

소아에서 정상 신의 Resistive Index 치

계명대학교 의과대학 비뇨기과학교실, 진단방사선과학교실* 및 의과학연구소

강주호 · 이희정* · 김광세

=Abstract=

Resistive Index Values of Normal Kidneys in Children

Joo Ho Kang, Hee Jung Lee* and Kwang Sae Kim

From the Department of Urology, Diagnostic Radiology* and Institute for Medical Science,
Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

In hydronephrosis, it is very important for its management to determine. RI value using Doppler sonography is one of the least invasive modality available for differentiating the obstructed from the nonobstructed dilated upper urinary tract and particularly useful in following the patient who has hydronephrosis. However its normal value and discriminating point were not established yet in children. To assess better utility of RI in diagnosis of obstructive hydronephrosis, we evaluated 66 undilated renal units with the intention of establishing a nomogram of RI values in children. There was no significant relationship between the RI values and age, sex or laterality. Overall mean of RI value was 0.74 ± 0.07 in this study and 22 of 66 undilated kidneys (33.3%) had RI values above 0.7, which has thought to be discriminatory value in adult. We think that RI values of normal kidneys need to be evaluated further in children.

Key Word: Hydronephrosis, RI value.

서 론

수신증에서 요로계 폐쇄의 유무는 치료방침을 결정하는데 있어 중요한 요소이며 특히 신장이 발달하는 신생아 및 영아기에 그 중요성이 더욱 강조되고 있다.

현재 상부 요로계의 폐쇄 정도를 결정 하는데 이용 되어지고 있는 진단법들에는 배설성 요로 조영술, 이뇨성 신주사^{1,2}, Pressure Flow Study (Whitaker test)^{3,4} 등이 있다. 하지만 이들은 신생아, 영아기에 있어서 신기능이 미숙하다는 점, 이시기에는 표준화가 되어 있지 않다는 점으로 인해 검사치의 신뢰도가 높지 않다. 또한 검사가 침습적이라는 단점도 있다.

최근 수신증이 있는 성인에 Duplex Doppler Ultrasonography 를 이용한 신혈관의 RI (Resistive Index) 치로서 요로폐쇄의 유무를 판단하려는 시
접수일자 : 1996년 1월 4일

도들이 보고되고 있는데^{5,7}, 이를 이용할 경우 비침습적이고 비교적 수기가 간단하다는 장점이 있다. 따라서 반복 검사가 쉬워 수신증 환자의 추적에 용이하다 하겠다.

하지만 소아 영역에서 아직 RI 치의 정상범위나 폐쇄유무를 결정할 변별점에 관한 학문적 일치를 보지 못하고 있다. 이에 저자들은 소아에서 수신증이 없는 정상신의 RI 치를 조사 분석하여 정상범위 및 성인에서 요로폐쇄의 변별점으로 이용되는 0.7의 신뢰성에 관해 알아 보았다.

대상 및 방법

1993년 12월부터 1995년 8월까지 비뇨기과적 선별검사 목적으로 초음파 검사를 시행하는 환아중 초음파 검사상에 수신증이 없는 정상적인 신장을 대상으로 RI 치를 구하였다.

선별검사의 대상 질환은 Kawasaki 써병 4명, 쇄창 4명, 뇌척수막류 2명, 복통 10명, 그외 무증

상적 농노 등이 22명 이었다(Table 1).

총 대상자는 42명으로 남아가 29명, 여아가 13명 이었고 전체 검사 대상 신장은 66신 이었다. 이들의 나이는 생후 1일에서 14세까지로 생후 1개월 미만인 신생아가 9명, 1개월에서 만1세 사이의 영아가 10명, 1세에서 14세 사이의 소아가 23명 이었다. 신생아군의 연령은 생후 1일에서 25일 사이로 평균 6일 이었고 남아가 4명 여아가 5명 이었다. 영아군은 1개월에서 10개월 사이로 평균 3.7개월 이었고 남아가 7명 여아가 3명 이었다. 1세이후 소아군은 1세에서 14세 사이로 평균 6.3세 있고 남아가 18명 여아가 5명 이었다(Table 2).

이들은 모두 Acuson XP/10 (Mountain view, CA)기종을 이용하여 신장의 궁상동맥이나 혈간 동맥에서 RI 치가 측정 되어졌다.

이들 측정치들은 각 비교 대상들 사이에 T-

test를 시행했고 모호한 경우에는 ($0.005 < p < 0.01$) Scheffe Test를 이용한 One Way Assay로 통계 처리 하였다.

결 과

전체 66신의 RI 치는 0.54에서 0.87 사이로 평균 0.74 ± 0.07 이었다. 신생아, 영아, 1세이후 소아의 3개의 연령군으로 나누어 보았을때 신생아군에서는 RI 치가 0.16에서 0.77 사이로 평균 0.68 ± 0.05 이었고 영아군에서는 0.60에서 0.85 사이로 평균 0.69 ± 0.08 , 1세 이후 소아군에서는 0.54에서 0.87 사이로 평균 0.77 ± 0.08 이었다. 각 군 간의 RI 치는 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (Table 3). 비록 통계적인 의의는 없었으나 신생아군의 RI 치가 다른 군에 비해 오히려 약간 낮게 나왔다.

성별에 따라 RI 치를 보았을때 전체 남아에서 RI 치는 0.54에서 0.87 사이로 평균 0.70 ± 0.07 이었고 여아에서는 0.61에서 0.84 사이로 평균 0.70 ± 0.06 이었다. 성별에 따른 RI 치도 통계적인 차이가 없었다. 각 연령군별로 남여를 비교해보아서 남아의 경우 신생아군에서 RI 치가 0.61에서 0.73 사이로 평균 0.66 ± 0.04 이었고 영아군에서는 0.60에서 0.83 사이로 평균 0.77 ± 0.07 , 1세 이후 소아군에서는 0.54에서 0.87 사이로 평균 0.69 ± 0.08 이었다. 여아의 경우 신생아군에서는 0.63에서 0.75 사이로 평균 0.69 ± 0.05 였고 영아군에서는 0.63에서 0.84 사이로 평균 $0.76 \pm$

Table 1. Diagnosis of Patients

Diagnosis	No. Pts.
Kawasaki disease	4
Imperforated anus*	4
Meningomyelocele*	2
Abdominal pain	10
Asymptomatic pyuria	4
Miscellaneous**	18
Total	42

* No evidence of Hydronephrosis.

** Includes testicular injury, ovarian cyst, congenital hepatitis, purpura.

Table 2. Characteristics of Patients

	Neonate			Infant			Child****			Total
	M ¹	F ²	T ³	M ¹	F ²	T ³	M ¹	F ²	T ³	
No. Pts. Age	4	5	9	7	3	10	18	5	23	42
Range	1-25*	1-13*	1-25*	2-7**	1-10**	1-10**	1-14***	4-10***	1-14***	1 day-14 years
Mean	7.5*	5.6*	6	2.9**	5.7**	3.7**	6.0***	7.2***	6.3***	38 months

* Days, ** Months, *** Years, **** 1 year old ~ 14 years old.

1. Male, 2. Female, 3 Total (Male & Female).

Table 3. RI Values in Neonate, Infant and Child

	Neonate	Infant	Child*	Total
Range	0.61 - 0.77	0.60 - 0.85	0.54 - 0.87	0.54 - 0.87
Mean	0.68	0.69	0.77	0.74
SD**	0.05	0.08	0.08	0.07

* 1 year old~14 years old.

** SD: 2 standard deviation.

Table 4. Comparision of Male with Female

	Male				Female			
	Neonate	Infant	Child*	Total	Neonate	Infant	Child*	Total
Rnage	0.61-0.73	0.60-0.83	0.54-0.87	0.54-0.87	0.63-0.75	0.63-0.84	0.61-0.71	0.61-0.84
Mean	0.66	0.77	0.69	0.70	0.69	0.76	0.67	0.70
SD	0.04	0.07	0.08	0.07	0.05	0.08	0.04	0.06

* 1 year old ~ 14 years old.

** 2 Standard Deviation.

Table 5. Comparision of resistive index values of right kidney with left kidney

	Right				Left			
	Neonate	Infant	Child*	Total	Neonate	Infant	Child*	Total
Rnage	0.61-0.75	0.60-0.85	0.58-0.87	0.58-0.87	0.64-0.77	0.63-0.84	0.54-0.81	0.54-0.84
Mean	0.68	0.77	0.69	0.71	0.68	0.77	0.68	0.70
SD	0.06	0.08	0.08	0.08	0.05	0.07	0.06	0.07

* 1 year old ~ 14 years old.

0.08, 1세 이후 소아군에서는 0.61에서 0.71 사이, 평균 0.67 ± 0.04 였다(Table 4).

우측 신과 좌측 신을 비교하였을 때 우측 신의 RI 치는 0.58에서 0.87사이로 평균 0.71 ± 0.08 이었고 좌측 신은 0.54에서 0.84 사이로 평균 0.70 ± 0.07 이었다. 각 연령군별로 보았을 때 우측 신에서 신생아군의 RI 치는 0.61에서 0.75 사이로 평균 0.68 ± 0.06 이었고 영아군에서는 0.60에서 0.85 사이로 평균 0.77 ± 0.08 , 1세 이후 소아군에서는 0.58에서 0.87 사이로 평균 0.69 ± 0.08 이었다. 좌측 신에서 신생아군의 RI 치는 0.64에서 0.77 사이로 평균 0.68 ± 0.05 이었고 영아군에서는 0.63에서 0.84 사이로 평균 0.77 ± 0.07 , 1세 이후 소아군에서는 0.54에서 0.81 사이로 평균 0.68 ± 0.06 이었다. 좌, 우에 따른 RI 치 역시 통계적 차이가 없었다(Table 5).

Platt 등이 정의한⁵ 성인에서 요로폐쇄의 유무의 기준인 변별점 0.7을 전체 66신에 적용했을 때 초음파 검사상 수신증 없이 정상적이었던 대상 66신 중에서 33.3%인 22신이 이를 상위 하였다.

고 안

수신증에 있어 그 진단과 정도의 평가는 초음파 검사나 배설성 요로 조영술 등으로 비교적 정확하고 또 쉽게 내릴 수 있다. 하지만 수신증이 요로폐쇄에 의해 초래된 결과인가에 대한 판단은 내리기 쉽지 않다.

요로폐쇄 유무를 결정하는 것은 앞으로의 치

료 방침을 수립하는데 상당히 중요한 요소이다. 이의 중요성은 산전 초음파 검사가 널리 이용되면서 더 많은 수의 수신증이 발견됨으로 증대 되어졌다.

현재에 상부 요로계 폐쇄 유무의 판정에 이용 가능한 검사 방법에는 배설성 요로 조영술, 이뇨성 신주사¹², Pressure flow study (Whitaker test)¹³ 등이 있으나 배설성 요로 조영술은 신농축능이 떨어져 있는 신생아에서 좋은 영상을 얻을 수 없고, 영유아에서도 상부 요로계의 확장외에 폐쇄 유무는 판단할 수는 없다는 단점이 있다. 이뇨성 신주사 검사는 기본적으로 널리 사용 되는 검사이긴 하나 심한 신기능 저하가 있거나 요관의 확장이 심한 경우에 신뢰도가 떨어질 수 있다.² 또한 이뇨제의 용량, 관설영역의 설정, 방광내 도관유착 유무, 환아의 텔수유무에 따라 결과가 달라질 수 있다. 그리고 Pressure Flow Study는 방법에 있어 침습적이고 영유아에서 유속률에 대한 표준화가 이루어지지 않은 상태여서 결과의 해석에 주의해야 한다.⁸ 또한 방법에 있어 침습적인 것이고 추적관찰 목적으로 반복해서 이용하기엔 번거러운 점 등의 단점이 있다.

이러한 단점을 극복하기 위해 비침습적이며 방사선의 유해성이 없는 Duplex Doppler Ultrasonography⁹를 이용한 RI 치가 주창되었다.^{5,7} RI 치는 신실질의 증가된 압력에 의해 변화되는 신장내 동맥(주로 궁상동맥)의 저항을 반영하는 수치로 이는 일찌기 신이식 환자에 있어 거부반응이 있는 경우 신실질내의 증가된 압력에 의한

신장내 혈관의 저항의 증가로 인해 RI 치의 상승을 보고한 것에서 확인 되어졌다.^{10,11} 이후 1987년 Ryan 등이 요관의 폐쇄가 있는 경우 신장 혈관의 저항이 상승함을 동물 실험을 통하여 혈관 저항을 직접 측정함으로서 증명하였고^{12,13}, 이후 수신증으로 인한 신부전의 전단에도 이용 되어지게 되었다.¹⁴ 이의 정의는 아래의 공식과 같다.

$$\frac{\text{Peak systolic frequency shift} - \text{Minimum diastolic frequency shift}}{\text{Peak systolic frequency shift}} \times 100$$

1989년에 처음으로 Platt⁵ 등이 RI 치의 수신증 환자에 대한 임상적 중요성을 강조하면서 요로폐쇄의 변별점으로서 0.7의 유용성을 주장하였다. 이들은 133명의 성인 환자, 229 신을 대상으로 하였는데 수신증이 없이 정상적이었던 109 신에 대하여 신혈관의 RI 치를 구하여 0.58 ± 0.05 ($p < 0.01$)이라고 보고하였고 수신증이 있으나 요로폐쇄의 폐쇄가 없었던 32 신에서 신혈관의 RI 치는 0.63 ± 0.06 ($p < 0.01$)이라고 보고하였다. 그리고 0.7을 변별점으로 활용 했을 경우 수신증이 있는 70 신에서 요로폐쇄 유무 결정에 대한 특이도가 88%, 민감도가 92%이고 양성예측도가 90%로서 상당히 좋은 결과를 보였다고 하였다. 따라서 이들은 RI 치를 수신증 환자의 일상적 진단법의 하나로 이용할 것을 주장하였다. 하지만 이는 성인에 대한 결과 였다.

소아 영역에 있어 신혈관의 RI 치는 아직 정립되어 있지 않으나 Wong 등에 의하면 1세 미만의 영아기 특히 1개월 미만이 신생아기에서는 Doppler Ultrasonography에 따른 신동맥의 확장기 말유속을 이용하여 신장 혈관의 저항을 구하였을 때 다른 연령군에 비해 저항이 높았고 따라서 RI 치도 다른 군에 비해 높았다고 주장하였다.¹⁴ 또한 Keller, Palmer 등은 각 연령에 따라서도 차이가 있어 각 연령에 대해 RI 치는 보정 되어야 한다고 주장하였다.¹⁵

하지만 저자들의 결과에서는 신혈관의 RI 치가 이러한 신생아, 영아, 소아기 등의 연령군에 따른 차이가 없었고 전체 신혈관의 RI 치가 평균 0.74 ± 0.07 로 다른 보고자들에 언급되어던 성인 신혈관의 RI 치 보다 통계적으로 의미 있게 높은 것으로 나타났다.

이렇게 아직 소아에서 RI 치가 정립되지 못한 것은 여러가지 요인이 있을 수 있을 것이다. 모

든 검사가 같은 시술자에 의해 시행 되었는가, 검사 이전에 충분한 수분 공급을 받았는가, 방광을 비운 상태에서 검사가 되었는가, 또한 자연스러운 상태에서 검사가 되었는가 등이 문제가 된다.

좀 더 정확한 결과를 얻기 위해 이들 문제점들이 우선 개선 되어야 할 것이다. 그리고 이와 함께 최근 RI 치 측정에 있어 이뇨제 투여후에 검사 하거나¹⁶ 측정치를 연령이나 여러 조건에 따라 보정하기 위해 수신증을 보이는 신장과 정상적인 대축 신 사이의 비로 나타내는 Resistive Index Ratio라는 방법도 소개 되고 있다.¹⁶

결 론

소아에서 수신증 없이 정상적인 66 신에서 Doppler sonography를 이용한 신혈관의 RI 치는 평균 0.74 ± 0.07 이었으며 연령군, 성별, 좌우에 따른 차이가 없었다. 또한 이중 22 신(33%)에서 성인에서 요로폐쇄 유무의 변별점으로 이용되는 0.7을 상회 하였다. 따라서 RI 치가 소아에서 임상적으로 이용 되기 위해서는 더 많은 연구와 평가가 있어야 할것으로 생각 된다.

REFERENCES

- Kass EJ, Majd M, Belman AB. Comparison of diuretic renogram and the pressure perfusion study in children. J Urol 1985; 134: 92-6.
- Koff SA, Thrall JH, Keyes JW. Assessment of hydronephrosis in children using diuretic radionuclide urography. J Urol 1980; 123: 531-4.
- Whitaker RH. Methods of assessing obstruction in dilated ureters. J Urol 1973; 45: 15-22.
- Jaffe RB, Middleton AW. Whitaker test: differentiation of obstructive from nonobstructive uropathy. AJR 1980; 134: 9-15.
- Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Distinction between obstructive and nonobstructive pyelocaliectasis with duplex Doppler sonography. AJR 1989; 153: 997-1000.
- Gill B, Palmer LS, Koenigsberg M, Laor E. Distribution and variability of resistive index values in undilated kidneys in children. Urology 1994; 44: 897-901.

7. Raul CO, Karen KL, John MP. Diuretic doppler sonography following successful repair of renal obstruction in children. *J Urol* 1993; 150: 774-7.
8. Hanna MK. Congenital obstructive megareter: Etiology, diagnosis and treatment. The megareter: A surgeon's observation. *Dial Pediatr Urol* 1993; 16: 6-8.
9. Keller MS. Renal Doppler sonography in infants and children. *Radiology* 1989; 172: 603-4.
10. Rifkin MD, Needleman L, Pasto ME, Kurtz AB, Foy PM, McGlynn E, et al. Evaluation of renal transplant rejection by duplex Doppler examination: value of the resistive index. *AJR* 1987; 148: 759-62.
11. Rigsby CM, Taylor KJ, Weltin G, Burns PN, Bia M, Princenthal RA, et al. Renal allografts in acute rejection: evaluation using duplex sonography. *Radiology* 1986; 158: 375-8.
12. Ryan PC, Maher KP, Murphy B, Hurley GD, Fitzpatrick JM. Experimental partial ureteric obstruction: pathophysiological changes in upper tract pressures and renal blood flow. *J Urol* 1987; 138: 674-8.
13. Murphy GP, Scott WW. The renal hemodynamic response to acute and chronic ureteral occlusions. *J Urol* 1966; 95: 636-57.
14. Wong SN, Lo RN, Yu EC. Renal blood flow pattern by noninvasive Doppler ultrasound in normal children and acute renal failure patients. *J Ultrasound Med* 1989; 8: 135-141.
15. Palmer JM, Lindfors KK, Ordorica RC, Marder DM. Diuretic Doppler sonography in postnatal hydronephrosis. *J Urol* 1991; 146: 605-8.
16. Keller MS, Korsvik H, Piccolella 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.