

## 신동맥색전술과 신우경화술을 이용한 비글견의 실험적 수신증 치료

장동우\* · 이영원 · 신상태<sup>1</sup>

충남대학교 수의과대학  
\*충북대학교 수의과대학

### Treatment of Experimental Hydronephrosis Using Renal Artery Embolization and Sclerotherapy in Beagle Dogs

Dong-woo Chang\*, Young-won Lee and Sang-tae Shin<sup>1</sup>

College of Veterinary Medicine, Chungnam National University  
\*College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University

**Abstract:** This study was performed to validate the procedure of transarterial embolization of the renal artery (TAE-RA) and sclerotherapy of renal pelvis using iohexol-ethanol solution in dogs with unilateral experimental hydronephrosis. Experimental hydronephrosis was induced by unilateral ureter ligation for 20 days in five Beagle dogs. Renal artery embolization with iohexol-ethanol solution was performed using selective catheterization technique in the hydronephrotic kidney and sclerotherapy was done by injection of the iohexol-ethanol solution through percutaneously placed pig-tail catheter. EKG, SpO<sub>2</sub>, body temperature, pulse, and respiratory rate were within normal ranges during procedures. Average pure ethanol dose for renal artery embolization was 1.1±0.3 ml/kg. Renal artery embolization was confirmed by the detection of no blood flow signal at the interlobar and arcuate artery using color Doppler ultrasonography. There were no dogs expired after TAE-RA and sclerotherapy and no side effects associated with regurgitation of iohexol-ethanol solution. The value of BUN, creatinine, ALT, AST, Ca, P in five dogs were within normal range during the experiment period. Ultrasonographically, the mean longitudinal and transverse length and the depth of the embolized kidney significantly decreased at 28 days after TAE-RA. We may conclude that TAE-RA and sclerotherapy with iohexol-ethanol solution is an effective methods for the treatment of unilateral hydronephrosis in dogs.

**Keywords:** beagle dog, hydronephrosis, iohexol-ethanol, sclerotherapy, TAE-RA.

## 서 론

수신증은 뇨배출로 장애에 의해 신우부위가 확장되는 질환이다. 개에서 폐쇄성 요로계질환에 대한 정확한 데이터는 보고된 바 없으나, 이러한 질환은 임상에서 흔히 발견된다. 이러한 폐쇄성 요로계질환의 원인으로는 요도결석, 종양, 창상, 이소성 요관 등이 보고되고 있다. 폐쇄성 요로계질환 증상은 매우 다양하며, 폐쇄부위의 해부학적 위치, 뇨의 폐쇄 정도, 질환의 지속 시간, 그리고 속발성 질환의 유무에 따라 달라진다. 만일 양측의 신장이 폐쇄된 경우는 질소혈증의 사인이 흔히 발견된다. 만일 편측의 수뇨관이 폐쇄된 경우라면 수신증이 상당히 경과하여 신장의 크기가 아주 크게 증가될 때까지 증상이 발현되지 않곤 한다. 그러나, 급성의 수뇨관 폐쇄는 아주 심한 동통을 유발시킨다<sup>1</sup>. 또한 기능이 정지된 수신증의 신장은 신장의 실질이 매우 얇아져 마치 단순한 신낭포와 같은 형태를 띤다 하더라도, 지속적으로 뇨를 배출하여, 향후 여러 가지 증상을 발현하게 된다<sup>2</sup>. 또한 세뇨관 기능이 정상이라면, 레닌-안지오텐시노겐 기전이 활성화되어 고혈압을 유발하게 된다<sup>3</sup>.

기능이 정지된 신장이 지속적인 통증과 감염 그리고 출혈을 야기한다면, 신장 절제술이 권장된다. 그러나 이 시술은 지속적인 염증이 후복강과 신장 유착을 유발하여 수술 중 신장 절제를 어렵게 하며, 수술 중 위험성과 기술적으로도 난이도를 보이는 시술법이다. 일반적인 상태가 양호하지 못한 환자를 치료하기 위해서는 비교적 덜 침습적인 치료법이 요구된다. 신장동맥 색전술은 종양 치료법 개발을 위해 최초로 개에서 실험적으로 실시되었다. 이 시술법은 이 후, 상당히 진행되어 절제가 불가능한 사람의 신세포암종 치료에 널리 이용되었다<sup>4</sup>. 이러한 신동맥색전술은 종양 치료법에 머물지 않고 고혈압, 단백뇨 증상을 보이는 말기 신장질환자에게도 응용되어 신장으로 가는 혈류를 막는 시술로 이용되었고, 또한, 이식거부현상을 보이는 이식신장 제거, 그리고 기능이 정지된 수신증을 치료하기 위해서 이용되었다<sup>5</sup>. 신장동맥을 색전시키기 위해 다양한 색전물질들이 임상실험을 통하여 검증되었는데, 이 중 자가혈괴, 근육조직, 젤폼, 사이아노아크릴레이트 및 스테인레스 스틸코일 등이 있다. 젤폼은 토끼 동물실험에서도 일부 개체에서 재맥관화가 관찰되었다. 자가혈괴 색전효과는 대개 48시간 정도 유지되었으며, Isobutyl 2-cyanoacrylate (IBC), Gianturco Wallace 코일, 무수 에탄올 그리고 Ivalon 등은 영구적인 색전효과를 나타내었다<sup>6-13</sup>.

<sup>1</sup>Corresponding author.  
E-mail : stshin@cnu.ac.kr

또한, 이오헥솔-에탄올 수용액은 방사선상에 영상화되는 색전물질로 에탄올 색전 안정성을 높이는 것으로 보고되었다<sup>14</sup>.

사람에서는, 단백뇨, 고혈압 그리고 복부 통증을 호소하는 말기 수신증 환자를 치료하기 위한 무수에탄올 신동맥색전술이 개발되어 있다<sup>15</sup>. 또한 창상으로 인한 편측성 수신증에 따른 고혈압 치료를 위해 신장동맥색전술이 실시된 예가 있다<sup>16</sup>. 일반적으로 신장동맥색전술은 사람에서 수술적 신장절제술을 대체할 수 있는 대안으로 고려되고 있다. 수의학에서 최근 신장동맥색전술이 실험적으로 유발시킨 편측성 말기 수신증 치료를 위해 이오헥솔-에탄올 수용액을 이용하여 신장동맥 색전술을 실시하였다. 그러나 이 경우, 신장동맥 색전술을 실시한 후에도 신우 내에 잔존한 뇨가 완전히 흡수되는 데는 1개월에서 2개월의 기간이 소요되며, 치료효과를 기대하기 위해서는 일정기간의 감시기간을 필요로 하였다<sup>17</sup>. 사람에서 이러한 단점을 개선하기 위하여 신장동맥 색전술과 더불어 에탄올을 이용하여 신우경화술을 실시하여 치료 경과를 줄이고 성공적인 결과를 얻을 수 있었다<sup>2</sup>.

컬러 도플러 초음파는 사람의 종양과 혈관질환을 치료하기 위한 중재적 시술을 평가하는데 널리 이용되어 왔다. 예를 들면, 간세포암종에 에탄올을 주입하여 종양으로 가는 혈류 차단 후 이것을 평가하는데 이용되었다<sup>18,19</sup>. 또한 컬러 초음파는 사람의 신장동맥류를 평가하는데 매우 비침습적이며 용이하다고 보고 되었다<sup>20</sup>. 최근 개에서 실험적 수신증에 신장동맥 색전술을 실시한 후, 컬러도플러 초음파를 이용하여 색전술 후 재맥관화가 있는지 여부를 비침습적으로 지속적으로 평가한 결과, 매우 유익하다고 보고하였다<sup>21</sup>.

토끼 신장에서 실험적으로 수신증을 유발한 후, 말기 신장 기능을 정지시키기 위한 신동맥색전술을 실시하여 그 효과가 입증된 바 있다<sup>17</sup>. 그러나 수신증이 유발된 신장에 실시한 신동맥색전술은 그 시술의 안정성과 효능에도 불구하고 치료기간이 다소 길다는 단점을 가지고 있다. 따라서 말기 신장 치료를 위한 신장동맥 색전술을 효과적으로 수의 임상에 적용하기 위해서는, 최근 사람의 말기 신장에 적용하는 신우경화술<sup>22</sup> 신장동맥 색전술과 함께 동물에 적용하는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 개에서 실험적으로 편측 수뇨관을 결찰하여 수신증을 유발한 후, 이오헥솔-에탄올 수용액을 이용, 신장동맥 색전술을 실시하고 기존의 색전물질로 신우경화술을 실시하여 신장동맥색전술 단독치치에 비해 우수한지 여부를 평가하고, 또한 시술 후의 재맥관화 여부와 신장 퇴축 여부를 컬러초음파 검사와 초음파검사로 평가하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험동물

체중 8-12 kg의 평균 1.5년령의 비글견 6두를 암수 구별 없이 사용하였다. 실험동물은 케이지에서 사육하며 사료(제로니®, 제일제당)와 물은 자유급식하였다.

### 실험적 편측성 수신증 유발

수술 전 혈청검사를 실시하여 신질환 및 기타 이상이 없다고 판단되는 건강한 개체에서 실시하였다. 염산 케타민 10 mg/kg(케타라, 유한양행, 한국) IM으로 주사마취를 유도한 후, 기관튜브를 삽입 한 후 아이소플르탄(Aerane®, 중외제약, 한국) 1-3%로 마취를 유지하였다. 수술중에는 SpO<sub>2</sub> 및 EKG, 직장체온(Vet-Ox™ plus 4700, USA)을 지속적으로 모니터링하였다. 실험동물은 수술부를 포비돈-요오드 용액(Povidone iodine solution, (주) 에스에프, 한국)으로 멸균 후 무균적인 방법으로 수술포를 장착하고 복부를 7 cm 정중 절개 하였다. 우측 수뇨관을 분리한 후 2-0 실크 봉합사(Silk, Ailee, 미국)를 이용하여 신장에 가까운 부위를 이중 결찰하였으며, 기관튜브 제거 전 카프록펜(Rimadyl, Pfizer, 미국)을 6시간 간격으로 2회 투여하였다.

### 선택적 신장동맥 촬영술, 신장동맥 색전술, 신우경화술

선택적 신장동맥 촬영술, 신장동맥 색전술 및 신우경화술은 편측 수뇨관 결찰 후 20일째에 실시하였다. 5두의 개에게 수신증 유발시와 동일한 방법으로 마취를 유도한 후, 실험동물의 서혜부를 삭모하고 앙와위로 고정하였다. 서혜부를 포비돈-요오드 용액으로 소독 후, 4 cm 가량의 피부를 절개한 후, 대퇴동맥을 분리한 후, introducing sheath를 장착하였다. 장착된 introducing sheath를 통하여 Fas-tracker® 18, length: 150 cm, outer diameter: 2.5F, Target therapeutics Inc., Fremont, CA, USA)와 guide wire(Seeker®-16 Flexible guide wire, length: 175 cm, diameter: 0.016 inch, Target therapeutics Inc., Fremont, CA, USA)를 도입한 후, 투시하(Dong-a X-ray R/F TV System)에서 카테터를 선택적으로 신장동맥으로 진입시킨 후, 카테터 끝단이 신장과 신장동맥 기시부의 중간에 위치시켰다. 이 후, 100% 알콜과 이오헥솔(Optiray® 320, Mallinckrodt Medical Co., Ltd., USA) 원액을 1:1로 희석한 후 카테터를 통해 대동맥으로 유출되지 않도록 투시하에서 색전물질 서서히 주입(대략 분당 1 ml)하였다. 색전물질 주입 후, 컬러 도플러 초음파를 이용하여, 신장으로 가는 혈관의 유무를 관찰하여 신장으로 가는 혈류가 관찰되지 않을 때까지 색전물질 계속하여 주입하였다. 색전물질 주입 후, 10분 후에 조영제 이오헥솔 20 ml을 주입하여 신장동맥 색전여부 확인한 후, 카테터를 제거하고 절개부위를 봉합하였다.

신우경화술은 초음파 유도하에 경피적으로 18 G 주사침을 신우부에 장착한 후, 이를 통하여 신우부에 guide wire를 장착하고, 주사침을 제거한 후, 장착된 guide wire를 따라 pigtail 카테터(Ultrathane, Dawson-Mueller drainage catheter, Cook, USA)를 확장된 신우부에 위치시켰다. 카테터를 통하여 저류한 액체를 제거한 후, 1:1로 희석한 100% 알콜과 이오헥솔을 신우부에 20 ml을 주입하여 5분간 정치시킨 후, 카테터를 제거하였다. 마취 회복 후, 세파졸린(Cephazolin, 종근당, 한국)을 투여하였다.

**초음파 및 컬러도플러 검사**

신장 초음파 검사는 Sonoace 8800(Medison Co.,Ltd., Korea)기기의 5-12 MHz 선형탐촉자를 사용하여 편측 수뇨관 결찰 전, 결찰 후 6일, 13일, 20일째, 그리고 색전술 및 신우경화술 실시 당일, 4일, 7일, 14일, 21일, 28일, 60일, 90일째에 양측 신장에서 실시하였다. 초음파 검사는 겹부를 삭모 한 후, 초음파용 젤을 도포하고 B 모드상에서 신장의 장축길이, 단축길이, 피질두께, 확장된 신우의 크기를 측정하였으며, 컬러 도플러상에서 염간동맥의 혈류 유무 및 궁상동맥의 혈류 유무, 그리고 혈관저항지수를 각각 측정하였다.

**혈액 검사**

편측의 수뇨관 결찰 전, 결찰 후 6일, 13일, 20일째, 그리고 색전술 및 신우경화술 실시 4일, 7일, 14일, 21일, 28일, 60일, 90일째에 혈액을 채취하여, 신기능검사(BUN, creatinine), 간기능검사(ALT, AST) 실시 및 전해질 분석(칼슘, 인 수치)을 실시하였다.

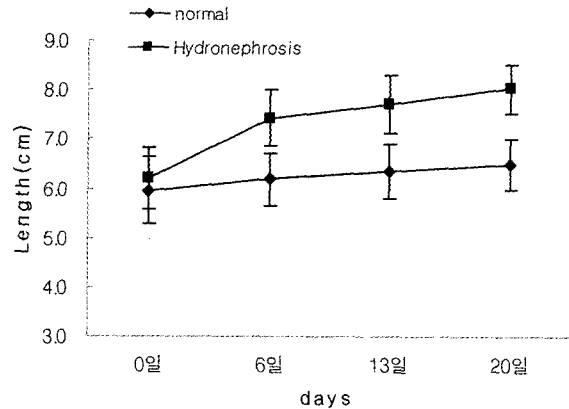
**통계분석**

SPSS 프로그램을 이용하여 one-way ANOVA를 실시하여 데이터를 분석하였다.

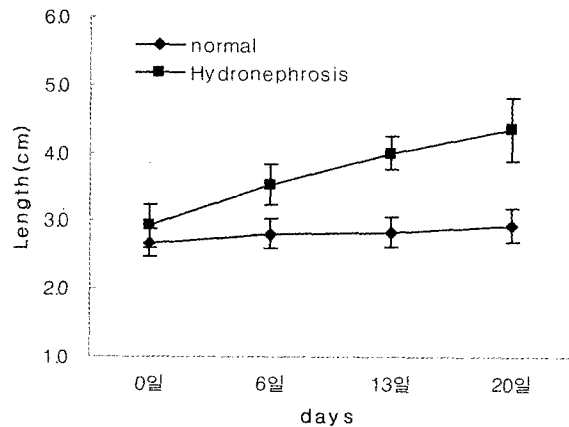
**결 과**

실험동물 5두에서 6일째에 편측성으로 수신증이 유발된 것이 확인되었다. 편측 수뇨관 결찰 후, 신장 장축 및 단축 길이는 6, 13, 20일째에 유의적으로 증가하였다 (Fig 1, 2). 또한 신장의 피질 두께는 20일째에 유의적으로 감소하였다 (Fig 3). 유발된 신장의 혈관저항지수는 각각  $0.67 \pm 0.05$  (6일째),  $0.64 \pm 0.03$  (13일째), 그리고  $0.66 \pm 0.03$  (20일째)로 유발 전의  $0.57 \pm 0.04$ 에 비하여 유의적으로 증가한 것이 확인되었다 (Fig 4,  $p < 0.01$ , one-way ANOVA). 편측 신장의 결찰 후, 20일째 까지 혈청 BUN, creatinine, calcium, phosphorus, 그리고 ALT 수치는 정상범위에 있었다.

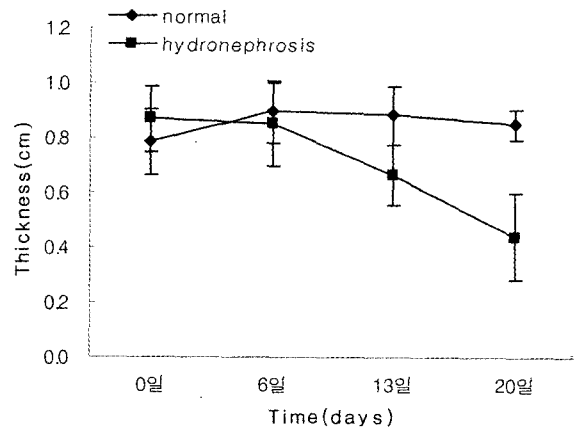
모든 개에서 수신증이 유발된 신장에 선택적으로 카테터를 도입할 수 있었으며, 에탄올-이오hex술 색전물질을 투시하에 성공적으로 신장동맥내로 투여할 수 있었다. 시술중 SpO<sub>2</sub>, 체온, 맥박, 호흡수는 정상범위에 있었다. 색전물질은 카테터를 통하여 주입 시 카테터의 막힘이 관찰되지 않았으며, 투여되는 신장실질 부위를 투시로 확인 가능하여 카테터가 신장동맥 원위부로 삽관되어 일부 신장실질로 색전물질이 투여되지 않을 경우 확인할 수 있었다. 이 경우 카테터를 신장동맥 근위부로 위치시키고 색전물질을 투여하였다. 투여중 일부의 색전물질이 복대동맥으로 유출되었으나 이로 인한 부작용은 관찰할 수 없었다. 색전물질의 투여는 컬러도플러 초음파 관찰하에 실시하였는데, 이때 혈관의 도플러 신호가 나오지 않을 때 까지 주입하였으며, 신장동맥 색전술에 사용된 에탄올의 평균 총량은  $12.4 \text{ ml} \pm 3.5 \text{ ml}$ 이었다 ( $1.1 \pm 0.3 \text{ ml/kg}$ ). 대퇴동맥의 결찰로 인한 부작용은 관찰할 수 없



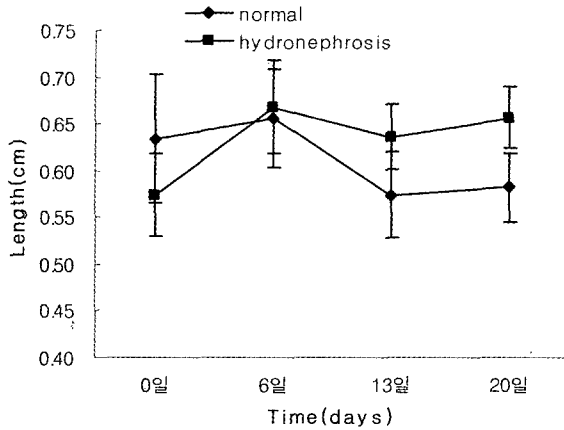
**Fig 1.** Longitudinal length of the kidney with unilateral ureteral obstruction. There is a statistically significant increase of longitudinal length on 6th, 13th and 20th days ( $p < 0.001$ ) after unilateral ureter obstruction. \*:  $p < 0.001$



**Fig 2.** Transverse length of the kidney with unilateral ureteral obstruction. There is a statistically significant increase of transverse length on 6th, 13th and 20th day after unilateral ureter obstruction. \*:  $p < 0.001$

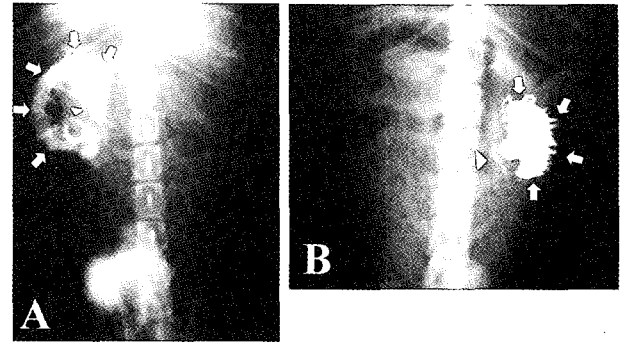


**Fig 3.** Cortical thickness of the kidney with unilateral hydronephrosis. It is significantly decreased on the 20 days ( $p < 0.001$ ) after unilateral ureter obstruction. \*:  $p < 0.001$



**Fig 4.** Resistive index of kidney with unilateral hydronephrosis. The RI values of interlobar artery or arcuate artery of obstructed kidney are significantly increased on 20 days after unilateral ureter obstruction. \*:  $p < 0.01$

었다. 신장동맥 색전술 직후 실시한 신우경화술에서는 카테터 장착 후, 평균 90.4±5.2 ml(8.2±2.3 ml/kg)의 노를 제거하였으며, 이 후, 에탄올-이오hex술 20 ml을 주입한 후, 5분간 정치시켰으며, 이 후 평균 7.4±2.4ml(0.7±0.2 ml/kg)의 에탄올-이오hex술 용액을 회수하였다 (Table 1). 신우경화술 시 모든 개에서 모두 에탄올-이오hex술 용액은 복강내로 유출되지 않았음을 투시를 통하여 확인하였다(Fig 5). 혈청 BUN, 크레아티닌, 칼슘, 인 수치는 실험 전 기간에 걸쳐서 정상범위에 있었다. 수신증이 유발된 신장의 장축길이는 치료 전 8.03±0.5에 비하여 시술 후 28일째부터 유의적으로 감소하였다(Fig 6,  $p < 0.01$ , one-way ANOVA). 수신증이 유발된 신장의 단축길이는 치료 전 4.36±0.5에 비하여 시술 후 21일째부터 유의적으로 감소하였다(Fig 7,  $p < 0.01$ , one-way ANOVA). 수신증이 유발된 신장의 depth는 치료 전 4.89±0.5에 비하여 28일째부터 유의적으로 감소하였다 (Fig



**Fig 5.** A. Radiographs immediately after transarterial embolization of the renal artery (TAE-RA) in dogs with experimental hydronephrosis. The renal cortex (arrows) was opacified by the injected iohexol-ethanol mixture after TAE-RA. The pigtail catheter(arrowhead) was introduced into the dilated renal pelvis percutaneously to retrieve and to inject the iohexol-ethanol mixture. B. Radiographs after injection of the iohexol-ethanol mixture into the dilated pelvis through the pigtail catheter. Opacified dilated pelvis(arrows) and proximal ureter(arrowhead) were identified. There was no mixture extravasated into the abdominal cavity.

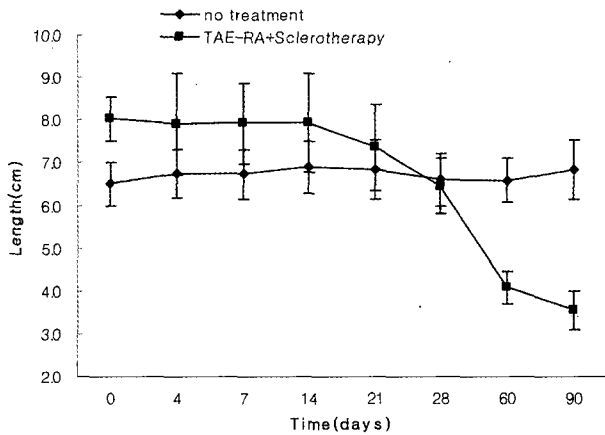
8,  $p < 0.01$ , one-way ANOVA). 수신증이 유발된 신장의 피질두께는 치료 전 0.44±0.2에 비하여 별다른 변화를 관찰할 수 없었으며, 60일째와 90일째에서는 신장의 피질과 수질경계가 불명확하여 그 수치를 측정할 수 없었다 (Fig 9).

### 고 찰

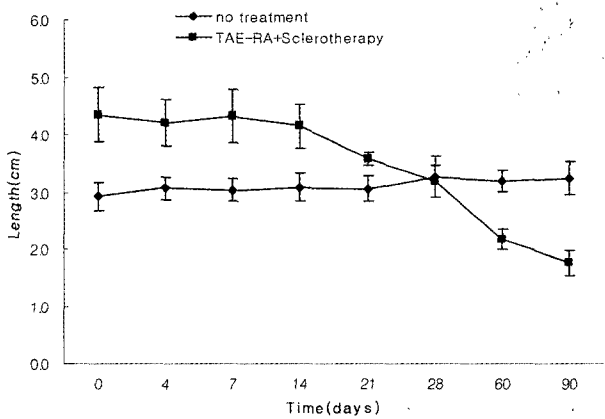
중재적 방사선학은 에탄올을 이용하여 토끼에서 경피적 색전술을 실험한 이후로<sup>21</sup>, Microfibrillar collagen을 이용하여 신동맥 색전술을 실시하여 그 효용성을 입증하였고<sup>19</sup>, 무수에 탄올과 젤폼의 색전술의 효과를 연구하였으며<sup>22</sup>, 50% 초산<sup>20</sup> 등을 이용하여 색전 효능을 평가하였다. 또한 사람에서 신세

**Table 1.** Characteristics of the dogs with unilateral hydronephrosis treated by transarterial embolization of renal artery and sclerotherapy of the renal pelvis

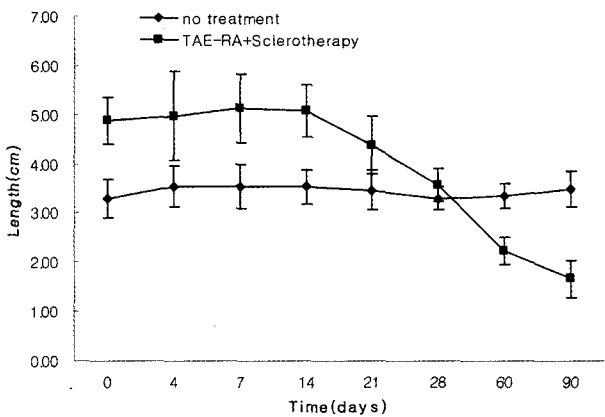
Animal No.	Body weight (kg)	Related to renal artery embolization		Related to renal pelvis sclerotherapy			
		Dose of iohexol-ethanol solution (ml)	Dose of pure ethanol (ml/kg)	Urine retrieved from the renal pelvis (ml)	Urine retrieved from the renal pelvis/kg (ml/kg)	Iohexol-ethanol solution retrieved from the renal pelvis (ml)	Iohexol-ethanol solution retrieved from the renal pelvis/kg (ml/kg)
1	11.6	15	0.6	87	7.5	10	0.9
2	7.35	20	1.4	90	12.3	6	0.8
3	13	32	1.2	85	6.5	6	0.5
4	12.3	28	1.1	90	7.3	5	0.4
5	13.3	28.8	1.1	100	7.5	10	0.8
Average ± S. D	11.5 ± 2.4	24.8 ± 7.1	1.1 ± 0.3	90.4 ± 5.2	8.2 ± 2.4	7.4 ± 2.4	0.68 ± 0.2



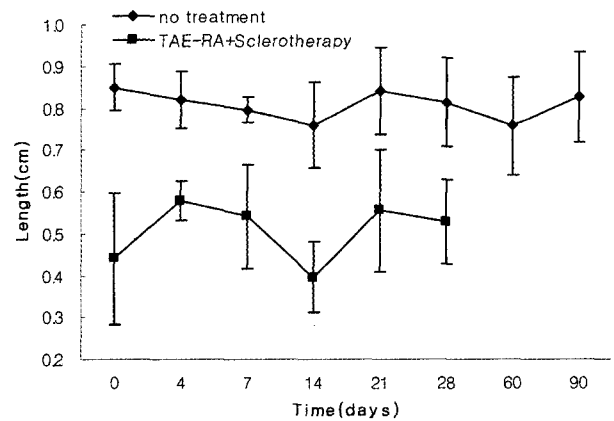
**Fig 6.** Longitudinal length of the kidney treated by TAE-RA and sclerotherapy. The longitudinal length of embolized kidneys are significantly decreased after 28 days ( $p<0.01$ ), 60 days and 90 days ( $p<0.001$ ).



**Fig 7.** Transverse length of the kidney with unilateral hydronephrosis treated by TAE-RA and sclerotherapy. The transverse length of embolized kidney are significantly decreased after 21 days ( $p<0.01$ ), 28 days, 60days and 90 days ( $p<0.001$ ).



**Fig 8.** Depth of the kidney with unilateral hydronephrosis treated by TAE-RA and sclerotherapy. The depth of embolized kidney are significantly decreased after 28 days ( $p<0.01$ ), 60 days ( $p<0.001$ ) and 90 days ( $p<0.001$ ).



**Fig 9.** Cortical thickness of the kidney with unilateral hydronephrosis treated by TAE-RA and sclerotherapy. Thickness is not changed significantly after the treatment.

포암종을 치료하기 위해 신장색전술이 시행되어 지속적인 출혈, 동통 등의 증상을 나타내는 종양의 치료법으로 인정받게 되었다<sup>11</sup>. 그 외에 필요에 따라 원하는 부위의 혈관을 선택하여 조영술을 시행하고 색전술 등의 치료를 병행할 수 있다<sup>14</sup>. 그리고 이러한 중재적 시술은 종양치료에만 국한되지 않고, 중증의 고혈압, 단백질 뇨를 보이는 말기 신장 환자의 치료<sup>12,13</sup>, 신장이식 후 거부반응을 보이는 신장의 제거, 기능을 상실한 수신증의 치료에도 이용되고 있다. 특히 재발성 감염과 염증은 후복강 조직의 유착을 야기하여 신장절제술을 더욱 어렵게 하며, 전신적 상태가 양호하지 못한 환자에게는 수술자체가 생명을 위협할 수 있으므로 비침습적인 색전술이 이용되고 있다.

이러한 신장동맥 색전술에 이용되는 색전물질은 실험동물에서 많이 실험되었는데, 특히 젤폼은 색전효과가 영구적으로 유지되지 못하는 단점을 가지고 있어서 널리 이용되고 있지 않다. 또한 젤폼은 투시하에서 영상화가 되지 않으므로 투여시 색전물질의 유출로 인한 부작용의 위험성이 상존하고 있다<sup>3</sup>. 본 실험에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 iohexol-ethanol 혼합액을 색전물질로 사용하여 5두의 개에서 신장동맥 색전술을 실시하고 또한 신우 경화술을 병행하여 그 효과를 개선할 수 있었다.

본 실험에서는 수신증으로 인해 증가되었던 신장의 장축, 단축길이 및 피질두께는 신장동맥 색전술과 신우 경화술 후 29일째부터 유의적으로 감소하였다. 따라서 iohexol-ethanol 용액을 이용한 신장동맥색전술과 신우 경화술은 수신증이 유발된 신장에 실시하는 기존의 신장동맥 색전술에 비하여 그 효과가 우수한 것으로 사료된다.

### 감사의 글

This work was supported by Korea Research Foundation Grant (KRF-2002-037-E00005).

## 참 고 문 헌

1. Almgard LE. Treatment of renal adenocarcinoma by embolic occlusion of the renal circulation. *Br J Urol* 1973; 45: 474-479.
2. Andaloro VA. Mechanism of hypertension produced by ureteral obstruction. *Urology* 1975; 5: 367-371.
3. Barth KH, Strandberg JD, White RI. Long term follow-up of transcatheter embolization with autologous clot, Oxycel and Gelfoam in domestic swine. *Invest Radiol* 1977; 12: 273-280.
4. Bono AV, Caresano A. The role of embolization in the treatment of kidney carcinoma. *Eur Urol* 1983; 9: 334-337.
5. Davis RS. Renovascular hypertension secondary to hydronephrosis in a solitary kidney. *J Urol* 1973; 110: 724-727.
6. Dekernion JB, Mukamel F. Selection of initial therapy for renal cell carcinoma. *Cancer* 1987; 60: 539-546.
7. Eilman BA. Ablation of renal tumors with absolute ethanol: A new technique. *Radiology* 1981; 141: 619-626.
8. Ellman BA, Green CE, Eigenbrodt E. Renal infarction with absolute ethanol. *Invest Radiol* 1984; 15: 318-327.
9. Ellmann BA, Parkhill BJ, Marcus PB. Renal ablation with absolute ethanol: mechanism of action. *Invest Radiol* 1984; 19: 416-423.
10. Hirao Y. Renal ablation with absolute ethanol for nonfunctioning hydronephrosis. *Eur Urol* 1993; 24: 203-207.
11. Hom D. Complete renal embolization as an alternative to nephrectomy. *J Urol* 1999; 161: 24-27.
12. Keller FS. Percutaneous renal ablation in patients with end-stage renal disease: alternative to surgical nephrectomy. *Radiology* 1986; 159: 447-451.
13. Millard FC. Renal embolization for ablation of function in renal failure and hypertension. *Postgrad Med J* 1989; 65: 729-734.
14. Miyazono N, Ueno K, Nakajo M, Nishida H, Inoue H, Tsuchimochi S, Hokotate H, Yoshida H. Transcatheter arterial renal and adrenal embolization with iohexol-ethanol solutions. *Invest Radiol* 1996; 31: 755-760.
15. Peregrin JH. Long-term control of hypertension and the predictive value of peripheral plasma renin activity after ablation of end stage kidneys with a new embolic agent. *Cardiovas Intervent Radiol* 1993; 16: 355-360.
16. Pezzulli FA. Post-traumatic unilateral hydronephrosis with hypertension treated by embolization. *Urology* 1989; 33: 70-73.
17. Vlahos BL, Karatzas K, Papaharalambous N. Percutaneous arterial embolization in the kidneys of dogs: A comparative study of eight different materials. *Br J Radiol* 1980; 53: 289-298.
18. White RI. Therapeutic embolization with long-term occluding agents and their effects on embolized tissues. *Diag Rad* 1977; 125: 677-687.
19. 서대철 등. 가토에서 microfibrillar collagen을 이용한 신동맥색전술에 관한 실험적 연구. *대한방사선의학회지* 1988; 24: 341-348.
20. 이범하 등. 50% 초산을 이용한 가토 신동맥 색전술의 효과 및 병리학. *대한방사선의학회지* 1998; 38: 1021-1026.
21. 한만청 등. 에탄올을 이용한 신동맥색전법에 관한 실험적 연구(1). *대한방사선의학회지* 1982; 18: 411-415.
22. 한준구 등. 무수에타놀을 이용한 신동맥 색전법에 관한 실험적 연구. 에타놀 주입속도에 관하여. *대한방사선의학회지* 1984; 20: 361-365.