

산전 초음파로 발견된 수신증의 치료 방침

울산대학교 의과대학 서울아산병원 소아과, 비뇨기과*, 핵의학과†, 방사선과‡

한혜원 · 전누리 · 박영서 · 김건석* · 문대혁† · 윤종현‡

= Abstract =

Guideline in the Management of Antenatally Diagnosed Unilateral Hydronephrosis

Hyewon Hahn, M.D., Nu-Lee Jun, M.D., Young Seo Park, M.D., Kun Seok Kim, M.D.*
Dae Hyuk Moon, M.D.† and Chong Hyun Yoon, M.D.‡

Department of Pediatrics, Urology*, Nuclear Medicine†, and Radiology‡,
Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose : Neonatal hydronephrosis has been detected with increasing frequency with the widespread use of prenatal ultrasonography, but the consensus about its postnatal management has not yet been reached, especially about surgical intervention. We attempted to determine the guideline of follow-up study and surgical intervention of hydronephrosis by analyzing clinical outcomes of neonates with hydronephrosis.

Materials and Methods : Between 1994 and 2000, 128 hydronephrotic kidneys were postnatally confirmed. Cases associated with other urologic anomalies were excluded and 90 unilateral hydronephrotic kidneys with a minimum follow-up of 12 months were enrolled in this study. We classified the patients into 6 groups according to the anterior posterior pelvic diameter (APPD) at initial ultrasonography (USG) within 1 month after birth. Renal USG and Tc^{99m}-mercaptoacetyl triglycerine (MAG3) scan were done according to a set protocol, and pyeloplasty was performed when indicated according to our protocol.

Results : Most cases whose APPD were below 10 mm improved or resolved. Only few cases with APPD above 20 mm showed spontaneous improvement and most (88%) had undergone operation. Those with initial APPD within 10-19 mm showed variable outcomes. When the risk factors for irreversible renal functional deterioration were analyzed, the age at pyeloplasty and pre-operative functional deficit were significant.

Conclusion : We concluded that in infants with initial APPD below 10 mm, consideration of surgery is not needed, and in those with initial APPD above 20 mm, early operation is recommended. Our set protocol based on initial USG is useful, but the cut-off value of relative renal function (RRF) for operation might be increased to 40% to improve post operative RRF. (J Korean Soc Pediatr Nephrol 2003;7:60-66)

Key Words : Neonatal hydronephrosis, Anterior posterior pelvic diameter (APPD), Ultrasonography, A protocol for follow-up, Relative renal function

접수 : 2003년 4월 3일, 승인 : 2003년 4월 11일
책임저자 : 박영서, 서울시 송파구 풍납동 388-1
울산의대 서울아산병원 소아과
Tel : 02)3010-3376 Fax : 02)473-3725
E-mail : yspark@amc.seoul.kr

서 론

신생아 수신증은 산전 초음파에서 발견되는 선천성 기형의 50% 이상을 차지하는 흔한 이상으

로, 모든 임신에서 1:100에서 1:500의 빈도로 발견된다¹⁻³⁾. 과거에는 복부 종괴나 혈뇨 혹은 요로 감염으로 소아기에 발견되던 질환이었으나, 1980년대 이후 산전 초음파의 사용이 증가하면서 신생아기에 그 발견 빈도가 증가하고 있다. 그 결과 산후의 치료에 대한 관심이 높아졌는데, 주된 관심은 이환된 신기능의 보존이다. 대부분의 경우에 수신증은 자연 소실되므로 수술적 중재가 필요하지 않다는 주장부터⁴⁻⁶⁾, 수술 후에도 손상받은 신기능은 회복되기 어려우므로 조기에 수술이 필요하다는 주장까지⁷⁻⁹⁾ 다양한 의견이 제시되고 있으나, 출생 후의 검사 시기와 특히 수술 적응증 및 그 시기에 대한 합의는 아직 이루어지지 못하였다. 이는 수신증의 자연 경과에 대한 이해가 아직 부족하기 때문이다. 그러므로 산전에 수신증으로 진단받은 환아들을 외래에서 추적하며 향후 진료 계획을 결정하는 데 많은 어려움이 따른다. 저자들은 신초음파검사의 신우전후경(anteroposterior pelvic diameter, APPD)과 Society for Fetal Urology grade(SFU 지수)¹⁰⁾, ^{99m}Tc-mercaptocetyl triglycerine(MAG3)을 이용한 이뇨성 신기능검사의 신기능곡선(renogram)의 폐색 정도와 상대 신기능을 기준으로 잠정적 치료 지침을 정하였고 추적 관찰 중인 환아들의 경과 관찰을 통해 수술 가능성을 시사하는 검사 결과와 술후 신기능 저하의 위험 인자를 분석하여 수신증의 치료 지침을 정립하고자 하였다.

대상 및 방법

1994년 4월부터 2000년 6월까지 산전 초음파 검사에서 수신증이 발견되어 출생 1개월 이내에 시행한 신초음파 검사에서 진단이 확인된 환아들을 대상으로 하였다. 일측성 수신증을 가진 환아들만을 대상으로 하였으며 방광요관역류를 포함한 요로계 기형이 동반된 환아들은 제외하였다. 128명의 환아의 128 신단위(renal unit)가 대상

이 되었으며, 이들 중 12개월 이상 추적 관찰이 된 90 renal unit 만을 연구 대상으로 하였다.

신단위는 생후 3일 이후부터 1개월 이내에 시행한 신장 초음파 검사의 APPD에 따라 6개의 군으로 나누었다. 즉, 10 mm 미만, 10-14 mm, 15-19 mm, 20-24 mm, 25-29 mm, 30 mm 이상의 6개 군으로 분류하였다.

^{99m}Tc-MAG3을 이용한 이뇨성 신기능검사(MAG3 diuretic renography)를 다음과 같은 방법으로 시행하였다. 생리식염수를 체중 1 kg당 10 mL 정맥주사한 후 MAG3를 체중 1 kg당 1-2 mCi를 주사하고 20분간 기저 영상을 촬영한 후 furosemide를 체중 1 kg당 1 mg을 정맥 주사하고 이뇨제 투여 후 영상을 다시 20분간 촬영하여, 신기능곡선(renogram)을 도출하고, 양측 신장의 분리 신기능(relative renal function, RRF)과 동위 원소 제거 반감기($T_{1/2}$)를 계산하였다. 술전에 상대 신기능이 45% 미만일 경우와 55% 이상으로 부적절하게 높을 경우(supranormal function), 신기능이 감소하였다고 분류하였다. 신기능곡선은 폐색의 정도에 따라 non-obstructive, indeterminate, obstructive, delayed parenchymal transit time의 4군으로 분류하였다.

경과 추적 관찰 및 수술적 중재는 미리 정해진 원안(set protocol)에 따라 시행하였다(Fig. 1). MAG3 스캔과 신초음파 검사를 3, 6, 12개월에 시행하였고 신초음파 검사에서 APPD와 Society for Fetal Urology grade(SFU 지수)를 측정하였다. 각각의 검사는 핵의학과와 방사선과 전문의에 의해서 임상 경과 및 다른 검사 결과에 대한 정보없이 판독되었다. 생후 12개월에 시행한 신초음파 APPD를 초기 APPD와 비교하여 임상적인 경과를 아래의 5가지로 분류하였다: ① 완해(APPD < 5 mm로 감소), ② 호전, ③ 동일, ④ 악화, ⑤ 수술.

추적 관찰 중 아래와 같은 경우에 신우요관 이행부교정술(dismembered pyeloplasty)를 시행하였다: ① APPD가 30 mm 이상이면서 MAG3

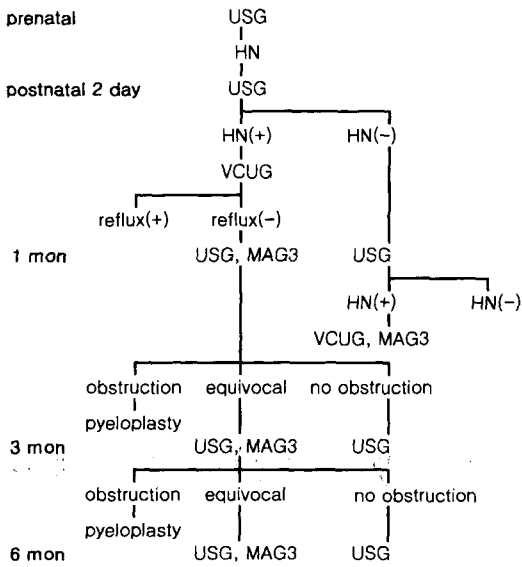


Fig. 1. Algorithm of the management of neonatal hydronephrosis. USG : ultrasonography, MAG3 : 99m Technetium(Tc)-mercaptoacetyl triglycerine scan, VCUg : voiding cystourethrogram, HN : hydronephrosis.

$T_{1/2}$ 가 20분 이상인 경우, ② RRF이 35% 이하 혹은 경과 중 RRF의 10% 이상 저하한 경우, ③ APPD가 경과 중 20 mm 이상 증가한 경우, ④ 신기능곡선이 delayed parenchymal transit time인 경우.

한편 12개월의 신기능 저하를 예측 가능한 지표가 있는 지 1개월 APPD가 10-19 mm인 군에서 비교하였다.

측정치의 통계적 분석은 SPSS 10.0 for window를 이용하여 비연속 변수는 chi square test 또는 Fisher's exact test로 비교하였고 연속 변

수는 binary logistic regression으로 비교하였다. $P < 0.05$ 를 유의 수준으로 정하였다.

결 과

초기 APPD가 10 mm 미만인 군($n=30$)에서는 수술을 받은 예가 없었으며 대부분 완해(60%) 혹은 호전(10%)의 경과를 보였다. APPD 20-24 mm 군($n=7$)에서는 자연 호전된 1례를 제외하고는 모두(86%) 수술을 받았으며, APPD 25-29 mm 군($n=4$)에서는 전례에서, 30 mm 이상인 군($n=13$)에서도 대부분(85%)이 수술을 받았다(Table 1). 초기 APPD가 10-19 mm 군($n=36$)인 군에서는 12개월에 완해부터 수술까지 다양한 결과를 보였다. 초기 APPD가 10-19 mm 인에서 pyeloplasty를 시행받은 환아들($n=6$)의 초기 검사소견을 수술을 받지 않은 환아들($n=29$)과 비교하였을 때, 수술을 받게 된 환아들에서는 초기의 SFU 지수가 유의하게 높았으며($P=0.04$, Table 2), MAG3 신기능곡선의 모양이 obstructive의 형태가 주로 보였다($P=0.004$, Table 3). 28명의 수술 받은 환아에서 수술 후의 경과를 추적하였을 때, 모든 예에서 renogram의 모양이나 수신증의 정도가 감소하였으나, 수술 전 신기능 저하가 있었던 13례 중 3례에서만 신기능이 회복되었고 10례는 신기능 저하가 지속하였다. 수술 전 신기능이 정상이었던 15례 중에서는 수술 후 3례에서 신기능이 저하가 진행되었다. 술전 신기능이 35% 이하로 저하된 7명의 환아들은 1명을 제

Table 1. Clinical Outcomes according to Anterior Posterior Pelvic Diameter(APPD) at 1 Month

APPD(mm)	N	Resolved	Improving	Stationary	Aggravated	Operated
<10	30	18	3	4	5	0
10-14	24	8	8	3	3	2
15-19	12	2	2	3	1	4
20-24	7	1	0	0	0	6
25-29	4	0	0	0	0	4
≥30	13	0	1	1	0	11
Total	90	29	14	11	9	27

Table 2. Society for Fetal Urology(SFU) Grading in the Group with Initial Anterior Posterior Pelvic Diameter(APPD) 10-19 mm

SFU grade	0	1	2	3	4	Total
Pyeloplasty(-)	0	7	7	8	7	29
Pyeloplasty(+)	0	0	0	0	6	6

Table 3. ^{99m}Tc-mercaptoacetyl Triglycerine(MAG3) Renogram Pattern in the Group with Initial Anterior Posterior Pelvic Diameter (APPD) 10-19 mm

Renogram*	1	2	3	4	Not done	Total
Pyeloplasty(-)	7	9	3	0	10	29
Pyeloplasty(+)	0	2	1	2	1	6

*renogram 1: non-obstructive, 2: indeterminate, 3: obstructive, 4: delayed parenchymal transit time

Table 4. Univariate Analysis of Risk Factors for Post Operative Functional Deficit

Variables	Deficit (n=13)	No deficit (n=15)	P
SFU* grade			NS
1 or 2	0	0	
3	0	2	
4	13	13	
Renogram			NS
1	0	0	
2	1	3	
3	5	6	
4	7	5	
Not done	0	1	
Pre-op RRF [†]			0.008
Deficit	10	3	
No deficit	3	12	
Op age(day)	126±167	217±194	0.012
APPD [‡] (mm)	3.4±1.8	2.4±1.6	NS

*Society for Fetal Urology

[†]preoperative relative renal function

[‡]anterior posterior pelvic diameter

외하고 수술후에 신기능 저하가 계속 진행하여 술 전보다 더 감소하였으며 1명은 술전의 상대 신기능이 19%였고 추적 관찰 시 40%까지 회복하였으나, 정상 신기능을 회복하지 못하였다. 40% 이상에서 수술한 17명의 환자 중 대부분은(82%) 신기능이 보존되었고, 각각 50%, 51%, 52%의

상대신기능에서 수술을 받았던 3명의 환아는 신기능이 저하되었다. 술전 신기능 55% 이상의 4명 중 3명은 신기능이 저하하였고 1명은 정상신기능을 회복하였다. 술후 신기능 저하의 위험 인자를 찾고자 수술 당시 연령, 수술까지의 추적 관찰 기간, 술전의 신기능 감소 여부, SFU 지수와 MAG3 renogram 양상을 분석하였다. 단변량 분석을 시행하였을 때, 의미있는 위험 인자는 술전의 신기능 감소($P=0.008$)와 수술 당시 어린 연령($P=0.012$)이었다(Table 4).

고 찰

본 연구 결과에서 보듯이 산전에 수신증으로 진단받은 환아들의 경과를 수신증의 자연 소실부터 신기능 저하에 이르기까지 다양한 양상을 보인다. 이는 수신증이 여러 가지 원인에 의해 유발될 수 있으며, 수신증이 곧 요로 폐색을 의미하는 것이 아니라는 주장을 뒷받침하는 소견이다. 실제로 요로 폐색이 없는 경우에도 신우의 확장이 야기될 수 있다¹⁾. 산전에 수신증이 발견되는 예는 모든 임신의 1:100에서 1:500의 빈도로 이들 중 약 80%가 출생 후에 시행한 초음파 검사에서 수신증으로 진단되며⁶⁾ 이들 중 요관 신우이행부 폐색으로 진단받는 환아는 약 60%이다^{3, 11)}.

이미 알려진 바와 같이 다낭성 이형신이 요관 신우이행부 폐색의 극한 형태임을 고려하면, 산전 초음파로 수신증이 발견되어 의뢰된 환아들을 진료하는 데 있어, 이들 중 요관신우이행부폐색으로 신기능의 손상이 진행되는 환아들을 선별하여 적절한 시기에 수술적 치료를 시행하는 것이 가장 중요하다. 조기 수술 여부에 대한 논의의 쟁점도 신기능의 보존에 있다⁴⁻⁹⁾.

현재 이러한 환아들을 경과 관찰하는 데 쓰이는 신초음파와 동위원소를 이용한 신기능곡선 측정 검사들도 요로폐색을 진단하기에는 부정확한 검사라는 논의가 계속되어 왔으나^{3, 12-15)}, 신초음

과와 동위원소 신기능곡선측정 검사 이외에는 비 침습적으로 경과를 관찰할 수 있는 방법이 거의 없으며 신기능의 저하를 예측할 만한 지표는 현재 없는 실정이다. Maizel 등¹⁶⁾은 수신증의 정도를 신배 확장을 기준으로 지표화 했을 때 요로 폐색을 잘 반영한다고 보고하였으며, Erbagci 등¹⁷⁾은 pyeloplasty 당시 얻은 신조직 소견을 ^{99m}technetium-diethylenetriaminepentaacetic acid (^{99m}Tc-DTPA) scan의 상대 신기능과 비교하였을 때 유의한 상관 관계를 보였다고 보고하였다. 즉, 스캔의 신기능 저하가 신조직 검사의 심한 정도를 잘 반영하였다. 따라서 이들 검사들로 요로 폐색의 확진은 어려우나 경과 관찰에는 유용하게 이용할 수 있으며, 대부분의 기관에서 이들 검사를 적절히 조합하여 환아들을 추적 관찰해 왔다.

저자들이 수립한 protocol은 초기에 시행한 초음파 검사상 APPD를 기준으로 하여 환아들을 분류하였다. 각각의 군에서도 MAG3 scan의 상대 신기능과 renogram 양상을 고려하여 치료 지침을 달리하였고 신기능저하가 우려되는 경우에 수술을 시행하였다. 신기능의 성숙을 고려하여 MAG3 scan은 1개월 이전에는 시행하지 않았다.

결과에서 보는 바와 같이 초기 APPD가 10 mm 미만일 경우에는 수술에 까지 이른 예가 없이 대부분 자연 소실되어 고위험군에서 제외할 수 있었으며, APPD 20 mm 이상인 군은 대부분 수술 시행 대상이 되어, 10 mm 미만과 20 mm 이상 군에서는 초기 신초음파 검사만으로 기본적인 치료 지침을 세울 수 있겠다. 그러나 초기 APPD 10-19 mm에 속하는 환아들의 경과는 짐작하기 어려워, 다양한 결과를 초래하였다. 이 환아들에서 SFU grade와 MAG3 renogram 양상을 고려하면, 수술을 받은 환아들에서 SFU grade와 renogram의 폐색 정도가 유의하게 높았다. 따라서 초기 APPD가 20 mm 미만인 환아에서도 SFU grade가 높고 renogram에서 폐색이 의심되는 경우에는 폐색이 진행되어 수술하여야 할 가능성이 높으므로 주의를 요한다. 이는

신초음파에서 신배의 확장이 요로 폐색과 연관이 높다는 Maizel 등¹⁶⁾, Maizel 등¹⁸⁾의 보고와 같은 결과로 신초음파 검사시에 신우전후경을 기본으로 환자를 분류하나 신배확장을 함께 고려하여야 한다.

요로 폐색 환아에서 신기능의 보존이 가장 중요한 문제이다. 현재까지 계속되는 수술 적응증에 대한 논의도 신기능의 저하를 막을 수 있는 시점을 찾고자 하는 데 목적이 있다. King 등¹⁹⁾은 생후 1개월 이내에 수술한 환아를 5세 이상에서 수술한 환아들과 비교하여 상대 신기능 회복 정도가 154%와 17.7%로 현저한 차이를 보이는 것을 보고하면서 조기 수술이 도움이 됨을 주장하였다. 이에 반해 Cartwright 등²⁰⁾은 35% 이내의 상대신기능을 가진 환아를 6주 이내 수술한 경우와 자연 경과만 관찰한 경우를 비교하여 양군이 유의한 차이가 없음을 보고하며 조기 수술에 반대하는 주장을 하였다. Chevalier 등²¹⁾은 rat의 unilateral ureteral obstruction(UUO) model에서 생후 5일째에 요로 폐색을 제거했음에도 생후 1년에 신기능이 저하됨을 보고하였다¹⁹⁾. 5일째 요로 폐색을 제거한 군을 한달간 폐색을 유지한 군과 비교하였을 때, 한달째의 조직학적 변화는 심하지 않았으나, 지속적인 세뇨관 손상의 지표인 epidermal growth factor의 지속적인 저하와 transforming growth factor-beta1 (TGF-beta1), clusterin, vimentin의 증가가 현저하였다. 결국 한달째에 사구체여과율은 잔여사구체의 과여과(hyperfiltration)로 유지되어 정상 신기능을 유지하였으나, 폐색을 제거한 후에도 세뇨관간질의 섬유화와 사구체경화가 진행하여 종국에는 신기능의 저하를 유발하였다. 위의 연구 결과를 신생아 요로 폐색에 고려하여 보면 폐색의 해소 당시에 조직 소견이 정상이었던 경우에도 수술 후에도 신기능의 저하가 진행될 수 있으므로, 우려되는 환아에서는 조기 수술이 신기능 보존을 위해 바람직할 것으로 생각된다. 조기 수술의 기준으로 Blyth 등²²⁾은 상대신기능 35%,

Ransley 등⁴⁾은 40%, Kass 등²³⁾은 45%를 cut-off 값으로 제한하였으나 아직 합의된 바는 없다. 본원에서는 상대신기능 35%를 기준으로 하였으나 결과에서 보는 바와 같이 이 기준에 따라 수술을 시행하였을 때 술전에 신기능이 감소된 환아들의 대부분이 술후에도 신기능이 저하된 소견을 보였다. 35-40% 범위내의 신기능을 가진 환아에서 수술한 예는 없으나, 40% 이상에서 수술하였을 때 대부분에서 신기능을 유지할 수 있었다. 술전에 50-52%의 신기능을 보였으나 술후에 신기능이 저하된 3명의 환아들은 Chevalier 등²¹⁾의 실험 결과에서와 같이 잔여 신기능으로 정상성을 유지하고 있으나 이미 신손상이 진행되고 있는 경우로 해석하거나 혹은 일반적인 기준에서 정상신기능으로 분류되었으나 초음파 검사에서 모두 APPD가 20 mm 이상이고 피질이 얇아져 있는 것을 고려하면 supranormal function으로 해석할 수 있겠다. 술후의 신기능 회복을 고려할 때, 본 연구에서 사용한 protocol 중 수술 적응이 되는 상대 신기능을 35%에서 40%로 상향 조정하는 것이 수술 후 신기능을 회복하는 데 안전한 방법이라고 판단된다.

한 글 요약

목적 : 신생아 수신증은 산전 초음파 시행의 증가와 함께 그 빈도가 증가하고 있는 질환이나 그 자연 경과에 대한 이해의 부족으로 산후의 치료, 특히 수술적 중재에 대한 합의는 아직 이루어지지 않은 상태이다. 저자들은 미리 정해진 원안에 따라 추적 관찰 중인 환아들의 경과 관찰을 통해 수술 가능성을 시사하는 조기 검사 결과와 술후 신기능 저하의 위험 인자를 분석하여 수신증의 치료 지침을 정립하고자 하였다.

방법 : 1994년 4월부터 2000년 6월까지 산전 초음파 검사에서 수신증이 발견되어 출생 1개월 이내 시행한 신초음파 검사에서 진단이 확인된 환아들을 대상으로 하였다. 일측성 수신증을 가

진 환아들만을 대상으로 하였으며 방광요관역류를 포함한 요로계 기형이 동반된 환아들은 제외하였다. 128명의 환아의 128 신단위(renal unit)가 대상이 되었으며, 이들 중 12개월 이상 추적 관찰이 된 90 신단위만을 연구 대상으로 하였다. 신단위는 생후 3일 이후부터 1개월 이내에 시행한 신초음파 검사의 신우 전후경에 따라 6개의 군으로 나누었으며 경과 추적 관찰 및 수술적 중재는 미리 정해진 원안(set protocol)에 따라 시행하였다. ^{99m}Tc-MAG3과 신장 초음파 검사를 3, 6, 12개월에 시행하였고 신초음파 검사에서 신우 전후경과 Society for Fetal Urology grade를 측정하였다.

결과 : 초기 APPD가 10 mm 미만인 군에서는 수술을 받은 예가 없었으며 대부분 완해 혹은 호전의 경과를 보였다. APPD 25 mm 이상군에서는 대부분 수술을 받았으며, 초기 APPD가 10-19 mm인 군에서는 12개월에 완해부터 수술까지 다양한 결과를 보였다. 초기 APPD가 10-19 mm인 군에서 pyeloplasty를 시행받은 환아들의 초기 검사소견을 수술을 받지 않은 환아들과 비교하였을 때, 수술을 받게 된 환아들에서는 초기의 SFU 지수가 유의하게 높았으며 신기능곡선의 모양이 폐색의 형태가 주로 보였다. 술후의 신기능을 추적하였을 때, 신기능이 저하된 군에서는 기능이 회복된 군과 비교하여 술전 신기능이 감소하여 있었고, 수술 당시 연령이 증가되어 있었다.

결론 : 초기 신초음파 검사에서 신우 전후경이 10 mm 미만인 경우는 대부분 자연 소실되므로 경과 관찰만 하면 되고, 20 mm 이상인 경우는 대부분 수술이 필요하며, 10-19 mm인 환아들에서 SFU 지수가 높거나 MAG3 스캔에서 폐색을 시사하는 소견이 있을 경우, 신기능의 저하가 진행될 수 있으므로 조기 수술이 신장 기능 보존을 위해 바람직할 것으로 생각되며, 수술 적응증을 상대 신기능 40% 이하로 상향 조정하는 것이 추천된다.

참 고 문 헌

- 1) Roth JA, Diamond DA. Prenatal hydronephrosis. *Curr Opin Pediatr* 2001;13:138-41.
- 2) Shokeir AA, Nijman RJM. Antenatal hydronephrosis: changing concepts in diagnosis and subsequent management. *Br J Urol* 2000;85:987-94.
- 3) Tripp BM, Homsey YL. Neonatal hydronephrosis- the controversy and management. *Pediatr Nephrol* 1995;9:503-9.
- 4) Ransley PG, Dhillon HK, Gordon I, Duffy PG, Dillon MJ, Barratt TM. The postnatal management of hydronephrosis diagnosed by prenatal ultrasound. *J Urol* 1990;144:584-7.
- 5) Blachar A, Blachar Y, Livne PM, Zurkowski L, Pelet D, Mogilner B. Clinical outcome and follow-up of prenatal hydronephrosis. *Pediatr Nephrol* 1994;8:30-5.
- 6) Koff SA, Campbell KD. The nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis: natural history of poorly functioning kidneys. *J Urol* 1994;152:593-5.
- 7) Chevalier RL, Klahr S. Therapeutic approaches in obstructive uropathy. *Semin Nephrol* 1998;18:652-8.
- 8) Subramaniam R, Kouriefs C, Dickon AP. Antenatally detected pelvi-ureteric junction obstruction: concerns about conservative management. *Br J Urol* 1999;84:335-8.
- 9) Cornford PA, Rickwood AMK. Functional results of pyeloplasty in patients with antenatally diagnosed pelvi-ureteric junction obstruction. *Br J Urol* 1998;81:152-5.
- 10) Fernbach SK, Maizel M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol* 1993;23:478-80.
- 11) Homsy YL, Saad F, Laberge I, Willior P, Pison C. Transitional hydronephrosis of the newborn and infant. *J Urol* 1990;144:579-83.
- 12) Dudley JA, Haworth JM, McGraw ME, Frank JD, Tizard EJ. Clinical relevance and implications of antenatal hydronephrosis. *Arch Dis Child* 1997;76:F31-F34.
- 13) Duckett JW. When to operate on neonatal hydronephrosis. *Urology* 1993;42:617-9.
- 14) Chung S, Majd M, Rushton HG, Belman AB. Diuretic renography in the evaluation of neonatal hydronephrosis: is it reliable? *J Urol* 1993;150:765-8.
- 15) Hanna MK. Antenatal hydronephrosis and ureteropelvic junction obstruction: the case for early intervention. *Urology* 2000;55:612-5.
- 16) Maizel M, Mitchell B, Kass E, Fernbach SK, Conway JJ. Outcome of nonspecific hydronephrosis in the infant: a report from the registry of the society for fetal urology. *J Urol* 1994;152:2324-7.
- 17) Erbagci A, Yagci F, Sarica K, Bakir K. Predictive value of renal histological changes for postoperative renal function improvement in children with congenital ureteropelvic junction stenosis. *Int J Urol* 2002;9:279-84.
- 18) Maizel 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.
- 19) King LR, Coughlin PWF, Bloch EC, Bowie JD, Ansong K, Hanna MK. The case for immediate pyeloplasty in the neonate with ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 1984;132:725-8.
- 20) Cartwright PC, Duckett JW, Keating MA, Snyder HM, Escala J, Blyth B, et al. Managing apparent ureteropelvic junction obstruction in the newborn. *J Urol* 1992;148:1224-8.
- 21) Chevalier RL, Thornhill BA, Chang AY, Cachat F, Lackey A. Recovery from release of ureteral obstruction in the rat. Relationship to nephrogenesis. *Kidney Int* 2002;61:2033-43.
- 22) Blyth B, Snyder SM, Duckett JW. Antenatal diagnosis and subsequent management of hydronephrosis. *J Urol* 1993;149:393-8.
- 23) Kass EJ, Fink-Bennet D. Contemporary techniques for the radioisotope evaluation of the dilated urinary tract. *Urol Clin North Am* 1990;17:273-89.