

개에서 비뇨기계 질환의 진단영상

장등우 · 정주현 · 장진화 · 정우조 · 원성준 · 이기창 · 최호정 · 이희천 · 윤화영 · 최민철 · 윤정희¹
서울대학교 수의과대학 방사선과학교실

Diagnostic Imaging of Urological Diseases in Dogs

Dong-woo Chang, Joo-hyun Jung, Jin-hwa Chang, Woo-jo Chung, Sung-jun Won, Ki-chang Lee, Ho-jung Choi, Hee-chun Lee, Hwa-young Youn, Min-cheol Choi and Junghee Yoon
Department of Veterinary Radiology, College of Veterinary Medicine, Seoul National University

Abstract : Excretory urography is a procedure where opacification of the kidneys, renal pelvis, renal pelvic diverticula, ureters, and urinary bladder is a result of renal excretion of an intravenously administered iodinated contrast agent providing both anatomical and functional assessment. And ultrasonography is a non-invasive modality to evaluate the important anatomic information concerning the size, shape, and internal architecture of kidney even in the presence of impaired renal function or abdominal fluid. We describe four dogs with urological signs diagnosed with excretory urography and ultrasonography. Patients showed a variety of clinical signs including vomiting, hematuria, anorexia, abdominal pain, and abdominal distension. The hydronephrosis was diagnosed in case 1, 2, and 3 that had pelvic dilation, dilation of pelvic recesses, ureteral dilation. In case 3, proximal ureteral rupture was diagnosed with evidence of contrast media leakage was seen in proximal ureter. In case 4, the rupture of urinary bladder was diagnosed with leakage of contrast media through its ventral portion.

Key words : dog, excretory urography, ultrasonography, hydronephrosis, ureteral rupture, urinary bladder rupture

서 론

비뇨기계 질환이 의심되어 영상학적 진단을 실시하는 경우, 일반 방사선 검사에서는 최소한의 정보만을 얻을 수 있으나, 배설성 요로조영술과 초음파 검사를 시행하면 비뇨기계의 해부학적 및 기능적 평가를 통해서 진단에 유용하게 접근할 수 있다.

배설성 요로조영술(excretory urography, EU)은 비뇨기계 질환 검사 시 실시하는 진단 방법 중 하나로 정맥 내 요로조영술(intravenous urography, IVU) 또는 정맥내 신우조영술(intravenous pyelography, IVP)이라고도 한다⁴. 요오드계조영제를 정맥 내로 주입한 후 시간에 따른 배설 과정을 관찰함으로써 신장, 요관 및 방광의 형태학적 이상뿐만 아니라 기능적 이상 여부를 진단할 수 있다. 또한 폐쇄, 파열 등이 의심되는 경우 개통성 여부를 평가하고, 일반 방사선 사진에서 관찰되지 않는 결석의 위치 등을 파악하기 위해 배설성 요로조영술을 실시한다⁷. 배설성 요로조영술이 금기 시 되는 경우는 탈수, 심한 심장 질환, 무뇨증, 껍뇨증 그리고 조영제에 대한 과민증이 의심되는 경우이다.

초음파 검사는 배설성 요로조영술과 마찬가지로 신장의 수, 크기, 모양 및 위치 등 해부학적 구조와 신장 자체의 내부 구조를 평가하는데 유용하며, 특히 신장의 기능부전이나 복강 내 액체의 저류 등에 의해서 방사선 검사에서 정보를 얻지 못할 경우 유용하게 사용된다. 일반적으로 정상 요관은

초음파 검사 상에서 관찰되지 않으나, 질환에 의해 요관이 확장되는 경우 요관의 평가도 가능하다. 또한 다른 원인으로 인한 질환을 감별하는데 도움을 얻을 수 있다.

혈뇨, 빈뇨, 구토, 복부 팽만, 복통 등을 주증으로 서울대학교 부속동물병원에 내원한 환축에서 일반 방사선 검사 및 배설성 요로조영술과 초음파 검사를 통해서 비뇨기계 질환을 진단한 4례를 보고하고자 한다.

증 례 1

환축은 5년령 암컷 Schnauzer로 방광 결석 수술 후 구토, 식욕결핍, 혈뇨, 빈뇨, 탈수를 주증으로 내원하였다. 혈액검사에서 백혈구 24,700/ μ l, PCV 40%, BUN 129 mg/dl, creatinine이 2.4 mg/dl로, 백혈구와 BUN, creatinine 수치가 상승되어 있었다. 일반 방사선 촬영에서는 비장 종대 이외에 특이 소견은 관찰되지 않았고, 복부 초음파 검사에서 양측성으로 신장갈매기의 확장, 신장 피질의 에코 상승이 관찰되었으며, 오른쪽 요관이 5.3 mm로 양측 요관의 확장(Fig 1), 방광 내 다량의 침사와 불규칙한 방광벽이 관찰되었다. 배설성 요로조영술을 실시한 결과 pyelogram 단계에서 확장된 신장갈매기와 신장갈매기오목, 요관의 사행과 확장이 관찰되었으며, 요도를 통해서 방광에 주입한 공기가 요관 내로 역류되어 요관에서 공기 음영이 관찰되었다. 정상적으로 요관은 방광삼각 부위에서 방광과 접합부를 이루나 요관의 종말부가 방광삼각 앞쪽에서 관찰되었다(Fig 2). 위의 혈액화학 검사와 방사선 검사, 초음파 검사를 종합하여 이소성 요관, 방광염과 양측성 수신증으로 진단하였다.

¹Corresponding author.
E-mail : heeyoon@snu.ac.kr

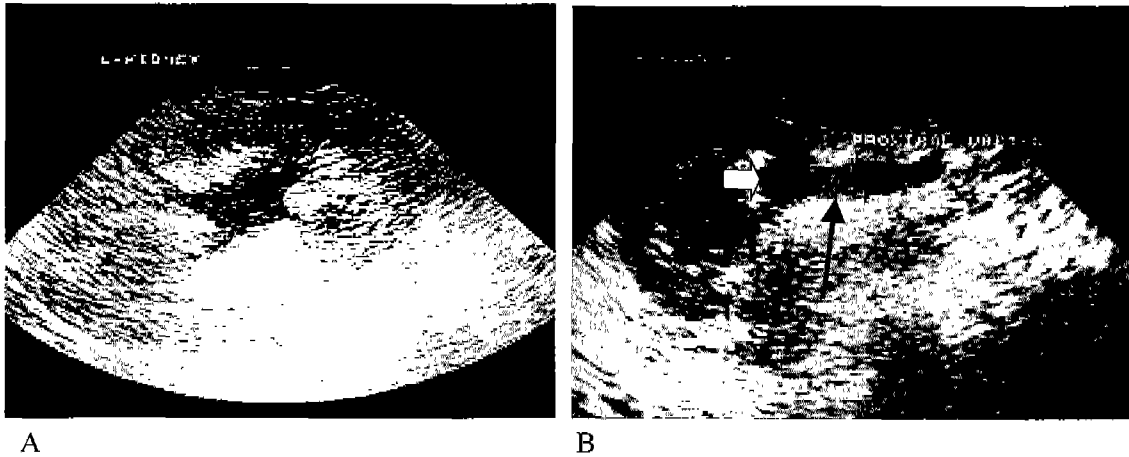


Fig 1. Ultrasonography of left (A) and right kidney (B). Dilatation of renal pelvis (arrow) is seen on left kidney. Dilatation of renal pelvis (white arrow) and proximal ureter (arrow) is found on right kidney.



Fig 2. Ventrodorsal view 13 minutes after intravenous contrast agents injection for excretory urography. Bilateral renal pelvis, pelvic recesses and ureter were enlarged (arrow). The terminal portion of right ureter is more dilated and terminates craniodorsal portion of urinary bladder (curved arrow).

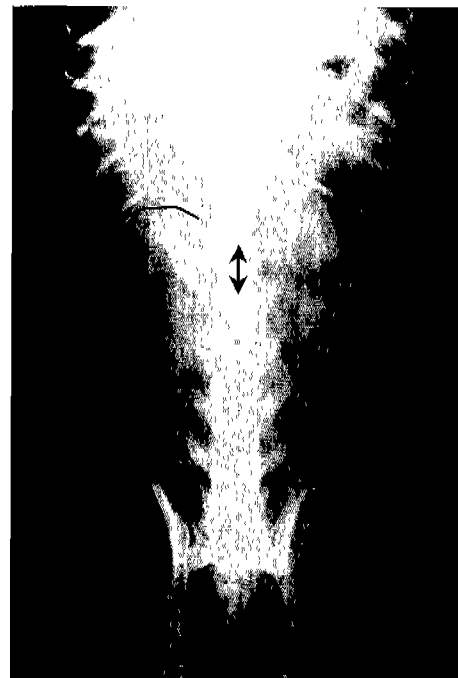


Fig 3. Ventrodorsal radiograph. Abnormal enlargement of the right kidney (curved line) was determined as the right renal size is 4 times the length of the L2 vertebral body (arrow).

증 례 2

환축은 3년령 수컷 Schnauzer로 침울, 구토를 주증으로 내원하였다. 혈액검사 상에서 백혈구가 53,600/ μ l, BUN이 55 mg/dl로 상승된 수치를 나타내었으며, 요검사에서 혈액(++++), 단백질(+), 다수의 구균이 관찰되었다. 일반 방사선

촬영에서 오른쪽 신장의 장축 길이가 2번째 요추 길이의 4 배 정도로 확장되어 있었으며, 정상적으로 왼쪽 신장보다 두 축에 위치해야하는 오른쪽 신장이 왼쪽 신장보다 약간 미축으로 변위되어 있었다(Fig 3). 초음파 검사 상에서는 오른쪽 신장 수질의 심한 확장(Fig 4A)과 신장갈매기, 근위 요관의 확장, 근위 요관에서 음향음영을 동반하는 고에코의 물질이 관찰되었으며(Fig 4B), 왼쪽 신장에서는 특이한 소견이 관찰되지 않았다. 오른쪽 신장의 요배설 경로를 확인하고 양측

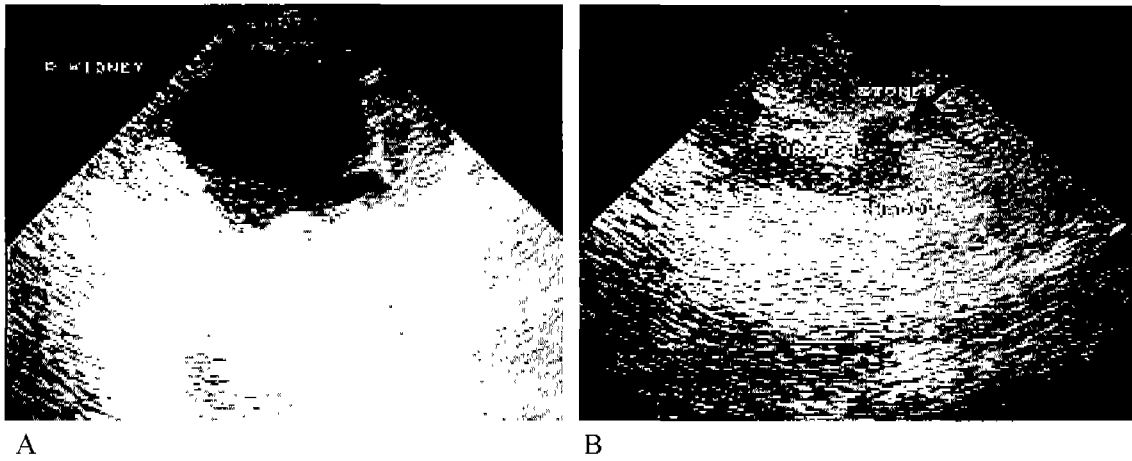


Fig 4. Ultrasonography of right kidney. Right renal medulla was enlarged (A). The echogenic material with shadowing in dilated proximal ureter (arrow) (B).



Fig 5. Ventrodorsal view 12 minutes after intravenous contrast agents injection for excretory urography. Right renal pelvis and pelvic recesses were severely enlarged (arrow).

신장의 기능을 평가하기 위해서 배설성 요료조영술을 실시하였다. 배설성 요료조영술 결과 좌측 신장의 해부학적, 기능적 이상은 관찰되지 않고, pyelogram상에서 오른쪽 신장의 신장칼때기와 신장칼때기오목, 근위 요관의 확장이 관찰되었다(Fig 5).

이를 종합하여 우측 근위 요관의 결석, 우측 신장의 수신증을 진단하였으며, 추가적으로 요관염, 신우신염에 대한 감

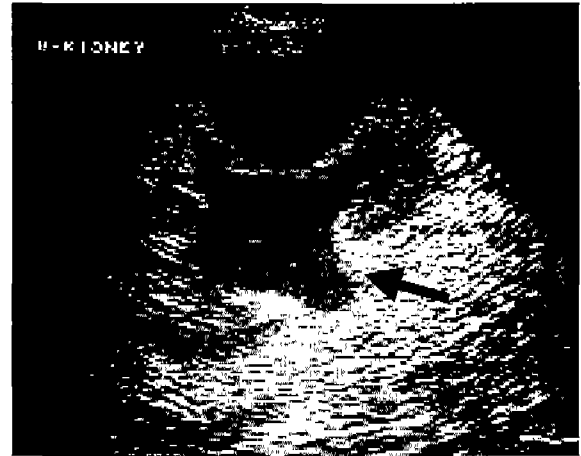


Fig 6. Ultrasonography of right kidney. Right renal pelvis and proximal ureter were enlarged (arrow).

별을 제시하였다.

증례 3

환축은 3년령 암컷 Poodle로 복통, 복부 팽만, 식욕결핍, 구토를 주증으로 내원하였다. 혈액검사 상에서 백혈구가 32,620/ μ l, PCV 34%, BUN 17.4 mg/dl, creatinine 0.93 mg/dl 수치를 나타내었으며, 요검사서 혈액(++++)이 관찰되었다. 일반 방사선 사진 촬영에서 소간증과 우측 신장 종대가 관찰되었다. 초음파 검사 상에서는 우측 신장칼때기와 근위 요관 확장이 관찰되어(Fig 6), 신장의 기능과 우측 신장의 개통성을 확인하기 위해서 배설성 요료조영술을 실시하였다. 배설성 요료조영술에서 우측 신장이 좌측에 비하여 확장되어 있었으며, 우측 신장의 신장칼때기와 신장칼때기오목, 요관의 확장, 우측 근위 요관 부위에서 조영제의 누출이 관찰되어(Fig 7) 우측 근위 요관 파열, 우측 수신증을 진단하였다.

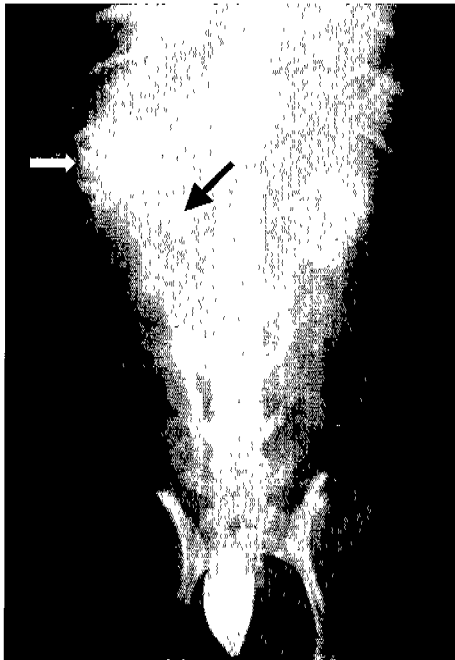


Fig 7. Ventrodorsal view 15 minutes after intravenous contrast agents injection for excretory urography. Right renal pelvis, pelvic recesses and ureter were enlarged (white arrow). There was some leakage of contrast agents at proximal ureter near pelvis (arrow).

증례 4

환축은 3년령 수컷 Maltese로 복통을 호소하여 내원하였다. 혈액검사 상에서 백혈구 18,380/ μ l, PCV 51%, BUN 63.9 mg/dl, creatinine 3.65 mg/dl로 상승된 수치를 나타내었다. 일반 방사선 사진 촬영에서 방광 음영이 관찰되지 않고, 음경골 후방으로 방사선 불투과성의 물질이 관찰되어 비뇨

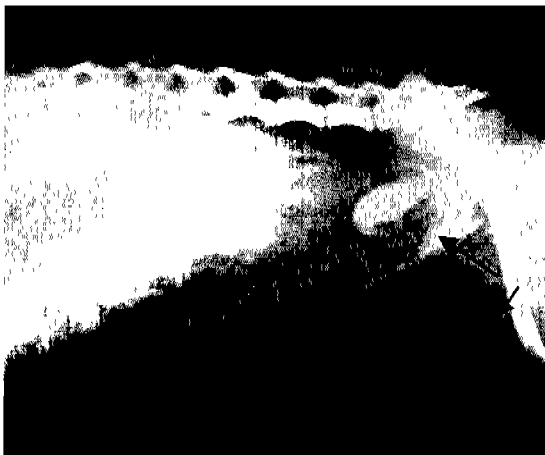


Fig 8. Lateral view 20 minutes after intravenous contrast agents injection for excretory urography. Contrast medium fills the urinary bladder but extravasates into the peritoneal cavity (large arrow). Calculi are present caudal to os penis in penile urethra (small arrow).

기계와 개통성을 확인하기 위해서 배설성 요로조영술을 실시하였다. 배설성 요로조영술에서 cystogram 단계에서 방광의 배쪽 부위에서 조영제의 누출이 관찰되어(Fig 8) 요도결석과 방광 파열을 진단하였다.

고찰

배설성 요로조영술을 실시하기 전 환축을 24시간 절식시키고, 환축의 수화 상태를 평가한 후 정맥 내 카테터를 장착한다⁷. 장착된 카테터를 통하여 요오드계 조영제를 체중 kg 당 850 mgI 용량으로 빠르게 주입한다. 조영제 주입 직후, 5분, 20분, 40분에 복배상과 외측상을 촬영한다. 배설성 요로조영술에 사용되는 조영제중 이온성 요오드계 조영제는 탈수, 심한 심장 질환, 무뇨증, 췌장염, 조영제에 대한 과민증이 의심되는 환축에서는 고삼투압에 대한 부작용 때문에 금기 시 된다. 비이온성 저삼투압성 요오드계 조영제는 고삼투압에 대한 부작용을 줄일 수 있어, 고가이면서도 널리 사용된다^{4,7}. 본 증례에서는 비이온성 저삼투압성 요오드계 조영제를 사용하였고, 조영제로 인한 부작용은 관찰되지 않았다.

배설성 요로조영술은 영상화되는 단계에 따라 arteriogram, nephrogram, pyelogram, cystogram으로 분류한다.

Arteriogram은 정맥 내로 주입된 조영제가 혈관을 따라 신장으로 이동하는 시기로, 조영제를 주입하면서 촬영하지 않으면 관찰되지 않는다⁴. Nephrogram phase는 정맥 내로 주입된 조영제가 신장의 세뇨관을 충만 시키는 시기로, 보통 조영제 주입 후 10초에서 30초 사이에 나타나며 이때 신장의 크기와 모양, 위치 등을 평가한다. 개에서 정상 신장 크기는 2번째 요추 몸통의 장축 길이의 2.5배에서 3.5배 정도이며, 고양이는 2.4배에서 3.0배 정도이다. 정상 신장의 모양은 강낭콩 모양을 나타내며, 위치는 좌측 신장이 13번째 흉추에서 3-4번째 요추 사이에 위치하며, 우측 신장은 좌측에 비해 전방에 위치한다⁴. Nephrogram phase에서 정상적으로 조영제는 신장을 균질한 밀도로 영상화시키며, 시간이 경과함에 따라 밀도가 감소하게 되는데 이는 신장 기능을 평가하는 기준이 된다. Nephrogram phase가 영상화되지 않는 경우는 속발성 또는 원발성 급, 만성신부전, 신동맥 폐색, 신동맥 파열, 부족한 조영제 용량, 신장의 부재, 말기 신장, 심한 수신증 등이 있으며, nephrogram phase 지속시간이 연장되는 경우는 신정맥 혈전증, 신장갈매기 폐색, 급성 신부전 등이 있다^{4,7}. 비균질한 밀도로 신장이 영상화되는 경우는 수신증, 종양, 다낭포신, 신낭포, 신농포, 경색 등이 있다⁷. Pyelogram phase는 조영제가 신장의 집합부로 이동하는 시기로, 신장갈매기, 신장갈매기오목, 요관이 영상화되며 정상적으로 3분에서 5분 정도에서 시작된다. 신장갈매기는 양측 신장 모두 같은 크기와 모양과 밀도로 영상화되며, 신장갈매기오목은 평행하게 주행하는 가는 선상 음영으로 나타난다. 요관은 신장에서 방광삼각으로 곧게 주행하며 요관의 연동 운동 때문에 정상적으로 전체적인 요관 음영이 관찰되지는 않는다². 개에서 신장갈매기는 일반적으로 그 폭이 2.0 mm이

하, 신장갈때기오목은 1.0 mm이하, 근위 요관은 2.5 mm이하로 나타난다. Pyelogram phase에서 신장갈때기와 신장갈때기오목이 왜곡되어 나타나는 경우는 신우염, 신우신염, 종양으로 인한 신장갈때기 압박, 수신증, 신결석 등이며, 요관이 확장되어 나타나는 경우는 결석이나 협착에 의한 폐색, 국소적 염증, 선천적 이상, 만성적인 요관염, 복강내 종괴로 인한 요관이 압박을 받는 경우이다^{1,5}. Cystogram phase는 조영제가 요관을 통하여 방광을 충전시키는 시기로 요관-방광 접합부나 방광 점막을 더 자세히 관찰하기 위해서 이 시기에 요도를 통하여 공기를 주입하여 이중방광조영을 실시하기도 한다⁴.

초음파 검사상에서는 개와 고양이의 신장의 정상상은 서로 유사하다. 정상 신장은 외관이 부드럽고 난형 또는 강낭콩 모양이다. 초음파 영상에서 신장피막을 나타내는 얇은 에코성의 선을 볼 수 있는데, 신장 양극에서는 거의 보이지 않는다. 신장 피질은 저에코이고 그 실질은 미세한 과립상으로 보인다. 피질의 에코는 보통 간보다 약간 낮거나 거의 같고 비장보다 낮게 나타난다. 우신의 앞쪽극은 간의 꼬리엽과 닿아 있고 비장의 일부는 좌신에 인접해 있어서 상호간의 에코를 비교하기는 쉽다^{11,12}. 신장 수질은 비교적 무에코를 띤다. 신장 수질과 피질의 에코 변화는 병적 상태를 의미한다. 피질 안쪽에 있는 수질은 보통 신장갈때기오목과 혈관에 의해 여러 부분으로 나뉘어져 있다¹². 피질-수질 접합부를 따라 보이는 불연속적인 에코성 점들은 공상혈관을 나타낸다. 신장갈때기는 신문근처에서 불규칙한 에코덩어리로 보인다. 그것은 신장갈때기 부위에 지방이 많고 섬유조직을 함유하고 있기 때문이다. 신장갈때기 내에 액체가 축적되어 무에코성 부분이 관찰되는 것은 비정상이다. 정상 근위 요관은 대개 초음파로는 관찰되지 않으며, 확장된 근위 요관이 관찰되면 비정상상을 의미한다.

수신증은 초음파 검사상에서 신장갈때기와 근위 요관의 확장을 특징으로 하며, 대부분 요관 또는 요관-방광접합부의 폐색을 유발하는 결석, 외부 종괴에 의한 압박, 염증, 이소성 요관등에 의해서 발생한다¹¹. 초음파 검사상에서 신장 피질의 에코 상승이 관찰되는 경우 간질성 신염, 시구체 신염, 급성 세뇨관 괴사, 아밀로이드증, 신장 석회화증 등을 감별하여야 하며, 신장 피질과 수질의 경계가 불명확한 경우 신우신염, 신세뇨관확장증 등을 감별하여야 한다. 또한 신장 피질의 에코 상승과 함께 피질과 수질의 경계부가 불명확한 경우 만성 염증성 질환과 말기 신장을 감별할 수 있다. 이와 같이 신장의 질환은 신장의 에코와 내부구조의 변화를 유발한다.

증례 1에서는 일반 방사선 촬영을 통하여 비장 종대 소견 외에 특이 소견을 관찰할 수 없었으므로 신장 및 방광을 평가하기 위해 일단 복부 초음파 검사를 실시하였다. 양측성으로 신장갈때기 및 양측 요관의 비정상적인 확장 소견과 더불어 신장 피질의 에코가 간장 및 비장에 비하여 상승되어 있는 것을 관찰하였고, 불규칙한 점막변화를 가진 방광벽과 방광 내 다량의 침사를 동시에 확인하였다. 이로 인해 수신증 및 신우신염, 방광염 등을 감별할 수 있으나, 신장의 기

능적 평가와 그 원인 감별을 위해 배설성 요로조영술이 지시되었다. 조영술을 실시한 결과 pyelogram 단계에서 확장된 신장갈때기와 신장갈때기오목, 요관의 사행과 확장이 관찰되었으며, 요도를 통해서 방광에 주입한 공기가 요관 내로 역류되어 요관에서 공기 음영이 관찰되었다. 정상 요관은 방광 삼각 부위에서 방광과 접합부를 이루어야 하나, 이 환축의 경우 요관의 종말부가 방광삼각 앞쪽에서 관찰되었다(Fig 2). 따라서 초음파 검사 및 배설성 요로조영술 검사 소견을 종합하여 이소성 요관, 방광염과 양측성 수신증으로 진단하였다.

증례 2에서는 일반 방사선 촬영에서 우측 신장의 장축 길이가 2번째 요추 길이의 4배 정도로 확장되어 있었으며, 왼쪽 신장보다 미측으로 변위되어 있었다(Fig 3). 이상의 결과로 우측 신장의 비정상적인 크기 및 위치 변위에 대해 더 구체적인 변화 소견을 찾기 위해 초음파 검사를 실시하였고, 오른쪽 신장 수질의 심한 확장 (Fig 4A)과 신장갈때기, 근위 요관의 확장을 알 수 있었으며, 확장된 요관의 주행을 따라가면서 근위 요관에서 음향음영을 동반하는 고에코의 물질을 관찰하였다(Fig 4B). 이는 정상적인 왼쪽 신장과 비교할 때 잘 관찰되었다. 또한 근위 요관에서 관찰되는 고에코성의 물질에 의한 비뇨기계의 장해 정도 및 오른쪽 신장의 요배설 경로의 개통성 등을 확인하고 양측 신장의 기능을 평가하기 위해서 배설성 요로조영술을 실시하였다. 배설성 요로조영술 결과 좌측 신장은 해부학적, 기능적 이상이 없었으며, pyelogram상에서 오른쪽 신장의 신장갈때기와 신장갈때기오목 부위가 확장되어 있었다. 근위 요관이 확장되어 비정상적인 주행을 보이고 있었으며, 결석 후방으로는 조영제 음영이 관찰되지 않았다(Fig 5). 따라서 우측 근위 요관의 결석을 진단할 수 있었고 이로 인해 요관염 및 완전 폐색으로 인한 신우신염 및 수신증이 유발된 경우로 진단하였다.

증례 3은 일반 방사선 사진 촬영에서 소간종과 우측 신장 종대가 관찰되나, 이 제한적 정보로는 진단할 수가 없기 때문에 초음파 검사를 실시하였다. 초음파 검사에서는 우측 신장갈때기와 근위 요관 확장 소견과 함께 소량의 복수가 확인되었다(Fig 6). 수신증과 복수가 있으므로 신장의 기능과 개통성 여부를 확인하기 위해서 배설성 요로조영술이 지시되었다. Nephrogram 및 pyelogram 상에서 우측 신장의 신장갈때기와 신장갈때기오목이 확장되어 정상적인 왼쪽 신장에 비해 전체적인 신장의 크기가 종대되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 동시에 우측 근위 요관이 확장되어 있고 확장된 근위 요관 뒷부분에서 조영제 누출이 관찰되었다(Fig 7). 조영제가 우측 요관을 통해 방광으로 들어가는 소견도 함께 관찰되므로 부분적인 근위 요관 파열로 확인되었다. 이를 바탕으로 우측 근위 요관 파열로 인한 우측 수신증 및 복수를 진단하였다.

증례 4는 일반 방사선 사진 촬영에서 방광 음영이 관찰되지 않고, 음경골 기저부의 요도에서 방사선 불투과성의 둥근 물질이 관찰되었다. 방사선불투과성의 요도결석으로 진단할 수 있으나, 이로 인한 비뇨기계의 기능 및 개통성을 확인해야 하기 때문에 배설성 요로조영술을 실시하였다. 배설성 요

로조영술에서 신장에서는 특이 소견이 확인되지 않았으나, cystogram 단계에서 방광의 배쪽 부위에서 조영제의 누출이 관찰되었다(Fig 8) 따라서, 요도결석과 이로 인한 방광 파열을 진단하였다. 이상의 결과로 단순 방사선 사진에서 평가가 어려운 신장의 기능 평가, 형태학적 이상, 개통성 여부를 확인을 위해 실시하는 배설성 요로조영술과 신장의 내부 구조적 이상 등을 확인할 수 있는 초음파 검사는 비뇨기계 질환 진단에 유용한 방법인 것으로 생각된다.

결 론

구토, 식욕결핍, 복통, 혈뇨, 복부 팽만 등을 주증으로 서울대학교 부속동물병원에 내원한 환축 4예에서 일반 방사선 검사와 초음파 검사, 혈액 화학 분석, 배설성 요로조영술을 통하여 비뇨기계 질환을 진단하였다.

증례 1은 초음파 검사에서 양측성 신장 수질의 확장, 양측 요관의 확장, 방광 내 다량의 침사와 불규칙한 점막이 관찰되었으며, 조영상에서 양측 신장의 신장갈때기, 신장갈때기 오목, 요관의 확장, 요관 종말부가 비정상적인 위치에서 관찰되어 이소성 요관, 방광염과 상행성 감염, 양측성 수신증을 진단하였다.

증례 2는 일반 방사선 검사, 초음파 검사를 통해서 좌측 신장의 장축길이가 2번째 요추 길이의 약 4배, 좌측 신장갈때기의 확장, 좌측 근위 요관의 확장, 좌측 근위 요관 부위에서 음향음영을 동반하는 에코성의 물질이 관찰되었으며, 조영상에서 우측 신장갈때기오목, 신장갈때기, 근위 요관의 확장이 관찰되어 우측 요관 결석, 우측 수신증, 신우신염을 진단하였다.

증례 3은 일반 방사선 검사와 초음파 검사에서 우측 신장이 좌측 신장보다 종대, 우측 신장갈때기, 신장동의 분리, 근위 요관 확장이 관찰되었으며, 조영상에서 우측 신장의 신장갈때기, 신장갈때기오목, 근위 요관의 확장, 근위 요관부위에서 조영제의 누출이 관찰되어 우측 근위 요관 파열, 우측 수신증을 진단하였다.

증례 4는 일반 방사선 사진에서 방광음영이 관찰되지 않고, 음경골의 기저부에 방사선 비투과성의 물질이 관찰되었으며, 배설성 요로조영술에서 방광 배쪽 부위의 조영제 누출

이 관찰되어 요도결석과 방광파열을 진단하였다.

결론적으로 일반 방사선 사진에서 평가가 곤란한 신장의 기능 평가, 형태학적 이상, 개통성 여부를 확인하기 위해 실시되는 배설성 요로조영술과 신장의 내부의 구조적 이상 등을 확인할 수 있는 초음파 검사는 비뇨기계 질환 진단에 유용한 방법으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Burk RL, Ackerman N. Urinary system, In: *Small Animal Radiology and Ultrasonography*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1996: 319-361
- Green RW. Kidney, In: *Small Animal Ultrasound*. Philadelphia: Lippincott-Raven. 1996: 197-210
- Johnston GR, Walter PA, Feeney DA. Diagnostic imaging of the urinary tract, In: *Canine and Feline Nephrology and Urology*. Baltimore: Williams & Willkins. 1995: 230-276
- Kealy JK. Kidney and ureters, In: *Diagnostic Radiology of the Dog and Cat*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1987: 115-130
- Nyland TG, Mattoon JS. Ultrasonography of the urinary tract and adrenal glands, In: *Veterinary Diagnostic Ultrasound*. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1995: 95-111
- Owens JM, Biery DN. Urinary system and adrenal glands, In: *Radiographic Interpretation for the Small Animal Clinician*. 2nd ed. Baltimore: Williams & Willkins. 1999: 261-276
- Thrall DE. The kidney and ureters, In: *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1998: 466-479
- Johnston GR, Feeney DA. Radiographic evaluation of the urinary tract in dogs and cats. *Contemp Issues Small Anim Pract*. 1986; 4:203
- Thrall DE, Finco DR. Canine excretory urography: Is quality a function of BUN? *J Am Anim Hosp Assoc*. 1976; 12:446
- Kneller SK. Role of the excretory urogram in the diagnosis of renal and uretral disease. *Vet Clin North Am(Small Anim Pract)*. 1974; 10:139
- Ruiz de Gopegui R, Espada Y, Majo N. Bilateral hydroureter and hydronephrosis in a nine-year-old female German shepherd dog. *J Small Anim Pract*. 1999; 40(5):224-6.
- Cartee RE, Selcer BA, Patton CS. Ultrasonographic diagnosis of renal disease in small animals. *J Am Vet Med Assoc*. 1980; 1:176