

## 실험적으로 유발한 신부전 개에서 소아용 혈액투석기의 적용에 관한 연구

신현호 · 김완희 · 이충호 · 남치주 · 권오경<sup>1</sup>  
서울대학교 수의과대학

### Application of Pediatric Hemodialysis System to Experimental Renal Failure in Dogs

Hyun-Ho Shin, Wan-Hee Kim, Chung-Ho Lee, Tchi-Chou Nam and Oh-Kyeong Kweon<sup>1</sup>  
College of Veterinary Medicine, Seoul National University

**Abstract** : The purpose of the present study was to evaluate the possibility of application of pediatric hemodialysis system to dogs weighing less than 6 kg. Six healthy dogs (B.W. 3-6 kg) were used. Experimental end-stage renal failure was induced by bilateral nephrectomy or bilateral ligation of ureters. Hemodialysis was performed when blood urea nitrogen (BUN) value increased over 90 mg/dl and every other day thereafter. Daily investigated parameters included clinical signs such as vomiting, fecal appearance and activity and laboratory data such as PCV, WBC, RBC, BUN, creatinine, Ca, P, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> and K<sup>+</sup>. During hemodialysis treatment, BUN and creatinine values were measured hourly. Severe vomiting and inappetence were shown 2 days after induction of kidney disorder and melena and mucous feces were observed 3 days. The signs were not corrected by hemodialysis treatment. Average hemodialysis treatment time was 5.5 ± 0.7 hours until BUN value decreased to normal range. Abnormal hematological and electrolytes values were reduced within normal levels after hemodialysis treatments. The complications of hemodialysis included vomiting, nausea, obstruction of intravascular catheter, tremor, seizure, temporary visual loss and continued decrease in PCV. It is suggested that pediatric hemodialysis system can be applied to acute renal failure and acute toxicity. Further works on improvements in maintaining patency of catheter and in managing the complications of hemodialysis should be conducted.

**Key words** : dog, hemodialysis, renal failure

## 서 론

개에서 만성 신부전증의 치료는 보존적 처치와 식이 제한, 증상에 대한 처치를 통한 요독증의 조절로 이루어진다<sup>1</sup>. 그러나 이러한 보존적 처치는 신장의 진행성 기능소실을 억제하지 못하며 마침내는 보존적 처치에 반응하지 않는 말기 신부전증으로 진행하게 된다<sup>2</sup>.

사람의 경우 말기 신부전증의 치료는 혈액투석이나 복막투석을 이용한 요독증의 조절과 신장이식을 통한 장기적 조절요법이 널리 시행되고 있으며, 미국이나

일본의 경우 수의학분야에서도 말기 신부전증에 대한 치료방법으로서 혈액투석이 도입되고 있는 상태이며, 신장이식 역시 제한적으로 실시되고 있다. 또한 혈액투석은 말기 신부전증의 치료뿐만 아니라 ethylene glycol 과 같은 독성물질에 의한 중독의 치료로서, 그리고 신장이식을 위한 요독증의 조절을 위해 실시되고 있다.

수의분야에서의 혈액투석은 사람에 비해 상대적으로 작은 체격을 가진 동물에서의 기술적인 문제점과 장비상의 제한, 그리고 주 3회 이상 실시해야하는 경제적인 문제점으로 인해 임상에 적용되지 못하였으나, 최근 투석기 및 투석전달체계의 발달로 혈액투석이 임상에 적용되고 있다<sup>3</sup>.

그러나 현재 국내 수의학분야에서는 동물에서의 혈액투석이 아직 도입되지 않은 초기단계이며 현실적인 제한점 등으로 국내 애완견들의 대다수를 차지하는

본 연구는 서울대학교 수의과대학 부속 수의과학연구소 일부지원에 의해 수행되었음

<sup>1</sup>Corresponding author.

소형견종에 적당한 투석기 및 관련 장비의 도입이 어려운 실정이다.

이에 본 실험에서는 현재 국내 인의분야에서 널리 사용되고 있는 소아용 혈액투석기를 6kg 미만의 작은 동물에 적용하여 그 적용 가능성 여부를 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 실험동물

품종 및 성별, 연령에 관계없이 임상적으로 건강한 체중이 3-6kg인 잠중견 6두를 사용하였다.

### 술전처리

수술 전 12시간 동안 절식시키고, 술부를 삭도 후 2% povidone iodine과 70% alcohol로 철저히 소독하였으며, 술전처치로서 cephadrine 25 mg/kg과 enrofloxacin (바이트릴®, 바이엘코리아) 5 mg/kg을 각각 정맥주사하였다.

### 수술방법

**마취:** 전마취로서 acepromazine (세다젝트®, 삼우화학공업) 0.1 mg/kg을 정맥주사하고 atropine sulfate 0.05 mg/kg을 피하주사하였으며, isoflurane (에어레인®, 일성신약) 4%로 유도마취하여 기관튜브를 삽입한 후 isoflurane 2.5%로 유지마취하였다.

**신부전 유발:** 양와위로 보정한 후 검상돌기부터 제대까지 피부 및 피하직을 정중절개한 후 양측 신장을 후복막에서 견인하고 요관 및 신동정맥을 결찰한 후 신장을 적출하거나 요관만을 결찰하여 신부전을 유발하였다. 적출이나 결찰 후 복강 내 출혈여부를 철저히 조사한 후 멸균생리식염수로 충분히 세척하였으며, 복막은 흡수성 봉합사로 단순결절봉합을, 피하직은 흡수성 봉합사로 단순연속봉합하였으며 피부는 비흡수성 봉합사로 단순결절봉합하였다.

**혈관 카테터 장착:** 우측 경정맥을 따라 약 5cm 정도 피부와 피하직을 절개한 후, 흉골유돌근과 흉골후두근 사이를 둔성분리하여 기관을 확인하고, 기관을 따라 주행하는 경동맥을 노출시킨 후, needle을 제거한 scalp vein set을 약 4-5cm 정도 심장방향으로 삽입하였다. 카테터 장착부의 혈관을 3-4 군데 결찰하였고, 카테터의 반대쪽 끝은 IV plug를 이용해 폐색하였다. 경정맥도 같은 방법으로 카테터를 삽입한 후, 피하직과 피부를 각각 흡수성 봉합사와 비흡수성 봉합사로 연속 및 단순결절봉합하였다. 카테터 장착 후 내강에

1,000-2,500 U/ml의 헤파린 회석액을 내강의 용적에 따라 0.3-0.5 ml정도 충전하였다.

### 술후관리

술후 3일간 cephadrine 10 mg/kg과 enrofloxacin 5 mg/kg을 하루 2회 각각 근육 및 피하주사하였다. 카테터는 개통성 유지를 위해 하루 2회씩 충전된 헤파린 회석액을 교체하였고 aspirin 5 mg/kg을 하루 1회 경구 투여하였다. 술후 식이는 처방식 (K/d, Hill's)을 급여하였으며 2일 이상 식욕결핍을 보이는 경우 비강을 lidocaine으로 표면마취한 후 nasoesophageal tube를 삽입하여 식이를 공급하였으며, 구토를 심하게 보이는 경우 cimetidine 5 mg/kg을 하루 2회 정맥주사하였다.

### 혈액투석

투석액 전달시스템은 Centrysystem 3 Dialysis Delivery System (Cobe Lab, Inc.)을 사용하였으며, 투석기는 0.6 m<sup>2</sup>의 표면적과 35 ml의 용적을 갖는 cellulose hollow fiber dialyzer (AM-SD-300, ASAHI MEDICAL Co., Ltd)를 사용하였다. 체외순환로는 40 ml의 용적을 갖는 신생아용 체외순환로 (003422, Cobe Lab, Inc.)를 사용하였다.

혈액투석은 blood urea nitrogen (BUN)치가 90 mg/dl 이상인 경우 실시하였으며, 투석시간은 BUN치가 정상치 (10-26 mg/dl)로 교정될 때까지 연장하였고 첫 회의 투석실시 이후에는 2일 간격으로 하였다. 투석 중의 BUN은 혈청화학분석기 (IDDEX, USA)를 이용하여 정상교정 여부를 검사하였다. 투석기 및 체외순환회로는 투석 전 3% dextran 용액으로 충전시켰으며, 투석시작 전 50 ml/min의 혈류속도에 적응시키고 20 ml/kg/min까지 서서히 증가시킨 후 투석을 실시하였다. 투석 전 헤파린 100 U/kg을 정맥주사하였으며 투석 중에는 500 U/hr로 점적하였고, 투석종료 후 점적된 헤파린의 중화를 위해 헤파린 100 U당 protamine sulfate 1 mg을 5% 포도당 용액에 회석하여 투여하였다. 투석실시 중 신경증상과 같은 투석부작용 증상으로 의심되는 이상이 발생하는 경우 투석을 중단한 후 dexamethasone 2 mg/kg을 정맥주사하였다. 혈액채취는 체외순환회로에 장착되어있는 약제투여부를 통해 투석전과 투석 시작 후 1시간 단위로 하였다.

### 조사항목

**임상증상:** 술 후 매일 1회 식욕, 보행상태, 구토, 설사, 점액변, 혈변, 흑변 여부등을 관찰하였다.

**실험실적 검사:** 술 후 매일 1회 경정맥에서 채혈하여 PCV, WBC, RBC, BUN, creatinine, albumin, total protein(TP), calcium, phosphorus, sodium, potassium, chloride를 검사하였으며, 혈액투석을 실시하는 경우에는 투석 전 체외순환회로의 약제투여부에서 혈액을 채취하여 상기항목을 검사하였고 투석 시작 후에는 1시간 단위로 혈액을 채취하여 BUN과 creatinine치를 측정하였다.

#### 통계처리

혈액투석 전후의 변화에 대한 유의성을 Student t-test로 검정하였다.

## 결 과

#### 임상증상

신부전 유발 수술 후 2일째부터 모든 실험견들이 심한 구토와 식욕결핍 증상을 보였으며 술 후 3일째부터 점액변과 흑변을 나타냈다. 투석 실시 후 일시적인 식욕회복이 1두에서 관찰되었으며, 구토나 변 상태의 교정은 관찰되지 않았다. 신부전 유발 2일 후 모든 실험견에서 식욕결핍을 보였으며, nasoesophageal tube를 장착한 후 강제급이를 하였다.

#### 혈액투석 횟수 및 생존기간

BUN의 정상교정에 소요된 투석시간은 4.5-6시간(5.5 ± 0.7시간)이었으며 시간당 BUN 제거율은 12.9-23.8%(17.6 ± 3.7%)로 투석 전후에 유의적인 변화를 보였다(Table 1). 개체당 투석횟수는 1-8회(3.3 ± 2.6회)였다. 생존기간은 4-16일(8.3 ± 4.5일)로서 실험견의 체중에 따른 생존기간의 차이는 나타나지 않았다(Table 2). 폐사 원인으로서는 지속적인 PCV, albumin,

TP의 감소 등 전신상태의 악화로 인한 폐사가 1두였고, 복강 내 술부에서의 과다출혈로 인한 폐사가 1두였으며, 진전, 발작, 시력소실 등의 신경증상을 보인 후 투석 중 악화로 폐사한 경우가 1두였다. 나머지 3두에서는 부검소견 및 임상증상에서 특별한 원인을 알 수 없었다.

#### 실험실적 검사

**BUN:** 모든 실험견에서 신부전 유발 전 BUN치는 17.2 ± 3.7 mg/dl이었으며 유발 후 하루 평균 46.0 ± 25.5 mg/dl의 증가를 보여 술 후 2일째에 모든 실험견에서 90 mg/dl이상의 BUN치를 나타냈다(Fig. 1). 투석 후 유발전의 수치로 회복하였으나 투석 후 2일째 BUN치는 모두 100 mg/dl 이상으로 증가하였다.

**Creatinine:** 모든 실험견에서 신부전 유발 전 creatinine치(평균 0.8 mg/dl, 0.6-0.9 mg/dl)는 정상이었으며, 술후 2일째에 평균 4.4 mg/dl (3.8-5.0 mg/dl)을 나타냈고, 혈액투석 실시 후 모두 정상범위 내로 교정되었다.

**Calcium과 phosphorus:** calcium과 phosphorus 모두 신부전 유발 전 정상범위였으며, 유발 후 calcium치는

**Table 2.** Body weight and survival time.

Dog No.	Weight(kg)	Survival time(day)
1	3.5	16
2	3.5	4
3	5.5	4
4	3.9	9
5	3.6	10
6	5.2	7
mean ± SD	4.2 ± 0.9	8.3 ± 4.5

\*HD: hemodialysis

**Table 1.** Comparison of BUN values between pre- and post-HD in each dogs.

Dog No.	the No. of HD treatment	BUN(mg/dl)		HD* time(hr)	BUN reduction rates(%/hr)
		Pre-HD(Pr)	Post-HD(Po)		
1	8	141.3 ± 8.8a	24.5 ± 4.2b	4.9	23.8
2	1	123.2	24.6	6.0	16.4
3	1	101.3	24	6.0	12.9
4	3	117.9 ± 64.1a	27.2 ± 10.3a	5.7	15.9
5	4	133.0 ± 8.8a	20.5 ± 3.3b	5.8	19.4
6	3	98.1 ± 7.3a	17.1 ± 2.8b	4.5	18.0
mean ± SD	3.3 ± 2.6			5.5 ± 0.7	17.6 ± 3.7

Values with unlike superscripts in the same column are significantly different (p<0.05)

\*HD: hemodialysis

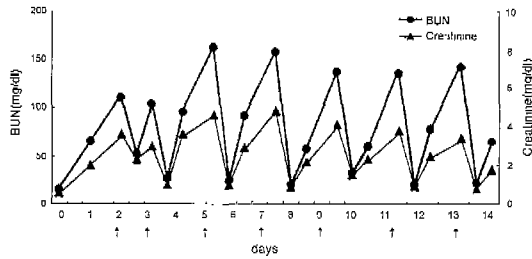


Fig 1. Changes in BUN and serum creatinine values during hemodialysis treatments in a nephrectomized dog.

Table 3. Changes in laboratory data through hemodialysis treatments.

	Pre-hemodialysis	Post-hemodialysis
Ca (mg/dl)	11.0 ± 3.0 <sup>ab</sup>	10.7 ± 1.3 <sup>a</sup>
P (mg/dl)	13.8 ± 3.8 <sup>a</sup>	5.6 ± 2.8 <sup>b</sup>
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	136.3 ± 7.6 <sup>a</sup>	141.3 ± 2.6 <sup>b</sup>
K <sup>+</sup> (mmol/L)	5.9 ± 1.1 <sup>a</sup>	4.4 ± 0.5 <sup>b</sup>
Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	102.7 ± 6.4 <sup>a</sup>	110.4 ± 1.5 <sup>b</sup>

\*: mean ± SD

Values with unlike superscripts in the same column are significantly different (p<0.05)

정상치를 유지하였으나 phosphorus는 상승하였다 (p<0.05, Table 3). 두 항목 모두 혈액투석 후 정상범위로 교정되었다.

Electrolytes: 모든 실험견에서 유발 전 sodium, potassium, 그리고 chloride치는 정상범위였으며 유발 후 sodium과 chloride는 감소를 보였으며 potassium은 증가를 나타내었다(Table 3). 전해질 항목 모두 투석 전 후에 유의적인 차이를 나타냈으며, 혈액투석 후 정상범위 내로 교정되었다.

**혈액투석 중 발생한 부작용**

혈액투석 과정 중 발생한 부작용으로는 구토, 오심, 카테터 폐색으로 인한 혈류의 감소, 진전, 발작, 일시적인 시력상실 등이 나타났다.

구토나 오심은 6회의 투석에서 혈액투석 실시과정 초기에 주로 발생하였다. 카테터 폐색으로 인한 혈류의 감소가 20회의 투석 중 7회에서 발생하였으며 6회에서는 헤파린 회석액을 이용하여 개통성을 회복하였고 1회에서는 대퇴동맥에 카테터를 재장착 후 투석을 실시하였다. 진전과 발작은 20회의 투석 중 4회에서 발생하였으며 3회에서는 투석 중단 및 dexamethason 2 mg/kg 정맥주사 후 회복되었으나 나머지 1회에서는

coma로 진행 후 폐사하였다. 일시적인 시력상실은 진전이나 발작을 보인 4회 중 3회에서 일시적으로 발생하였으며, 각막 및 안검반사는 정상이나 협박반응은 없었고, 발생 후 자연적으로 시력을 회복하였다.

**고 찰**

혈액투석을 위해서 기본적으로 환축의 혈액을 체외로 배출시킨 후 다시 환축의 체내로 되돌리기 위한 혈관의 확보가 필수적이다. 현재 사람에서는 동정맥단락(arteriovenous shunt)을 통한 혈관확보방법에서 동정맥루형성을 통한 방법으로 대부분 대체되고 있으나 수의에서는 아직 동정맥단락이 주요 방법으로 사용되고 있다<sup>3,6</sup>. 동정맥단락은 일반적으로 대퇴동정맥이나 경동정맥에 장착이 되며 장착 후 즉시 이용이 가능하기 때문에 급성 투석치치에 적합하다<sup>9</sup>. 1996년 Cogwill과 Langstone은 카테터를 장착한 후에는 내강에 혈전생성의 방지를 위해 고양이에서는 500-1,000 U/ml의 헤파린 회석액을, 개에서는 1,000-2,500 U/ml의 헤파린 회석액을 채우며, 투석여부에 관계없이 3-4일 간격으로 헤파린 회석액을 교체해야 한다고 하였다<sup>3</sup>. 본 실험에서는 혈관확보를 위하여 경동정맥을 사용하였으며 needle을 제거한 scalp vein set을 적당한 길이로 잘라 혈관에 삽입하였다. 노출된 튜브의 끝은 IV adaptor를 장착하였으며 튜브의 내강은 heparin을 1,000 2,500 U/ml으로 회석하여 용적에 따라 0.3-0.5 ml 정도를 주입하였고 하루 2회씩 헤파린 회석액을 교체하였다. 실험결과 모든 실험견에서 첫회 투석시에는 혈류량 유지에 큰 무리가 없었으나 장착 후 2-3일경부터 주로 동맥 카테터에서 부분적인 폐색이 발생하였으며 헤파린 회석액을 flushing하여 대부분의 경우 개통성을 회복할 수 있었으나, 1두에서 술 후 5일째 동맥 카테터의 완전폐색이 발생하여 경막외마취 후 대퇴동맥에 카테터를 재장착하여 투석을 실시하였다. 모든 실험견에서 시간이 경과함에 따라 동정맥 카테터의 폐색이 심해지는 경향을 볼 수 있었고, 헤파린 회석액으로 flushing한 후 3두에서 일시적인 신경증상을 보였으며 이는 카테터 내 혈괴의 혈전으로서의 영향이 의심된다. 혈액투석시 동정맥 카테터의 폐색을 해결하기 위해 앞으로 urokinase를 사용한 혈전용해 방법이나 카테터 내 혈전을 외부로 제거하는 방법을 검토할 필요가 있다고 생각된다.

체중이 10 kg인 개에 있어서 약 50 ml의 용적에, 표면적이 0.6-1.0 m<sup>2</sup> 인 소아용 투석기가 적절하며, 투석

전 BUN이 200 mg/dl 이상이면 표면적이 0.2-0.5 m<sup>2</sup> 인 투석기를 사용하는 것이 투석불균형 증후군의 방지를 위해 권장된다. 또한, 5 kg 미만의 개나 고양이의 경우 표면적이 0.2-0.3 m<sup>2</sup>이며 20 ml 미만의 용적을 갖는 투석기가 적당하다고 하였다<sup>3</sup>. Fine과 Tejani는 체외순환회로를 혈액대용액이나 혈류증량제로 채운 경우가 아니라면 체외순환회로의 용적이 환축의 혈액량의 10%를 초과하지 않아야 한다고 하였다<sup>7</sup>. Cogwill과 Langstone은 용적이 100-130 ml의 전형적인 소아용 체외순환회로가 14 kg 이상의 개에 안전하게 적용될 수 있다고 하였으며, 7 kg 이상의 개에서는 용적이 50-60 ml 정도인 신생아용 체외순환회로가 적당하다고 하였다<sup>3</sup>. 본 실험에서는 현재 국내에서 상용화되고 있는 가장 작은 투석기와 체외순환회로의 표면적 0.6 m<sup>2</sup>, 용적이 35 ml인 소아용 투석기와 40 ml 용적의 체외순환회로를 사용하였으며, 투석 전 3% dextran 40 용액으로 미리 체외순환회로를 채운 후 투석을 실시하였다. 실험에 사용된 투석기와 체외순환회로의 전체 용적은 총 75 ml로서 위 보고자들의 보고에 따른다면 본 실험의 6 kg 미만의 실험견들에게는 적합하지 않은 것으로 된다. Cogwill과 Langstone은 7 kg 미만의 동물에서는 저혈량증의 방지를 위해 체외순환회로를 3% 또는 6% dextran 용액으로 투석전에 미리 채우는 것이 권장되며, 6% dextran 용액보다 3% dextran 용액이 PCV의 갑작스런 감소와 전신적인 고혈압 악화의 우려가 적다고 하였다<sup>3</sup>. 그러나 본 실험에서는 투석전에 3% dextran을 순환회로에 채운 상태에서 투석을 한 결과 첫 회 투석시 1두에서 진전 및 동통을 나타냈지만 투석을 중단한 후 곧 안정상태로 회복되었고 이후 투석시 안정적으로 투석이 가능하였다.

첫번째 투석에서 과도한 요소의 제거와 투석불균형 증후군의 방지를 위해 혈액투석의 혈류속도를 3-5 ml/kg/min으로 제한하여야 하며, 이후 점차적으로 혈류속도를 15 ml/kg/min으로 증가시킨다고 하였다<sup>3</sup>. 또한 요독증이 250 mg/dl 이상으로 심한 고양이나 작은 개에서는 혈류속도를 2 ml/kg/min으로 제한하고 투석 시간을 5-8시간으로 연장하여 요독증을 서서히 그리고 안전하게 감소시킬 수 있다고 하였다. 본 실험에 사용된 투석액전달체계는 최저 혈류속도가 50 ml/min으로서 개나 고양이에서의 초기 혈액투석 권장 혈류속도인 3-5 ml/kg/min은 10 kg 미만의 경우, 이미 그 한계를 벗어나게 되기 때문에 본 실험에서는 투석을 실시할 때 투석액전달체계의 최저 혈류속도인 50 ml/

min으로 투석을 실시한 후 실험견의 상태를 확인하여 안정적이라 판단되면 혈류속도를 점차적으로 증가시켜 20 ml/kg/min으로 조정된 후 투석을 실시하였다. 실험결과 50 ml/min의 혈류속도에서는 모든 실험견에서 큰 이상이 나타나지 않았다. 이후 혈류속도를 증가시켰을 때 1두에서 사지강직과 심한 불안감을 호소하였으며 혈류속도를 감소시키고 dexamethasone 2 mg/kg을 정맥주사한 후 안정을 되찾았으며 다시 혈류속도를 증가시켰을 때 큰 이상없이 투석이 가능하였다. 그 외의 5두의 경우 첫 회 투석시 20 ml/kg/min의 혈류속도로 혈액투석을 실시하였을 때 별다른 이상없이 투석이 가능하였다.

혈액투석시 부작용은 신경계, 호흡기계, 위장관계 및 혈액학적인 측면 등 전신적으로 나타날 수 있다. 신경계 이상으로는 불안, 진전, 경련 그리고 발작 등의 증상을 보이는 투석불균형 증후군(dialysis disequilibrium)이 나타날 수 있으며 이는 심한 요독증 환축에서 빠른 투석을 실시할 경우 세포외액의 화학적 구성성분의 급작스러운 변화로 인한 대뇌부종에 의하여 발생한다. 혈액투석 과정 초기에 호흡곤란과 구토, 오심 등이 흔히 나타날 수 있으며 보통 투석 시작 시 발생하는 경향을 보인다고 하였다. 또한 혈관 내 장착한 카테터의 폐색이 가장 흔한 부작용으로 보고되고 있으며 폐색을 유발하는 혈괴의 혈전화에 의해 호흡곤란을 야기할 수 있다고 하였다<sup>8</sup>. 본 실험에서 혈액투석 과정 중 구토, 오심, 진전, 발작 그리고 일시적인 시력소실 등의 부작용이 관찰되었으며, 구토나 오심의 경우 투석 시작 시에 주로 나타나는 경향을 보였고 진전, 발작 그리고 일시적인 시력소실 등은 첫 회 투석과 폐사 전 투석 시에 발생하였다. 구토나 오심의 경우 혈류속도를 늦추거나 중단 후 곧 해소되었으며 증상이 심한 경우에는 chlorpromazine 0.3 mg/kg을 근육주사하였다. 진전이나 발작의 경우 투석을 중단하고 dexamethasone 2 mg/kg을 정맥주사하였으며, 4회 중 3회에서는 안정을 회복하였고 1회에서는 발작을 보인 후 혼수상태로 진행된 후 폐사하였다. 카테터의 폐색은 20회 투석 중 7회에서 발생하였으며, 부검결과 카테터 내강의 혈괴형성이 확인되었다. 카테터 폐색이 일단 발생하게 되면 이후 투석시에도 계속적인 혈류감소를 야기하였으며 흡인을 통해서도 개통성이 회복되지 않았다.

투석불균형 증후군으로 의심되는 3두의 경우 안정적으로 혈액투석을 실시한 후 다음 투석을 실시하기 전 갑작스럽게 폐사한 경우로 혈액검사나 임상증상

및 부검시 특이한 소견이 발견되지 않았다. 복강 내 과다출혈에 의하여 폐사한 1두는 컷회 투석을 실시한 다음 날 폐사한 경우로서 술후 컷회의 투석 전까지 특별한 출혈소견을 나타내지 않았으나 컷회 투석을 실시한 다음 날 오전 복부에 직경 3×2×2 cm 정도의 피하출혈을 보인 후 폐사하였다. 부검결과 카테터 장착부의 출혈소견은 없었고 복강 내 출혈이 발견되었으며 이는 술후 지혈이 이루어졌으나 투석시 투여된 헤파린에 의해 재출혈이 유발된 것으로 생각된다. 동맥 카테터가 폐색된 1두는 헤파린 flushing을 실시하는 도중에 기립곤란 및 사지감각감소 혹은 동공반사소실 등의 일시적인 신경증상을 나타냈다. 그러한 일시적인 신경증상의 해소 후 안정을 되찾은 것으로 판단하고 혈액투석을 실시하는 도중에 폐사하였고 부검결과 특이한 소견을 보이지 않았으며 경부의 카테터 내에 혈전이 생성된 것이 확인되었다. 이 예는 혈관의 혈전화로 인한 뇌 손상이 의심되었다. PCV저하 및 전신상태 악화로 인하여 폐사한 1두의 경우 양측 신장적출 후 16일 동안 8회의 투석을 실시한 경우로서 지속적인 식욕결핍과 구토, 설사로 인한 전반적인 전신상태의 저하로 폐사하였다.

본 실험의 결과 소아용 혈액투석 장비를 이용한 6 kg 미만의 소형견에서의 혈액투석은 급성 신부전의 경우 혹은 신속한 처치를 필요로 하는 중독의 경우 충분히 적용을 고려해 볼 수 있으며, 만성 신부전에 대한 처치로서의 적용은 장기간의 개통성을 유지할 수 있는 동정맥 카테터의 개선이나 혈전의 안전한 제거방법의 개발과 혈액투석 실시 중 발생할 수 있는 부작용에 대한 처치 등의 발전 및 개선이 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

소아용 혈액투석기를 6 kg 미만의 작은 소형견에 적용하여 그 적용 가능성 및 부작용을 알아 본 결과는 다음과 같다.

신부전 유발 후 2일째부터 모든 실험견에서 심한 구토와 식욕결핍을 나타 내었으며 유발 3일째부터 모든 실험견에서 점액변과 흑변을 보였고 투석 후 구토, 식

욕결핍 및 변 상태의 교정은 관찰되지 않았다. BUN이 정상으로 교정될 때까지 걸린 시간은 5.5±0.7 시간이었으며, 체중에 따른 투석율의 차이는 없었다. 투석 후 BUN을 비롯한 모든 실험실적 항목들은 정상으로 교정되었다. 투석 중 나타난 부작용으로서 구토, 오심, 혈관폐색, 진전, 발작, 일시적인 시력상실 등이 관찰되었으며, 지속적인 PCV의 감소 및 체력저하가 나타났다.

이상의 결과로 보아 소아용 혈액투석기의 6 kg 미만 소형견에의 적용은 급성 신부전이나 신속한 처치를 필요로 하는 중독의 경우 충분히 고려될 수 있으며 장기간의 유지를 필요로 하는 만성 신부전의 경우에는 카테터의 장기간 개통성 유지 및 기타 부작용에 대한 개선이 필요할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Cogwill LD. Application of peritoneal dialysis and hemodialysis in the management of renal failure. In: Canine and feline nephrology and urology, 1st ed. Waverly company. 1995; 573-596.
2. Cogwill LD. Current status of veterinary hemodialysis therapy. In: Kirk's Curr Vet Ther VII, Sm Ani Prac. Philadelphia: WB Saunders Co. 1980.
3. Cogwill LD, Langston CE. Role of hemodialysis in the management of dogs and cats with renal failure. Vet Clin Nor Am Sm Ani Prac 1996; 26: 1347-1378.
4. Cogwill LD, Marezki CH. Veterinary application of hemodialysis. In: Kirk's Curr Vet Ther XII, Sm Ani Prac. Philadelphia: WB Saunders Co. 1995.
5. Debroe ME. Hemodialysis-induced hypoxaemia. Nephrol Dial Transplant 1994; 9: 173-175.
6. Dhein CRM. Hemodialysis in the dog. Comp Cont Educ Pract Vet 1981; 3: 1031-1045.
7. Fine RN, Tejami A. Dialysis in infants and children. In: Daugirdas JT, Ing TS (eds): Handbook of Dialysis, 2nd ed. New York, Little, Brown, 1994.
8. Polzin DJ, Osborne CA and Bartages JW: Chronic renal failure. In Ettinger SJ, Feldman (eds): Textbook of Veterinary Internal Medicine: Diseases of the Dog and Cat, ed 4, vol2. WB Saunders, Philadelphia, 1995.
9. Thornhill JA: Hemodialysis. In Bovee KC (ed): Canine Nephrology, Media, PA, Harwal, 1984.