

신우성형술 후 이뇨성 DTPA 신주사 판독 시 신기능에 따른 신기능곡선, 연속 신스캔 영상 및 반감기의 유용성 비교

Comparison of the Effectiveness of the Renogram, the Serial Renal Scan and the Diuretic Half Time according to the Renal Function for Interpreting a Diuretic DTPA Scan following Pyeloplasty

Jong Kil Nam, Sang Don Lee

From the Department of Urology, College of Medicine, Pusan National University,
Busan, Korea

Purpose: The diuretic renal scan has been considered to be a good tool for evaluating the postoperative renal function in the patients with ureteropelvic junction obstruction (UPJO). We evaluated the diagnostic accuracy of the renogram, the serial renal scan and the diuretic half time according to the differential renal function (DRF) on the diuretic renal scan.

Materials and Methods: We reviewed the diuretic renal scans of 27 pediatric patients (25 males and 2 females) who underwent pyeloplasty due to unilateral UPJO. Diuretic renal scanning was done using the ^{99m}Tc -DTPA (diethylenetriaminepentaacetic acid) standardized protocol. We compared the diagnostic accuracy of the renogram, the serial renal scan and the diuretic half time according to the DRF (group I: above 40%, group II: below 40%).

Results: The mean age of the patients was 48.0 ± 59.2 months (range: 2-210 months). The diuretic half time, renogram, serial renal scan and each combination demonstrated statistical significance for the interpretation of ureteral obstruction (generalized estimation equation, $p=0.003$). The interpretation of the diuretic renal scan was not affected by the DRF (McNemar test, $p=0.598$). The false positive rate and specificity of the renogram, serial renal scan and diuretic half time were 22.2%, 29.6%, 59.3% and 77.8%, 70.4%, 40.7%, respectively. In addition, the false positive rate and specificity of a combination of the diuretic half time and renogram, the diuretic half time and serial renal scan, the renogram and serial renal scan, the diuretic half time and renogram, and serial renal scan were 22.2%, 25.9%, 14.8%, 14.8%, and 77.8%, 74.1%, 85.2%, 85.2%, respectively.

Conclusions: The diuretic half time, renogram and serial renal scan were individually correlated with the postoperative status of the UPJO. However, a combination of various factors of the renal scan should be considered for evaluating the postoperative status of UPJO. (*Korean J Urol* 2006;47:402-406)

Key Words: Radionuclide imaging, Ureteral obstruction, Follow-up studies

대한비뇨기과학회지
제 47 권 제 4 호 2006

부산대학교 의과대학 비뇨기과학교실

남종길 · 이상돈

접수일자 : 2005년 9월 27일
채택일자 : 2005년 12월 22일

교신저자: 이상돈
부산대학교병원 비뇨기과
부산광역시 서구 아미동 1가
10번지
☎ 602-730
TEL: 051-240-7348
FAX: 051-240-7133
E-mail: lsd@pusan.ac.kr

서 론

이뇨성 신장스캔은 1967년 Rado 등¹이 처음으로 기술한 이래 수신증 특히 신우요관이행부 폐색이 의심되는 환자에

서 진단 및 추적관찰을 위해 널리 이용되고 있다. 하지만 높은 위양성도와 불분명한 결과 판정으로 인하여 검사의 정확도에 대한 논란이 있는 실정이다.²

요관폐색은 기능적 평가가 어려우므로 요관이 확장되어 있을 때 폐색 여부에 대한 의문이 제기되며 초음파 검사,

배설성 요로조영술 또는 다른 방사선학적 검사가 항상 적절한 정보를 제공하는 것은 아니다. 반면에 직접적이고 좀 더 정확한 것으로 알려진 Whitaker 검사(압력-관류 검사)는 침윤적이고 소아에서 참고치가 없어서 적정화되어 있지 않아 임상적으로 흔히 사용되고 있지 않다.^{3,4} 또한 이노성 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ (diethylenetriaminepentaacetic acid) 신주사는 신기능, 탈수정도, 방사성 동위원소 투여 정도 및 투여 시간 등 다양한 원인에 영향을 받는 것으로 알려져 있어, 이의 개선을 위해 검사방법의 표준화로 검사의 정확도를 높이기 위한 노력이 있다.^{2,5} 분리 신기능, 신기능곡선, 연속 신스캔 영상 및 반감기 등의 판독 기술의 향상으로 점차 정확도가 향상되고 있으나 아직 표준지침에 있어서는 논란의 여지가 있다.²

이에 저자들은 이노성 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 에서 분리 신기능에 따른 신기능곡선, 연속 신스캔 영상 및 반감기를 상호 비교하여 그 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1998년 11월부터 2003년 3월까지 본원에서 일측성 신우요관이행부 폐색으로 신우성형술 시행 후 선행성 신우촬영술 (antegrade pyelography)에서 비폐색 양상을 보이고, 6-12개월에 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 신장스캔을 실시한 기록이 있는 18세 이하의 27명의 소아를 대상으로 하였다.

$^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 신장스캔은 성인용량 600MBq을 기준으로 체중에 비례하여 계산된 용량으로 18.5에서 55.5MBq의 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 를 피검자의 상박정맥에 순간 주사하여 관류 영상과 배설 영상을 얻었다. 배설이 지연되면 이노제인 라식스를 kg당 1mg (최대 20mg)을 정맥으로 투여하고 20분간 이노 영상을 얻었다. 검사의 표준화를 위해 1992년 Society of Fetal Urology와 Pediatric Nuclear Medicine 모임에서 제안한 방법으로 먼저 금식을 하지 않도록 하였고, 검사 2시간 전부터 충분한 수분섭취를 시킨 후, 15분 전에 400-500ml 정도의 음료를 먹게 하거나, 30분에 걸쳐 생리식염수를 kg당 15ml씩 주사하였다. 또한 검사 직전에 요도카테터를 삽입하여 검사를 표준화하였다.^{6,7}

이노성 신장스캔의 판독 기준은 먼저 술 후 환측의 분리 신기능 40% 미만을 I군 (7명), 40% 이상을 II군 (20명)으로 먼저 나눈 후 각 군에서 반감기, 신기능곡선, 연속 신스캔 영상을 평가하였다. 반감기의 기준은 이노제 투여 후 반감기가 20분 이상이면 폐색으로, 15분 이내이면 비폐색으로, 15분과 20분 사이는 불분명한 결과로 판정하였고,⁸ 불분명한 경우 3개월 간격으로 추적관찰하여 재평가하였다. 신기능곡선을 기준으로 할 경우 이전 Lupton 등⁹이 분류한 신기능곡선의 모양에 따라 이노제 투여 후에도 신기능곡선의 기울기가 감소하지 않고 지속적으로 올라간다면 폐색성 신병변, 빠르게 떨어지면 폐색이 없는 것으로 분류하였고 (Fig. 1), 부분폐색의 경우 3개월 간격으로 추적관찰하여 재

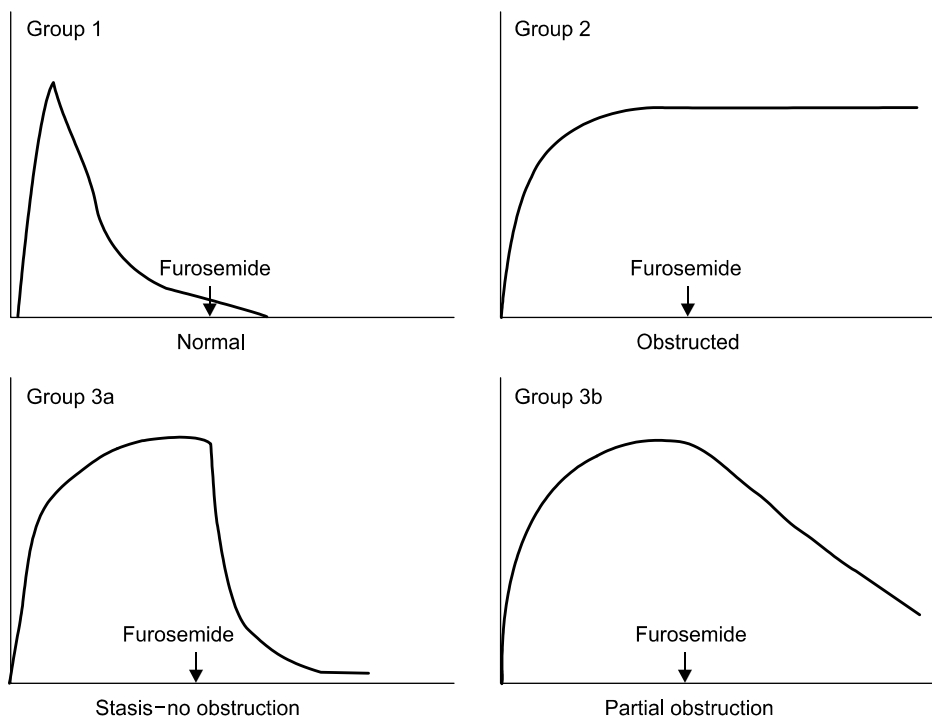


Fig. 1. Interpretation of the diuresis renograms according to the rate and completeness of excretion following injection of furosemide. Group 1 (pattern I)-normal, group 2 (pattern II)-obstruction, group 3a (pattern IIIa)-stasis without obstruction and 3b (pattern IIIb)-partial obstruction.

Table 1. Comparison and statistical analysis of the false positive rate and specificity for interpreting factors of the diuretic renal scan

Variables	DRF* <40%		DRF ≥40%		Total	
	False positive (%)	Specificity (%)	False positive (%)	Specificity (%)	False positive (%)	Specificity (%)
Half time (A)	100	0	45	55	59.3	40.7
Renogram (B)	57.1	42.9	10	90	22.2	77.8
Serial renal scan (C)	57.1	42.9	20	80	29.6	70.4
A+B	57.1	42.9	10	90	22.2	77.8
B+C	42.9	57.1	5	95	14.8	85.2
C+A	57.1	42.9	15	85	25.9	74.1
A+B+C	42.9	57.1	5	95	14.8	85.2

*: differential renal function

평가하였다. 연속 신스캔 영상 (1, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40분 영상)은 최근의 방사선학적 검사 결과를 모르는 상태에서 각각 1명의 핵의학과와 비뇨기과 전문의에 의한 육안적 관찰에 의하여 판독이 되었다. 신우신배에 점진적으로 방사능의 축적이 있다가 15분 이내 영상에서 요관과 방광으로의 배뇨가 일어나는 경우는 비폐쇄로, 20분 이상 영상에서 배뇨되지 않고 계속 축적만 있는 경우는 폐쇄로 판정하였고, 모호한 경우나 판독 결과가 일치하지 않을 경우에는 3개월 간격으로 추적관찰하여 판정하였다. 추적관찰 시 연속 신스캔 영상 결과가 호전되거나 변화는 없으나 신기능이 호전되는 경우 비폐쇄로 분류하였고, 연속 신스캔 영상 결과가 악화되거나 또는 변화는 없으나 점진적인 신기능 악화 소견이 보이는 경우 폐색으로 판정하였다. 신우요관 이행부 폐색으로 신우성형술을 시행한 후, 선행성 신우촬영술에서 폐색이 없었던 환자를 대상으로 하였기에 민감도와 위음성도는 비교할 수 없었고, 신기능곡선, 연속 신스캔 영상 및 반감기 각각의 위양성도와 특이도를 비교하였다.

각각의 검사방법들에서 요로폐색으로 판정된 비율에 차이가 있는지, 그리고 이러한 차이가 신장기능의 저하여부에 따라 다른지를 분석하기 위하여 일반화 추정 방정식 (generalized estimation equation)을 이용하였으며 각 검사 방법들 간의 비교에는 McNemar 검정법을 이용하였고 Bonferroni 방법으로 유의성 검정의 다중성을 고려하였다. 통계학적 처리는 SAS 6.12를 사용하였으며, p 값은 0.05 미만인 경우를 통계적으로 의미있는 것으로 판정하였다.

결 과

대상 환자의 평균나이는 48.0 ± 59.2 개월 (2-210개월)로, 남아 25명, 여아 2명이었다. 분리신기능을 기준으로 40% 이

하와 이상의 두 군으로 분류했을 때, 40% 이하인 군 (I군)과 40% 이상인 군 (II군)의 평균 분리신기능은 각각 $28.6 \pm 9.5\%$ (15.7-38.2) 및 $49.5 \pm 4.2\%$ (41-59.2)였다. 반감기, 신기능곡선, 연속 신스캔 영상의 세 가지 항목으로, 그리고 이들 항목을 조합하여 요로폐색 판정을 비교한 결과, 요로폐색의 판정비율에 통계학적으로 유의한 차이가 있었으며 (generalized estimation equation, $p=0.003$), 이러한 차이는 40%를 기준으로 한 분리신기능의 저하 여부에 따라서도 다르지 않았다 (McNemar test, $p=0.598$) (Table 1). 전체 환자의 반감기에 대한 위양성도 및 특이도는 각각 59.3% 및 40.7%였고, 신기능곡선은 22.2% 및 77.8%, 연속 신스캔 영상은 30.0% 및 70.0%였다. I군에서 반감기에 대한 위양성도 및 특이도는 각각 100% 및 0%였고, 신기능곡선은 57.1% 및 42.9%, 연속 신스캔은 57.1% 및 42.9%였다. II군에서의 위양성도 및 특이도는 각각 45.0% 및 55.0%였고, 신기능곡선에서는 10.0% 및 90.0%, 연속 신스캔에서는 20.0% 및 80.0%였다 (Table 1).

반감기, 신기능곡선, 연속 신스캔 영상의 세 가지 항목을 각각 조합하여 요로폐색의 판정을 비교한 결과, 반감기와 신기능곡선의 비교에서 신기능곡선이 특이도가 높고, 위양성도가 낮았으며 ($p=0.02$), 연속 신스캔 영상과 반감기 ($p=0.11$) 및 신기능곡선과 연속 신스캔 영상 ($p=1.0$) 사이의 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 1) (Fig. 2). 세 가지 항목을 조합하여 각각의 항목에서 한 항목이라도 비폐색으로 진단된 경우를 비폐색으로 판정한 경우, 반감기와 연속 신스캔 영상의 조합 ($p=0.03$), 반감기와 신기능곡선의 조합 ($p=0.02$), 신기능곡선과 연속 신스캔 영상의 조합 ($p=0.01$) 및 세 가지 항목을 모두 조합 ($p=0.01$)한 경우에서 반감기만으로 판정한 경우에 비해 특이도가 높고, 위양성도가 낮은 것으로 나타났다 (Table 1) (Fig. 2).

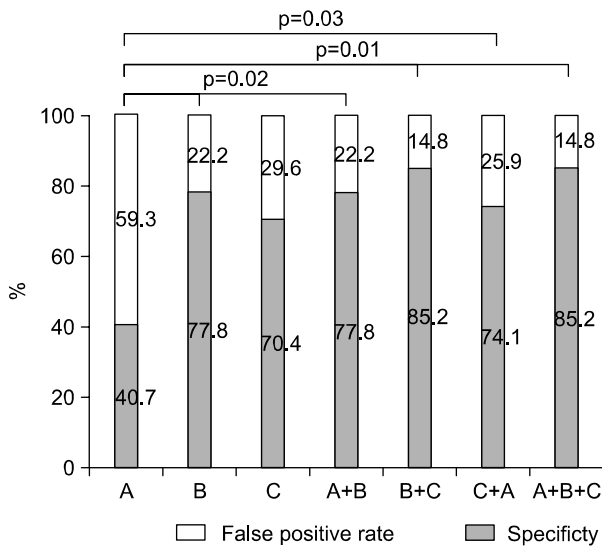


Fig. 2. Statistical analysis* for high specificity and the low false positive rate of interpreting the factors of the diuretic renal scan. (A) half time, (B) renogram, (C) serial renal scan. *: McNemar test.

고 찰

신우요관이행부 폐색은 수신증을 유발하여 신기능장애를 초래하는 비교적 흔한 상부요로 질환으로 수신증이 서서히 진행되고 초기에는 증상이 없을 수도 있어 신실질이 현저히 파괴된 후에야 발견되는 경우가 많다. 또한, 적절한 임상기준이 확립되지 않아 수술 시기와 방법 결정에 있어 어려울 때가 많다. 현재까지도 조기교정술을 통해 신기능의 회복을 최대화하고 신체성장도 개선할 수 있다는 주장¹⁰과 보존적 치료를 통해 폐색의 자연소실의 기대 및 지연수술로 수술의 위험을 줄이는 것이 더 바람직하다는 주장¹¹이 상충하는 실정이었으나, 90년대 이후의 경향은 각각의 주장의 이점을 살려 정기적인 추적관찰을 통해 신기능의 악화 소견이 보인다면 반복적인 요로감염, 동통, 결석형성 및 고혈압발생 등의 임상증상이 동반된 경우 등에서 수술을 시행하자는 주장이 제시되었다.^{12,13}

하지만, 신우성형술 후 환측 신의 신기능 평가와 회복상태를 반영하는 검사법에 대해서는 비교적 연구가 부족하고, 잘 알려져 있지 않다.¹⁴ 현재까지의 비침습적이면서도 효과적인 검사방법으로는 초음파검사,¹⁵ 방사성 동위원소를 이용한 신주사,¹⁶ 전산화 단층촬영¹⁷ 등이 주로 시행되고 있는데, 그중 ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 이노성 신주사는 양측 신기능을 양적으로 평가할 수 있고, 술 전, 후 신장의 배설능력을 비교할 수 있는 좋은 방법으로 알려져 가장 일반적

으로 이용되고 있다.¹⁶

수신증 환자의 폐색 진단에서 이노성 신장스캔은 확장된 신우와 요관이 생리적인 이노 작용에 대해서 반응하는 능력을 평가하는 것으로 폐색 유무를 확인하는 데 현재 가장 이상적인 방법이라고 알려져 있으나 높은 위양성과 불분명한 결과에 의하여 검사의 정확도가 떨어진다는 단점이 있다.^{2,18,19} 최근 표준화된 검사와 장비의 발달로 신우요관이행부 폐색의 진단에 있어 높은 예민도를 보이는 결과를 제시하여 선별검사로서의 유용성이 입증되었으나,² 여전히 위양성 결과의 비율이 높은 것으로 보고되어 결과의 판독에 있어,^{2,18,19} 특히 수술 후 추적관찰 중인 경우 판독에 신중을 기해야 한다. 위양성 결과의 원인은 주로 신기능 장애 또는 신생아 환자에서 이노제 반응이 지연되고, 확장된 신우집합계가 있는 환자에서는 늘어난 신우집합계의 용적 때문에 정상 신우집합계보다 방사능의 지체시간이 길어지기 때문이다.²⁰ 또한 신우성형술 후 6개월 이내의 경우 신우요관 확장이 감소되었더라도 신기능의 회복이 지연되어 위 양성을 나타내는 경우들이 종종 보고되고 있다.^{20,21}

이노성 신주사의 진단적 가치는 데이터를 판독하는 데 사용된 폐색의 정의와 기술에 의존하며 여러 제한점으로 인해 분리신기능이 가장 유용한 변수로 이용되고 있으며,²² 일반적으로 분리신기능이 환측의 분리신기능이 30-40% 이하로 저하될 때가 편측성 신우요관이행부 폐색의 수술적 치료를 고려하는 기준으로 여겨지고 있다.²³ 그러나 신기능 저하가 동반될 경우 검사의 정확성에 영향을 미칠 것이라 생각하여, 저자들의 경우 Oh 등²⁴의 보고에서와 같이 신기능 불균형의 판단기준을 40%로 하여 비교하였으나, 판정비율에 있어 통계적 유의성을 찾을 수는 없었다. 이에 전체 환자를 대상으로 하여 반감기, 신기능 곡선, 연속 신스캔 영상의 각 변수에 따른 위양성도와 특이도를 조사하여 어느 변수가 이노성 DTPA 신주사 판독 시 유용한지를 알아보고자 하였다.

^{99m}Tc-DTPA 신주사 검사에서 반감기, 신기능곡선 및 연속 신스캔 영상 각각으로 평가 시 어느 변수가 가장 유용한지, 또는 어떤 조합으로 평가하는 것이 가장 유용한지에 대한 조사는 미미한 실정이다. 또한 분리신기능이 술 후 신기능 평가에 있어 영향을 줄 수도 있을 것이다. 이에 저자들은 본원에서 신우성형술 시행 후 추적관찰에서 비폐색으로 확진되었던 환자를 대상으로 ^{99m}Tc-DTPA 신주사 검사를 시행하여 술 후 평가에서 유용한 검사 방법에 대해 조사해 보았다. 저자들의 경우 신기능곡선과 반감기 간 비교에서는 신기능곡선이 특이성이 높고, 위양성도가 낮은 것으로 조사되었다. 또한 반감기와 연속 신스캔 영상의 조합, 반감기와 신기능곡선의 조합, 신기능곡선과 연속 신스캔 영상의 조

합, 반감기, 연속 신스캔 영상 및 신기능곡선의 조합이 반감기 단독으로 판정한 경우에 비해 특이성이 높고, 위양성도가 낮은 것으로 나타났다.

Koff 등²⁵의 주장처럼 이노성 신장스캔을 판독할 때 단지 신기능곡선뿐만 아니라 연속 스캔자체를 평가 하는 것이 중요하며, 어느 하나의 기준으로 폐색여부를 평가하는 것 보다는 복합적으로 판단을 하는 것이 중요하다. 저자들의 술 후 추적관찰을 통한 결과들에 대해서는 앞으로도 더 많은 환자의 확보와 검사가 이루어져야 할 것이다.

결 론

신우요관이행부 협착으로 수술을 시행한 환자의 추적관찰에서 신장스캔은 유용한 것으로 나타났다. 특히, 신기능곡선의 경우 특이도가 77.8%로 나타나 일반적으로 가장 많이 이용되는 반감기의 40.7%에 비해 특이도가 높은 것으로 나타났다. 또한 반감기와 연속 신스캔 영상, 반감기와 신기능곡선, 신기능곡선과 연속 신스캔 영상의 조합은 모두 반감기 단독 판정에 비해 특이도가 높고, 위양성도가 낮은 것으로 나타났다. 저자들의 경우 신기능의 감소가 신주사의 판독에 미치는 영향은 미미한 것으로 나타났으나, 실제 임상 적용을 위해서는 보다 많은 환자를 대상으로 한 정보가 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Rado JP, Banos C, Tako J. Frusemide renography. *Lancet* 1967;2:1419-20
2. Hyun IY, Lee DS, Lee KH, Chung JK, Lee MC, Koh CS, et al. Improvement of diagnostic accuracy by standardization in diuretic renal scan. *Korean J Nucl Med* 1995;29:497-503
3. Koff SA, Thrall JH, Keyes JW Jr. Assessment of hydronephrosis in children using diuretic radionuclide urography. *J Urol* 1980;123:531-4
4. Whitaker RH. Methods of assessing obstruction in dilated ureters. *Br J Urol* 1973;45:15-22
5. Britton KE, Nawaz MK, Whitfield HN, Nimmon CC, Carroll MJ, Granowska M, et al. Obstructive nephropathy: comparison between parenchymal transit time index and furosemide diuresis. *Br J Urol* 1987;59:127-32
6. Conway JJ. "Well-tempered" diuresis renography: its historical development, physiological and technical pitfalls, and standardized technique protocol. *Semin Nucl Med* 1992;22:74-84
7. Conway JJ, Maizels M. The "well tempered" diuretic renogram: a standard method to examine the asymptomatic neonate with hydronephrosis or hydronephrosis. A report from combined meetings of The Society for Fetal Urology and members of The Pediatric Nuclear Medicine Council--The Society of Nuclear Medicine. *J Nucl Med* 1992;33:2047-51
8. O'Reilly PH, Testa HJ, Lawson RS, Farrar DJ, Edwards EC. Diuresis renography in equivocal urinary tract obstruction. *Br J Urol* 1978;50:76-80
9. Lupton EW, Testa HJ, O'Reilly PH, Gosling JA, Dixon JS, Lawson RS, et al. Diuresis renography and morphology in upper urinary tract obstruction. *Br J Urol* 1979;51:10-4
10. Woodard JR. Hydronephrosis in the neonate. *Urology* 1993;42:620-1
11. Duckett JW Jr. When to operate on neonatal hydronephrosis. *Urology* 1993;42:617-9
12. Allen TD. The swing of the pendulum. *J Urol* 1992;148:534-5
13. Dhillon HK. Prenatally diagnosed hydronephrosis: the Great Ormond Street experience. *Br J Urol* 1998;81(Suppl 2):39-44
14. Kang SS, Bum HS, Ryu SB. The Effect of dismembered pyeloplasty on renal function in patients with ureteropelvic junction obstruction. *Korean J Urol* 1993;34:274-8
15. Ellenbogen PH, Scheible FW, Talner LB, Leopold GR. Sensitivity of gray scale ultrasound in detecting urinary tract obstruction. *AJR Am J Roentgenol* 1978;130:731-3
16. O'Reilly PH, Lawson RS, Shields RA, Testa HJ, Edwards EC, Carroll RN. Dynamic scintigraphy in clinical urology. *Br J Urol* 1977;49:575-82
17. Yokoyama M, Ishine M, Nishio S, Watanabe K, Ochi K, Takeuchi M, et al. Individual renal function study using computed tomography. *Eur Urol* 1983;9:211-5
18. Choong KK, Gruenewald SM, Hodson EM, Antico VF, Farlow DC, Cohen RC. Volume expanded diuretic renography in the postnatal assessment of suspected uretero-pelvic junction obstruction. *J Nucl Med* 1992;33:2094-8
19. Gordon I, Dhillon HK, Gatanash H, Peters AM. Antenatal diagnosis of pelvic hydronephrosis: assessment of renal function and drainage as a guide to management. *J Nucl Med* 1991;32:1649-54
20. Yang KR, Lim GY, Sohn HS, Hahn ST, Lee JM. The value of Tc-99m DTPA diuretic renography for assessment of dilated upper urinary tract in children. *Korean J Nucl Med* 1999;33:57-64
21. Koh CS, Lee MC, Chung JK, Lee DS, Choi CW, Choi Y, et al. Assessment of hydronephrosis in children using diuretic radionuclide urography. *Korean J Nucl Med* 1994;28:75-84
22. 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
23. Blyth B, Snyder HM, Duckett JW. Antenatal diagnosis and subsequent management of hydronephrosis. *J Urol* 1993;149:693-8
24. Oh CJ, Seo YJ, Chung SK. Clinical course of prenatally diagnosed ureteropelvic junction obstruction. *Korean J Urol* 2003;44:145-9
25. Koff SA, Thrall JH, Keyes JW Jr. Diuretic radionuclide urography: a non-invasive method for evaluating nephroureteral dilatation. *J Urol* 1979;122:451-4