

수신증의 정도와 요로감염 및 자연경과, 산전초음파상의 수신증 여부와의 관련성에 대한 임상적 고찰

충북대학교 의과대학 소아과학교실

이지희 · 김준우 · 윤지은 · 하태선

= Abstract =

Clinical study of urinary tract infection, natural courses, and prenatal ultrasonographic results according to the grades of hydronephrosis

Jee-Hee Lee, M.D., Jun-Woo Kim, M.D., Ji-Eun Yoon, M.D. and Tae-Sun Ha, M.D.

Department of Pediatrics, Chungbuk National University College of Medicine, Cheongju, Korea

Purpose : Although renal ultrasonography (USG) has improved the detection rate of hydronephrosis (HN), its clinical courses and postnatal management remains controversial. Here, we reviewed the clinical features of patients with HN according to the grades.

Methods : We retrospectively studied 207 patients who were regularly followed-up among 367 patients with HN detected by renal USG postnatally between April 1998 and December 2007. These patients were grouped into four groups, grades 1-4, according to renal pelvic diameter (RPD). For analysis, each group was merged into two categories (mild: grade 1, 2; severe: grade 3, 4).

Results : During follow-up, 128 episodes of urinary tract infection (UTI) occurred in 91 patients. According to grades from 1 to 4, 35/89 (39.3%), 41/88 (46.5%), 11/22 (50%), and 4/8 (50%), respectively, had UTI, without any significance between the mild and severe groups. However, the severe group presented a higher risk in cumulative episodes of UTI per year ($P=0.041$). The spontaneous resolution of HN was observed in 103 (58.8%) of the 175 mild group patients and in 3 (10.7%) of the 28 severe group patients ($P<0.001$). Furthermore, the detection rate of prenatal HN by prenatal USG was much higher in patients with severe RPD ($P<0.001$).

Conclusion : We found that the severer the grade of HN, the lower was the rate of spontaneous resolution and higher was the frequency of UTI. Therefore, the establishment of guidelines for managing treatments such as antibiotic prophylaxis for patients with HN is needed to improve renal prognosis. (Korean J Pediatr 2009;52:917-921)

Key Words : Hydronephrosis, Grade, Renal pelvic diameter, Urinary tract infection, Prenatal ultrasonography

서 론

최근 산전초음파가 임상에서 활발히 시행되면서 여러 요로계의 기형에 대한 산전 진단이 가능하게 되었으며, 그 중 수신증은 산전초음파에서 발견되는 선천성 기형의 50% 이상을 차지하는 흔한 질환으로, 발견되는 빈도는 태아 100-500명당 1명이다¹⁻³⁾.

수신증은 콩팥잔과 신우가 비정상적으로 확장된 상태를 의미

하며⁴⁾, 주로 폐쇄요로병증, 또는 방광요관역류 등의 원인으로 발생하고, 드물게는 다낭형성이상콩팥, 중복요관, 뒤요도판막, 거대요관, 요관류 등이 원인이 될 수 있다^{5, 6)}. 출생 후 수신증의 경과 는 자연 소실에서부터 폐색이 진행되어 신손상을 일으키는 것에 이르기까지 다양하다⁷⁾. 현재까지 수신증의 자연경과와 병태생리에 대해 많은 연구가 진행되고 있으나 아직까지 명확한 기준이 정립되어 있지 않은 상태이며, 추적관찰 시기와 치료 방침에 대해서도 이견을 보이고 있는 실정이다^{8, 9)}. 또한, 산전초음파 시행으로 과거보다 수신증이 조기에 발견되고는 있으나, 아직도 우연히 또는 요로감염 시 초음파 검사를 통해 발견되는 수가 적지 않다¹⁴⁾.

이에 저자들은 본원에서 수신증으로 진단된 환자 들의 임상적 특징을 알아보고 수신증의 정도에 따른 요로감염 및 신손상, 호전 유무, 수술적 치료, 산전초음파 결과 등과의 관련성을 분석함으로써, 향후 수신증의 예후를 예측하고 치료 방침을 세우는데

Received : 12 September 2008, Revised : 30 September 2008

Accepted : 25 February 2009

Address for correspondence : Tae-Sun Ha, M.D.

Department of Pediatrics, Chungbuk National University School of Medicine, Gaesin-dong 62, Heungdeok-gu, Cheongju-si, Chungbuk, 361-763, Korea
Tel : +82.43-269-6374, Fax : +82.43-264-6620

E-mail : tsha@chungbuk.ac.kr

*This work was supported by the research grant. of the Chungbuk National University in 2008.

도움이 되고자 하였다.

대상 및 방법

1998년 4월부터 2007년 12월까지 본원에서 시행한 신초음파 검사에서 수신증이 발견된 총 367명의 환아 들을 대상으로 성별, 편위성, 수신증 정도, 동반 요로기형, 요로감염, 호전 여부, 산전 초음파 시행 여부 및 결과에 대해 진료기록 및 영상기록을 후향적으로 조사하였다. 이들 중 적어도 수신증이 소실될 때까지 추적관찰이 된 207명의 환아가 연구의 대상이 되었고 이들의 평균 추적 관찰 기간은 21.0개월(1-150개월)이었으며, 첫 번째 초음파 시행 시기의 평균 나이는 4.34개월(2일-84개월)이었다.

Society for Fetal Urology Grade (SFU 지수)¹⁰⁾를 참조하여 SFU 지수가 1 이상일 때 수신증으로 진단하였고(Table 1), 수신증의 정도는 초음파검사의 신우직경(anterior posterior pelvic diameter, APPD)에 따라 5 mm 미만 (grade 1), 5-9 mm (grade 2), 10-14 mm (grade 3), 15 mm 이상 (grade 4)의 4개의 군으로 나누었고, 통계 분석 시에 grade 1, 2는 mild로, grade 3, 4는 severe로 분류하였다^{18, 23)}.

수신증의 원인 및 동반 요로 기형을 찾기 위해서 필요에 따라 배뇨중방광요도조영술(voiding cystourethrography, VCUG), 정맥신우조영술(intravenous pyelography, IVP), ^{99m}Tc-DTPA 신스캔, ^{99m}Tc-mercaptoacetyl triglycerine (MAG3) 신스캔, ^{99m}Tc-DMSA 신스캔 등이 시행되었고 각각의 검사는 영상의학과와 핵의학과 전문의에 의해서 판독되었다.

최종 추적 때의 초음파 APPD의 변화를 측정함으로써 임상 경과를 완해(SFU 지수 0) 호전(grade 한 단계 이상 감소), 동일, 악화(grade 한 단계 이상 증가)로 분류하였다. 수술은 수신증 정도와 신기능, 동반 요로기형을 고려하여 시행하였다.

요로 감염은 발열과 같은 감염의 증상이 있으면서 소변 검사상 농도가 있고, 무균 채뇨 주머니를 통해 얻거나 소변을 가리는 환아의 청결 채취 중간뇨를 배양 검사하여 10⁵ 균집락수(colony forming unit, CFU) 이상 일 때로 정의하였다²⁷⁾.

Table 1. Society of Fetal Urology Grading System for Hydronephrosis¹⁰⁾

Grades	Central Renal Complex (Pelvis)	Renal Parenchymal Thickness
0	Intact	normal
1	Slightly splitting	normal
2	Evident splitting, complex confined within renal border	normal
3	Wide splitting pelvis dilated outside renal border, calyces uniformly dilated	normal
4	Further dilatation of pelvis and calyces (calyces may appear convex)	Thin

통계적 분석은 SPSS (Window version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 사용하였고, 수신증의 정도에 따른 요로감염의 누적 발생빈도의 분석은 t-test를 사용하였으며 수신증의 정도와 자연호전 여부 및 산전초음파상의 수신증 여부와의 관련성에 대한 분석은 Pearson's chi-square test를 사용하였다. P 값이 0.05 미만이면 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

1. 임상적 특징

성별은 남자가 137명(66.2%), 여자가 70명(33.8%)으로 남녀 비가 1.95:1로써 남자가 많았다. 병변은 양측성이 84명(40.6%), 일측성이 123명(59.4%)이었으며, 일측성 중 왼쪽이 111명(53.6%)으로 오른쪽 12명(5.8%)보다 많았다. 수신증의 정도는 grade 1이 89명(43.0%), grade 2가 88명(42.6%), grade 3이 22명(10.6%), grade 4가 8명(3.8%)이었다. 이를 mild와 severe로 나뉘 보면 각각 177명(85.5%), 30명(14.5%)이었다(Table 2).

2. 동반된 요로 기형

수신증이 현저한 환아를 대상(grade 2중에서 동일 또는 악화의 경과를 보인 환아 및 grade 3, 4 환아)으로 IVP 및 ^{99m}Tc-DTPA 신스캔, MAG3 신스캔을 시행하였고, 검사를 시행한 43명의 환아 중에 28명(65%)이 신우요관 이행부 협착을 지녔고, 이들의 수신증 정도는 grade 1이 2명(7.1%), grade 2가 8명(28.5%), grade 3이 10명(35.7%), grade 4가 8명(14.2%) 이었다.

VCUG를 시행한 132명 중에서 16명에서 방광요관역류 (vesicoureteral reflux, VUR)가 발견되었고, VUR grade 2가 4명(25%), VUR grade 3이 3명(18.7%), VUR grade 4가 5명(31.2%),

Table 2. Clinical Characteristics of Diagnosed Hydronephrosis

Clinical Characteristics	No. of Patients (%)
Sex	
Male	137 (66.2)
Female	70 (33.8)
Laterality	
Bilateral	84 (40.6)
Unilateral	123 (59.4)
Left	111 (53.6)
Right	12 (5.8)
Grade of Hydronephrosis	
Mild	177 (85.6)
Grade 1	89 (43.0)
Grade 2	88 (42.6)
Severe	30 (14.4)
Grade 3	22 (10.6)
Grade 4	8 (3.8)
Total	207 (100)

Table 3. Clinical Outcomes According to Grades of Hydronephrosis

Grades of Hydronephrosis	Mild		Severe		Total
	Grade 1 (89)	Grade 2 (88)	Grade 3 (22)	Grade 4 (8)	
UTI (patients No.)*	35 (39.3%)	41 (46.5%)	11 (50%)	4 (50%)	91
UTI (cumulative episodes)*	46	53	22	7	128
UTI (No. of episodes/year)*	0.46 (95% CI, 0.34-0.58)		0.86 (95% CI, 0.22-1.50)		
Resolved [§]	67 (75.2%)	38 (43.1%)	4 (18%)	1 (12.5%)	110
Not Resolved					97
Improved	0	15	5	1	21
Stationary	21	35	9	5	70
Aggravated	1	0	4	1	6
Operation	0 (0%)	3 (3.4%)	6 (27%)	5 (62.5%)	14
Renal Cortical defect (on ^{99m} Tc-DMSA [‡])	16	24	9	4	54

**P*-value=0.472, †*P*-value=0.021, ‡*P*-value=0.041, §*P*-value<0.001, ††Technetium-99 dimercaptosuccinic acid renal scan

VUR grade 5가 4명(25%)이었다. VUR grade 3 이상인 경우가 전체의 75%였다.

이외 다른 요로계 기형으로서, 다낭형성이상콩팥이 2명, 중복 요관이 4명, 수신요관증이 2명, 요도계실이 1명, 방광요관이행부 결석이 1명에게 각각 있었다.

3. 수신증의 임상 경과

추적기간 동안 요로감염은 91명(44%)의 환자에서 총 128회 발생하였다. 두 차례 이상 요로감염이 있는 환아는 25명이었으며, 6차례 발생한 환아도 1명 있었다. 수신증 정도에 따른 요로감염 발생은 grade 1이 89명 중 35명(39.3%), grade 2는 88명 중 41명(46.5%), grade 3은 22명 중 11명(50%), grade 4는 8명 중 4명(50%)으로 요로감염의 발생 유무에 대해서는 mild 군과 severe 군 사이에 유의한 차이는 없었으나(*P*=0.472), 추적 관찰 기간 동안 요로감염의 누적 발생 빈도(*P*=0.021)와 요로감염의 연간 발생 빈도는 severe 군이 mild 군보다 유의하게 높았다(*P*=0.041). 또한, 요로감염이 있었던 91명의 환아 중에 ^{99m}Tc-DMSA 신스캔을 시행한 결과, mild 군은 76명 중 40명(52%)에서 신손상이 있었고, severe 군은 15명 중 13명(86%)에서 신손상이 있었다(*P*=0.042).

207명의 환아 중 110명(53.1%)은 추적 관찰 중에 수신증이 소실되었으며, 21명(10.1%)은 호전, 70명(33.8%)은 동일, 6명(2.8%)은 악화된 경과를 보였다. 수신증 14명에게 수술을 시행하였으며 신우요관이행부협착과 관련 수술 7명, 방광요관역류와 관련 수술 7명이었다. 수술한 14명 중에 수신증 grade 2도 3명이 있었는데 모두 방광요관역류 grade 4이상 환아들이었고, 나머지 11명은 수신증 grade 3, 4 이상 이었다. 수술로 완해를 보인 4명(수신증 grade 2가 2명, grade 3이 1명, grade 4가 1명)을 제외하고 mild 군과 severe 군의 완해를 비교 해 볼 때 mild 군은 175명 중 103명(58%)이 완해를 보여 28명 중 3명(10.7%)의 완해를 보인 severe 군보다 유의하게 높은 자연 완해 경과를 나타내었다

Table 4. Relationship between the Grades of Hydronephrosis and Their Detection by Prenatal Renal Ultrasonography

Grades of hydronephrosis	Mild		Severe		Total
	Grade 1 (89)	Grade 2 (88)	Grade 3 (22)	Grade 4 (8)	
Prenatal USG done	89	87	22	7	205
Hydronephrosis detected	15	33	15	6	69
Detection rate*	(16.8%)	(37.9%)	(68.1%)	(85.7%)	

**P*-value<0.001. Abbreviation : USG, ultrasonography

(*P*<0.001) (Table 3).

4. 산전초음파와의 관계

207명의 환아 중 205명이 산전초음파를 시행하였으며, 그 중 69명이 산전초음파에서 수신증이 있었다. Severe 군은 29명 중 21명(75%)이 산전초음파에서 수신증이 발견되었으며, 이는 176신단위 중 48신단위(27%)가 수신증이 발견된 mild 군보다 유의하게 높았다(*P*<0.001) (Table 4).

고 찰

선천성 수신증의 빈도는 남아가 여아에 비하여 2배정도 높은 것으로 알려져 있으며^{11, 12)}, 일측성일 경우 왼쪽이 오른쪽보다 1.5-8배 많은 것으로 보고되고 있다^{12, 13)}. 이번 연구에서도 수신증으로 진단받은 207명의 환아들의 임상적인 특성은 남녀 비가 1.95:1로 남자가 많았으며, 병변은 왼쪽이 오른쪽보다 9.25:1로 현저하게 많았다. 수신증의 정도는 mild 군이 177명(85.5%), severe 군이 30명(14.5%)으로 mild 군이 약 6배 정도 많았다. 성별, 편위성, grade에 대한 빈도는 이전 연구들과 비교할 때 큰 차이를 보이지는 않았다.

수신증은 요 정체라는 측면에서 병태생리학적으로 요로감염의 위험인자로 알려져 있다¹⁴⁾. 요로감염은 소아기에 가장 흔한 질병 중 하나로서 반복적인 요로감염과 그로 인한 신손상 등은 영구적인 신장장애를 일으켜 고혈압이나 말기 신부전까지도 초래 할 수도 있다¹⁵⁾. 따라서 요로감염의 위험인자를 가지고 있는 환아들에 대한 추적관찰을 시행함으로써 요로감염 발생 시에 조기발견 및 조기치료를 시행하여 점진적인 신실질 손상을 줄이고 재감염을 예방하는 것이 매우 중요하다¹⁶⁾. 요로감염의 발생 빈도는 연령과 성별, 그리고 소변 채취 방법 및 포경수술 유무에 따라 다를 수 있겠지만 영아기의 요로감염 이환율은 0.3-1.2% 정도로 보고되고 있다¹⁷⁾. 본 연구에서 수신증으로 진단된 환아들의 요로감염 발생률은 207명 중 91명으로 44%를 나타내었다. 또한 2차례 이상 요로감염이 발생한 환아는 25명으로 전체의 12%였다. Coelho 등¹⁸⁾은 산전초음파에서 수신증이 발견된 192명의 환아들에 대한 전향적 연구에서 추적기간 동안 27명(14%)의 환아에서 요로감염이 발생했다고 보고하였고, 또한 수신증의 정도가 심할수록 요로감염의 발생률이 높다고 보고하였다. 14%의 발생률은 본 연구에서의 발생률 보다 낮은 수치이지만 Coelho 등¹⁸⁾의 연구에서는 모든 환아들에 대해 평균 7.5개월의 예방적 항생제를 투여했음을 고려할 때, 수신증에 대한 예방적 항생제 투여가 치료적 관례가 아닌 우리나라의 경우 수신증을 가진 환아의 요로감염 발생률은 그보다 더 높을 것으로 생각된다. 또한, 본 연구에서는 수신증의 정도에 따른 요로감염 발생률은 mild 군이 177명중 76명(42%), severe 군이 30명중 15명(50%)으로 두 군 간에 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 하지만 추적관찰기간 동안 년당 발생한 누적 빈도를 비교하였을 때는 severe 군이 유의하게 높은 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 요로감염 발생의 위험인자로서 수신증의 병태생리학적인 중요성을 잘 설명하고 있으며, 또한 수신증의 정도가 요로감염의 재발과 밀접한 관련이 있음을 나타내는 증거이다. 또한, mild 군의 경우에도 177명의 76명(42%)에서 요로감염이 발생하였다는 사실은 수신증을 가진 환아에 대한 체계적인 추적관찰 과 예방적 항생제 치료 등과 같은 실질적인 치료지침의 확립이 시급함을 말해준다. 이는 본 연구에서 요로감염이 있었던 91명의 환아중에 ¹²⁵99m-DMSA 스캔을 시행한 결과 mild 군이 76명 중 40명(52%), severe 군은 15명 중 13명(86%)이 신손상이 있었다는 사실에서도 실질적인 치료지침의 확립이 필요함을 다시 한 번 확인할 수 있다.

그 동안 수신증의 예후와 관련된 예측인자로서 신우전후직경에 대한 많은 연구가 있어왔다. Sidhu 등¹⁹⁾은 수신증의 정도와 그에 따른 예후와 관련한 이전의 25개의 연구들을 메타 분석하였고, 신우전후직경이 12 mm 미만일 경우에는 환아들의 98%에서 호전을 보였고, 신우전후직경이 12 mm 이상일 경우에는 환아들의 51%에서 호전을 보여 12 mm 미만일 경우 12 mm 이상일 경우 보다 호전될 확률이 약 5배 정도 높을 것으로 보고하였다. 국내의 경우에도 Yoon 등²⁰⁾은 산전초음파로 발견된 일측성 수신증을 가진 153명의 환아에 대한 생후 1개월 때의 초음파 소

견에 따른 임상 경과에 대한 연구에서 생후 1개월 때의 신우전후직경이 10 mm 미만이었다는 경우에 수술한 경우가 한례도 없었으며, 20 mm 미만일 경우에는 대부분 자연 소실되었다고 보고하였다. 또한 Kang 등²¹⁾은 신우요관이행부협착으로 인한 수신증을 가진 222명의 환아들에 대한 연구에서 수신증이 자연회복된 121명의 평균 신우전후직경이 7.8±6.28 mm라고 보고하였다. 본 연구에서는 mild 군과 severe 군으로 나뉘는 신우전후직경의 기준을 10 mm로 하였고, 위에서 본 결과와 같이 mild 군이 severe 군보다 유의하게 높은 자연완해 경과를 나타내었다. 또한 수술한 14명의 환아들 중에 11명은 수신증 grade 3 이상의 환아들이었다. 이와 같은 결과로 볼 때 수신증의 신우전후직경은 자연완해 및 수술위험도와 같은 수신증의 예후에 대한 예측인자로서 의미가 있으며^{22, 23)}, 본 연구에서는 그 기준이 10 mm로 확인되었다.

산전초음파 기술 및 횡수의 증가로 인해 많은 태아 기형들이 조기발견되고 있고, 그 중에서도 수신증은 가장 흔하게 발견되는 기형이다²⁴⁾. 수신증은 해부학적으로 신장의 신우 및 신배의 확장을 의미하는 것이고, 병태생리학적인 측면에서는 많은 경우 요로계의 압력증가와 관련된 요로폐쇄로 인해 발생한다²⁵⁾. Capello 등²⁶⁾은 산전초음파의 발달로 인해 폐쇄요로병증의 조기발견이 증가하였고, 그로 인해 조기수술의 수도 증가하였다고 보고하여 신기능의 보존이라는 측면에서 산전초음파의 유용성을 강조하였다. 본 연구에서는 수신증으로 진단된 207명의 환아들 중 205명의 환아들이 산전 초음파를 시행하였고, 그 중에서 산전초음파에서 수신증으로 진단 받은 환아들은 69명(33%)이었다. 또한 severe 군은 mild 군보다 산전초음파에서 수신증으로 나올 확률이 유의하게 높았다. 즉 수신증이 심할수록 산전초음파에 발견될 확률이 높으며, 본 연구에서의 결과와 같이 이들의 예후 또한 경한 수신증보다는 요로감염, 자연완해라는 측면에서 볼 때 나쁠 것으로 예상된다¹⁸⁾.

결론적으로, 수신증의 정도가 심할수록 년당 발생한 요로감염의 누적 빈도가 증가하였고, 자연호전될 가능성은 낮았으며, 산전초음파에서 발견될 확률이 높은 결과를 보여주었다. 그러나 자연적으로 호전될 가능성이 높은 경한 수신증의 경우에도 상당한 수의 요로감염의 발생이 있었으며, 그로 인해 신손상 또한 상당수 발생하여 이에 대한 예방적 항생제 치료 등과 같은 실질적인 예방치료지침의 확립이 필요하다. 또한, 본 연구를 통하여 심한 수신증의 조기발견 및 신기능의 보존이라는 측면에서 산전초음파의 유용성을 다시 한 번 확인할 수 있었으며, 이러한 산전초음파의 더욱 활발한 사용을 위해 지속적인 홍보 및 국가적인 지원이 필요하겠고, 산전초음파 시행자들 또한 더욱 많은 선천성 기형 및 질환들을 조기발견하기 위한 숙련된 기술의 향상이 필요할 것이다.

요 약

목적 : 신초음파검사는 수신증의 발견을 향상 시켰지만, 수신

중의 임상 경과 및 치료에 대해서는 많은 이견이 있다. 이에 저자들은 수신증의 정도에 따른 환자들의 임상적 특징을 연구하였다.

방 법 : 1998년 4월부터 2007년 12월까지 신초음파검사에서 수신증이 발견된 총 367명의 환아들 중에 추적 관찰된 207명을 대상으로 후향적으로 조사하였다. 신우전후직경에 따라 대상을 grade 1-4까지 분류하고, 분석을 위해 이를 다시 mild 군 및 severe 군으로 나누었다.

결 과 : 추적기간 동안 요로감염은 207명 중 91명(44%)의 환아에서 총 128회 발생하였고, 수신증 정도에 따라서는 grade 1이 89명 중 35명(39.3%), grade 2는 88명 중 41명(46.5%), grade 3은 22명 중 11명(50%), grade 4는 8명 중 4명(50%)으로 요로감염의 발생 유무에 대해서는 mild 군과 severe 군 사이에 유의한 차이는 없었다. 그러나 요로감염의 누적 빈도 및 년당 발생한 요로감염의 횟수를 비교 해볼 때 severe 군이 mild 군보다 유의하게 높았다($P=0.041$).

Mild 군은 175명 중 103명(58%)이 완해를 보여 28명 중 3명(10.7%)의 완해를 보였다($P<0.001$).

또한 산전초음파에서 수신증의 발견될 확률은 심한 신우전후직경을 나타낸 환아에서 더 높았다($P<0.001$).

결 론 : 저자들은 수신증의 정도가 심할수록 자연완해는 더 적게 일어나며, 요로감염은 더 빈번하게 발생하는 것을 알게 되었다. 따라서 수신증을 가진 환아에 대해 신장 예후를 증진시키기 위하여 예방적 항생제 등의 치료 지침의 확립이 필요하다.

References

- Capolicchio G, Leonard MP, Wong C, Jednak R, Brzezinski A, Salle JL. Prenatal diagnosis of hydronephrosis : Impact on renal function and its recovery after pyeloplasty. *J Urol* 1999;162:1029-32.
- Roth JA, Diamond DA. Prenatal hydronephrosis. *Curr Opin Pediatr* 2001;13:138-41.
- Shokeir AA, Nijman RJ. Antenatal hydronephrosis : changing concepts in diagnosis and subsequent management. *BJU int* 2000;85:987-94.
- Peters CA. Urinary tract obstruction in children. *J Urol* 1995;154:1874-83.
- Brown T, Mandell J, Lebowitz RL. Neonatal hydronephrosis in the era of sonography. *AJR Am Roentgenol* 1987;148:959-63.
- Yoon HY, Kim JH, Lee JS, Kim PK, Kim MJ. The neonatal follow up and correlative analysis of fetal hydronephrosis. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 1998;2:60-8.
- Disandro MJ, Kogan BA. Neonatal management : role for early intervention. *Urol Clin North Am* 1998;25:187-97.
- Koff SA, Campbell KD. The nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis : natural history of poorly functioning kidneys. *J Urol* 1994;152:593-5.
- Conrnford PA, Rickowood AM. Functional results of pyeloplasty in patients with antenatally diagnosed pelvi-ureteric junction obstruction. *Br J Urol* 1998;81:152-5.
- Fernbach SK, Maizels M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis : introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol* 1993;23:478-80.
- Dudley JA, Haworth JM, McGraw ME, Frank JD, Tizard EJ. Clinical relevance and implications of antenatal hydronephrosis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1997;76:F31-4
- Lim DJ, Park JY, Kim JH, Paick SH, Oh SJ, Choi H. Clinical Characteristics and Outcome of Hydronephrosis Detected by Prenatal Ultrasonography. *J Korean Med Sci* 2003;18:859-62.
- Miyakita H, Ueno S, Nomura M. Neonatal hydronephrosis detected on routine health check-up. *Tokai J Exp Clin Med* 2001;26:101-5.
- Rushton HG. Urinary tract infections in children. Epidemiology, evaluation and management. *Pediatr Clin North Am* 1997;44:1133-69.
- Merrick MV, Notghi A, Chalmers N, Wilkinson AG, Uttley WS. Long term follow up to determine the prognostic value of imaging after urinary tract infections. Part 2. Scarring. *Arch Dis Child* 1995;72:393-6.
- Jahnukainen T, Honkinen O, Ruuskanen O, Mertsola J. Ultrasonography after the first febrile urinary tract infection in children. *Eur J Pediatr* 2006;165:556-9.
- Stull TL, LiPuma JJ. Epidemiology and natural history of urinary tract infections in children. *Med Clin North Am* 1991;75:287-97.
- Coelho GM, Bouzada MC, Pereira AK, Figueiredo BF, Leite MR, Oliveira DS, et al. Outcome of isolated antenatal hydronephrosis: a prospective cohort study. *Pediatr Nephrol* 2007;22:1727-34.
- Sidhu G, Beyene J, Rosenblum ND. Outcome of isolated antenatal hydronephrosis: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Nephrol* 2006;21:218-24.
- Yoon HS, Yum MS, Lee JH, Park YS, Kim KS, Yoon CH, et al. 1 year follow-up results of prenatally diagnosed unilateral hydronephrosis according to renal sonographic findings at 1 month of age. *Korean J Pediatr* 2006;49:64-70.
- Kang HS, Sung JS, Kim SH, Back HJ, Kim YO, Kim CJ, et al. Frequency and clinical characteristics of prenatally diagnosed congenital hydronephrosis and outcomes of ureteropelvic junction stenosis. *Korean J Pediatr* 2006;49:870-4.
- Ahamad G, Green P. Outcome of fetal pyelectasis diagnosed antenatally. *J Obstet Gynaecol* 2005;25:119-22.
- Woodward M, Frank D. Postnatal management of antenatal hydronephrosis. *BJU Int* 2002;89:149-56.
- Kang YS, Han SW, Choi SK. The ultrasonographic follow up results and the prognosis of prenatal hydronephrosis. *Korean J Urol* 1995;36:1100-5.
- Chevalier RL, Klahr S. Therapeutic approaches in obstructive uropathy. *Semin Nephrol* 1998;18:652-8.
- Capello SA, Kogan BA, Giorgi LJ J, Kaufman RP Jr. Prenatal ultrasound has led to earlier detection and repair of ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 2005;74:1425-8.
- Nelson. Textbook of Pediatrics. 18th ed. Philadelphia : WB Saunders Co, 2007:2223-8.