

소아 신우요관이행부폐색에서의 분리신기능: 조직학적 변화와의 비교

Differential Renal Function in Children with Ureteropelvic Junction Obstruction: A Comparative Study with Renal Histology

Bong Kee Choi, Kun Young Kwon,* Kwang Sae Kim

From the Department of Urology and Pathology,* School of Medicine Keimyung University, Taegu, Korea

Purpose: Decisions regarding the treatment of children with ureteropelvic junction obstruction (UPJO) are often based on differential renal function obtained from the diuretic renal scan. To evaluate the significance of the differential renal function, the histologic changes in kidneys subjected to surgery for UPJ were compared with preoperative differential renal function.

Materials and Methods: A total of 25 children underwent surgery for unilateral UPJO were included in this retrospective study. The preoperative differential renal function revealed on diuretic renal scan were compared with renal histology obtained from wedge biopsy at the time of surgery. The histologic changes were graded on a scale of I to IV: I-normal, II-mild dilation of the collecting tubules or Bowman's space and III to IV-progressively severe changes of obstructive uropathy including inflammatory cell infiltration, glomerulosclerosis, reduced glomerular number and interstitial fibrosis. The histologic changes were also compared with degree of hydronephrosis on preoperative renal ultrasonogram and the type of patient presentation.

Results: Patient age ranged from 1 month to 13 years (mean 3.7 years). Eleven children were younger than 1 year. Of 11 children with a differential renal function of 40% or less 1 (9.1%) had grade I, 3 (27.3%) had grade II, 3 (27.3%) had grade III and 4 (36.4%) had grade IV histology. When the differential function was greater than 40%, 5 (38.5%) had grade I, 6 (46.2%) had grade II, 2 (14.3%) had grade III and 1 (7.7%) had grade IV histology. Of 13 children with a differential function of 40% or greater 3 (21.4%) had grade III or IV histology. Conversely, 4 (36.4%) of those with differential function less than 40% had grade I or II histology. Although there was a general correlation between grade and differential renal function, 28% of total children with UPJO had disparity between differential function and histologic grade. Of total 25 children who had grade III or IV hydronephrotic kidneys 6 had normal histology. Of 10 prenatally detected hydronephrotic kidneys 3 had grade III or IV histology.

Conclusions: Differential renal function and renal histology may not necessarily proportional. In addition to differential renal function, therefore, pattern of renogram, degree of hydronephrosis and the type of presentation may be considered in treatment of children with UPJO.

(Korean J Urol 2000; 41: 1459~64)

Key Words: Ureteropelvic junction obstruction, Differential renal function, Renal histology

대한비뇨기과학회지
제41권 제12호 2000년

계명대학교 의과대학 비뇨기과학
및 병리학교실*

최봉기·권건영*·김광세

접수일자 : 2000년 7월 20일
체택일자 : 2000년 10월 14일

교신저자 : 김 광 세
계명대학교 동산의료원
비뇨기과
대구시 중구 동산동
194번지 ☎ 700-712
전 화 : 053) 250-7647
e-mail : kskim@dsmc.
or.kr

서 론

선천성 신우요관이행부폐색은 소아의 가장 흔한 폐색성 요로질환으로 과거에는 복부종물, 요로감염, 혈뇨 등의 임상증상이 있어서 진단되었으나¹ 근래에 와서는 산전 초음파가 보편화되면서 증상이 없는 초기 단계에서 발견되고 있다.² 최근 신우요관이행부폐색의 자연경과에 대한 연구가 이루어지면서 수신증이 곧 폐색을 의미하지 않음이 잘 알려지게 되었으며 많은 경우에서 호전 또는 자연소실되는 경향을 보인다.³ 또한 신생아 시기의 신장이 과도기적인 특성 (transitional nephrology)을 가지고 있어서 소아의 신우요관이행부폐색의 치료 방법 결정에 대하여 많은 논란이 되고 있다.

현재로서는 본 질환의 치료 방법 결정에 있어서 이뇨성 신주사를 이용한 분리신기능이 가장 기본적으로 이용되고 있다.⁴ 이에 저자들은 분리신기능의 유용성을 평가하기 위하여 분리신기능과 신조직의 변화를 비교하였다.

대상 및 방법

최근 본원에서 단신증 (solitary kidney)를 제외한 일측성 신우요관이행부폐색으로 신우성형술 또는 신적 출술을 받은 소아 25례를 대상으로 하였다. 연령은 생후 1개월에서 13세 사이로 평균 3.7세였으며 이 중 1세 이하의 영아는 11례로서 44%를 차지하였다. 신우성형술 시행시에 신장 중간의 가장 두터운 부위에서 wedge biopsy를 하였다. 조직을 포르말린에 고정하고 hematoxylin-eosin 염색을 하여 환자에 대한 정보를 모르는 한 명의 병리의사로 하여금 판독하게 하였다.

조직학적 변화는 정도에 따라 grade I에서 IV까지 4등급으로 나누었다. grade I은 정상인 경우, II는 경미한 폐쇄성 요로병증으로 제한적인 사구체의 변화, Bowman's space 확장, 최소한의 간질의 섬유화와 피질의 만성적 염증 등의 소견이 있는 경우로 하였다. III는 II의 소견 외에도 전 (global) 사구체경화, 분절성 (segmental) 사구체경화 또는 이형성 (dysplastic) 사구체가 전체의 25% 이하이거나, 사구체의 수가 감소하고 피

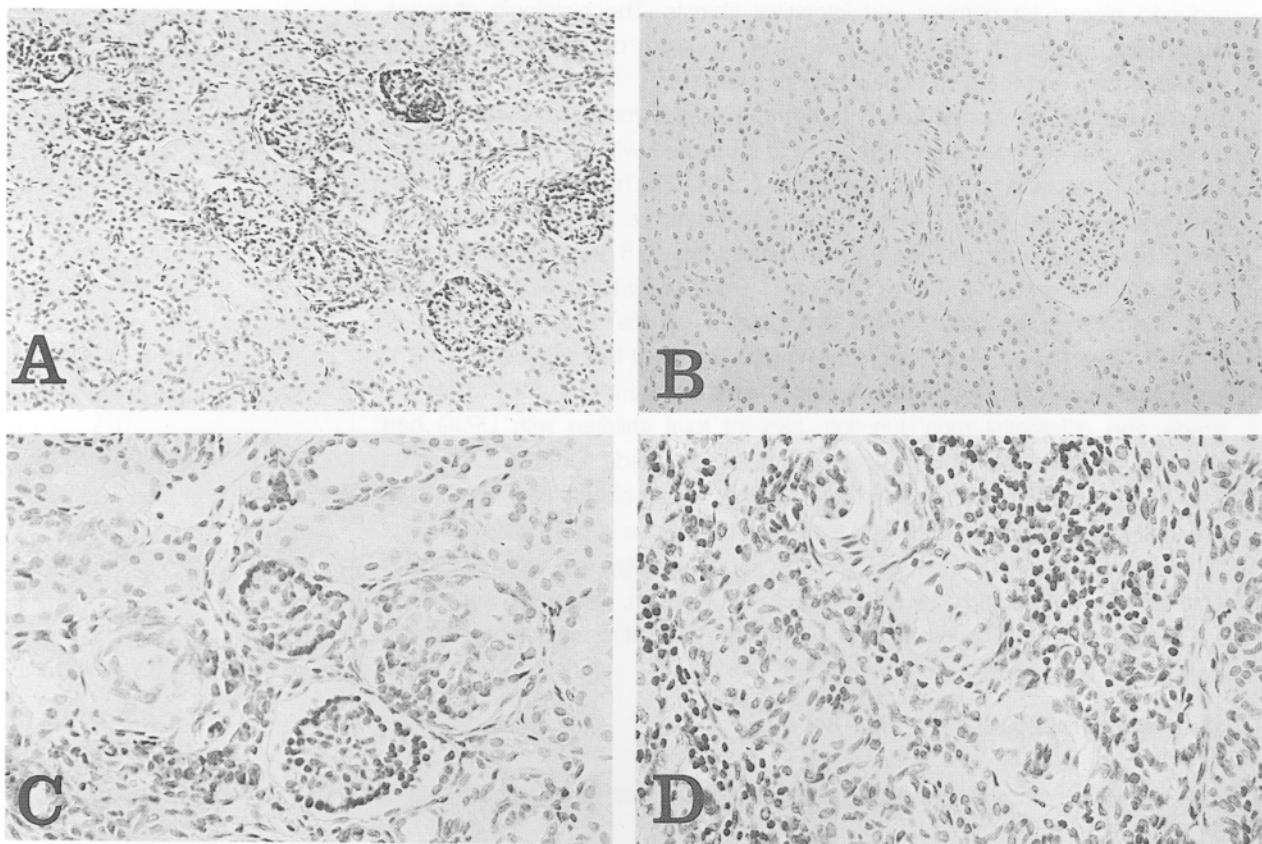


Fig. 1. A, grade I; normal kidney. B, grade II; mild obstructive uropathy. C, grade III; moderate obstructive uropathy. D, grade IV; severe obstructive uropathy. (H & E, $\times 100$)

Table 1. Comparison of renal histology with preoperative differential renal function

Histologic grade	No. of kidneys (%)	
	DF < 40%	DF ≥ 40%
I	1 (9.1)*	5 (35.7)
II	3 (27.3)*	6 (42.9)
III	3 (27.3)	2 (14.3)*
IV	4 (36.4)	1 (7.1)*

*Total 28% had disparity between preoperative differential renal function and histologic grade.

DF; differential renal function

질이 얇아지고, 중등도의 간질 섬유화와 염증 등의 소견이 있는 경우로 하였다. IV는 III의 소견 외에도 전사구체경화 또는 분절성 사구체경화 및 이형성 사구체와 함께 25% 이상에 사구체경화가 있는 경우로 하였다. 한 조직 내에 여러 등급의 소견이 혼재해 있는 경우 가장 높은 grade로 하였다 (Fig. 1).

이뇨성 신주사는 99m Tc-mercaptoacetyltriglycine (MAG-3)을 이용하였다. 검사 전에 환아가 정상적으로 수분을 섭취하도록 하고 MAG3을 투여하기 전후 각 15분간 10ml/kg의 생리식염수를 정맥으로 투여하였다. 앙와위에서 1-2mCi/kg의 MAG3를 정맥주사하고 감마카메라 (Dual head genesis and dual head vortex, ADAC, USA)와 컴퓨터 (Pegasys, ADAC, USA)를 이용하여 방사능을 측정하고, 관심영역 및 배후방사능을 설정하여 renogram을 구하였다. 분리신기능은 방사성 동위원소 주사 후 2-3분에 양측 신실질에 축적된 동위원소의 양을 측정하여 각각 백분율로 표시하였다. 이뇨제로는 0.5-1mg/kg의 furosemide를 MAG3 투여 후 20분에 정맥주사하였다.

수신증의 정도는 술전 신초음파 검사를 통한 신배 및 신우의 확장 정도를 Society for Fetal Urology의 기준에 의해 5등급 분류법에 따라 등급화하여 비교하였다.⁵ 조직학적 소견을 분리신기능과 비교하였으며 또한 수신증의 정도 및 내원시 임상상 (복부종물, 열성 요로감염, 동통, 산전 진단된 수신증 등)과도 비교하였다.

결 과

전체적으로 조직학적 변화는 grade I이 6례 (24%), II가 9례 (36%), III가 5례 (20%), IV가 5례 (20%)였다. 조직학적 등급별 신주사의 평균 분리신기능은 grade I이 44.1%, II가 40.6%, III가 33.5%, IV가 19%였다.

술전 분리신기능이 40% 미만인 경우는 11례로 조

Table 2. Comparison of grade of renal histology with grade of hydronephrosis

Histologic grade	No. of kidneys (%)	
	Grade of hydronephrosis	
	III	IV
I	4 (40)*	2 (13.3)*
II	5 (50)	4 (26.7)
III	1 (10)	4 (26.7)
IV	0	5 (33.3)

*Six of GIII or IV hydronephrosis had normal histology

Table 3. Distribution of renal histologic grade according to type of presentation

Type of Presentation	No. of pts.				Total
	I	II	III	IV	
Abdominal pain	2	3	1	1	7
Prenatal	3	4	2	1	10
Febrile UTI	1	4	2	2	9
Abdominal mass	1	1	3	2	7

Some children had more than one type of presentation

직학적 등급은 grade I이 1례 (9.1%), II가 3례 (27.3%), III가 3례 (27.3%), IV가 4례 (36.4%)였고, 40% 이상인 경우는 14례로 grade I이 5례 (35.7%), II가 6례 (42.9%), III가 2례 (14.3%), IV가 1례 (7.1%)로서 분리신기능과 조직학적 변화사이에는 일반적으로 균형을 이루었다. 그러나 분리신기능이 40% 미만인 11례 중 4례 (36.4%)에서 grade I 또는 II의 조직학적 소견을 보였고 40% 이상인 14례 중 3례 (21.4%)에서 grade III 또는 IV의 소견을 보여 전체적으로 28%에서 분리신기능과 조직학적 등급간에 불균형을 보였다 (Table 1).

술전 초음파상 수신증의 정도와 조직학적 등급간의 관계를 Table 2에서 보여주고 있다. 10례의 grade III 수신증 중 조직학적 등급은 grade I이 4례, II가 5례, III가 1례였다. grade IV 수신증은 14례로 조직학적 등급은 grade I이 2례, II가 4례, III가 4례, IV가 5례였다. 총 25례 중 6례에서 정상 조직소견을 보였다.

내원시의 임상상은 산전 발견된 수신증이 10례, 열성 요로감염이 9례, 동통과 복부종물이 각각 7례였다. 복부종물이 촉진되었던 7례 중 5례에서 grade III 이상의 조직소견을 보인 반면 동통이 있었던 경우는 7례 중 2례에서 grade III 이상의 소견을 보였다. 산전 초음

파로 발견된 경우도 3례에서 grade III, IV의 조직소견을 보였다 (Table 3).

고 칠

요관 폐색으로 인한 신실질의 조직학적 변화는 동물 실험을 통해 잘 알려져 있다. 초기에는 신실질에 무균성의 염증 침윤이 관찰되었고⁶ 폐색이 장기간 지속되는 경우에 현저한 신유두의 변형, 세뇨관의 확장, 신실질의 변성 및 염증, 대측의 보상성 신비대를 동반한 실질 위축이 발생된다.⁷ 또한 일부에서는 사구체경화와 세뇨관위축의 소견도 보였고⁸ 요관을 완전 폐색시켰을 때 이러한 병변이 심해질 뿐만 아니라 섬유아세포 및 단핵세포의 증식도 보고되었다.⁹ 한편 임상 연구에서도 경미하게는 국소적인 세뇨관의 확장 또는 위축, Bowman's space내의 호산성 물질 침착으로부터 간질의 염증 및 섬유화, 사구체경화, 신수질 이형성증, 사구체의 낭종성 변화 등의 진행성 병변이 보고되었다.¹⁰⁻¹⁵

저자들의 경우에서도 신실질의 조직소견은 정상에서부터 사구체경화에 이르기까지 다양하게 나타났으나 신수질 이형성 및 사구체의 낭종성 변화는 관찰되지 않았다. 신절제 표본은 8례 중에서 grade II 1례, III 3례, IV 4례로 조직학적 변화가 심하였다. 신우성형술 시행시에 신실질의 조직 변화를 관찰한 연구들을 보면, Kruerger 등¹²은 13례 중 7례 (54%)가 정상 조직이었고, Stock 등¹³은 17례 중 6례에서만 비정상 소견이 있었으며, Elder 등¹⁴은 조직 변화를 5등급으로 나누었을 때 grade III 이상이 36%였다고 보고하였다. 또한 Pascula 등¹⁵은 25%만이 비정상 소견을 보였다고 보고하였다. 본 연구에서는 신우성형술을 시행하였던 17례 중 정상이 6례 (35.2%), 사구체경화 또는 이형성 사구체가 보이거나 사구체 수가 감소하고 피질이 얇아지며 중등도 이상의 간질 섬유화와 염증 등의 소견이 있는 grade III 이상이 3례 (17.6%)로서 타 연구에 비해 조직학적 변화가 심한 경우가 비교적 적었다.

이뇨성 신주사는 신우요관이행부폐색의 진단에 널리 사용되는 검사 방법이다. 그러나 심한 신기능 저하가 있는 경우에는 신뢰도가 떨어질 수 있고 이뇨제의 용량 및 투여시기, 관심영역의 설정, 방광내 도관유치 유무, 환아의 탈수 유무에 따라 결과가 달라질 수 있다. 특히 신생아 및 영아기에는 신기능이 미성숙하고 신우의 높은 유연성으로 인해 폐색이 없는 신장에서도 이뇨제에 대한 반응 및 방사성 동위원소의 세척이 청연되는 특성이 있다. 따라서 정상적으로도 반감시간(halftime clearance)이 연장되기 때문에 신생아 및 영아기에서는 분리신기능을 주로 이용하여 수술적응증을

결정하게 된다.⁴ 그러나 관심영역 및 배후방사능의 설정에 따라 분리신기능에도 차이가 있을 수 있다.

Stock 등¹³은 1개월에서 7세 (평균 19.8개월)의 신우요관이행부폐색 환아 17례를 대상으로 하여 수술 전 후 분리신기능과 신장의 조직소견을 비교하였다. 현저한 조직 변화가 있었던 6례 중 5례에서 술전 분리신기능이 33% 이하였고 술후에 신기능의 호전이 없었으며, 정상 조직을 보인 11례에서는 분리신기능이 44% 이상이었다. 따라서 분리신기능이 35% 미만일 때는 조직 변화가 있을 가능성이 높으며 술후 분리신기능이 호전될 가능성은 낮다고 하였다. Elder 등¹⁴은 4일에서 19세 (평균 4.8세)의 신우요관이행부폐색 환아 55례를 대상으로 신장의 조직학적인 변화를 5등급으로 분류하였을 때 grade I 9례, II 26례, III 6례, IV 12례 및 V 2례였다. 술전 40%의 분리신기능을 기준으로 하였을 때 조직학적 등급과 분리신기능이 상충되는 경우가 약 25%에서 있었다고 보고하였다. 저자들의 경우 조직학적 등급에 따른 평균 분리신기능이 grade I 44.1%, II 40.6%, III 33.5%, IV 19%로 조직 변화가 심할수록 신기능이 감소되는 경향을 보였다. 술전 40% 이상의 분리신기능을 가진 신장 중에서 21.4%가 grade III 또는 IV의 소견을 보였고 40% 미만 분리신기능의 신장에서는 36.4%에서 grade I, II로 정상이거나 경미한 폐색성 요로병증의 조직소견을 보였다. 전체적으로 28%에서 분리신기능과 조직학적 등급간에 상충된 결과를 보여 Elder 등¹⁴과 유사한 결과를 보였다.

분리신기능은 40% 이상이나 현저한 조직 변화를 보이게 되는 원인들로는 검사 과정에 오류가 있을 수 있고 폐색으로 인해 지속적으로 태내에서 손상을 받았으나 출생 후 신장이 성장하면서 폐색이 호전되어 기능이 회복되는 과정에 있는 경우다. 다음으로는 환측 신장에서 대측 신장과 유사하게 기능을 유지하기 위하여 보상적으로 과여과 (hyperfiltration)가 일어나는 경우다. 과여과의 징후인 사구체경화가 조직학적으로 나타나고 이환된 신장은 대측에 비해 더 많은 양의 단백질을 배설한다는 점이 이를 뒷받침하고 있다.^{15,16} 이런 경우 신장이 40% 이상의 분리신기능을 보이더라도 신기능의 여량은 제한적일 수 밖에 없다.¹⁶ 그러나 이러한 사구체경화는 과여과외에도 염증으로 인해서도 생길 수 있기 때문에 논란의 소지가 있다.¹⁰ 분리신기능이 40% 미만이지만 조직학적으로 grade I 또는 II의 소견을 보이게 되는 원인들로는 검사 당시에는 폐색으로 인해 실제 분리신기능이 감소되어 있으나 폐색이 호전되면서 조직이 회복되었을 가능성이 있다. 그리고 신조직의 변화가 비균질적이어서 생검을 한 부위가 폐색에 의해 상대적으로 적게 영향을 받은 부위일 수 있다. 일반적으로 신기능은 주로 세뇨관 및 간질부위와 관련되고 폐색이 있을 때 초기에 조직 변화가 괴

질보다 수질에서 일어나는 것으로 알려져 있다. 그래서 외피질만의 생검으로는 불충분하고 needle biopsy에 의해서 수질과 내피질의 조직학적 변화를 관찰하는 것이 필요하다는 주장도 있다.¹³ 저자들의 경우 다른 연구^{13,14}와 같이 신장의 가장 두터운 부위에서 deep wedge biopsy를 시행하였는데 총 25례 중 21례에서 수질이 포함되어 있어 대부분에서 전제적인 조직학적 변화를 관찰할 수 있었다. 그러나 이론적으로는 needle biopsy를 시행하는 것이 좀 더 정확한 방법이 될 수 있다고 생각된다. 또한 생검 방법뿐만 아니라 부위에 따라서도 결과가 달라질 수 있으므로 이런 점들을 충분히 고려해야 할 것이다. 본 연구의 또 다른 문제점으로는 중례수가 적어서 분리신기능이 조직학적 변화를 얼마나 정확하게 반영하는지를 파악하는 데 한계가 있다는 점이다. 더 많은 중례를 대상으로 한다면 비교적 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

초음파 검사는 신장의 형태학적 진단에 일차적으로 많이 이용되고 있으며 신장의 기능을 판단하기 위해서는 추가적인 검사가 필요하다. 최근 초음파 단독으로 폐색을 진단하려는 노력들이 있었다. Ebel 등¹⁷은 이뇨제를 투여한 후에 초음파를 시행하였을 때 폐색 진단에 14%의 위음성과 15%의 위양성을 보였다고 보고하였다. 최근에는 Duplex Doppler Ultrasonography를 이용한 신혈관의 RI (Resistive Index) 치로서 폐색 유무를 판단하려는 시도들이 보고되고 있으며 소아에서 정상 RI치가 정립되어 있지 않은 문제점이 있으나 이뇨제 투여 후에 검사하거나 대측 신장과의 비로 나타내는 Resistive Index Ratio도 소개되고 있다.¹⁸ 강 등¹⁹은 소아에서 정상 신의 Resistive Index 치를 조사해 보았을 때 평균 0.74 ± 0.07 였고 33%가 성인에서 요로폐색 유무의 변별점으로 이용하는 0.7을 상회하였다고 보고하였다. Maizels 등²⁰은 소아에서 초음파상 수신증의 정도로 폐색을 진단할 수 있는지에 대해 조사해 보았다. 폐색의 기준을 신주사 결과에 두었을 때 폐색이 있는 신장의 수신증이 평균 grade 3.4로 비폐색 신장의 1.6에 비해 유의하게 높았다고 보고하였다. 또한 grade III의 수신증을 기준으로 하였을 때 폐색 진단에 88%의 민감도와 95%의 특이도를 보였다고 하였다. Elder 등¹⁴의 보고에서는 전 55례에서 초음파상 grade IV의 수신증을 보여 수신증의 정도와 조직 변화의 정도를 비교할 수는 없었으나, 이 중 9례에서는 정상 조직소견을 보였다고 하였다. 본 연구에서는 전례에서 grade III 이상의 수신증을 보였으며 조직학적으로 정상이었던 경우는 grade III의 수신증 10례 중 4례, grade IV의 수신증 15례 중 2례였고 조직학적 등급이 IV인 경우는 수신증 grade III에서는 일례도 없었으나 grade IV에서는 33%로서 grade III의 수신증에 비해 IV에서 심한 조직학적 변화를 보였다.

직학적 변화를 보였다.

내원시 임상상 (type of presentation), 신장의 조직학적 변화 및 분리신기능을 비교한 보고들을 보면 Elder 등¹⁴은 복부종물 또는 열성 요로감염이 있었던 경우가 동통이 있거나 산전 진단된 경우보다 조직 변화가 심한 경향이 있다고 하였다. 이 등²¹도 신실질의 조직 변화를 점수화하여 비교했을 때 연령에 따라서는 통계적으로 의의 있는 차이가 없었지만 경피적 신루 설치술, 요로감염이 있었던 경우 더 심한 조직학적 변화를 보였다고 보고하였다. Capolocchio 등²²이 분리신기능과 임상상을 비교하였을 때, 복부종물이 만져졌던 경우에 분리신기능이 평균 23.3%로 가장 좋지 않았고 산전 진단된 경우, 측복부 동통, 요로감염의 순으로 신기능이 좋았다고 보고하였다. 반면에 Stock 등¹³은 신장의 조직학적 변화와 임상상 사이에는 상관관계가 없었다고 하였다. 저자들의 경우 열성 요로감염이 있었던 9례 중 4례 (44%), 복부종물로 진단된 7례 중 5례 (71%)에서 grade III, IV의 조직소견을 보였으나 동통이 있었던 7례 중에서는 단지 2례만이 같은 소견을 보였다. 이러한 사실로 볼 때 신장의 현저한 조직 변화는 동통보다는 복부종물 또는 열성 요로감염과 관련성이 높다고 볼 수 있다. 따라서 소아의 무증상 수신증에서 예방적 항생제 사용이 정당화될 수 있다. 그리고 산전 발견된 10례 중에서 3례가 grade III 이상의 조직소견을 보여 이는 무증상 수신증에서도 현저한 조직학적 변화가 발생됨을 보이고 있다.

결 론

소아 신우요관이행부폐색에서 분리신기능과 조직학적 변화의 정도는 반드시 비례하지는 않았다. 따라서 이의 치료 방법 결정에 있어 레노그램의 형태, 수신증의 정도 및 임상상 등도 추가적으로 고려될 수 있다.

REFERENCES

- Snyder HM III, Lebowitz RL, Colondy AH, Bauer SB, Retik AB. Ureteropelvic junction obstruction in children. *J Urol Clin North Am* 1980; 7: 273-85.
- Elder JS. In utero ultrasonography: impact on urology. *J Endourol* 1992; 6: 279-83.
- Homsy YL, Koff SA. Problems in the diagnosis of obstruction in the neonate. In: King LR, editors. *Urologic surgery in neonates and young infants*. Philadelphia: Saunders, 1988; 77-94.
- Koff SA. The case for nonoperative management of

- apparent UPJ obstruction. *Dialogues in Pediatric Urology* 1991; 14(3): 5-6.
5. A grading schema for infant hydronephrosis. In: workshop of society for fetal urology. Unpublished proceedings, 1988.
 6. Josephson S, Robertson B, Claesson G, Wikstad I. Experimental obstructive hydronephrosis in newborn rats. I. Surgical technique and long term morphologic effects. *Invest Urol* 1980; 17: 478-82.
 7. Claesson G, Josephson S, Robertson B. Experimental partial ureteric obstruction in newborn rats. IV. Do the morphological effects progress continuously? *J Urol* 1983; 130: 1217-22.
 8. Chevallier RL, Sturgill BC, Jones CE, Kaiser DL. Morphologic correlates of renal growth arrest in neonatal partial ureteric obstruction. *Ped Res* 1987; 33B: 21-5.
 9. Zelman SJ, Zenser TV, Davis BB. Renal growth in response to unilateral ureteral obstruction. *Kidney Int* 1983; 23: 594-8.
 10. Steinhardt GF, Ramon G, Salinas-Madrigal L. Glomerulosclerosis in obstructive uropathy. *J Urol* 1988; 140: 1316-18.
 11. Perlmutter AD, Kroovand RL, Lai YW. Management of ureteropelvic obstruction in the first year of life. *J Urol* 1980; 123: 535-7.
 12. Kruerger RP, Ash JM, Silver MM, Kass EJ, Gilmour RF, Alton DJ, et al. Primary hydronephrosis. Assessment of diuretic renography, pelvis perfusion pressure, operative findings, and renal and ureteral histology. *Urol Clin North Am* 1980; 7: 231-42.
 13. Stock JA, Krouse HF, Heffernan J, Parker M, Kaplan GW. Correlation of renal biopsy and radionuclide renal scan differentiational function in patients with unilateral ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 1995; 154: 716-8.
 14. Elder JS, Stansbrey R, Dahms BB, Selzman AA. Renal histological changes secondary to ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 1995; 154: 719-22.
 15. Pascual L, Oliva J, Vega-P J, Principi I, Valles P. Renal histology in ureteropelvic junction obstruction: are histological changes consequence of hyperfiltration. *J Urol* 1998; 160: 976-9.
 16. Elder JS, Hall P. Evaluation of unilateral obstructive uropathy and multicystic kidney using markers of tubular cell injury. *J Urol* 1990; 143: 253A.
 17. Ebel KD, Bliesener JA, Gharib M. Imaging of ureteropelvic junction obstruction with simulated diuresis. With consideration of the reliability of ultrasonography. *Ped Rad* 1988; 18: 54-6.
 18. Keller MS, Korsvik H, Piccolelli ML, Weiss RM. Comparison of diuretic Doppler sonography with diuretic renography in children with hydronephrosis. American Academy of Pediatric section on Urology Annual Meeting. San Francisco, October 1992; 11.
 19. 강주호, 이희정, 김광세. 소아에서 정상 신의 Resistive Index 치. *대한비뇨회지* 1996; 37: 320-4.
 20. Maizels M, Reisman ME, Flom LS, Nelson J, Fernbach S, Firlit CF, et al. Grading nephroureteral dilatation detected in the first year of life: correlation with obstruction. *J Urol* 1992; 148: 609-14.
 21. 이승언, 한상원, 최승강, 정현주, 유소아 신우요관이행부 협착 환자에서의 신장의 병리조직학적 변화. *대한비뇨회지* 1997; 38: 513-22.
 22. Capolicchio G, Leonard MP, Wong C, Jednack R, Brezinski A, Salle JLP. Prenatal diagnosis of hydronephrosis: impact on renal function and its recovery after pyeloplasty. *J Urol* 1999; 162: 1029-32.