칼슘일수염 결정(whewellite)과 수산칼슘이수염 결정(weddellite)이 있으며 일수염 결정은 통상 황갈색 내지 갈색을 나타내고, 이수염 결정은 백색 또는 크림색을 나타낸다. 개에서의 수산칼슘 결정은 대부분 일수염 결정이다. 개에 있어서 수산 칼슘결석은 수술적 제거후 약 15%가 재발한다.

가. 병인병원론

- 과칼슘뇨증과 과수산뇨증이 발생요인이며 그 중 과칼슘뇨증이 가장 빈번히 나타나는 이상상태이다.
- 정상칼슘혈성 과칼슘뇨증은 장에서 칼슘의 흡수가 과도하거나(흡수성과 칼슘뇨증), 세뇨관에서 재흡수가 감소하여(renal-leak 과칼슘뇨증) 나타날 수 있다.
- 이와는 대조적으로 과칼슘혈성 과칼슘뇨증은 골격에서 칼슘의 재흡수가 증가하여 과칼슘혈증을 일으키고 세뇨관에서의 정상적인 재흡수기전을 압도할 정도로 칼슘의 사구체 여과가 증가할 때 나타난다(재흡수성과과칼슘뇨증).
- 수산칼슘 뇨석은 과칼슘혈성 과칼슘뇨증 보다 정상칼슘혈성 과칼슘뇨증상태에서의 발생이 많이 발견된다.
- renal-leak 과칼슘뇨증 보다 재흡수성 과칼슘뇨증 상태가 많다.
- 장에서 칼슘의 흡수가 과도하면 칼슘의 사구체 여과가 증가할 뿐 아니라 parathormone의 분비가 억제되기 때문에 재흡수가 억제된다.
- 절식시 뇨의 칼슘농도가 정상이거나 정상이하일 경우 골격에서 칼슘의 재흡수가 과도하거나(재흡수성 과칼슘뇨증), renal-leak 과칼슘뇨증을 나타낼 가능성은 희박하다. renal-leak 과칼슘뇨증을 나타내는 기본적인 결함은 세뇨관에서의 재흡수 장애이며, 그 결과 혈액칼슘농도가 감소하여 parathormone의 분비가 증가되고(secondary hyperparathyroidism), 1,25-vitamin D의 합성이 증가되어 이차적으로 장에서 칼슘의 흡수는 증가되고 과칼슘뇨증은 더욱 일어나게 된다. 신장에서의 재흡수장애는 감염증에 의한 것으로 판단된다.
- 대부분의 동물은 수산염을 대사시킬 능력이 없기 때문에 수산염은 최종대사산물의 일종이다.
- 뇨중 수산염의 유래는 내인성인 것과 장에서 흡

수된 것이 있다. 내인성 산염은 글리신과 아스코 빈산염으로부터 전환된 것이다. 기타 피리독신 결핍증, 에칠렌글리콜 중독, 메톡시플루란 마취 등도 내인성수산염 생산의 원인이지만 이로 인한 실제의 발생은 희귀하다. 사료에 함유된 수산염은 사료에 칼슘이 많으면 불용성의 수산칼슘을 형성하고 분변으로 배설되어버리기 때문에 흡수되는 수산염의 양은 적으며 뇨중으로 배설되는 수산염의 양에 영향을 미치지 못한다. 그러나 칼슘함량이 적으면 수산염은 많이 흡수되고 뇨로 배설된다. 뇨로 배설된 수산염은 칼슘과 결합하여 불용성의 수산칼슘을 형성한다.

-과노산뇨증이 수산칼슘 결정의 소인이 되는 기전은 노산염 결정이 먼저 생성된 후 이것이 수산칼슘 결정의 씨앗 역할을 하는 것으로 판단된다.

나. 관 리

개에 있어서 수산칼슘뇨석의 용해는 만족스럽지 못하다.

a. 식이요법

- 사료내의 칼슘과 수산염을 제한한다. 그러나 수산칼슘뇨석의 원인이 흡수성 과칼슘뇨증에 있다는 것이 판명되었을 때 한해서 제한해야 한다. 칼슘을 제한할 때는 약간만 제한하여 전신적인 칼슘의 negative balance가 되지 않도록 주의해야 한다.
- 나트륨 섭취량이 많으면 칼슘의 배설이 증가되기 때문에 나트륨의 급이량을 약간 제한하는 것이 권장된다.
- 무기인 급이량을 제한하면 칼슘배설량이 오히려 증가하기 때문에 제한하지 않는다.
- 마그네슘은 수산칼슘結晶의 형성을 억제하지만 정상적인 개에 마그네슘을 첨가하면 칼슘의 배설량이 증가하는 것이 관찰되어 마그네슘의 제한과 첨가가 둘 다 권장되지 않는다.
- 동물성 고단백질 사료는 과칼슘뇨증, 과노산뇨증, 저구연산뇨증을 일으키기 때문에 금지된다.
- 비타민 D와 비타민 C(oxalate의 전구물질)를 과도하게 첨가하면 안된다.

b. Thiazide이뇨제

사구체 여액내 나트륨이 과도하게 존재하지 않는 한 thiazide 이뇨제는 칼슘의 배설을 효과적으로 억제한다. thiazide이뇨제는 세뇨관에서 칼슘의 재흡수를 직접 증진시킨다. 또한 thiazide이뇨제는

세뇨관에서 칼슘을 재흡수하는 parathormone의 작용을 촉진시킨다. thiazide이뇨제는 renal-leak 과칼슘뇨증의 치료에 가장 이상적인 약이지만 흡수성 과칼슘뇨증에 대해서도 전신적으로 과도한 calcium balance 상태를 나타내고 있지 않으면 사용할 수 있다. 과칼슘혈증을 나타내는 환축에게는 사용할 수 없다. thiazide 이뇨제의 부작용은 저칼륨혈증과 저구연산뇨증이며 이것은 구연산칼륨을 투여하여 교정할 수 있다. chlorthiazide 35mg/kg body wt/day 를 1일 2회 분복시킨다.

c. 구연산염

구연산염은 칼슘과 결합하여 수산칼슘보다 용해도가 높은 염을 형성하는 수산칼슘結晶 억제제이다. 또한 구연산염은 뇨를 알카리화 하여 칼슘의 재흡수를 촉진한다(수산칼륨을 체중에 관계없이 1일 3.78gm씩 3회에 분복).

표 14. 개의 수산칼슘 결석을 위해 권장되는 치료방법

1. 완벽한 뇨분석, 정량적 세균배양, 혈청화학적 검사, 방사선 검사 등의 실시. 뇨석의 위치, 크기, 수를 조사.
2. 가능하면 광물질 성분을 분석. 불가능하면 임상테이타를 이용하여 추정.
3. 가능하면 뇨중의 대사산물 조사(특히 칼슘, 수산염, 마그네슘, 뇨산, 구연산염)
4. 수산칼슘 뇨석이 견딜 수 없는 임상증상을 나타내면 외과적 적출.
5. 필요에 따라 뇨로감염증 치료.
6. 과칼슘혈성 과칼슘뇨성 환축 :
 - a. 상피소체항진증을 의심할만한 충분한 지수를 나타내면 외과적으로 상피소체 적출술.
 - b. 뇨석증이 증상을 동반하면 외과적 적출.
 - c. 과칼슘혈증을 악화시킬 염려가 있으므로 thiazide 이뇨제는 피할 것.
 - d. 다뇨증을 유발되 나트륨의 과도한 첨가는 피할 것.
7. 정상칼슘혈증 환축 :
 - a. 이뇨를 시키되 나트륨의 과도한 첨가는 피할 것.
 - b. 구연산칼륨의 경구투여를 고려할 것.
 - c. 칼슘, 수산염 및 단백질을 과도하게 함유하지 않은 사료로 전환.
 - d. 비타민 C와 D의 첨가를 피할 것.

Hill's k/d를 수산칼슘 뇨석증에 금여하면 재발은 방지할 수 있으나, 용해는 불가능하다. 그 이유는 나트륨이 많이 함유되어 칼슘뇨증을 일으키기 때문이다.

16. 인산칼슘 뇨석

인산칼슘 뇨석의 결정 성분은 인산칼슘(calcium apatite = hydroxyapatite), 인산수소칼슘(brushite), 탄산인회석(brushite), 인산 3-칼슘(whitlockite) 등의 네가지 형이 있으나 개에서 발견되는 것은 인산칼슘과 탄산인회석이다.

뇨의 pH가 알카리성이면 인산칼슘의 용해성은 감소하고 산성이면 증가한다. 어떤 원인에 의해 과칼슘혈증이 생기면 인산칼슘이 과포화상태로 되기 쉽다.

뇨중의 inorganic pyrophosphate, 구연산염, 마그네슘 이온 등은 인산칼슘 결정화 억제물질이다.

수산칼슘과 뇨산나트륨(monosodium urate)은 인산칼슘 결정화 촉진물질이다.

원위세뇨관성산증(distal renal tubular acidosis)에 걸리면 뇨는 알카리성으로 되며, 골격으로부터 칼슘의 과도한 재흡수와 과칼슘뇨증, 과인산염뇨증을 일으키게 되고, 저구연산염뇨증을 일으키게 되어 인산칼슘 결석화가 촉진된다.

원위세뇨관성산증 어떤 원인에 의해 원위세뇨관이 수소이온을 분비하지 못해 뇨가 알카리화하고 대사성산증을 일으키게 되는 질병으로써 산증때문에 뼈탄산염이 완충작용에 동원되기 위해 骨再吸收가 일어나며 이때 칼슘도 재흡수된다. 또한 세뇨관에서 칼슘의 재흡수가 억제되어 과칼슘뇨증을 일으키게 된다. 이때 전신적인 칼슘은 負의 均衡을 나타내게 된다.

이 질병의 증상은 원발성질병의 증상 이외에 산증으로 인해 근육쇠약, 식욕결핍, 체중감소, 성장 지연, 기면증 내지 혼수를 나타내며, 저칼륨혈증으로 인해 근육쇠약, 다뇨증, 다음다갈증 등을 나타내고, 뇨석으로 인한 증상을 나타낸다.

원위세뇨관성산증의 진단은 저염소혈성대사성산증, 뇨의 pH 6.0이상, 저칼륨혈증, 인산칼슘뇨석증, 신장칼슘침착의 방사선학적 소견 등을 근거로 진단한다. 또한 산의 배설능력을 검사한다.

방 법 : 염화암모니움 0.2gm/kg을 경구투여하되 40mg/ml용액을 만들어서 1시간에 걸쳐 서서히 투여한다. 그다음 1 내지 2시간 간격으로 투여후 6시간 까지 채뇨하여 pH를 측정한다. 정상개에서는 투여 후 5시간에 5.74±0.19를 나타내며, 6.0이하로 내려가지 않는 개는 원위세뇨관성산증으로 진단한다.

원위세뇨관성산증에 의한 인산칼슘결석을 예방하기 위해서는 증조를 경구투여한다. 증조 8온스를 2.88리터의 물에 용해하여 뚜껑을 한 후 냉장하면 2개월간 사용할 수 있다. 증조를 투여할 경우 세포외액의 칼륨이 세포내로 들어가면서 저칼륨혈증을 나타내기 때문에 중탄산칼륨을 보충하는 것이 안전하다.

상피소체항진증에 걸리면 뼈의 파골세포활성이 증가하여 칼슘과 인산염이 용해되어 재흡수되며 그 결과 과칼슘혈증과 과칼슘뇨증을 일으킨다. 동시에 세뇨관에서의 인산염의 재흡수는 억제되어 저인산염혈증과 과인산염뇨증을 나타내게 된다. 또한 상피소체홀몬은 세뇨관에서의 중탄산이온의 재흡수를 억제해서 뇨를 알카리화하면서 대사성산증을 초래한다. 또한 저인산염혈증은 신장에서 1, 25-(OH)₂D₃로의 전환을 촉진하기 때문에 장에서 칼슘흡수도 증가하게 된다. 이와같이 뇨중 칼슘과 인산염의 농도가 증가하고 pH가 높은 상태에서는 필연적으로 인산칼슘뇨석이 생성될 수밖에 없다. 상피소체기능항진증에 걸리면 과칼슘혈증 때문에 식욕결핍, 구토, 다뇨증, 다음다갈증, 근육쇠약 등의 증상을 나타내며 만성화되면 신장의 기질적변화를 일으키고 신기능이 저하된다. 골격은 demineralization되어 병리적골절을 일으키게 된다. 골격의 파골세포활성이 증가하기 때문에 혈청ALP활성도가 증가한다. 임파육종이 재흡수자극인자를 생산하여 과칼슘혈증을 나타내는 경우도 있으므로 감별이 필요하다.

원발성상피소체항진증에 의한 과칼슘뇨증은 상피소체적출술에 의해 치료한다.

renal leak에 의한 과칼슘뇨증은 thiazide이뇨제와 구연산칼륨을 투여하여 교정한다.

흡수성과칼슘뇨증의 경우 sodium cellulose phosphate와 마그네슘을 경구투여하여 교정한다. sodium cellulose phosphate는 장에서 sodium과 calcium을 교환하여 calcium cellulose phosphate로 전환된 후 흡수되지 않고 분변과 함께 배설된다. (ion exchange resin)

인산나트륨과 인산칼륨 같은 중성인산염을 혼합하여 경구투여하면 뇨중으로 pyrophosphate의 배설이 증가하여 인산칼슘의 결석화가 예방된다.

17. 규산염(silicate) 뇨석

대부분의 규산결석은 jackstone 모양을 하고

있다(그림 10).

색은 백색, 황색, 회색 또는 올리브색을 나타낸다.

화학적방법이나 X-ray diffraction법으로 확인이 곤란하며 optical crystallography에 의해서 확인할 수 있다.

corn gluten*과 soybean hull에 많이 함유되어 있다.

기대할 만한 용해방법이 아직 없다.

* : 옥수수전분 부산물

식이요법

corn gluten과 soybean hull을 함유하지 않은 사료로 전환.

뇨량 증량

경험적으로 식염첨가에 의한 이뇨를 시키는 것이 효과적이다. 순환기에 이상이 없을 때 사용하며 두당 1일 0.5~10gm을 첨가한다.

표 15. 무수규산 뇨석증의 예방을 위한 권장사항

1. 완벽한 뇨분석, 정량적 뇨배양, 방사선 검사. 위치, 크기, 수를 조사.
2. 가능하면 광물질 성분을 분석하고, 불가능하면 임상 데이터로부터 추정.
3. 임상증상을 나타내면 외과적 적출.
4. 무수규산 뇨석의 크기가 증가하는 것을 방지하거나 수술한 환축의 재발방지를 위해서 :
 - a. 식물성 단백질질을 피하고, 특히 corn gluten feed와 soybean hull을 급이하지 말 것.
 - b. 사료에 수분을 첨가하고, 식염을 첨가하여 이뇨시킬 것.
 - c. 뇨를 산성화 시키지 말 것.
5. 필요에 따라 뇨로감염증 치료.

뇨석성분 분석의뢰

뇨석의 성분분석을 의뢰하고 싶은 수의사께서는 다음 주소로 뇨석을 보내주시면 항상 무료로 분석하여 결과를 알려드리고, 동시에 재발을 위해 권장되는 방법도 제시해 드립니다. 단 의뢰하실 때는 다음 사항을 기록하여 같이 보내주시기를 부탁드립니다.

種 : 개(), 고양이(), 소(), 돼지()

품종 : 性 : 연령 :

환축이름 :

결석이 있던 부위 : 신장(), 수뇨관(), 방광(), 뇨
도()
급이한 사료 :
의뢰하는 수의사 이름, 주소, 전화번호 :

의뢰 일자 :
보낼 주소, 성명 : 경기도 수원시 서둔동 103, 서울대학
교 수의과대학교, 이창우

□신간안내□

獸醫病理學概論

朴南鏞譯著

4·6배판, 최고급 아트지, 양장, 선명한 사진, 613면
정가 ₩ 20,000원(1990. 12. 31)
대한교과서주식회사 발행

이 책은 1988년 미국 아이오와 주립대학교 출판부에서 처음으로 간행된 Dr. N.F. Cheville의 "Introduction to Veterinary Pathology"를 완역한 것이다. 아이오와 주립대학교의 수의 병리학 겸임 교수면서 National Animal Disease Center의 병리과장을 오래 동안 역임했다. 또한 수준 높은 저서 "Cell Pathology" 등도 펴낸바 있고, 1990년에는 미국 농무성의 "최우수 과학자"로도 선정되었으며 국제적으로 잘 알려진 인물이다.

본 역서는 총 7편 30장으로 250개의 그림과 100여개의 표로 되어 있는데 지금까지 간행된 기존병리학 서적과는 달리 병리학의 지식을 함양하는데 참신하고도 흥미로운 접근방법을 취하고 있다. 즉, 병리학의 용어와 개념을 반복해서 재 정의하고 다양한 질병과정을 소제목으로 요약하면서 이를 상세히 기술하고 있다. 특히 매우 선명한 사진과 잘 정리된 표가 본 저서를 더욱 돋보이게 한다. 그 내용으로는 질병의 발병기전과 숙주반응, 항상성의 주요장애, 죽음과 그 과정, 세포변성, 세포병리학, 비정상적인 대사경로, 색소와 결정체, 세포외 물질, 세포상정장애, 종양, 종양의 임상병리학적 영향, 종양의 원인, 혈량 및 체액균형의 장애, 경색 순환장애 및 허혈, 심장 혈관계, 지혈, 빈혈, 염증과정, 급성염증의 발병기전, 수복, 패혈과 패혈증 외에도 면역기전, 과민성질환, 면역과 부작용 그리고 마지막인 질병의 원인편에서는 질병의 물리학적, 화학적 및 생물학적 요인 등을 다양하면서도 체계적으로 정리하고 있다.

이 책의 역자 전남 수의대 박남용교수는 외국에서 수학한후 대학에서 다년간 수의병리학을 강의하면서 수차의 해외연수를 통해 관련분야에 심혈을 기울여 오던중 이번 번역작업을 성공적으로 수행했으며, 일부는 전남·북의과대학 병리학 및 임상병리학 주임교수 등이 번역에 가담하였다. 수의병리학의 신예자료라는 점에서 더욱 효용성이 있으며 학문의 수준 점점면에서 그 가치가 크므로 이 책이 출간은 매우 중요한 업적이며 이 분야 학문발전에 크게 공헌하게 되었음이 분명하다. 역자는 또한 수의병리학 각론도 펴 내고자 마지막 집필작업을 계속하고 있다한다. 구입을 원하시는 분은 역자(Tel : 062-520-6532)에게 2만원(송료 포함)을 우편환으로 보내시면 된다.