

## 상부요로질환 환아에서 Tc-99m MAG3 신장스캔: I-131 Hippuran 신장스캔과의 비교

계명대학교 의과대학 비뇨기과학교실, 핵의학교실\* 및 의과학연구소

김대영 · 김천일 · 전석길\* · 현정애\* · 김광세

### = Abstract =

### Tc-99m MAG3 Renal Scan in Children: A Comparative Study with I-131 Hippuran Renal Scan

Dae Young Kim, Chun Il Kim, Seok Kil Zeon\*, Jung Ae Hyun\* and Kwang Sae Kim

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

To investigate the efficacy of Tc-99m MAG3 for renal scan, the images and renograms of Tc-99m MAG3 were compared to those of I-131 hippuran.

Tc-99m MAG3 diuretic renal scan and I-131 hippuran diuretic renal scan were undertaken in 16 children with upper urinary tract anomalies within the time interval of 2 to 3 days. Their ages ranged from 1 week to 11 years old, and the male-to-female ratio was 14 to 2. Of these patients, 9 patients were less than 1 year old. The spectrum of upper urinary tract anomalies were unilateral ureteropelvic junction obstruction in 7 cases, bilateral ureteropelvic junction obstruction in 5 cases, bilateral non-obstructing non-refluxing megaureter, unilateral non-obstructing non-refluxing megaureter, bilateral obstructing megaureter and unilateral multicystic dysplastic kidney in 1 case respectively. The images of Tc-99m MAG3 showed better resolution than those of I-131 hippuran. The parameters of the Tc-99m MAG3 renogram in total functioning renal units, such as time to peak renal activity( $r=0.98$ ), half-time clearance to peak( $r=0.88$ ), half-time clearance after diuretic injection( $r=0.96$ ) and relative renal function( $r=0.90$ ), were correlated well with those of I-131 hippuran. In conclusion, Tc-99m MAG3 diuretic renal scan is considered to have a high potential to replace I-131 hippuran in routine radionuclide renal studies as well as renal tubular function test.

**Key Words:** Renal scan, Tc-99m MAG3, I-131 OIH, Children.

### 서 론

상부요로 폐색이 있는 경우 치료방침을 결정하는데 있어서는 폐색의 정도나 신기능등을 가장 신속하고 객관적으로 평가할 수 있는 방법으

로 현재 이뇨성 신스캔이 널리 사용되고 있으며, 이때 방사성약품으로는 대표적인 신세뇨관 제제인 I-131 Orthoiodohippurate(Hippuran, OIH)가 주로 이용되어지고 있다<sup>1</sup>. 그러나 1986년 Fritzberg 등<sup>2</sup>에 의해 Tc-99m Mercaptotriacetylglycine (MAG3) 신스캔이 처음 소개된 이후 많은 연구에서 Tc-99m MAG3가 I-131 OIH와 유사한 신기능 평선과 유효 신혈장유량(effective renal plasma flow)을 보이며 영상의 해상도가 뛰어나다고 보

이 논문은 1994년 계명대학교 동산의료원 특수 과제연구비 보조에 의하여 작성되었음.  
접수일자: 1995년 6월 28일

고<sup>15</sup>하여 최근에는 Tc-99m MAG3 신스캔이 I-131 OIH 신스캔의 대체방법으로 추천되어지고 있다.

이에 저자들은 Tc-99m MAG3 이뇨성 신스캔의 유용성을 평가하기 위해 상부요로계 질환을 가진 16례의 환아에서 Tc-99m MAG3와 I-131 OIH를 이용한 이뇨성 신스캔을 각각 시행하여 이들 검사법사이의 상관관계를 알아 보고자 하였다.

### 대상 및 방법

상부요로계의 폐색이나 기형을 보인 소아 16례를 대상으로 Tc-99m MAG3와 I-131 OIH를 이용한 이뇨성 신스캔을 실시하였는데 이들 환

아중 3례는 검사 이전에 일측 신적출술을 실시 한 환아여서 총 29개의 신장이 검사의 대상이 되었다. 환아의 연령은 생후 1주에서 11세까지로 이중 만 1세이하가 9례(18kidneys), 그 이상이 7례(11kidneys)였고 남아가 14례, 여아가 2례였다. 전체 29개의 신장중 질환이 있는 신장이 22개였고 정상 신장이 7개였으며 원인 질환은 일측성 상부요관 이행부폐색 7례, 양측성 상부요관 이행부폐색 5례, 양측성 비폐색성 비역류성 거대요관, 일측성 비폐색성 비역류성 거대요관, 양측성 폐색성 거대요관, 일측성 다낭종성 이형성신이 각각 1례였다. 이들 환아중 술전에 검사를 받은 경우가 7례였는데 이중 1명은 2회의 검사를 시행하여 각각 8회의 검사가 이루어졌고, 술후에 검

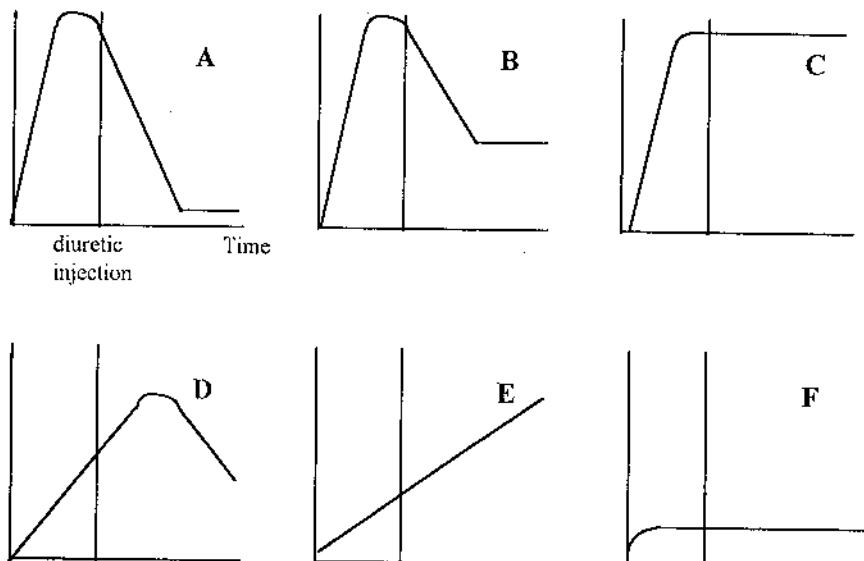


Fig. 1. Stereotypical patterns of Tc-99m MAG3 renogram time-activities. A: normal. B: immature. C-F: stasis or obstructive or poor function.

Table. Correlation of the renogram pattern with Tc-99m MAG3 and I-131 OIH

Tc-99m MAG3		A	B	C	D	E	F	Total
I-131 OIH	A	15			2			17
	B		9					9
	C							
	D			2		5		7
	E							
	F							
Total		15	11			7		33

Concordant renogram = 29/33 (88%)

Discordant renogram = 4/33 (12%)

사를 실시한 경우는 8례로 각각 8회의 검사를 하였고, 1례는 술전 술후에 각각 1회의 검사가 시행되어 두가지 검사 모두 18회씩 실시되어 총 33개의 신장이 검사 대상이 되었다.

검사 방법은 신스캔 시작 30분전부터 정맥을 통해 10-20cc/Kg의 수액을 공급한 후 Tc-99m MAG3스캔은 Technescan MAG3®kit(Mallinckrodt Medical Inc., St. Louis, MO, U.S.A.)를 사용하였고

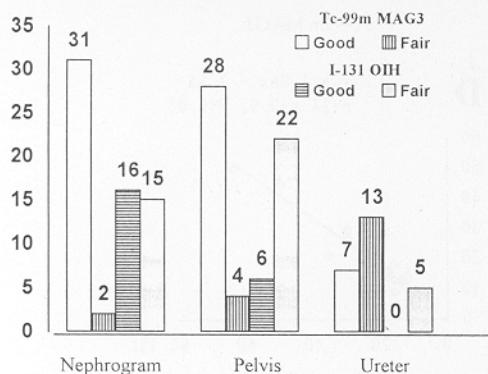


Fig. 2. Image quality of anatomical units demonstrated by scintigraphy.

투여량은 최소용량을 37MBq(1mCi)로하여 환아의 체중에 따라 18.5MBq/Kg를 정맥주사하였다. Dual Detector Genesys Gamma Camera(ADAC Co., U.S.A.)를 이용하여 140Kev 20% width에서 LEGP Collimator를 이용해 주사 직후부터 2분까지는 1 frame/2 sec, 그후 60분까지는 1 frame/1 min.로 스캔하였고 이뇨제는 furosemide 1mg/Kg를 스캔 시작후 20분에 정맥주사하였다. Tc-99m MAG3스캔 2일후 I-131 OIH를 체중에 따라 7.4-18.5MBq를 정맥주사하고 365Kev 20% width에서 HEGP Collimator를 이용하여 Tc-99m MAG3와 동일한 방법으로 검사하였다. 각각의 검사를 통해 얻은 영상은 computer(Pegasys, ADAC Co., U.S.A.)에 수록한 다음 신실질과 확장된 상부요로계를 포함하는 관심영역(region of interest)을 설정하여 data processing하고 관류영상(perfusion image)은 4초마다, 기능영상(functional dynamic image)은 2분마다 필름에 담았으며 또한 이를 data를 이용하여 신기능곡선을 작성하였다. 두 검사에서의 영상의 해상도는 3-4분의 기능영상에서

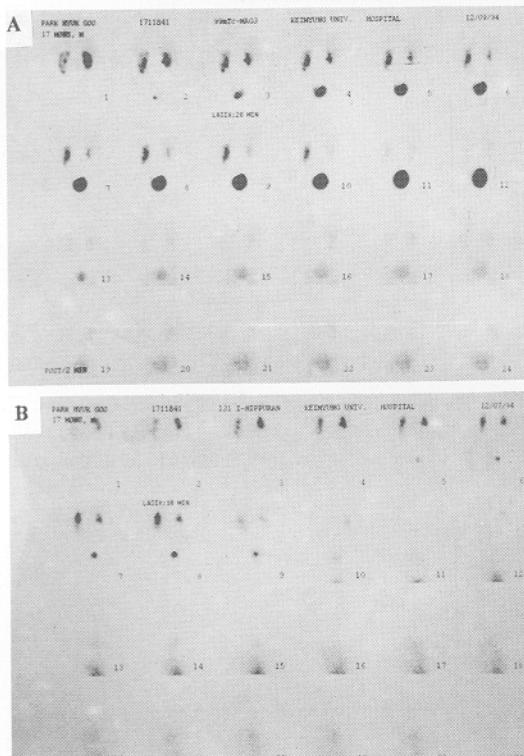
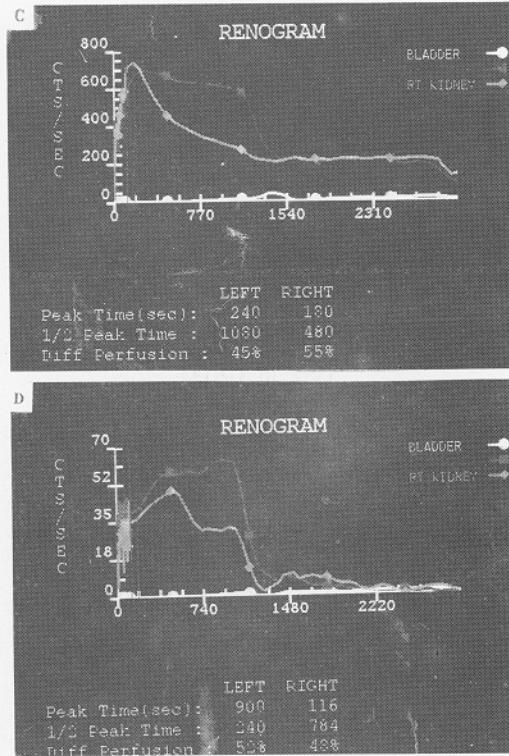


Fig. 3. Postoperative Tc-99m MAG3 and I-131 OIH diuretic renal scintigraphy static images and renograms of 10 months-old male with left ureteropelvic junction obstruction. Static images were obtained at 2 minute intervals in posterior view. A: Tc-99m MAG3 static images. B: I-131 OIH static images. C: Tc-99m MAG3 renogram. D: I-131 OIH renogram.



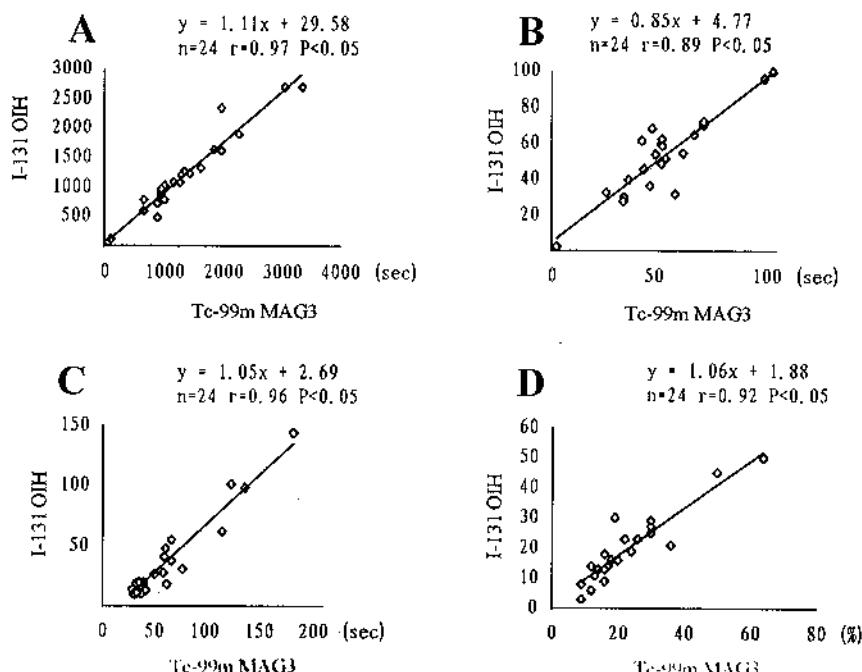


Fig. 4. Correlations of Tc-99m MAG3 and I-131 OIH quantitative data in diseased kidneys. A: peak time (Tmax). B: half-time to peak. C: half-time after diuretic injection. D: relative renal function.

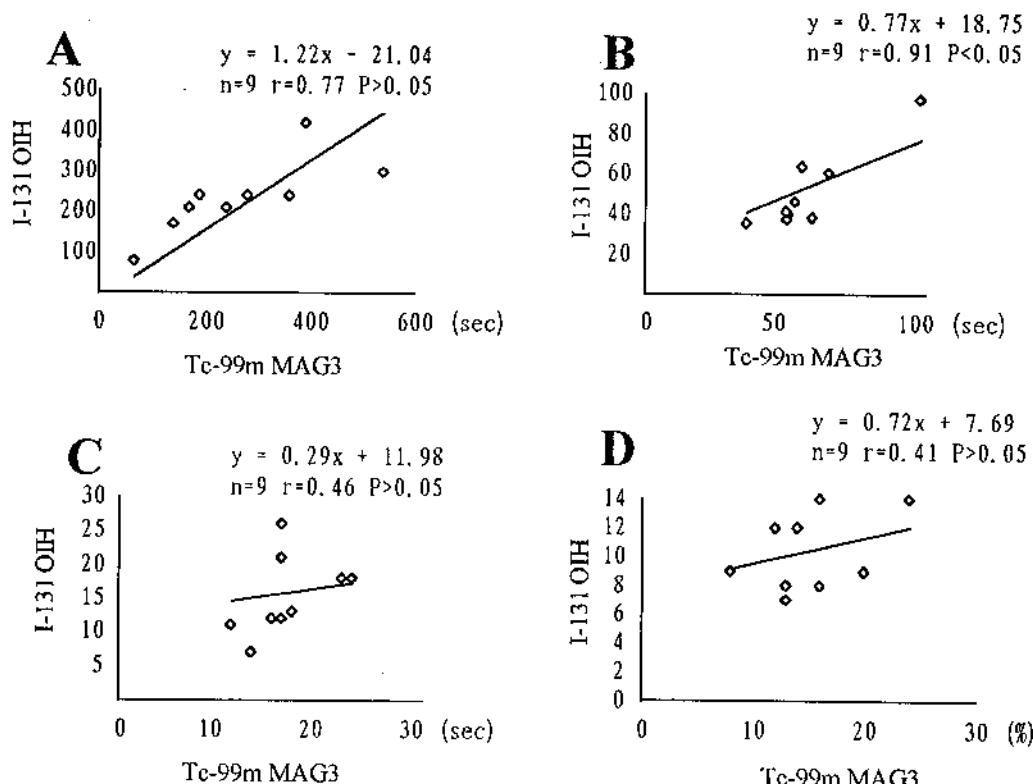


Fig. 5. Correlations of Tc-99m MAG3 and I-131 OIH quantitative data in healthy kidneys. A: peak time (Tmax). B: half-time to peak. C: half-time after diuretic injection. D: relative renal function.

신우와 요관의 해상도에 따라 각각 양호(good), 보통(fair), 불량(poor)으로 분류하여 비교하였고, 신기능곡선의 형태는 The society for fetal urology와 The pediatric nuclear medicine council에서 제안한 분류방법<sup>6</sup>(Fig. 1)에 의하여 상호 비교하였으며 신기능곡선에서 방사능이 최고점에 도달하는 시간(Tmax), 신장내 방사능의 반감기(T1/2), 이뇨제 투여후 방사능의 반감기(lasix T1/2) 및 분리 신기능을 변수로 하여 Pearson상관계수와 회귀방정식을 이용해 전체 신장, 질환아 있는 신장 그리고 정상신장에 있어서 두 검사방법사이의 상관관계를 각각 알아 보고자 하였다.

### 결 과

대상환아 전례에서 방사성의약품을 주사한 후 부작용을 보인 경우는 없었으며, Tc-99m MAG3와 I-131 OIH를 이용한 이뇨성신스캔에서 작성된 신기능곡선의 형태를 비교해 보았을 때 Tc-99m MAG3를 이용한 신스캔이 I-131 OIH에 비해 전반적으로 원만한 형태의 신기능곡선을

나타내었고, 두 검사간에 동일한 모양의 신기능곡선을 보인 경우가 33개 신장중 29개(88%)였고 일치하지 않은 경우가 4개(12%)였다(Table). 그리고 이를 검사간에 영상 해상력은 Tc-99m MAG3 이뇨성신스캔에서는 31개 신장(94%)에서 양호한 신영상(nephrogram)을 보인 반면 I-131 OIH 이뇨성신스캔에서는 16개 신장(48%)에서 양호한 신영상을 나타내었다. 또한 신우의 해상도는 Tc-99m MAG3스캔에서는 28개 신장(85%)에서, 그리고 I-131 OIH스캔에서는 6개 신장(18%)에서 양호한 영상을 보였고, 요관의 해상도는 Tc-99m MAG3 이뇨성신스캔에서는 7개 신장(21%)에서 양호한 영상을 보였으나 I-131 OIH 이뇨성신스캔에서는 양호한 영상을 보인 경우가 전무 하였다(Fig. 2). 따라서 전제적으로 Tc-99m MAG3 이뇨성 신스캔이 I-131 OIH 이뇨성 신스캔보다 훨씬 우수한 영상 해상도를 나타낼 수 있었다. 그럼 3에서 알 수 있듯이 Tc-99m MAG3를 이용한 신스캔의 영상을 보면 상부 요로계의 해부학적 구조를 좀더 자세히 관찰할 수 있으나 I-131 OIH를 이용한 경우에서는 해상도가 떨어

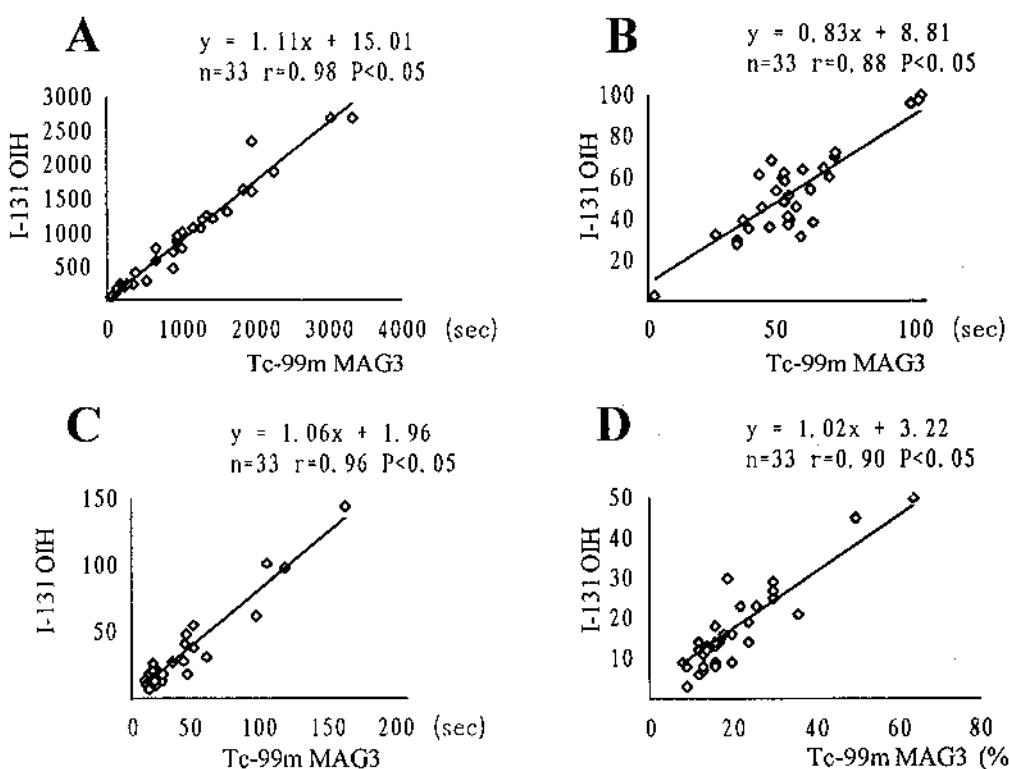


Fig. 6. Correlations of Tc-99m MAG3 and I-131 OIH quantitative data in total kidneys. A: peak time (Tmax). B: half-time to peak. C: half-time after diuretic injection. D: relative renal function.

지는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 3). 그리고 이를 검사를 통해 얻은 신기능곡선상 두 검사간의 상관관계를 비교해 보았을 때 질환이 있는 신장에서는 방사능이 최고점에 도달하는 시간( $r=0.97$ ), 신장내 방사능의 반감기( $r=0.89$ ), 이뇨제 투여후 방사능의 반감기( $r=0.96$ ), 분리신기능( $r=0.92$ ) 전부에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다(Fig. 4). 그러나 정상신장에서는 방사능이 최고점에 도달하는 시간( $r=0.77$ ) 및 신장내 방사능의 반감기( $r=0.91$ )는 통계적으로 유의한 상관관계를 보인 반면, 이뇨제 투여후 방사능의 반감기( $r=0.46$ )와 분리신기능( $r=0.41$ )에서는 비교적 높은 상관관계를 나타내었으나 통계적으로 의미는 없었다(Fig. 5). 또한 전체 신장을 대상으로 두 검사간의 상관관계를 검정해 보았을 때 방사능이 최고점에 도달하는 시간( $r=0.98$ ), 신장내 방사능의 반감기( $r=0.88$ ), 이뇨제 투여후 방사능의 반감기 ( $r=0.96$ ), 분리신기능 ( $r=0.90$ ) 전부에서 통계적으로 의미있는 상관관계를 나타내었다(Fig. 6).

## 고 안

상부요로계의 확장을 보이는 소아에서 상부요로계 확장의 원인이 폐색에 의한 것인지를 결정하는 것은 어려운 문제이다. 그래서 이러한 환아들에 대해 치료의 방향을 결정하기 위해 상부요로계의 기능 및 상태를 가장 잘 평가할 수 있는 이뇨성신스캔이 많이 사용되어지고 있다. 특히 이뇨성 신스캔은 부분적인 상부요로폐쇄의 유무 또는 수술적 치료가 필요한지를 결정하는데 있어서 유용하게 이용할 수 있다고 하였다<sup>9</sup>.

이러한 이뇨성신스캔에 이용되는 여러가지 방사성의약품중 최근 주로 이용되어지고 있는 Tc-99m DTPA(diethylenetriamine pentaacetic acid)는 사구체여과(glomerular filtration)에 의해 배설되는 방사성의약품으로 우수한 영상 해상력과 환자에게 방사능 노출이 적다는 장점이 있으나 추출효율이 20%정도로 매우 낮으므로 해서 사구체 여과율이 낮은 환자에서는 우수한 영상 및 신기능곡선을 기대할 수 없다는 단점이 있다<sup>10</sup>. 저자들이 이용한 I-131 OIH는 신세뇨관을 통해 배설되는 방사성의약품중 가장 대표되는 물질로 Heyman 등<sup>11</sup>은 투여량의 85-90%가 근위부 세뇨관을 통해 여과 및 분비되며 주사후 30분내에 70%가 소변으로 배설된다고 하였다. 그리고 혈장으로

부터 거의 완전히 제거되므로 I-131 OIH의 배설속도를 신혈장량의 표준 측정척도로 이용하고 있다. 주사후 3-4분이면 혈액과 평형상태를 이루고 신장내 최대섭취는 정맥주사후 2.5-3.4분에 보이며, 신장에서의 통과시간 (transit time)은 약 2-3분이다. 추출효율은 95%이상으로 종래의 Tc-99m 표지 방사성의약품보다 기능장애가 있는 신장을 평가하는데 유용하지만, 영상의 해상도가 떨어지며 베타선의 방출로 인해 환자에게 방사능 노출이 많다는 단점이 있다<sup>5</sup>. 반면 MAG3는 tri-amide mercaptide(N3S) 복합체의 일종으로 OIH와 유사한 생물학적 특성과 Tc-99m의 물리학적 특성을 지니는 새로운 방사성의약품이다. 여러보고<sup>12-15</sup>들에 의하면 Tc-99m MAG3는 신세뇨관 분비기전으로 배설되며 혈장에서의 추출효율은 I-131 OIH에 비해 절반 정도이나 혈장단백질과의 결합능력이 뛰어나 혈장내의 농도는 I-131 OIH에 비해 2배정도 높다. 결과적으로 소변으로 배설되는 양은 주사후 30분에 투여량의 70%, 2시간에는 95%이상으로 I-131 OIH와 거의 동일하며, 또한 I-131 OIH에 비해 분포용적이 작으며 적혈구에 의한 섭취는 적은 특성을 가진다고 하였다. 그러므로 Jacobsen 등<sup>16</sup>은 Tc-99m MAG3에 의한 신기능곡선은 I-131 OIH신기능곡선과 거의 유사한 형태를 보이며, I-131 OIH에 비해 월등히 우수한 영상 해상도를 보이면서 방사능노출은 적다고 보고하였다. 그러나 Pickworth 등<sup>17</sup>은 Tc-99m MAG3 스캔이 국소적인 신 괴질반흔을 발견하는데에는 Tc-99m DMSA 신스캔에 비해 떨어진다고 보고하였다. Taylor 등<sup>18</sup>은 정상인에서 Tc-99m MAG3와 I-131 OIH를 이용한 신스캔 비교에서 신기능곡선상 방사능이 최고점에 도달하는 시간은 상호 통계적 차이가 없다고 보고하였고 Müller 등<sup>19</sup>은 신장질환이 있는 경우에서 방사능이 최고점에 도달하는 시간은 두검사간 유의한 차이가 없었으나 신장내 방사능의 반감기는 Tc-99m MAG3신스캔에서 유의하게 길어진다고 하였다. 또한 Jacobsen<sup>16</sup>등은 20명의 상부요관 이행부폐색환자에서 위 2가지 검사를 실시하여 방사능이 최고점에 도달하는 시간, 이뇨제 투여후 방사능의 반감기 및 분리신기능상 서로 통계적 차이가 없다고 보고하였다. 저자들의 경우에서도 두 검사를 통해 얻은 영상을 서로 비교해 보았을 때 Tc-99m-MAG3를 이용한 경우가 I-131 OIH를 이용한 경우보다 더욱 우수한 영상 해상

도를 보였으며, 전체 신장중 85%에서 두검사간에 동일한 형태의 신기능 곡선을 보였다. 또한 신기능 곡선에서 구한 방사능이 최고점에 도달하는 시간, 신장내 방사능의 반감기, 이뇨제 투여후 방사능의 반감기 및 분리신기능을 변수로 하여 질환이 있는 신장, 정상기능을 보인 신장으로 나누어서 두 검사간의 상관관계를 검정해 보았을 때 질환이 있는 신장에서는 모든 변수에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으나, 정상 신장에서는 방사능이 최고점에 도달하는 시간 및 신장내 방사능의 반감기는 통계적으로 유의한 상관관계를 보인 반면 이뇨제 투여후 방사능의 반감기와 분리신기능에서는 비교적 높은 상관관계를 나타내었으나 통계적으로 의미는 없었다. 또한 전체 신장을 대상으로 두 검사간의 상관관계를 검정해 보았을 때 모든 변수에서 통계적으로 의미있는 상관관계를 나타내었다. 질환이 있는 신장과 정상 신장에 있어서 그 결과에 차이를 보인 이유에 대해서는 그 정확한 이유를 알 수는 없으나 이뇨성 신스캔은 폐색의 정도, 신손상 정도, 신우나 요관의 용적, 검사진 수분 공급 상태, 이뇨제의 투여정도, 검사동안 환자의 자세나 환자의 움직임, 신기능곡선상 관심영역의 설정등 여러 요소들에 의해 결과가 다르게 나타날 수 있다는 점을 감안할때 향후 검사 대상이 더욱 많아지고 검사방법상의 문제점들을 개선해 나간다면 더욱 신뢰성이 있는 결과를 얻으리라 생각된다. 또한 신스캔은 방사성의약품중 신세뇨관 제제를 이용해서 유효신혈장유량 (effective renal plasma flow, ERPF)를 구해 신기능을 수치화 할 수 있는데 몇몇 연구자들은 Tc-99m MAG3와 I-131 OIH를 이용한 신스캔을 실시해서 유효신혈장유량을 구하여 두 검사간에 유의한 상관관계가 있다고 보고하고 있다<sup>4, 20, 21</sup>. 저자들도 향후 검사에서는 채혈할 필요없이 쉽게 유효신혈장유량을 구할 수 있는 Schlegel씨방법을 이용하여 두 검사방법 사이에 유효신혈장유량의 상관관계를 조사해 볼 예정이다.

## 결 론

상부요로계 질환이 있는 환아 16례(29kidneys)를 대상으로 Tc-99m MAG3와 I-131 OIH를 이용한 이뇨성 신스캔을 실시한 결과 전례에서 Tc-99m MAG3 이뇨성 신스캔이 더욱 우수한 영상

해상도를 보였으며 신기능 곡선상 방사능이 최고점에 도달하는 시간, 신장내 방사능의 반감기, 이뇨제 투여후 방사능의 반감기 및 분리신기능을 변수로 하여 두 검사간의 상관관계를 구하여 보았을 때, 전체신장 및 질환이 있는 신장에서 모든 변수에서 유의한 상관관계를 나타내었다. 그러므로 향후 상부 요로계 질환의 진단 및 신기능 평가에 있어서 Tc-99m MAG3 이뇨성신스캔이 I-131 OIH 이뇨성신스캔을 대체할 수 있을 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- Dubosky EV, Logic JR, Diethelm AG, Balch CM, Tauxe WN. Comprehensive evaluation of renal function in the transplanted kidney. *J Nucl Med* 1974; **16**: 115-20.
- Fritzberg AR, Sundhakar K, Shimada D, Johnson DL. Synthesis and biological evaluation of technetium-99m-MAG3 as a hippuran replacement. *J Nucl Med* 1986; **27**: 111-6.
- Dubosky EV, Russell CD, Yester MV, Thorstad BL, Ryan JP. Will <sup>99m</sup>Tc-MAG3 replace <sup>131</sup>I-OIH and <sup>99m</sup>Tc-DTPA in the follow-up of renal transplants? *Contrib Nephrol* 1990; **79**: 118-22.
- Taylor AJ, Ziffer JA, Steves A, Eshima D, Delaney VB, Welchel JD. Clinical comparison of I-131 Orthiodohippurate and the kit formulation of Tc-99m mercaptoacetyltriglycine. *Radiology* 1989; **170**: 721-5.
- DUCret RP, Boudreau RJ, Gonzalez R, Carpenter R, Tennison J, Kuni CC. Clinical efficacy of <sup>99m</sup>Technetium mercaptoacetyltriglycine kit formulation in routine renal scintigraphy. *J Urol* 1989; **142**: 19-22.
- A report from combined meetings of The Society for Fetal Urology and members of The Pediatric Nuclear Medicine Council. The "well tempered" diuretic renogram: A standard method to examine the asymptomatic neonate with hydronephrosis or hydroureteronephrosis. *J Nucl Med* 1992; **33**: 2047-51.
- Kass EJ, Majd M, Belan B. Comparison of the diuretic renogram and the pressure perfusion study in children. *J Urol* 1985; **134**: 92-6.

8. Koff SA, Shore RM. Diuretic radionuclide urography. *Urol Radiol* 1983; **137**: 236-40.
9. O'Reilly PH, Testa HJ, Lawson RS, Farrar DJ, Charlton EE. Diuresis renography in equivocal urinary tract obstruction. *Br J Urol* 1978; **50**: 76-80.
10. O'malley JP, Zeissman HA, Chantarapitak N. Tc-99m MAG3 as an alternative to Tc-99m DTPA and I-131 Hippuran for renal transplant evaluation. *Clin Nucl Med* 1993; **18**: 22-9.
11. Heyman S, Duckette JW. Radionuclide studies of the urinary tract in children. AUA Update Series 1992; **11**: 185-91.
12. Itoh K, Tsukamoto E, Kakizaki H, Nonomura K, Koyanaki T, Furudate M, et al. Phase II study of Tc-99m MAG3 in patients with nephrourologic disease. *Clin Nucl Med* 1993; **18**: 387-93.
13. Russell CD, Thorstad B, Yester MV, Stuzman M, Baker T, Dubovsky EV. Comparison of technetium-99m MAG3 with iodine-131 hippuran by a simultaneous dual channel technique. *J Nucl Med* 1988; **29**: 1189-93.
14. Nosco DL, Manning RG, Fritzberg A. Characterization of the new [Tc-99m] dynamic renal imaging agent: [Tc-99m] MAG3. *J Nucl Med* 1986; **27**: 939.
15. Taylor AJ, Eshima D, Christian PE, Milton W. Evaluation of Tc-99m mercaptoacetyltriglycine in patients with impaired renal function. *Radiology* 1987; **162**: 365-70.
16. Jacobsen KH, Thomsen HS, Nielsen SL. Diuresis renography: A simultaneous comparison between <sup>131</sup>I-hippuran and <sup>99m</sup>Tc-MAG3. *Acta Radiol* 1990; **31**: 83-6.
17. Pickworth FE, Vivian GC, Franklin K, Brown EF. <sup>99m</sup>Tc-mercaptopropyl triglycine in pediatric renal tract disease. *Br J Radiol* 1992; **65**: 21-9.
18. Taylor AJ, Eshima D, Fritzberg AR, Christian PE, Kasina S. Comparison of I-131-OIH and technetium-99m-MAG3 renal imaging in volunteers. *J Nucl Med* 1986; **27**: 295-303.
19. Müller SR, Bois SI, Mesko L. A comparison study of renal scintigraphy and clearance with technetium-99m-MAG3 and iodine-123-hippurate in patients with renal disorders. *J Nucl Med* 1990; **31**: 1811-7.
20. Abdel DH, Sadek S, Bahar AR, Sabha M, Sayed EM. Comparison of Tc-<sup>99m</sup>-mercaptopropyltriglycine and I-<sup>131</sup>-orthoiodohippurate in determination of effective renal plasma flow (ERPF). *Nucl Med Comm* 1989; **10**: 99-107.
21. Bubeck B, Brandau W, Weber E, Kable T, Parekh N, Georgi P. Pharmacokinetics of technetium-99m-MAG3 in humans. *J Nucl Med* 1990; **31**: 1285-93.