

신우요관이행부폐색 소아에서 신우성형술 후 추적 초음파검사의 적절한 간격

Appropriate Follow-up Ultrasonography Interval after Pyeloplasty in Children with Ureteropelvic Junction Obstruction

Sung Jin Park, Yong Soo Kim¹, Hye Young Lee, Sang Won Han

From the Department of Urology, Urological Science Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, ¹Department of Urology, Hankook General Hospital, Cheongju, Korea

Purpose: Serial ultrasonography (US) is routinely performed after pyeloplasty in the setting of pediatric ureteropelvic junction obstruction (UPJO). We evaluated the adequacy of the follow-up US interval we are currently using, which calls for US at 1, 3, 6, 9, and 12 months following surgery.

Materials and Methods: Between January 2002 and August 2005, 102 patients underwent dismembered pyeloplasty for unilateral UPJO. Within this group, we selected 95 patients with high grade hydronephrosis to participate in this study. The degree of hydronephrosis was graded according to the classification issued by the Society for Fetal Urology (SFU). Improvement was defined as at least one grade of reduction. Serial sonograms were performed at 1, 3, 6, 9, and 12 months postoperatively.

Results: On follow-up US, 33.7%, 69.5%, 77.9%, 80.0%, and 83.2% of the patients showed improvement in their hydronephrosis at 1, 3, 6, 9, and 12 months, respectively. One patient presented with aggravation at 1 month. However, at 3 months, this patient had returned to the preoperative grade. There was no significant difference between the mean hydronephrosis grades at 6 and 12 months. No patient showed hydronephrosis aggravation at the 12-month follow-up examination.

Conclusions: US at 1, 3, and 6 months revealed significant improvements in hydronephrosis. However, no significant change in hydronephrosis occurred beyond 6 months. Therefore, US performed between 6 and 12 months after pyeloplasty may be inefficient, and we propose follow-up US at the following time points: 1 month, 3 to 6 months, 12 months, and then annually. (Korean J Urol 2008;49:1018-1023)

Key Words: Ureteral obstruction, Hydronephrosis, Ultrasonography

대한비뇨기과학회지
제 49 권 제 11 호 2008

연세대학교 의과대학
비뇨기과학교실, 비뇨의과학연구소,
¹한국병원 비뇨기과

박성진 · 김용수¹ · 이해영 · 한상원

접수일자 : 2008년 7월 3일
채택일자 : 2008년 9월 16일

교신저자: 한상원
연세대학교 의과대학
비뇨기과학교실
서울시 서대문구 성산로
250번지
☎ 120-752
TEL: 02-2228-2316
FAX: 02-312-2538
E-mail: swhan@yuhs.ac

서 론

소아에서 신우요관이행부폐색은 수신증을 야기할 수 있는 상부요로폐색의 원인 중 가장 흔한 질환으로서 신우요관이행부폐색의 진단과 치료 방침의 결정은 대부분 초음파검사와 이뇨성 신주사에 의존하고 있다. 일반적인 수술의 적응증으로는 신우요관이행부폐색 진단 후 추적 초음파검사서 수신증의 증가, 이뇨성 신주사에서 상대적 신기능

의 저하 혹은 항생제 치료에도 계속되는 열성 요로감염을 동반하였을 때이다. 이외에도 축복부 동통, 혈뇨 등 임상 증상도 수술 시행여부를 결정할 때 고려할 인자이다. 수술적 치료로는 기능장애 분절을 완전히 제거하는 절단식 신우성형술이 가장 널리 이용되고 있다.

수술의 결과를 판정하는 데 있어서 임상증상은 가장 기본적인 고려사항이다. 하지만, 정확한 평가를 위해서 좀 더 객관적인 검사가 필요하다. 즉, 신장의 형태와 기능을 평가함으로써 수술 성공 여부를 판단할 수 있는데, 이때 초음파

검사를 통해 수신증의 감소를 확인하고 이노성 신주사에서 요배설능 및 상대적 신기능의 증가를 확인하면 성공적인 수술이라고 평가할 수 있을 것이다. 이노성 신주사의 경우, 술 후 초기에 요배설 여부와 신기능을 더 잘 보여주는 검사로 알려져 있다. 하지만, 초음파검사가 덜 침습적이고 비용효과면에서 유리해 장기간 추적 관찰을 위한 검사로 이노성 신주사보다 더욱 자주 이용되고 있다. 특히 수신증의 변화를 평가하기 위해 술 후 연속적으로 초음파검사를 시행하고 있다. 신우성형술 후 수술 성적을 보고한 많은 임상논문들에서, 연속적 초음파검사를 시행하였을 때 점차적인 수신증의 호전이 있었음을 보여주고 있으나 추적 초음파검사를 시행한 시기는 다양하였다.

저자들은 경험에 의하여 수술 후 1년까지는 1, 3, 6, 9, 12개월에 추적 초음파검사를 시행하고 있으며, 이후에는 1년마다 초음파검사를 시행하고 있다. 하지만 추적 관찰 및 검사에 대해 통일된 지침이 확립되지 않았기 때문에 임상적으로 불필요한 검사들이 시행되었을 가능성이 있다. 본 연구에서는 신우성형술 후 시행한 추적 초음파검사에서의 수신증의 변화 추이를 분석해 검사 시기의 적절성을 평가하고, 나아가 추적 초음파검사의 적절한 시행 시기를 제시하고자 하였다.

대상 및 방법

2002년 1월부터 2005년 8월까지 신우요관이행부폐색으로 진단되어 절단식 신우성형술을 시행 받은 102명의 환자의 외래, 입원기록 및 방사선학적 검사를 분석하였다. 양측성 신우요관이행부폐색으로 양측 모두 수술 받은 경우, 수술 당시 수신증이 2등급 이하, 그리고 신우요관이행부폐색이 있는 신장쪽으로 방광요관역류가 동반되어 있거나 요관방광이행부폐색을 동반한 예를 제외한 95명을 대상으로 하였다. 수술 시행 당시 평균나이는 2.4세(생후 11일에서 15세)였으며, 남아가 78명, 여아가 17명이었고, 좌측에 이환된 것이 61례로 좌측이 우세하였다(Table 1). 열성 요로감염 또는 동통으로 진단되었던 경우는 모두 초기에 수술하였으며, 이외 다른 증상 없이 초음파검사에서의 수신증이나 측복부에서의 종물로 진단되었던 경우는 초음파검사와 신주사 검사로 추적하였고 추적 기간 중 수신증의 호전이 없거나 악화되었을 때, 돌파성 요로감염이 있었을 때, 그리고 상대적 신기능이 40% 이하로 악화되었을 경우에 수술을 하였다. 대상 환자 중, 산전 초음파에서 수신증이 발견되었던 경우가 57례로 가장 많았으며, 요로감염으로 내원해 평가하는 중 신우요관이행부폐색을 진단받은 경우가 11례, 통증을 주소로 내원했던 경우가 10례, 그리고 복부 종물을 주소

Table 1. Patient characteristics

Variables	No. of patients (%)
Age at operation (years)	2.4
Younger than 1 year	59 (62.1)
Older than 1 year	36 (37.9)
Sex	
Boy	78 (82.1)
Girl	17 (17.9)
Laterality	
Right	34 (35.8)
Left	61 (64.2)
Clinical presentation	
Prenatally detected	57 (60.0)
UTI	11 (11.6)
Pain	10 (10.5)
Mass	5 (5.3)
Other	12 (12.6)
Hydronephrosis, SFU grading system	
Grade III	21 (22.1)
Grade IV	74 (77.9)

UTI: urinary tract infection, SFU: Society for Fetal Urology

로 내원했던 경우가 5례였다. 모든 수술은 1인에 의해 이루어졌고 수술방법은 절단식 신우성형술이었으며 신루와 요관 부목은 설치하지 않았다.

수신증의 분류는 Society for Fetal Urology (SFU) 분류법¹을 따랐으며, 술 전에 비해 수신증이 한 단계 이상의 호전이 있을 때 호전, 변화가 없을 때 무변화, 한 단계 이상의 악화가 있을 때 악화라고 정의하였다. 수신증의 분류는 1인에 의해 이루어졌으며, 술 전 수신증 등급은 III등급 21례, IV등급 74례였다. 술 후 추적 초음파검사는 술 후 1년까지는 1, 3, 6, 9 그리고 12개월에 시행해 수신증의 변화 추이를 확인하였다. 또한 검사 시기별 수신증 등급의 평균값을 구해 비교 분석하였으며, 술 전 수신증 등급 및 수술 당시 환자 나이에 따른 수신증 호전의 경향도 확인하였다. 통계방법은 윈도우용 SPSS 12.0판에서 repeated measures ANOVA를 사용해 각 검사 시기별 수신증 등급 평균값의 차이를 확인한 뒤, Bonferroni method로 다중비교를 수행하였고 p값이 0.05 미만인 경우를 유의하다고 판정하였다.

결 과

신우성형술을 시행한 95례 중에서, 술 후 1, 3, 6, 9, 12개월에 시행한 초음파검사 결과, 술 전에 비해 각각 32례(33.7%), 66례(69.5%), 74례(77.9%), 76례(80.0%), 79례(83.2%)에서 수신증의 호전이 관찰되었다(Fig. 1). 술 후 1개월 초음파검사에서의 1례에서 악화소견을 보였으나 3개월에 시행

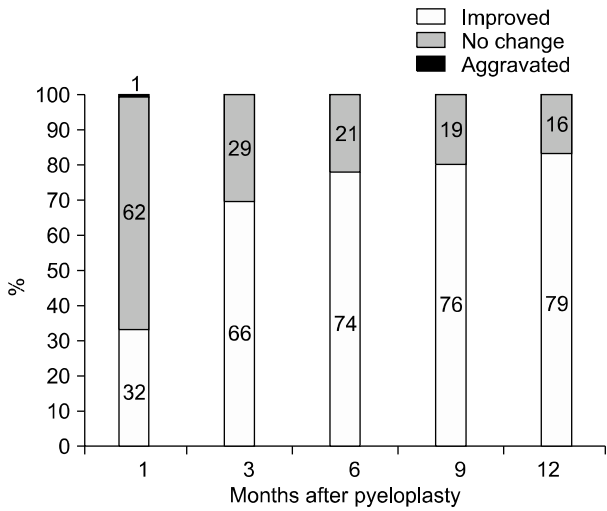


Fig. 1. Change in hydronephrosis on serial renal ultrasonography after pyeloplasty (Numbers on the graph indicate numbers of patients).

Table 2. Changes in the Society for Fetal Urology (SFU) hydronephrosis grades in affected kidneys

	SFU grade of hydronephrosis	p-value*
	Mean±SD	
Before pyeloplasty	3.78±0.42	< 0.001
1 month after pyeloplasty	3.36±0.73	< 0.001
3 months after pyeloplasty	2.74±0.90	< 0.001
6 months after pyeloplasty	2.53±0.93	0.368
9 months after pyeloplasty	2.48±0.87	0.203
12 months after pyeloplasty	2.42±0.83	

*: multiple comparison testing (Bonferroni method)

한 초음파검사에서 술 전과 동일한 수신증 등급을 보였다. 이후 12개월까지의 추적 검사에서 수신증의 악화를 보인 예는 없었다. 술 전 수신증 III등급인 21례 중에서 술 후 12개월까지 호전을 보인 예는 13례 (61.9%)였고, 수신증 IV등급 74례에선 66례 (89.2%)에서 호전을 보였다. 신우의 확장이 없거나 경증의 신우 확장을 보이는 I등급 이하로 수신증이 호전된 경우는 모두 11례 (11.6%)였다.

모든 신장에서 술 전 수신증 등급의 평균값±표준편차는 3.78±0.42였으며 술 후에 시행한 추적 초음파검사에서는 3.36±0.73 (1개월), 2.74±0.90 (3개월), 2.53±0.93 (6개월), 2.48±0.87 (9개월), 2.42±0.83 (12개월)으로 나타났다 (Table 2). 검사 시기별 수신증 등급의 평균값을 비교하였을 때, 술 전 1, 3, 6개월의 수신증 등급 평균값 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 술 후 6, 9, 12개월의 수신증 등급 평균값

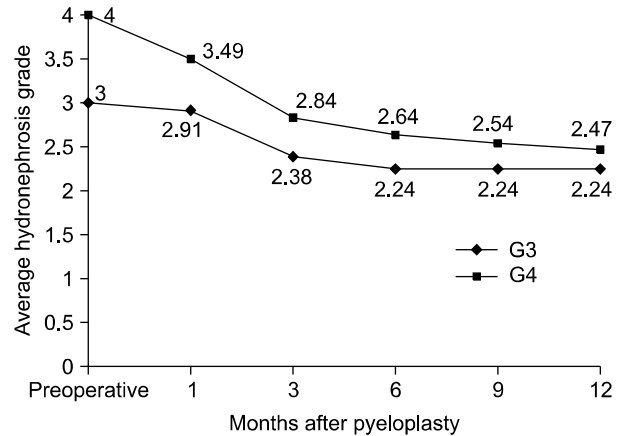


Fig. 2. Postoperative changes in the hydronephrosis grade in patients exhibiting grade 3 or 4 hydronephrosis preoperatively (The degree of hydronephrosis was graded according to the classification of the Society for Fetal Urology).

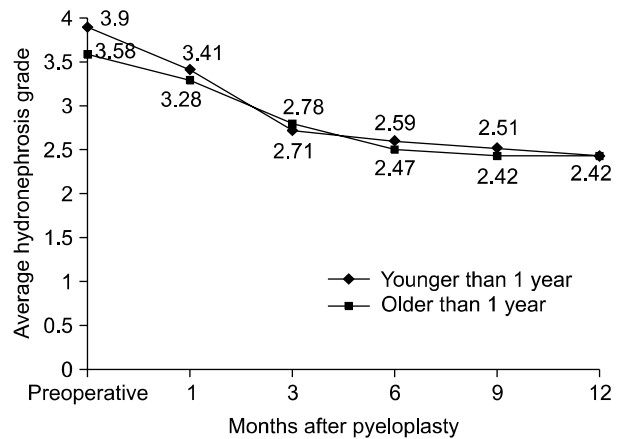


Fig. 3. Postoperative changes in hydronephrosis grade according to age at the time of pyeloplasty (The degree of hydronephrosis was graded according to the classification of the Society for Fetal Urology).

사이에는 통계적으로 의미 있는 차이가 없었다. Table 2에서 술 후 12개월의 수신증 등급 평균값을 기준으로 비교분석한 결과를 제시하였다. 1개월, 3개월의 수신증 등급 평균값과 12개월의 그것과는 유의한 차이가 있었다 (p<0.001). 반면, 6개월, 9개월의 수신증 등급 평균값과 12개월의 그것과는 유의한 차이를 보이지 않았다 (p=0.368, p=0.203).

술 전 수신증 등급에 따른 수신증 호전 경향의 차이를 보기 위해, 수신증 III등급인 군과 IV등급인 군의 검사 시기별 수신증 등급 평균값을 구하였으며, 결과적으로 두 군에서의 수신증 호전은 비슷한 속도로 진행되는 것을 알 수 있었다 (Fig. 2). 또한 수술 당시 환자의 나이와 수신증 호전 사이에 연관성은 없었다 (Fig. 3).

전체 95명 중에서 재수술을 시행한 환자는 없었다. 술 후 요증, 지속적인 요로감염, 동통을 보인 환자는 없었으며, 재수술을 고려할 만큼의 수신증의 악화 및 분리 신기능의 악화를 보인 경우도 없었다.

고찰

신우요관이행부협착의 수술적 치료의 목적은 확장된 집뇨계에서 요배설을 향상시키는 것이다. 수술이 성공적이라고 판정하기 위해선 수술의 목적에 부합하는 객관적인 결과를 보여줄 수 있어야 한다. 즉, 수술의 성공은 주로 방사선학적 검사를 통해 알 수 있는데, 이뇨성 신주사에서 요배설능의 향상 및 신기능의 향상과 연속적 초음파검사에서의 신우와 신배의 확장이 감소된 것을 확인함으로써 수술 성공을 판정할 수 있다. 이와 함께 축복부 동통, 복통, 또는 구토 등의 증상이 수술 전에 있었다면 이러한 증상의 소실도 있어야 한다.^{2,3}

이뇨성 신주사 검사가 수술 후 조기에 수술의 성공 여부를 보여주는 가장 좋은 검사라고 할 수 있다.^{4,7} 하지만, 이 검사는 경정맥 주사와 도뇨관 유지가 필요한 침습적인 검사이고 상대적으로 비싸다는 단점이 있어 많은 소아들에게 장기적 추적 검사 목적으로 자주 시행하는데 어려움이 있다. 반면, 초음파검사는 비침습적이고, 이 검사를 통해 수신증의 정확한 평가가 가능하며, 신실질의 두께, 반향구조, 신성장을 평가할 수 있다는 점, 그리고 공통된 수신증 등급 분류법을 통해 연속적인 검사에서 정확하고 신뢰할만한 수신증의 변화 추이를 파악하는 것이 가능하다는 특징이 있다. 이러한 장점 때문에 초음파검사는 신우요관이행부폐색 환자의 신우성형술 시행 후 장기 추적 검사에 적합하다.^{1,3,6}

신우성형술 후에 일반적으로 시행해야 할 검사의 종류, 검사들 간의 상관 관계, 그리고 수술 성공의 판단 기준에

대해선 많은 연구가 있었고 어느 정도 동의가 이루어진 상태이다. 하지만, 초음파검사를 비롯한 술 후 검사의 적절한 시행 시기에 대해선 여전히 공통된 기준이 없다. Carr와 El-ghoneimi²는 술 후 혹은 요관 부목을 제거한 뒤 6주에 신장초음파를 시행한다고 언급하였다. 그러나, 신우성형술 후 초음파검사 결과를 보고한 많은 임상 논문들에서 그 검사 시기는 다양하였다 (Table 3).

Neste 등⁶은 신우성형술 후 만족할만한 결과를 보인 46례를 대상으로 한 연구에서, 술 후 6개월까지 28례, 이후 6-12개월 사이에 34례, 12-24개월 사이에 38례, 이후 46례 모두에서 초음파검사를 시행하였다. 0-6개월 사이에 시행한 초음파검사에서의 28례 중 12례에서 수신증 호전을 보였으며 (43%), 6-12개월에는 58%, 그리고 12-24개월에는 68%에서 수신증의 호전을 보였다. Tapia와 Gonzalez⁷는 38례를 대상으로 술 후 6-12개월 사이에 초음파검사를 시행하였으며, 36례 (94%)에서 수신증의 호전을 보였다. Amling 등³은 신우요관이행부협착이 있는 47례를 대상으로 신우성형술 후의 초음파검사 결과의 변화를 보고하였는데, 많은 경우에서 술 후 요증의 발생을 확인하기 위해 1개월에 초음파검사를 시행하였고, 일반적으로 3개월과 24개월, 그 이후에는 2년마다 시행하였다. 그리고 3개월에 시행한 초음파검사에서의 수신증 호전이 없거나 임상적으로 호전이 없을 경우, 또는 술자의 결정에 의해 추가적으로 초음파검사가 시행되었다. 최종적으로 술 후 1, 3, 6, 12, 24개월의 초음파검사 결과를 제시하였는데, 술 후 12개월까지 대상 신단위의 60%, 24개월까지 81%에서 수신증 호전을 보였다.

Houben 등⁸의 연구에선 술 후 6주, 6개월, 12개월에 초음파검사를 시행하였다. Ulman 등⁹은 이환된 신장의 상대적 신기능비에 따라 추적 검사 시행 시기를 달리하였는데, 상대적 신기능비가 40% 이상이면 3개월마다, 30-40%이면 2개월마다, 20-30%이면 1개월마다, 그리고 20% 미만이면 2

Table 3. Previous reports noting post-pyeloplasty improvement in hydronephrosis on renal ultrasonography

Author and year	Cases (n)	% improved at interval from surgery					
		1m	3m	6m	9m	12m	24m
Neste et al, ⁶ 1993	46			43 (0-6m)		58 (6-12m)	68 (12-24m)
Tapia and Gonzalez, ⁷ 1995	38					94 (6-12m)	
Amling et al, ³ 1996	47	8	21	38		60	81
Egan et al, ¹⁰ 2001	26		22.2 (0-3m)			88.5 (6-12m)	
Konda et al, ¹¹ 2002	40					90	
Kim et al, ¹³ 2003	38			92		95	
Park et al, ¹⁵ 2005	30	20	63 (4m)		80 (10m)		
Present study	95	33.7	69.5	77.9	80.0	83.2	

m: month. *All studies used the Society for Fetal Urology hydronephrosis grade to assess postoperative improvement

주마다 초음파검사를 시행하였다고 하였다. Egan 등¹⁰은 술장에서 요관 부목을 유지하였으며, 술 후 0-3개월, 3-6개월, 6-12개월에 초음파검사를 시행하였고, 요관 부목은 첫 초음파검사 시행 전에 제거하였다. 0-3개월에 시행한 초음파검사 결과 22.2%에서, 그리고 6-12개월에는 88.5%에서 수신증 호전을 보였다. Konda 등¹¹은 40례를 대상으로 술 후 6개월까지는 4주마다, 이후에는 6-12개월마다 검사하였고 12개월까지 36례 (90%)에서 수신증의 호전을 보였다.

Palmer 등¹²과 Kim 등¹³이 보고한 바에 의하면, 술 후 1년까지는 6개월마다, 이후엔 1년마다 초음파검사를 시행하였고, 전체 대상 신장 수신증 등급의 평균값을 시기별로 비교해 수신증 호전 정도를 확인하였다. Palmer 등¹²의 결과에서 술 전 평균 수신증 등급은 3.7이었으며 6개월에는 2.6, 12개월에는 2.1로 통계적으로 유의한 변화를 보였다. Kim 등¹³의 연구에서도 술 전 수신증의 평균값은 3.90, 6개월에 2.28, 12개월에 1.90으로 수신증이 점차 호전되는 결과를 보였다. 109례를 대상으로 한 최근의 연구에선 술 후 3개월 및 6개월에 초음파검사를 시행하였고, 술 전 평균 신우전후직경이 27.5mm였는데 술 후 12.7mm로 감소된 소견을 보였다.¹⁴

Park 등¹⁵은 30명의 일측성 신우요관 이행부폐색 환아를 대상으로 술 후 수신증의 변화 추이에 대한 전향적 연구 결과를 보고하였는데, 수술 후 1, 4, 10개월에 초음파검사를 시행하였다. 전체 대상 환아 중, 1개월에 20%, 4개월에 63%, 그리고 10개월에 80%에서 수신증이 호전되었다.

이와 같이, 술 후 추적 초음파검사는 대체로 3개월 또는 6개월 간격으로 시행되었다는 것을 알 수 있다. 일부 연구를 제외하고 대부분은 SFU 수신증 분류법을 바탕으로 수신증 호전 정도를 확인하였으며, 수술 후 수신증은 점차적으로 호전되는 양상을 보였고, 술 후 1년까지 적게는 60%, 많게는 94%에서 수신증 호전을 보였다.

본 연구에서는 술 후 1, 3, 6, 9, 12개월에 신장초음파를 시행하였으며, 술 후 1개월에는 33.7%에서 수신증 호전을 보였고, 이후 3개월에 69.5%, 6개월에 77.9%, 9개월에 80.0%, 그리고 12개월에 83.2%에서 수신증 호전을 보여, 다른 연구 결과와 유사하게 점차적으로 수신증이 호전되는 양상을 나타냈다. 특히, 1개월과 3개월 초음파검사 간의 변화는 컸으나, 이후에는 수신증이 호전된 예의 증가가 거의 없었으며, 수신증의 악화를 보인 경우도 없었다. 수신증 등급의 평균값을 검사 시기별로 비교하였을 때, 술 전부터 6개월까지 검사 시기별 수신증 등급 평균값 사이에 유의한 차이가 있었으나 6개월부터 12개월까지는 유의한 차이가 없었다. 이는 6개월과 12개월 사이에 시행하는 추적 초음파검사의 유용성이 낮음을 보여주는 것으로 생각할 수 있겠다.

술 전 수신증 등급에 따라 수신증 호전 경향에 차이가

있는지 확인하기 위해, 술 전 수신증 III등급인 군과 IV등급군으로 나누어 검사 시기별 수신증 등급의 평균값을 구했다. 전체 환자군의 수신증 호전 경향과 유사하게 두 군에서 모두 술 후 6개월까지는 수신증 등급 평균값에 차이가 컸으나 그 이후로는 호전 속도가 둔화되는 것을 알 수 있었다. 수술 당시 환자의 나이 1세를 기준으로 나누어 동일한 방식으로 분석하였으며 결과적으로 두 군에서 수신증 호전 경향에는 차이가 없었다. 수신증 호전 속도에 영향을 주는 인자에 대한 연구는 많지 않다. 다만 Amling 등³이 술 전 수신증 등급과 수술 당시 환자의 나이에 따른 수신증 호전 속도에 차이가 없다는 보고를 한 바 있다. 이것은 본 연구의 결과와도 일치하였다.

기존의 연구와 본 연구 결과를 종합해 신우성형술 후 추적 초음파검사의 적절한 시행 시기를 도출해 볼 수 있을 것이다. 먼저 술 후 요증 발생을 확인하기 위해서 혹은 환자의 상태에 따라 술 후 1개월에 초음파검사를 하는 것은 충분한 가치가 있다고 생각한다. 하지만 이 시기에 수신증이 호전되지 않거나 악화되었다고 해서 수술의 실패로 단정지을 수는 없다.¹⁵ 신우성형술 후 1년 이내에 초음파검사서 수신증 호전을 보였던 경우에 약 70-90%가 술 후 6개월 이내에 수신증이 호전되었다. 이후에는 수신증이 점차적으로 호전되었으며 검사 간 변화가 크지 않았다. 그리고 술 전 수신증 등급과 수술 당시 환자의 나이에 따른 수신증 호전 경향에 차이가 없었다. 술 후 수신증 호전의 이러한 양상을 토대로 술 전 수신증 등급이나 수술 당시 환자의 나이와 상관없이, 술 후 6개월에서 12개월 사이에 초음파검사를 시행하는 것은 유용하지 않은 것으로 생각한다. 나아가서 83-100%의 높은 수술 성공률을 보이고 있는 기존의 연구 결과를 바탕으로,² 필요 이상으로 초음파검사를 자주 시행하는 것은 옳지 않다고 생각한다.

결 론

신우요관 이행부폐색으로 신우성형술을 시행한 뒤 추적 초음파검사 결과, 1년 이내에 83.2%에서 수신증 호전을 보였으며 6개월 이내에 77.9%에서 이미 수신증 호전을 보였고 이후에는 큰 변화 없이 약간의 호전만 있었다. 뿐만 아니라 6개월부터 12개월까지 수신증 등급 평균값의 변화도 거의 없었다. 이와 함께 추적 관찰 기간 동안 최종적으로 수신증의 악화를 보인 경우도 없어, 신우요관 이행부폐색을 가진 소아 환자의 신우성형술 후 추적 초음파검사를 술 후 6개월에서 12개월 사이에 시행하는 것은 유용하지 않은 것으로 생각한다. 재발의 확실한 증거가 없는 경우, 술 후 1년까지는 1개월, 3-6개월 사이, 그리고 12개월에 추적 초음파

검사를 시행하고, 이후 1년 간격으로 초음파검사를 시행할 것을 제안한다.

REFERENCES

1. 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
2. Carr MC, El-ghoneimi A. Anomalies and surgery of the ureteropelvic junction in children. In: Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, editors. *Campbell-Walsh urology*. 9th ed. Philadelphia: Saunders; 2007;3359-82
3. Amling CL, O'Hara SM, Wiener JS, Schaeffer CS, King LR. Renal ultrasound changes after pyeloplasty in children with ureteropelvic junction obstruction: long-term outcome in 47 renal units. *J Urol* 1996;156:2020-4
4. Dowling KJ, Harmon EP, Ortenberg J, Polanco E, Evans BB. Ureteropelvic junction obstruction: the effect of pyeloplasty on renal function. *J Urol* 1988;140:1227-30
5. O'Reilly PH. Functional outcome of pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction: prospective study in 30 consecutive cases. *J Urol* 1989;142:273-6
6. Neste MG, du Cret RP, Finlay DE, Sane S, Gonzalez R, Boudreau RJ, et al. Postoperative diuresis renography and ultrasound in patients undergoing pyeloplasty. Predictors of surgical outcome. *Clin Nucl Med* 1993;18:872-6
7. Tapia J, Gonzalez R. Pyeloplasty improves renal function and somatic growth in children with ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 1995;154:218-22
8. Houben CH, Wischermann A, Börner G, Slany E. Outcome analysis of pyeloplasty in infants. *Pediatr Surg Int* 2000;16:189-93
9. Ulman I, Jayanthi VR, Koff SA. The long-term followup of newborns with severe unilateral hydronephrosis initially treated nonoperatively. *J Urol* 2000;164:1101-5
10. Egan SC, Stock JA, Hanna MK. Renal ultrasound changes after internal double-J stented pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction. *Tech Urol* 2001;7:276-80
11. Konda R, Sakai K, Ota S, Abe Y, Hatakeyama T, Orikasa S. Ultrasound grade of hydronephrosis and severity of renal cortical damage on 99m technetium dimercaptosuccinic acid renal scan in infants with unilateral hydronephrosis during followup and after pyeloplasty. *J Urol* 2002;167:2159-63
12. Palmer LS, Maizels M, Cartwright PC, Fernbach SK, Conway JJ. Surgery versus observation for managing obstructive grade 3 to 4 unilateral hydronephrosis: a report from the Society for Fetal Urology. *J Urol* 1998;159:222-8
13. Kim JW, Han SW, Choi SK. The postoperative prognosis of ureteropelvic junction obstruction according to the appearance of the ureter of preoperative retrograde pyelography. *Korean J Urol* 2003;44:550-5
14. Sheu JC, Koh CC, Chang PY, Wang NL, Tsai JD, Tsai TC. Ureteropelvic junction obstruction in children: 10 years' experience in one institution. *Pediatr Surg Int* 2006;22:519-23
15. Park S, Ji YH, Park YS, Kim KS. Change of hydronephrosis after pyeloplasty in children with unilateral ureteropelvic junction obstruction. *Korean J Urol* 2005;46:586-92