

## 2세 미만 만성 신부전 환아에서의 만성 투석

성균관대학교 의과대학 소아과학교실

손영배 · 남숙현 · 광민정 · 김수진 · 백경훈 · 진동규

= Abstract =

### Chronic Dialysis in Infants and Children Under 2 Years of Age

Young Bae Sohn, M.D., Sook Hyun Nam, M.D., Min Jung Kwak, M.D.  
Su Jin Kim, M.D., Kyung Hoon Paik, M.D. and Dong-Kyu Jin, M.D.

*Department of Pediatrics, Samsung Medical Center, School of Medicine  
Sungkyunkwan University, Seoul, Korea*

**Purpose :** Dialysis in children with chronic renal failure presents with many difficulties. The purpose of this study is to find an improved method in chronic dialysis in infants and children less than 2 years of age by analyzing the experience with 10 cases.

**Methods :** A retrospective review of the medical records of 10 patients(6 boys and 4 girls) was conducted. The patients had chronic renal failure and underwent chronic dialysis at Samsung medical center from March 1999 to February 2007.

**Results :** At initiation of dialysis, the median age was 3 months old(22 days-20 months), the median body weight was 3.75 kg(2.2-10.3 kg), and the median serum creatinine level was 4.3 mg/dL(2.0-11.4 mg/dL). The median duration of dialysis was 29.5 months(3-62 months). Dysplastic kidney disease was the most common underlying renal disease. Two patients were treated with hemodialysis, 4 patients with peritoneal dialysis, and 4 patients eventually switched dialysis modality. Nine of the 10 patients took erythropoietin and anti-hypertensive drugs. At the end of the follow up period, 1 patient received kidney transplantation, 2 patients died due to sepsis, and 5 patients were treated with peritoneal dialysis. Two patients were lost to follow up. The most common complication of dialysis was infection. Achieving vascular access and maintaining proper catheter function were the most important factors in treating patients with hemodialysis. The growth status of patients was aggravated after 6 month of dialysis but improved after 1 year of dialysis. Patients showed better growth on peritoneal dialysis than hemodialysis.

**Conclusion :** Chronic dialysis can be performed successfully in infants and children under 2 years of age. Vascular access was the main limitation of hemodialysis, and infection was the common problem in both hemodialysis and peritoneal dialysis. To improve the patients survival rate and quality of life, major efforts should be directed toward the prevention of infection and preservation of catheter function. (*J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2007;11:41-50)

**Key Words :** Chronic dialysis, Peritoneal dialysis, Hemodialysis, Infant

접수 : 2007년 3월 20일, 승인 : 2007년 4월 8일  
책임저자 : 백경훈, 서울시 강남구 일원동 50번지  
성균관대의대 삼성서울병원 소아과학교실  
Tel : 02)3410-1284 Fax : 02)3410-0043  
E-mail : drwhite@smc.samsung.co.kr

서 론

국내 소아 만성신부전 환아의 빈도는 소아 100

만 명당 연간 3.68명, 소아 말기신부전의 빈도는 2.61명으로 보고 된 바 있다[1]. 신대체 요법인 투석 및 이식을 통한 치료 기술의 향상으로 많은 만성 신부전환자의 생존율이 향상 되었으나 2세 미만의 영유아에서는 여전히 사망률과 이환율이 높다. 1995년 Timothy 등은 5세 이상의 만성 신부전 환아의 연간 사망률이 3%인 것과 비교해 1세 미만 환아에서는 연간 16%로 높았다고 보고하였다[2].

일반적으로 2세 미만의 만성신부전 영유아에서 투석을 시행할 경우 복막 투석이 추천되나, 복막 투석을 시행할 수 없는 상황에서는 혈액 투석을 시행하게 된다. 하지만, 영유아에서 효과적인 만성 유지 요법으로서의 혈액 투석에 관한 연구들은 거의 보고되고 있지 않다.

본 연구에서는 2세 미만에 만성 투석을 시작한 영유아 10례에 대한 경험을 고찰하여 보다 나은 투석치료의 방향을 제시하고자 하였다.

## 대상 및 방법

1999년 3월부터 2007년 2월까지 삼성서울병원에서 3개월 이상 투석을 시행한 2세 미만의 만성 신부전 환아 10례의 의무기록을 후향적으로 조사하여 만성신부전의 원인질환, 만성신부전 진단시의 연령 및 체중, 투석치료의 현황, 투석과 관련된 합병증 여부와 빈도, 성장상태에 대해 조사하였다. 성장 상태에 대한 평가는 투석 시작 시와 투석 후 6개월, 1년 후의 키와 체중에 대한 표준편차지수(standard deviation score, SDS)를 구해 투석 시작 시와 투석 1년 후의 차이를 비교하였다(Mann-Whitney 검정법).

2세 미만 만성 신부전 환아에서 내과적으로 해결되지 않는 용적 과부하, 고혈압, 산증, 고칼륨혈증 등이 있거나 고질소혈증에 의한 신경학적 합병증이 있을 경우 투석을 시작하였다. 일반적인 투석 시작의 적응증 이외에도 영양상태가 불량하거나 성장부진이 있으면 투석을 시작하였다. 처음

투석 방법은 복막투석을 원칙으로 하였고 복막투석이 불가능한 경우에 혈액투석을 하였다.

복막투석의 경우 개복술 또는 복강경 수술로 복막투석 도관을 삽입하고 일주일에 한번씩 투석액을 주입후 바로 배액하는 세척(flushing)만 시행하다가 2-4주(break-in-period) 뒤에 투석을 시작했고 투석액 주입은 800 mL/m<sup>2</sup>으로 시작해 1,100 mL/m<sup>2</sup>까지 증량하였다. 복막 투석 시작 시에는 고식적 복막 투석 방법인 지속성 외래 복막 투석(continuous ambulatory peritoneal dialysis)을 하다가 투석이 효과적으로 안되거나 복막 상승으로 인한 탈장 등의 합병증이 있는 경우, 또는 부모가 원할 시 자동 복막투석(automated peritoneal dialysis)으로 전환하였다. Kt/V<sub>urea</sub>는 2.0 이상 유지하는 것을 원칙으로 하였다.

혈액투석은 경피 투석도관 삽입후 혈류 속도를 5 mL/kg/min로 시작했으며, 사용된 투석기는 100 HG(Gambro, 표면적 0.22 m<sup>2</sup>)였다. 체중 8 kg 이하의 경우 혈액으로 시동(priming)하였고 8 kg 이상의 경우 알부민이나 생리 식염수로 시동하였다.

투석치료를 하는 모든 환아에서 투석기간 동안 혈색소는 11 g/dL 내외로 유지하는 것을 목표로 적혈구 생성인자(erythropoietin)를 200 unit/kg/week로 투여하기 시작해 혈색소 수치에 따라 용량을 조절하였다. 만 2세 이상이 되면 성장호르몬을 1 unit/kg/week로 피하주사하였다.

신성 골이영양증과 관련해 부갑상선호르몬을 200-300 pg/mL로 유지하도록 하였다. 혈청 칼슘이 10 mg/dL 이하인 경우 탄산칼슘을 보충하였고 혈청 인이 6.5 mg/dL 이상인 경우 식이조절을 하고 인결합제를 사용하였다. 혈청 칼슘이 10 mg/dL 이하이고 혈청 인이 6.5 mg/dL 이하면서 부갑상선호르몬이 150 pg/mL 이상이면 비타민 D를 복용하기 시작하였고 부갑상선호르몬이 300 pg/mL 이상이면 비타민 D를 증량하였다.

Mann-Whitney test, Wilcoxon signed rank test를 이용하여 투석 방법에 따른 차이들을 비교

하였고 *P* value 0.05 미만을 유의수준으로 하였다.

**결 과**

10명의 환자 중 남아는 6명, 여아는 4명이었다. 투석 시작 시 연령의 중간값은 3개월(22일-20개월)이었고 투석 시작시의 체중은 3.75 kg (2.2-10.3 kg)이었다. 투석 시작시의 혈청 크레아티닌은 4.3 mg/dL(2.0-11.4 mg/dL)이었다. 투석 기간은 29.5개월(3-62개월)이었다. 10명의 환자

중 2명은 혈액투석만 시행하였고, 4명은 복막투석만 시행하였다. 3명은 혈액투석을 하다가 환아가 안정된 후 복막투석으로 전환 하였다. 1명은 복막투석을 3개월간 하다가 진균에 의한 복막염과 복강 내 유착으로 복막투석이 불가능해져 혈액투석으로 전환하였다(Table 1, 2). 10명 중 9명은 적혈구 생성인자를 투여 받았으며 혈색소를 11 g/dL 내외로 유지하였다. 고혈압 조절을 위해 항고혈압제를 복용한 경우도 10명 중 9명이었다. 대상이 된 환아들을 추적 관찰한 결과 1명은 신장 이식 수술을 받았고, 2명은 패혈증으로 사망 하였으며, 5명은 외래 추적 관찰하며 복막투석 중이고, 2명은 추적관찰 되지 않았다(Table 3).

**Table 1.** Patient Characteristics at Initiation of Dialysis

	Sex	Age	Weight (kg)	Dialysis duration	Dialysis method
1	M	22 days	2.2	42 month	HD
2	F	20 month	10.3	30 month	HD
3	M	1 month	3.6	9 month	HD
4	M	8 month	7.5	43 month	HD
5	F	6 month	6.8	62 month	HD
6	M	4 month	6.1	51 month	CAPD
7	M	1 month	3.7	29 month	CAPD
8	M	26 days	2.7	14 month	CAPD
9	F	2 month	3.5	12 month	CAPD
10	F	8 month	3.8	3 month	CAPD

Abbreviations : HD, hemodialysis; CAPD, continuous ambulatory peritoneal dialysis

만성 신부전의 원인질환으로 이형성신이 5례로 가장 많았고, 국소성분절성 사구체 경화증 1례, 만성 신염 1례, 역류성 신병증 1례, Lesch-Nyhan 증후군 1례, 윌름중양 1례가 있었다(Table 4).

복막투석을 시행한 환자 8례를 살펴보면, 복막투석만 시행한 경우가 4례였고 투석 시작 시 응급투석이 필요해 혈액투석을 시행하다가 환아가 안정된 후 복막투석으로 전환한 경우가 3례, 복막투석을 3개월간 하다가 도관 감염과 복강 내 유착으로 복막투석이 불가능해져 혈액투석으로 전환한 1례가 있었다. 복막투석 시작 시 연령은 5개월(1-23개월), 체중은 4.9 kg(1.6-8.5 kg)이었고 투

**Table 2.** Laboratory Findings at Initiation of Dialysis

	BUN (mg/dL)	Creatinine (mg/dL)	C <sub>cr</sub> * (mL/min/1.73m <sup>2</sup> )	Hb (g/dL)	Albumin (g/dL)	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)
1	71	9.6	2.13	9.3	3.8	9.0	6.3
2	104	4.8	7.87	14.3	3.4	6.8	7.8
3	107	2.9	8.53	11.7	4.6	10.5	8.0
4	149	3.8	3.66	6.8	3.6	7.2	13.0
5	145	8.6	3.56	10.2	1.7	3.8	22.0
6	45.5	5.2	5.19	11	2.3	8.5	3.6
7	11	2.6	9.1	11.5	2.6	8.6	6.7
8	37	11.4	1.97	9.9	2.6	7.8	6.9
9	60	2.0	2.0	10.5	4.1	11.0	5.2
10	57	3.1	6.46	11.3	4.1	10.2	8.0

\*Calculated by Schwartz formula

석 기간은 29개월(5-57개월)이었다. 복막투석 도관은 6개월 미만의 경우에 straight 2 cuffed Tenckhoff catheter, 6개월 이상의 경우에는 swan neck curled 2 cuffed Tenckhoff catheter가 사용되었다. 복막 투석을 시행했던 8례의 환아 중 복강경을 이용해 도관 삽입 수술을 한 경우가 3례 있었고 나머지 5례는 개복술로 도관 삽입 수술을 시행 받았다. 투석 시작 초기에 투석 적절도 검사를 시행하였고 Kt/V<sub>urea</sub>는 3.07(2.2-3.65)이었다. 복막 상태를 평가하기 위해 시행한 복막평형검사서 환아의 75%가 low average, 25%는 high average였다. 추적 관찰에서 복막투석 중인 5례 중 4례는 지속적 외래 복막 투석을 13개월(5-19개월)동안 하다가 자동 복막투석으로 전환하였고 자동 복막투석 방식은 지속성 순환 복막투석(Continuous cyclic peritoneal dialysis) 3례, 야간 간헐적 복막투석(nocturnal intermittent peritoneal dialysis)가 1례였다. 합병증인 복막염은 총 15회로 1회/patient year(11.4 month/episode)였다. 복막액 배양검사서 균이 동정된 경우는 5례로 균주는 *Methicillin sensitive staphylococcus aureus*(MSSA) 2례, *Methicillin resistant staphylococcus aureus*(MRSA) 1례, *Enterobacter Cloaceae* 1례, *Candida albicans* 1례가 있었

다. 나머지 10례에서는 복막염의 증거는 있었으나 배양검사에서는 균이 동정되지 않았다. 관찰 기간 중 복막투석도관을 제거한 경우가 9례 있었고 감염으로 인해 도관을 제거한 경우는 5회(0.34회/patient year), 기능부전으로 도관을 제거한 경우가 4회(0.27회/patient year)가 있었다. 복막염과 동반된 패혈증으로 사망한 경우가 1례가 있었으며 혈액배양검사 및 복막액 배양검사서 MSSA가 동정 되었다.

혈액투석을 시행한 6례를 살펴보면, 혈액 투석만 시행한 경우가 2례로 이 중 1례는 이전 복부 수술의 과거력이 있어 투석 시작 시부터 복강 내 유착이 심해 복막 투석도관 삽입이 불가능했던 경우였고 1례는 보호자가 원해 혈액투석을 시행하였다. 나머지 4례 중 3례는 투석 시작 시 응급 투석이 필요한 상황이어서 혈액투석을 시작했다가 환아가 안정된 후 복막 투석으로 전환하였고 1례는 복막투석을 3개월간 하다가 진균에 의한 복막염과 복강 내 유착으로 복막투석이 불가능해져 혈액투석으로 전환하였다. 혈액투석 시작 시 연령의 중간값은 4.5개월(22일-20개월), 체중은 3.6 kg(2.2-7.5 kg)이었다. 혈액 투석을 시행한 기간은 13개월(9-32개월)이었다. 투석 시작 시 혈액투석 도관 삽입에 사용된 중심 정맥은 우내경정맥 3례, 우외경정맥 1례, 좌쇄골하정맥 1례, 우대퇴정맥 1례였다. 혈액 투석용 도관은 5례에서 길이 12 cm인 6.5Fr 영구용 도관(permanent catheter)을 사용했으며, 1례에서 체중이 2.2 kg으로 너무 작아 영구용 도관 삽입 수술이 불가능하여 6.5Fr 일시적이중구경 도관(temporary dual lumen catheter)을

**Table 3.** Patient Status at the End of Follow up

Patient	Outcomes
1	f/u loss
2	Kidney transplantation
3	f/u loss
4	Death(sepsis)
5	PD(NIPD)
6	PD(CCPD)
7	PD(CCPD)
8	Death(sepsis)
9	PD(CCPD)
10	PD(CAPD)

Abbreviations : PD, peritoneal dialysis; NIPD, nocturnal intermittent peritoneal dialysis; CCPD, continuous cyclic peritoneal dialysis; CAPD, continuous ambulatory peritoneal dialysis

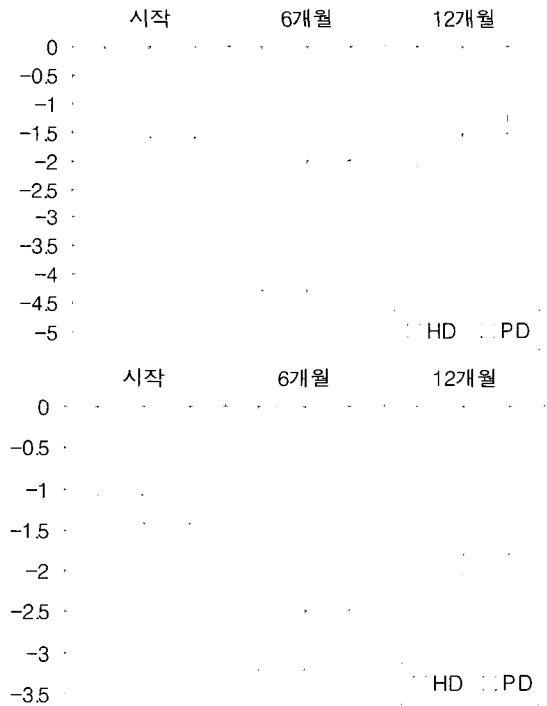
**Table 4.** Underlying Renal Diseases

Renal diseases	Number
Dysplastic kidney	5
Focal segmental glomerulosclerosis	1
Diffuse mesangial sclerosis	1
Reflux nephropathy	1
Lesch-Nyhan syndrome	1
Wilms tumor	1

사용하였다. 투석기간 동안 도관을 교환한 횟수는 총 14회로 교환율(revision rate)은 1.3회/patient year이었다. 도관 교환의 원인으로 가장 많은 것은 도관 기능부전으로 총 11회(1회/patient year)였고 감염에 의한 교환은 3회(0.3회/patient year)였다. 감염의 경우 3회 모두 혈액 배양검사상 균이 동정되었으며 균주는 *Methicillin resistant staphylococcus aureus*(MRSA) 2건, *Methicillin resistant coagulase negative staphylococcus* (MRCNS) 1건으로 모두 그람 양성균이었다. 혈액투석 기간 동안 사망한 환아가 1명 있었으며 원인은 도관 감염에 의한 패혈증으로 혈액배양 검사상 MRCNS가 동정되었다.

투석을 하는 동안 환자의 성장은, 혈액 투석의 경우 투석 시작 시 체중의 median SDS는 -1.07, 신장의 median SDS는 -0.05였고 투석 6개월 후

체중, 신장의 median SDS는 각각 -4.3, -3.22로 악화 되었다가 투석 1년 후에는 -2.05, -2.12로 다소 호전되었으나 투석 시작 시의 체중과 신장으로 회복되지는 못하였다. 복막 투석의 경우 투석 시작 시 체중의 median SDS는 -1.43, 신장의 median SDS는 -1.6이었고 투석 6개월 후 체중, 신장의 median SDS는 각각 -2.5, -2로 악화되었으나 투석 1년 후에는 -1.8, -1.54로 투석 시작 시와 비슷한 성장수치를 보였다. 투석 후 1년간의 성장의 변화는 복막투석이 혈액 투석보다 좋은 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었다(Fig. 1). 1년 이상 투석한 환아들의 투석 시작 시 혈청 알부민은 3.4 g/dL(1.7-4.6 g/dL)였으나 1년 후에는 3.9 g/dL(3.3-4.9 g/dL)로 증가하였다( $P=0.028$ , Wilcoxon signed rank test). 투석 방법에 따른 알부민 증가의 차이는 없었다(Table 5). 성장호르몬은 만 2세 이후부터 투여했으며 10례 중 7례 에서 성장호르몬을 1 unit/kg/week로 피하주사 하였다. 영양 공급을 위해 경관식으로 영양 보충을 한 경우가 8례 있었으며 이 중 7례는 일시적으로 비위관을 사용했고, 1례는 복막투석관 삽입시 위루술(gastrostomy)을 동시에 시행해 경관식이를 시행



**Fig. 1.** Weight SDS Change. The growth status of patients was aggravated after 6 months of dialysis but improved after 1 year of dialysis. Patients on peritoneal dialysis tended to show better growth than those on hemodialysis but there was no statistical significance( $P \geq 0.05$ ,  $P \geq 0.05$  respectively).

**Table 5.** Changes in Serum Albumin Level

Patient	Dialysis method	Albumin at initiation (g/dL)	Albumin after 1 year (g/dL)
1	HD	3.8	4.2
2	HD	3.4	4.7
3	HD	4.6	*
4	HD	3.6	3.9
5	HD	1.7	4.2
6	CAPD	2.3	3.8
7	CAPD	2.6	3.3
8	CAPD	2.6	3.3
9	CAPD	4.1	4.9
10	CAPD	4.1	*

Abbreviations : HD, hemodialysis; CAPD, continuous ambulatory peritoneal dialysis  
 \*patients whose dialysis duration was under 1 year  
 Serum albumin was increased after 1 year of dialysis( $P < 0.05$ , Wilcoxon signed rank test) but there was no difference between HD and PD groups

하였고 경구 섭취와 병행하였다.

## 고 찰

신 대체요법이 기술적으로 발전하고 신 대체요법에 대한 경험이 많아지면서 투석 치료는 만성신부전 환아의 생존율을 향상시키는데 많은 기여를 하였다. 그러나 2세 미만의 영유아 환아에서의 투석은 실제적으로 어려움이 많으며 여전히 사망률과 이환율이 높은 실정이다.

2세 미만의 영유아의 투석시작 시기에 대해서는 아직까지 확립된 지침은 없으나 성인의 지침에 준해서 사구체 여과율이 9-14 mL/min/1.73m<sup>2</sup> 에서 투석 준비를 하고 8 mL/min/1.73m<sup>2</sup> 이하에서 시작하는 것이 권고되고 있다[3]. 본 연구에서는 Schwartz 공식을 이용하여 투석 시작시 환아들의 사구체 여과율을 측정하였는데 중간값은 4.43 mL/min/1.73m<sup>2</sup>(1.97-9.1 mL/min/1.73m<sup>2</sup>)이었다. 하지만 영유아에서는 소변을 모으는 것이 쉽지 않아 정확한 사구체 여과율 측정이 어려워 사구체 여과율을 투석 시작의 기준으로 삼기에는 무리가 있다. 본 연구에서는 사구체 여과율보다는 증상, 성장, 혈액 검사 소견을 종합하여 투석 시작 시기를 결정하였다. 모든 환자들의 시작시 혈청 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상이었는데 이것을 투석 시작의 기준으로 삼을 수 있을 지에 대해서는 좀 더 연구가 필요할 것으로 사료된다.

소아 및 영아 말기 신부전환자에서 복막투석은 혈액투석에 비해 혈관 확보 및 유지의 어려움이 없고 식이 제한을 완화 할 수 있으며 환자의 활동이 자유롭다는 장점이 있어 대부분의 소아에서 신 대체 요법으로 우선적으로 선택되고 있다[4]. 미국에서 만성 신부전 소아에서 복막투석을 하는 경우는 약 65%를 차지하며[5] 본 연구에서도 10례 중 8례에서 복막투석을 시행하였으며 이 중 6례(60%)가 유지요법으로 복막투석을 시행해 소아 및 영아의 만성 투석치료 방법으로 복막투석이 선호되고 있음을 알 수 있다. 복막 투석을 시작할 때

숙련된 외과의에 의해 도관을 설치하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 최근 복강경을 이용한 도관 삽입 수술이 늘고 있으며 본 연구에 포함된 환자 중 3명이 복강경을 이용한 도관 삽입수술을 받았다. 복막투석 도관은 주로 2 cuffed Tenckhoff catheter가 사용되었다. 2001년 NAPRTCS (North American pediatric renal transplant cooperative study) 보고에 따르면 1992-1996년에 비해 1997-2000년에 2 cuffed swan neck Tenckhoff catheter의 사용이 의미 있게 증가했다고 한다[5]. 도관을 설치한 후에는 2-4주간 10 mL/kg의 투석액을 주입했다 바로 배액하는 과정을 거친다. 도관 출구는 무균적으로 드레싱 되어야 하고 출구의 누출 발생을 줄이기 위해 수술상처가 아물 때까지 외상에 의해 도관이 움직이지 않도록 유지해야 한다[6]. 투석을 시작할 때 대개 영유아의 경우 800-1,200 mL/m<sup>2</sup> 또는 30-40 mL/kg의 투석액이 필요하고 투석 시작시에는 10-12 mL/kg로 시작해서 3-4주 간격으로 양을 늘린다[2]. 본 연구에서는 break-in-period를 2-4주간 가진 후 투석을 시작했고 시작 시 투석액은 800 mL/m<sup>2</sup>으로 시작해 1,100 mL/m<sup>2</sup>까지 증량하였다. 영유아는 복막을 통한 용질 이동이 빠르기 때문에 투석액을 자주 교환해주어야 적절한 수분 제거를 할 수 있다. 따라서 영유아에서 자동투석기를 이용한 지속성 순환 복막투석이나 야간 간헐적 복막투석이 선호된다[7]. 본 연구에서도 처음 시작 시에는 모든 환자들이 지속성 외래 복막투석을 시행하였으나 적절한 수분 제거 및 용질 제거를 할 수가 없어 결국에는 90%가 자동투석기를 이용한 투석 방법으로 전환하였다. 자동 복막 투석기를 사용하기 전에 시행한 복막평형검사에서 75%의 환자들이 low average의 기준에 들어있었고 이들이 모두 자동 복막 투석기를 사용한 것으로 보아 영유아에서 복막 평형 검사 판정의 기준에 대해 좀더 깊은 연구가 있어야 할 것 같으며, 영유아에서는 투석 방법의 결정에 있어서 복막 평형 검사 결과 보다는 환아의 전반적인 상태를 고

려해야 할 것으로 보인다.

복막 투석의 적절도 검사에서  $Kt/V_{urea}$ 를 측정하게 되는데 최근에는 이를 1.8/week 이상으로 유지하는 것을 권고하고 있으나[3] 이는 성인 기준에 따른 것으로 소아는 더 높게 유지해야 할 것으로 보이며, 본 연구의 대상환자들도 모두 2.2/week 이상을 유지하고 있었다.

복막투석을 실패하는 흔한 이유 두 가지는 도관 감염과 복막염이다. 복막투석을 하는 영아에서는 투석을 통한 단백질 소실이 생겨서 저알부민혈증 뿐 아니라 저감마글로블린혈증도 초래하게 되어 감염의 위험이 커진다[8]. 2001년 NAP RTCS 보고에 따르면 출구감염의 발생율은 투석시작 6개월 이후 30%에 달하며 복막염의 발생율은 1 episode/13.2 month이고 특히 2세 미만의 환아에서 복막염의 발생율은 1:11.8 month로 2세 이상의 소아에서 1:13.7-16.1 month인 것에 비해 의미 있게 높았다. 복막염의 원인균은 그람 양성균이 48.7%, 그람 음성균이 21.6%, 진균 감염이 1.8%였다고 보고하였다[5, 9]. 가장 흔한 균은 *Staphylococcus aureus*였다[10]. 본 연구에서 복막염 발생율은 11.4 month/episode로 이전 연구와 비슷했고 배양검사에서 균이 동정된 경우는 33%였고 이 중 60%가 그람 양성균 이었고, 그람 음성균과 진균이 각각 20%였다.

미국에서는 소아 만성 신부전 환아에서 혈액투석을 하는 경우는 약 35%였고[5] 본 연구에서도 유지요법으로 혈액투석을 시행한 경우는 4례(40%)로 비슷하였다. 영유아 환아에서 혈액투석의 어려운 점은 혈관 확보가 어려우며 영유아에 적합한 투석기계가 드물며 영유아 개개인에게 적합하게 숙련된 간호인력과 소아신장 전문의가 필요하다는 점 등이다[11]. 영유아는 혈액 용적이 적기 때문에 체외에 나와있는 혈액량이 전체 체액량의 10% 미만인 되어야 한다. 따라서 혈액용적의 10% 이상 되는 회로는 혈액으로 시동되어야 한다[2]. 본 연구에서는 체중 8 kg 이하의 경우 혈액으로 시동하였다. 혈액투석 도관은 짧고 굵어야

저항이 적어 투석이 순조롭다. 혈액투석에 사용되는 도관은 대개 외부 경피적 도관(external percutaneous catheter)을 사용하며 최근 내경정맥을 사용하는 경우가 쇄골하정맥을 사용하는 경우보다 많아졌다[5]. 최근 연구에 따르면 쇄골하정맥 도관은 중심정맥 협착을 야기해 추후 손목이나 팔에 동정맥루 형성을 영구적으로 불가능하게 할 수 있으며 쇄골하 정맥을 사용한 기간에 따라 협착의 발생과 상관관계가 있다고 한다[12, 13]. 본 연구에서도 내경정맥을 사용한 경우가 쇄골하정맥을 사용한 경우보다 많았다.

영유아의 혈액 투석 치료 중 가장 어려운 점은 혈관 확보와 도관 유지였다. 영유아는 혈관을 확보하기도 힘들 뿐더러 감염과 기능부전으로 도관을 유지하는 것도 어려웠다. 성인에서는 혈액투석 시 동정맥루를 형성하면 출구 감염을 줄일 수 있지만 영아에서는 동정맥루 형성이 불가능하므로 도관 출구 감염이 잦고 따라서 이러한 합병증을 줄이기 위한 각고의 노력이 필요하다. 본 연구에서도 도관기능 부전과 감염으로 잦은 도관 교환이 필요했음을 알 수 있고 도관 교환율(revision rate)이 1.3회/patient year이었다. 이것은 1999년 Gary 등[14]이 성인의 도관 유지기간이 16개월인 것에 비해 소아의 도관 유지기간이 약 6.8개월(revision rate 1.7회/patient year)로 짧았다고 보고한 것과 비슷한 결과였다. 도관 감염과 관련된 패혈증으로 사망한 환아의 경우에서도 알 수 있듯이 감염관리의 중요성은 2세 미만의 영유아에게서 더욱 강조되어야 할 것이다. 또한 배양검사서 동정되었던 모든 균이 그람 양성균이었고 MRSA가 가장 많았으므로 혈액투석을 하는 환아에서 감염이 의심될 경우 초기에 vancomycin과 같은 그람 양성균에 감수성이 있는 항생제를 투여하는 것을 고려해야 할 것 같다.

최근 만성 신부전 환아를 위한 영양관리방법들이 개선되어 영양상태가 호전되고 있지만 이들의 성장은 여전히 부진하다. 만성 신부전 환아에서는 소변을 통해 전해질 소실이 일어나고, 만성 대사

성 산증으로 알부민 생성이 저해되며 근육 단백질 분해되고 부갑상선호르몬 수치가 높아 뼈에서 칼슘이 방출되어 성장부전이 생긴다. 또한 신성 골이영증으로 인해 골단 이탈과 골 간단 골절이 생겨 저신장을 초래하기도 한다[15]. 따라서 만성 신부전 환아의 성장을 호전시키기 위해 칼슘과 비타민D를 보충하고 신성 골이영양증을 막는 보존적 치료가 필요하며 성장 호르몬 투여도 필요하다. 본 연구에서 대상 환아들은 투석 치료 1년 후에 혈청 알부민 농도가 증가되었는데 이는 투석 치료가 영양 상태의 개선에 도움을 준 결과로 생각된다. 본 연구에서는 투석치료 6개월 후 체중과 신장의 SDS가 모두 투석시작 시 보다 악화되었다. 그러나 투석 1년 후에는 6개월 후 보다 성장이 다소 호전되었음을 알 수 있었다. 환자 수가 적고 추적 관찰 기간이 1년으로 짧아서 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만 복막투석을 하는 경우가 혈액투석에 비교해서 투석 1년 후 성장이 더 호전되는 경향을 보여서 성장 면에서 복막투석이 혈액투석보다 유리함을 시사하였다. 본 연구에 포함된 10례 중 7례에서 성장 호르몬을 사용하였고 성장 호르몬을 쓰지 않은 3례는 아직 만 2세가 되지 않았거나 만 2세 전에 사망한 경우였다. Fine 등은 다 기관 공동 연구를 통해 2.5세 미만의 만성 신부전 환아에서 성장 호르몬을 투여하는 것은 안전하며 신장의 SDS를 -2.99에서 -1.55로 호전시켰다고 보고한 바 있다[16, 17].

만성 신부전 환아에서 적절한 영양 공급이 이루어지지 않으면 성장 부전을 초래하게 되므로 적절한 영양공급은 매우 중요한 문제이다. 만성 신부전 환아는 식욕감퇴, 미각변화, 구역, 구토 등의 원인으로 영양공급이 부족해지기 쉽다[14]. 특히 2세 미만 환아들은 경구식이 외에 추가적 장관 영양공급을 필요로 하는 경우가 많다. 추가 장관 영양공급의 방법으로는 비위관을 통한 식이나 위루술을 통한 식이가 있다. 비위관을 통한 식이는 비위관을 여러 번 다시 꽂아야 한다는 점과 흡인의 위험, 구강 운동기술 발달을 방해한다는 단점이

있고 위루술은 감염과 누출의 위험이 있다[18]. 위루술은 숙련된 내시경 팀에 의해 시행되어야 하고 투석 시작 전에 시행하면 합병증을 줄일 수 있다[19]. 본 연구에서도 신생아기에 복막 투석을 시행한 1례에서 복막 투석관 삽입시에 위루술을 같이 시행하였으며 이후 합병증 없이 성공적으로 장관 영양 공급을 시행하고 있다. 2001년 Eileen 등은 6세 미만의 만성 투석 환아에서 추가 영양공급을 한 경우와 그렇지 않은 경우를 비교했고 두 군간에 신장과 체중에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 향후 장기간의 전향적 연구가 더 필요할 것으로 보고하였다[20].

소아에서 신 대체요법으로 지속적 외래 복막투석은 설치와 유지가 간편하고 환자의 크기 자체에 대한 기술적 문제가 적어 신부전을 가진 영아와 어린 소아의 신 대체요법으로 널리 사용되나 복막염과 같은 감염이 문제가 되며, 혈액 투석은 성인에 비하여 적절한 혈관 확보가 어렵고 환자의 혈액용적이 적기 때문에 혈액학적으로 불안정하여 어려움이 많다[1]. 본 연구에서 2세 미만의 말기 신부전 환아의 투석치료의 생존율을 높이기 위해 가장 중요한 것은 감염관리라 하겠다. 영양 공급을 충분히 하고 성장호르몬 치료 등의 보존적 치료로 2세 미만 영유아에서 투석 치료는 비교적 안전하게 시행할 수 있으며 향후 신 이식이 가능하도록 생존율을 높이고 삶의 질의 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 한 글 요 약

**목 적 :** 영유아 만성 신부전 환자의 투석은 어른에 비해 여러 가지 면에서 어려움이 있다. 본 연구에서는 2세 미만 영유아에서 만성투석을 시행한 10례에 대한 경험을 고찰하여 보다 나은 투석 치료의 방향을 제시하고자 하였다.

**방 법 :** 1999년 3월부터 2007년 2월까지 삼성서울병원에서 3개월 이상 만성 투석을 시행한 2세 미만의 만성 신부전 환아 10례의 의무기록을 후향



적으로 조사하였다.

**결 과 :** 대상 환자의 만성 신부전의 원 질환은 이형성신이 5례로 가장 많았다. 10명의 환자 중 남아는 6명, 여아는 4명이었다. 투석 시작 시 연령의 중간값은 3개월(22일-20개월)이었고 투석 시작 시 체중은 3.75 kg(2.2-10.3 kg)이었다. 투석 시작 시 혈청 크레아티닌은 4.3 mg/dL(1.4-11.4 mg/dL)이었다. 투석기간은 29.5개월(3-62개월)이었다. 10명의 환자 중 2명은 혈액투석만 시행하였고, 4명은 복막투석만 시행하였다. 4명은 혈액투석과 복막투석을 모두 시행했다. 10명 중 9명은 적혈구 생성인자(Erythropoietin)를 투여 받았으며 고혈압 조절을 위해 항고혈압제를 복용하였다. 최근 추적관찰에서 1례는 신장 이식을 받았고, 2례는 패혈증으로 사망했으며, 5례는 복막투석 중이고, 2례는 추적관찰 되지 않았다. 투석의 합병증으로 감염이 가장 흔했고, 혈액투석 시 도관 확보 및 유지가 중요했다. 투석 시작 시와 비교해 투석 6개월 후 체중과 신장의 mean SDS 는 악화 되었으나 투석 1년 후에는 호전되었고 복막투석이 혈액투석보다 성장 면에서 유리한 경향을 보였다.

**결 론 :** 2세 미만 영유아에서 만성 투석을 하는 경우 감염을 예방하고 도관을 잘 유지해야 한다. 적절한 영양공급을 통해 성장을 보완하고 보존적 치료를 병행하면 영유아에서 비교적 안전하게 투석치료를 할 수 있고 향후 신 이식이 가능하도록 생존율을 높이고 삶을 질을 호전시킬 수 있을 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- 1) Kim Ks. Chronic renal failure in children: a nationwide survey in Korea. J Korean Soc Pediatr Nephrol 2000;2:92-101.
- 2) Timothy E. Bunchman. Chronic dialysis in the infant less than 1 year of age Pediatr Nephrol 1995;9:18-22.
- 3) Bertram L, Kasiske. Clinical practice recommendations for peritoneal dialysis adequacy.

- Am J Kidney Dis(suppl 1)2006;48:146-58.
- 4) Kim PK. Pediatric peritoneal diaysis in Korea: practical solution to the problem of peritoneal dialysis for children. J Korean Soc Pediatr Nephrol 1998;2:95-103.
- 5) Alicia M.neu, P.L Ho PL, Ruth A. McDonald, Chronic dialysis in children and adolescents. The 2001 NAPRTCS Annual Report. Pediatr Nephrol 2002;17:656-63.
- 6) Watson AR, Gartland C. Guidelines by and ad hoc European committee for elective chronic peritoneal dialysis in pediatric patients. Perit Dial Int 2001;21:240-4.
- 7) Denis F. Geary. Initiation of maintenance renal replacement therapy in infancy. In: Bradley A. Warady, Franz S. Schaefer, Richard N. Fine, editors. Pediatric dialysis. Dordrecht: MPG books 2004:163-75.
- 8) Fivush BA, Case B. Hypogammaglobulinemia in children undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis: Pediatr Nephrol 1989;3: 186-9.
- 9) Susan L. Furth, Lynn A. Donaldson, E. Kenneth Sullivan. Peritoneal dialysis catheter infections and peritonitis in children: a report of the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study. Pediatr Nephrol 2000;15:179-82.
- 10) Kai A.R. Ronnholm, christer Holmber. Peritoneal dialysis in infants. Pediatr Nephrol 2006;21:251-6.
- 11) Donckerwolcke R. Hemodiaysis in infants and small children. Pediatr nephrol 1994;8: 103-6.
- 12) Mcdowell DE, Moss AH, Vasilakis C. Percutaneously placed dual lumen silicone catheters for long term hemodialysis. Am. Surg 1993;59:569-73.
- 13) Harland RC. Placement of permanent vascular access devices: Surgical considerations. Adv Renal Repl Therapy 1994;1:199-206.
- 14) Gary R Lerner, Bradley A warady. Chronic dialysis in children and adolescents the 1996 annual report of the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study. Pediatr Nephol 1999;13:404-17.
- 15) Mouin G. seikaly, Nina Salhab, Debbie Gipson.

- Stature in children with chronic kidney disease: analysis of NAPRTCS database. *Pediatr Nephrol* 2006;21:793-9.
- 16) Fine RN, Kohaut EC, Brown D. Growth after recombinant human growth hormone treatment in children with chronic renal failure: report of a multicenter randomized double-blind placebo-controlled study. *J Pediatr* 1995;124:374-82.
- 17) Fine RN, Attie KM, Kuntze J. Recombinant human growth hormone in infants and young children with chronic renal insufficiency. *Pediatr Nephrol* 1995;9:451-57.
- 18) Dello-Strogolo L, Principata F, Sinibaldi D, Appini Ac, Terzi F. Feeding dysfunction in infants with severe CRF after long-term nasogastric feeding. *Pediatr Nephrol* 1997; 16:11:84-6.
- 19) Christian von schnakenburg, Reinhard feneberg, Christian plank. Percutaneous endoscopic gastrostomy in children on peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 2006;26:69-77.
- 20) Eileen N. Ellis, Verna Yiu, Frances Harley, The impact of supplemental feeding in young children on dialysis: a report of the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative study. *Pediatr Nephrol* 2001;16:404-8.