

<원저>

## <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>를 이용한 상대적 신장 기능 평가 시 신장 깊이에 따른 기하평균 적용의 유용성 평가

### - Utility Evaluation on Application of Geometric Mean Depending on Depth of Kidney in Split Renal Function Test Using <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> -

<sup>1)</sup>가천대학교 방사선학과 · <sup>2)</sup>가천대학교 길병원 핵의학과

이은별<sup>1)</sup> · 이왕희<sup>2)</sup> · 안성민<sup>1)</sup>

— 국문초록 —

<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> 동적 신장 검사는 <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>를 이용하여 방사성 의약품이 신장에 섭취되고 배설되는 과정을 멈춤 없이 동적으로 영상화 하는 방법이다.

검사 시작 후 1~2.5분 사이 좌우 신장에서의 비율을 측정하여 상대적 신장기능비를 측정할 수 있으며, 총 신장 기능을 기준으로 상대적 신장기능비를 비율로 나타낼 수 있다.

본 연구는 일반적인 신장 검사 방법인 후면 검출기만 이용해 계수된 데이터로 구해진 상대적 신장기능비와 전면, 후면 검출기 모두로 계수한 뒤 기하평균을 이용해 얻어진 데이터로 구해진 상대적 신장기능비를 비교하여, 좌우 신장 깊이 차이가 상대적 신장기능비에 미치는 영향을 알아보고, 기하평균의 신장 깊이차에 따른 감쇠 보정 효과의 유용성에 대해 연구하고자 한다.

2015년 7월부터 2016년 2월 사이에 <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> 동적 신장 검사를 시행한 33명의 환자(남자 13명, 여자 20명, 평균나이 44.66세, 범위 5세~70세, 평균키 160.40 cm, 평균 몸무게 55.40 kg)를 대상으로 하였다.

신장 깊이를 측정된 결과, 왼쪽 신장은 평균 65.82 mm, 오른쪽 신장은 71.62 mm로 나타났다. 33명의 환자들 중 30명의 환자에게서 전면과 후면 검출기로 계수하여 기하평균을 적용한 상대적 신장기능비가 후면 검출기만 얻어진 정보를 가지고 구해진 상대적 신장기능비보다 깊게 위치한 신장의 비가 상승하고, 얇게 위치하고 있는 신장의 비가 떨어지는 결과가 나왔다.

깊게 위치하고 있는 신장과 검출기 사이의 감쇠가 보정된 결과라고 사료되며, 신장 혹은 신장 주변에 병변이 있는 경우, 척추의 기형, 이소 신장의 경우, 이식신장을 가지고 있는 환자 중 본래의 신장을 제거하지 않은 환자의 경우 등 좌우 신장의 깊이 차이가 나는 경우 깊게 위치하고 있는 신장의 비를 보정해 주어 기준에 일반적으로 시행되어지고 있는 검사 방법(후면 검출기 계수)과 비교했을 때, 정확한 상대적 신장기능비를 계산할 수 있을 것이라 사료된다.

**중심 단어:** MAG<sub>3</sub>, 기하평균

# 1. 서 론

## 1. 서 론

$^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  ( $^{99m}\text{Tc}$ Technetium-mercaptoacetyl glycine glycine)는 신장의 동적 스캔 검사 시 현재 많은 병원에서  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  ( $^{99m}\text{Tc}$ Technetium-Diethylenetriamine Pentaacetic)와 Hippuran 대신에 널리 사용되고 있는 방사성 의약품이다. Triamide mercaptide ( $\text{N}_3\text{S}$ ) 복합체의 일종으로 신장에서의 추출률은 0.6~0.7이고,  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 의 3배이며, Hippuran 보다 혈장단백과의 결합이 높고 (90%), 분포용적이 작으며 약 5%의 적혈구 섭취를 보인다. 신장/배후방사능 비는 평균 3.7로  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 에 비해 약 두 배 정도 높다<sup>1)</sup>.

$^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  동적 신장 검사는 방사성동위원소로 표시된  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 를 이용하여 동적 신장 영상을 얻는 방법으로 방사성 의약품이 신장에 섭취되고 배설되는 과정을 멈춤 없이 동적으로 영상화 하는 방법이다.  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 를 정맥주사 후 신장과 비뇨관을 동적으로 영상화 한 뒤, 얻어진 영상은 정량분석 과정을 통해 신장의 기능을 평가하게 된다<sup>2)</sup>.  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  동적 신장 검사는 3개의 phase로 구분된다. 첫 번째 phase는 방사능을 bolus injection하여 주사한 첫 1분 동안에 급속하게 신장의 방사능이 증가하는 시기인 혈관기이고, 두 번째 phase는 3~5분까지 혈액내의 추적자가 지속적으로 신장에서 추출되며 혈액내의 추적자 농도가 급속하게 감소되는 시기인 분비기다. 세 번째 phase에서는 신

장에서 방사능이 최고점 이후에 감소하는 시기인 배설기이며 배설기에서 정점의 방사능이 절반으로 줄어드는 시기는 7~10분 이내이다(Fig. 1-2).

두 번째 phase에서는 주사 후 1~2.5분 사이 좌우 신장에서의 비율을 측정하여 상대적 신장 기능을 측정할 수 있으며, 총 신장 기능을 기준으로 상대적 신장 기능을 비율로 나타낼 수 있다<sup>3)</sup>.

좌우 상대적 신장 기능의 측정은 한쪽 신장의 질환이 있을 때 환자의 치료 방침을 정하는데 중요한 지표이며, 상대적 신장 기능이 45~55% 범위에 있을 경우 정상으로 간주한다<sup>4)</sup>.

상대적 신장 기능의 측정에 있어서 전제되어야 하는 것은 신장과 감마카메라 사이의 방사능 감쇠이다. 정상인 경우 좌우 신장의 체표면에서 깊이 차이는 2 cm 이하가 90% 이상이다. 그러나 척추의 기형이나 이소신장의 경우에는 깊이 차이에 의한 보정을 고려해야 한다. Technetium의 유효감쇠계수는 0.12/cm, 선감쇠계수는 0.153/cm이다<sup>5)</sup>.

예를 들어 50:50의 기능을 가진 신장의 경우 좌우 신장의 1 cm의 깊이 차이는 53:47, 2 cm의 깊이 차이는 57:43으로 좌우 신장의 기능비가 변화한다는 선행 연구가 있다<sup>6)</sup>.

신장은 후복막 장기로 11번째 흉추와 3번째 요추 사이에 위치하고 있으며, 감마카메라를 이용해 신장을 검사 할 때, 일반적으로 환자는 바로 누운 자세에서(supine position) 검출기를 테이블 아래로 위치시켜 감마선을 계수해 영상을 구성하고, 이식 신장의 경우 바로 누운 자세에서 검출기를 환자의 전면에서 위치 시켜 감마선을 계수한다<sup>7)</sup>.

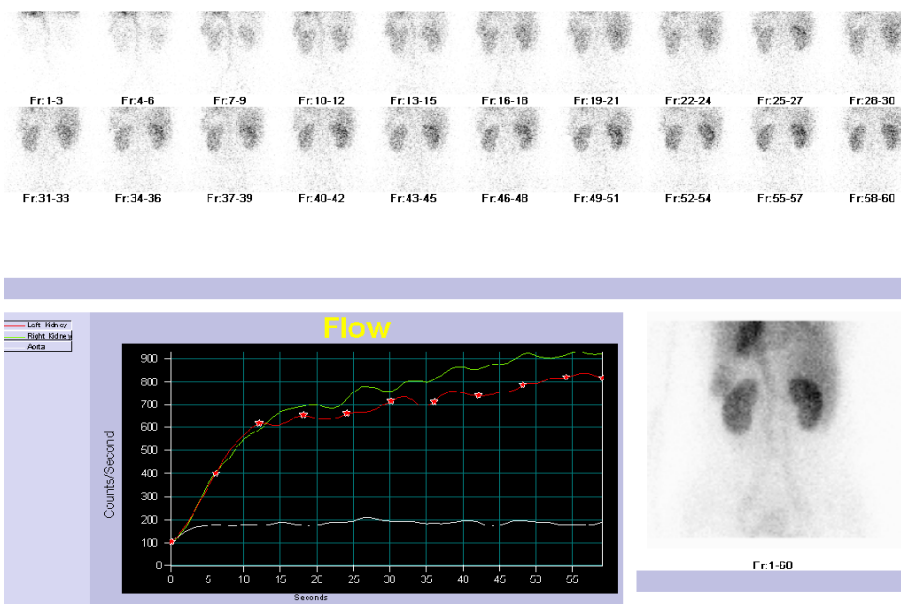


Fig. 1 Graph of first phase for first 60 seconds in  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  Renal scan

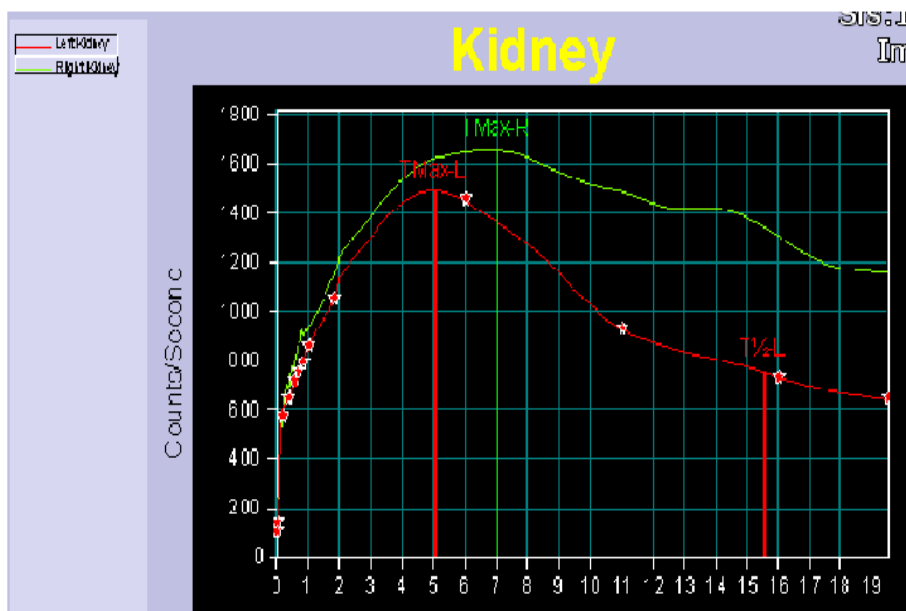


Fig. 2 T-A curve of both kidneys in <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> Renal scan

First 60 seconds is uptake phase when radiation in kidney sharply increases and shows blood perfusion into kidney 3~5 minutes is secretory phase when it reaches T-max with gradual increase. 3~5 minutes after injection, it is excretion phase which radiation passes through nephron system and reaches bladder, showing a sharp decrease

상용화된 감쇠 보정 소프트웨어는 신장 깊이에 대한 자료를 서양인의 신장 깊이를 토대로 한 Tonnesen 방정식을 채용하고 있다<sup>8)</sup>. 그러나 Tonnesen 방정식은 초음파 탐침을 경사 각도로 하여 신장 깊이를 측정했기 때문에 바로 누운 자세에서 검출기로 계수를 하는 Renal scan과는 차이가 있어 정확한 감쇠보정을 기대하기 어렵고, 신장의 이상 소견이 없는 정상인을 대상으로 한 정보이기 때문에 이식 신장의 경우나 병변이 있어 신장의 크기가 커지거나 작아진 경우에도 적용하는데 한계가 있다<sup>9)</sup>.

본 연구는 사람마다 신장의 깊이 차이가 일정하지 않고, 신장에 발생한 병변 때문에 신장의 깊이에 변화가 생긴 경우, 이소 신장의 경우, 이식 신장과 본래의 신장 모두 가지고 있는 경우 기존의 검사 방법인 바르게 누워서 검출기를 환자의 등 쪽에 위치시켜 방사선을 계수하는 방법은 상대적으로 얇게 위치하고 있는 신장에 비해 깊게 위치하고 있는 신장의 계수율이 떨어질 수 있다는 가정을 하고, 복부 Computed Tomography (CT) 영상을 이용하여 정확한 환자의 좌우 신장의 깊이를 측정된 뒤, 일반적인 신장 검사 방법인 후면 검출기만 이용해 계수된 데이터로 구해진 상대적 신장 기능비와 전면, 후면 검출기 모두로 계수한 뒤 기하평균을 이용해 얻어진 데이터로 구해진 상대적 신장 기능비를 비교하여, 좌우 신장 깊이 차이가 상대적 신장 기능비에 미치는 영향을 알아보고, 기하평균의 신장 깊이차에 따른 감

쇠 보정 효과의 유용성에 대해 연구하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 1) 기하평균

집합 {a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, ..., a<sub>n</sub>}의 기하 평균은 다음과 같다(1).

$$\left(\prod_{i=1}^n a_i\right)^{\frac{1}{n}} = (a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n} \quad (1)$$

어떤 숫자들의 기하 평균은 그 숫자들의 산술 평균보다 언제나 작거나 같으며, 특히 모든 숫자가 같을 경우에 두 평균이 같아진다.

기하 평균은 산술 조화 평균이기도 하다. 두 수열 (a<sub>n</sub>)과 (h<sub>n</sub>)을 다음과 같이 정의했을 때 (2-3),

$$a_{n+1} = \frac{a_n + h_n}{2}, a_1 = \frac{x+y}{2} \quad (2)$$

$$h_{n+1} = \frac{2}{\frac{1}{a_n} + \frac{1}{h_n}}, h_1 = \frac{2}{\frac{1}{x} + \frac{1}{y}} \quad (3)$$

a<sub>n</sub>과 h<sub>n</sub>은 모두 x와 y의 기하 평균으로 수렴한다.

## 2) 상대적 신장 기능비

신장 영상에서 좌우 신장의 ROI를 설정하고, 각 ROI의 Total count와 pixel의 수를 측정하여 신장의 ROI와 배후 방사능의 ROI pixel 수를 보정한다.

후면 검출기로 계수된 데이터를 가지고 좌우 신장의 상대적 기능비를 구하는 공식(1)과 전면과 후면 검출기로 계수된 데이터를 기하평균으로 적용해 좌우 신장의 상대적 기능비를 구하는 공식(2)은 다음과 같다.

후면검출기를 이용한 상대적 신장 기능비

$$\begin{aligned} Rt &= Rt \div (Rt + Lt) \times 100 (\%) \\ Lt &= Lt \div (Rt + Lt) \times 100 (\%) \end{aligned} \quad (1)$$

전면과 후면 검출기의 기하평균을 이용한 상대적 신장 기능비

$$\begin{aligned} Rt &= \frac{\sqrt{Rt_{ANT} \times Rt_{POST}}}{\sqrt{Rt_{ANT} \times Rt_{POST}} + \sqrt{Lt_{ANT} \times Lt_{POST}}} (\%) \quad (2) \\ Lt &= \frac{\sqrt{Lt_{ANT} \times Lt_{POST}}}{\sqrt{Rt_{ANT} \times Rt_{POST}} + \sqrt{Lt_{ANT} \times Lt_{POST}}} (\%) \end{aligned}$$

## II. 대상 및 방법

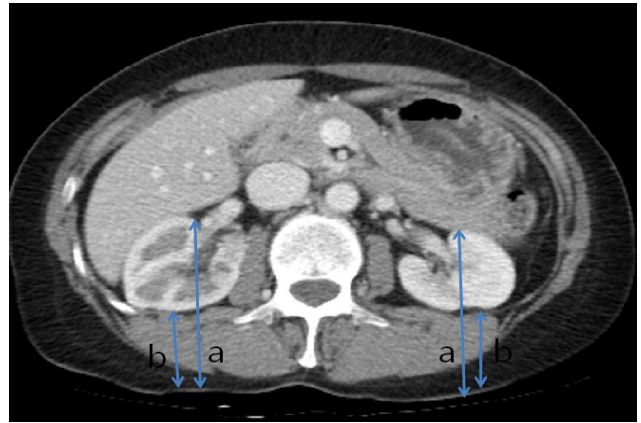
### 1. 환자 정보

2015년 7월부터 2016년 2월 사이에 본원 핵의학과에서  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  동적 신장 검사를 시행한 환자들 중 복부 CT 검사를 시행하지 않은 환자, 수술로 좌우의 신장 중 하나의 신장을 제거해 한 개의 신장만 있는 환자, 마제신 환자를 제외한 33명의 환자(남자 13명, 여자 20명, 평균나이 44.66 범위 5세~70세, 평균키 160.40 cm, 평균 몸무게 55.40 kg)를 대상으로 하였다.

### 2. 신장 깊이 측정

2000년 발표된 선행 연구에서 제시하는 방법으로 신장의 깊이를 측정하고, 연구에 반영했다<sup>5)</sup>.

복부를 검사한 환자의 CT 영상을 기준으로 Renal Hilum이 포함된 영상에서 피부면으로부터 신장의 최전면(a)과 최후면(b)까지의 깊이를 각각 측정하여 더한 뒤, 반으로 나누어 신장 깊이를 구한다. 재현성 확보를 위해 3회씩 측정했다(Fig. 3).



**Fig. 3** From abdomen CT image of the patients, measurement of kidney depth was obtained by adding respective depths from skin to front(a) and back of kidney(b) and dividing the sum in half based on the image that depicts renal hilum. Renal depth was determined from the average of these values for each kidney

### 3. 영상 획득 및 상대적 기능비 계산

Siemens Symbia T16 장비를 이용하여 검사를 진행했다. 환자는 바로 누운 자세에서 전면과 후면 검출기를 환자 몸에 밀착시키고,  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  15 mCi(555 MBq)를 주사했다.

전면과 후면 검출기로 모두 계수한 뒤, 한번은 후면 검출기로만 계수한 데이터를 이용해 상대적 신장 기능비를 계산하고, 한 번은 전면과 후면. 두 검출기를 이용해 기하평균을 적용해 얻어진 데이터를 가지고 상대적 신장 기능비를 계산했다. 이때 상대적 기능 비는 주사 후 1~2분 뒤 계산하였고, 계산은 Siemens Symbia T16 장비에 제공되는 processing tool을 이용하였다. ROI 영역 설정의 오차를 없애기 위해 복사해서 붙여넣기 방식으로 동일한 ROI 설정하였다(Fig. 4-5).

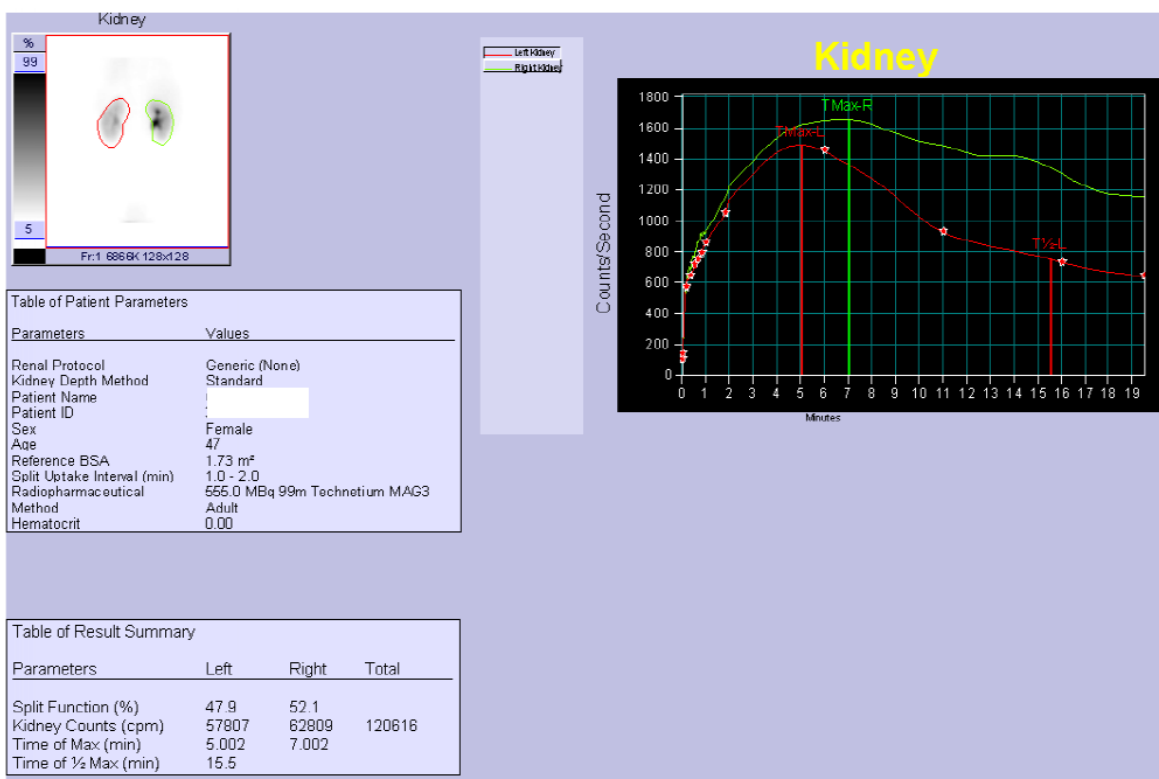
### 4. 통계 분석

통계 분석은 Statistical Package for the Social Science (SPSS Ver.18 Inc. USA) 통계 분석 프로그램을 이용하였으며, 좌우 신장 깊이 차이가 후면 검출기로 계수한 데이터로 구해진 상대적 신장 기능비와 전면 검출기와 후면 검출기로 계수한 뒤 기하평균을 적용해 얻어진 데이터로 구해진 상대적 신장 기능비의 차이에 미치는 영향에 대해 단순 회귀분석을 시행하였다.

p값이 0.05 미만인 경우에 통계적으로 유의한 의미가 있다고 판단했다.



**Fig. 4** a) Radiation counting only conducted with posterior detector, which is a conventional renal test method. b) Radiation counting conducted with anterior and posterior detector for application of geometric mean



**Fig. 5** Split renal function was calculated after 1~2 minutes passed after injection and calculation was done using processing tool provided in Symbia T16 of Siemens. To eradicate errors in setting ROI area, ROI was established identically in copy & paste manner

### III. 결 과

신장 깊이를 측정된 결과, 왼쪽 신장은 평균 65.82 mm, 오른쪽 신장은 71.62 mm로 나타났다. 남자는 왼쪽 신장이 평균 70.83 mm, 오른쪽 신장이 평균 77.95 mm의 깊이를 보였고, 여자는 왼쪽 신장이 평균 62.57 mm, 오른쪽 신장이 67.51 mm의 깊이를 보였다. 남녀 모두 오른쪽 신장이 왼쪽 신장에 비해 깊게 위치하고 있으며, 좌우 신장의 깊이 차이는 최소 0.34 mm에서 최대 44.76 mm까지 차이가 났다(Table 1).

환자가 바로 누운 자세에서 후면 검출기만으로 계수한 정보를 이용하여 구해진 상대적 신장 기능비와 전면과 후면 모두의 검출기로 계수하여 기하평균을 적용하여 얻어진 상대적 신장 기능비를 비교한 결과, 33명의 환자들 중 30명의 환자에게서 전면과 후면 검출기로 계수하여 기하평균을 적용한 상대적 신장 기능비가 후면 검출기만으로 얻어진 정보를 가지고 구해진 상대적 신장 기능비보다 깊게 위치한 신장의 비가 상승하고, 얇게 위치하고 있는 신장의 비가 떨어지는 결과가 나왔다(Table 2)(Fig. 6).

신장의 깊이를 독립 변수로 설정하고, 후면 검출기로 계수된 정보로 구해진 상대적 기능비와 전면과 후면 검출기 모두로 계수된 정보를 이용해 구해진 상대적 기능비의 차를 종속변수로 설정하여 통계 분석하였다.

통계분석 결과에 따르면 좌우 신장 깊이 차에 대한 회귀 계수는 正(+)으로 나타났으며  $t=15.683$ ,  $p\text{-value}=.000$ 으로 유의하므로 좌우 신장의 깊이 차이는 후면 검출기로 계수한 데이터로 얻어진 좌우 신장 기능비와 전면과 후면 검출기로 계수한 뒤 기하평균을 이용해 구해진 좌우 신장 기능비의 결과에 영향을 미친다는 것으로 해석할 수 있다(Table 3).

단순 회귀 분석을 적용하였고, 분석 결과  $Y=0.207+0.339X$ 의 공식을 유도할 수 있으며 유의확률 0.000으로 유의수준 0.05보다 작다. 따라서 신장의 깊이 차이가 상대적 신장 기능비의 결과값에 영향을 주지 않는다는 귀무가설을

기각하므로 회귀분석 모형은 만족된다. 따라서 신장의 좌우 깊이 차이가 커질수록 전면과 후면의 검출기로 계수하여 기하평균을 적용한 상대적 신장 기능비의 깊게 위치한 신장의 상대적 기능비가 점점 커지는 것을 알 수 있다(Fig. 7).

### IV. 고찰 및 결론

핵의학 검사 중  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 를 이용한 동적 신장 검사는  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 가 신장에 섭취되고, 배설되는 과정을 동적으로 영상화 하는 방법으로 신장 질환을 평가하는 대표적인 방법이다.

본 연구는  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 를 이용한 동적 신장 검사 시, 일반적으로 후면 검출기만 이용하여 얻어진 정보를 가지고 상대적 신장 기능비를 구하는 검사 방법과 전면과 후면의 검출기에서 얻어진 정보를 토대로 기하평균을 적용해 구해진 상대적 신장 기능비를 비교 분석함으로써, 신장 깊이 차이에 따른 기하평균을 적용한 상대적 신장 기능비의 유용성에 대한 것이다.

핵의학과에서 시행하고 있는 신장 검사의 경우, 환자가 바로 누운 자세에서 후면 검출기만을 이용해 검사를 수행하는 것이 일반적이다. 이는 대부분의 사람들의 좌우 신장의 깊이차이가 크지 않기 때문에 문제가 되지 않는다는 것에서 기인한다. 그러나 병원을 찾아 신장 검사를 받는 환자의 경우 정상인에 비해 신장의 크기나 위치의 변화가 생겼을 확률이 더 높을 수 있으며, 실험 결과 역시 33명의 환자들 중 9명의 환자의 좌우 신장 깊이 차이가 10 mm 이상 났으며 이는 백분율로 계산했을 때, 100명 중 26.47명이라는 높은 수치이다.

2009년에 발표된 연구에 따르면 50:50의 기능을 가진 신장의 경우 좌우 신장의 1 cm의 깊이 차이는 53:47, 2 cm의 깊이 차이는 57:43으로 좌우 신장의 기능비가 변화한다고 언급했으며<sup>5)</sup>, 2011년에 발표된 연구에서도 지방육종에 의해 신장의 위치가 변화했을 때, 후면 검출기만으로 계수하여

**Table 1** Average depth of kidney in male and female

Depth	N	Mean (mm)	Std. Deviation	Std. Error Mean
LT	33	65.82	16.57	2.88
RT	33	71.62	19.47	3.38
Male LT	13	70.83	18.84	5.22
Male RT	13	77.95	24.99	6.93
Female LT	20	62.57	14.49	3.24
Female RT	20	67.51	14.09	3.15



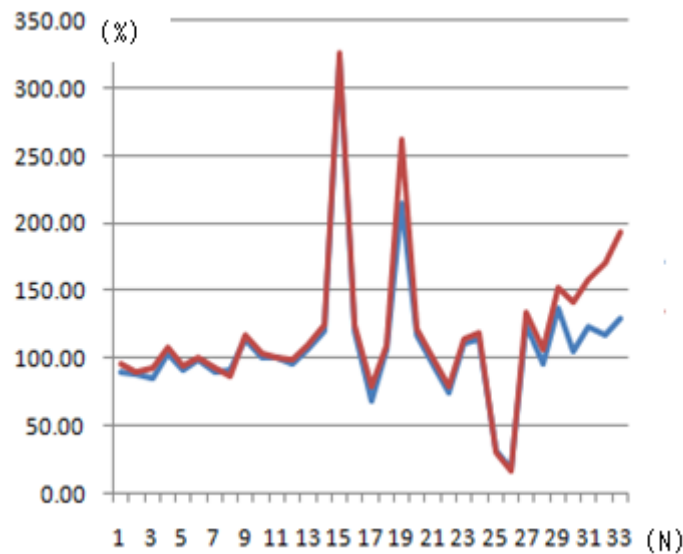
**Table 2** Depth of kidney and changes in split renal function. When split renal function was calculated with geometric mean, 30 out of 33 showed increase in ratio of deeply-situated kidney

N	Depth (mm)		Posterior SRF (%)		Geometric Mean SRF (%)		Increase in ratio of deep-situated kidney
	LT	RT	LT	RT	LT	RT	
1	40,80	<b>48.24</b>	52,5	47,5	51,1	<b>48,9</b>	2,8
2	<b>91.29</b>	90,95	46,9	53,1	<b>47,5</b>	52,5	1,2
3	40,80	<b>48.24</b>	53,6	46,4	51,7	<b>48,3</b>	3,8
4	75,39	<b>77.69</b>	48,8	51,2	47,9	<b>52,1</b>	1,8
5	62,18	<b>64.88</b>	52,2	47,8	51,3	<b>48,7</b>	1,8
6	56,15	<b>62.16</b>	50,2	49,8	49,9	<b>50,1</b>	0,6
7	65,29	<b>67.75</b>	52,5	47,5	51,8	<b>48,2</b>	1,4
8	<b>51.97</b>	48,94	47,9	52,1	46,7	<b>53,3</b>	2,4
9	67,67	<b>72.59</b>	46,7	53,3	46,1	<b>53,9</b>	1,2
10	58,16	<b>63.81</b>	49,9	50,1	48,9	<b>51,1</b>	2,0
11	73,40	<b>76.86</b>	49,7	50,3	<b>49,8</b>	50,2	0,2
12	<b>67.03</b>	66,66	49,3	50,7	<b>50</b>	50	1,4
13	75,72	<b>80.96</b>	48,1	51,9	47,8	<b>52,2</b>	0,6
14	63,74	<b>65.70</b>	45,2	54,8	44,4	<b>55,6</b>	1,6
15	59,82	<b>63.87</b>	23,7	76,3	23,5	<b>76,5</b>	0,4
16	77,27	<b>81.63</b>	45,2	54,8	44,5	<b>55,5</b>	1,4
17	62,04	<b>90.41</b>	59,1	40,9	55,9	<b>44,1</b>	6,4
18	63,21	<b>63.97</b>	48,3	51,7	47,8	<b>52,2</b>	1,0
19	101,19	<b>130.22</b>	31,7	68,3	27,6	<b>72,4</b>	8,2
20	60,86	<b>67.47</b>	45,9	54,1	45	55	1,8
21	84,38	<b>93.32</b>	51,4	48,6	50,1	<b>49,9</b>	2,6
22	82,42	<b>95.19</b>	57,1	42,9	55,8	<b>44,2</b>	2,6
23	60,18	<b>66.34</b>	47,2	52,8	46,5	<b>53,5</b>	1,4
24	29,61	<b>30.08</b>	46,5	53,5	45,8	<b>54,2</b>	1,4
25	<b>65.35</b>	63,87	24,5	75,5	23,7	<b>76,3</b>	1,6
26	90,24	<b>100.74</b>	84,1	15,9	<b>85,3</b>	<b>14,7</b>	2,4
27	<b>54.90</b>	53,63	55,8	44,2	<b>57,2</b>	42,8	2,8
28	56,23	<b>73.82</b>	50,7	49,3	48,4	<b>51,6</b>	4,6
29	72,42	<b>80.69</b>	42,1	57,9	39,7	<b>60,3</b>	4,8
30	43,25	<b>88.01</b>	48,7	51,3	41,4	<b>58,6</b>	14,6
31	<b>88.01</b>	48,48	55,3	44,7	<b>61,4</b>	38,6	12,2
32	43,25	<b>88.01</b>	45,8	54,2	37	<b>63</b>	17,6
33	<b>88.01</b>	48,48	56,5	43,5	<b>66</b>	34	19,0

\*SRF=Split Renal Function

상대적 기능비를 계산한 경우, 좌우 신장의 상대적 기능비가 85:15로 나타났지만, 기하평균을 적용해 상대적 신장 기능비를 계산했을 때, 좌우 신장 기능비가 41:59로 변화했다는 결과를 얻었다<sup>10)</sup>.

위의 선행 연구들에서 볼 수 있듯이 좌우 신장의 깊이 차이가 생기는 경우 후면 검출기만으로 계수를 하게 되면 깊게 위치하고 있는 신장과 검출기 사이의 방사선 감쇠가 충분히 반영되지 못한다는 단점이 있다. 하지만 전면과 후면의 검



**Fig. 6** With ratio of kidney located shallow in split renal function as 100(%), ratio of kidney situated deep was shown in the graph. It is shown that the graph corrected with geometric mean is higher than the graph of ratio counted with only posterior detector. (Blue graph - posterior detector values, Red graph - application of geometric mean after counting with anterior and posterior detectors)

**Table 3** Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		standardized Coefficients	<i>t</i>	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	.207	.374		.554	.584
	Difference Depth	.339	.022	.942	15.685	.000

a. Dependent Variable: Difference of Split renal function

출기로 계수하여 기하평균을 적용한다면 깊게 위치하고 있는 신장에서 방출되는 방사선이 전면 검출기에서 좀 더 계수가 되므로 후면 검출기만으로 계수했을 때 보다 상대적으로 깊게 위치하고 있는 신장의 감쇠가 보정이 된다고 생각할 수 있다.

이번 연구에서는 표본수 33명 중 24명의 환자에게서 좌우 신장의 깊이 차이가 10 mm 미만의 차이를 보였고, 9명의 환자에게서 10 mm 이상의 차이를 보였다. 신장 깊이 차이가 미세한 경우, 복부 CT 영상에서 신장 깊이 측정 시 오차 범위 안에서 움직이므로 상대적 신장 기능비에 미치는 영향도 적을 것이라 생각된다. 따라서 많은 수의 표본을 확보하여, 신장의 깊이 차이별 구간을 세밀하게 설정하여 추가적인 실험을 한다면 통계적으로 보완된 결과를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>33</sub>를 이용해 동적 신장 검사를 하는 경우 일

반적으로 후면 검출기만을 이용해 상대적 신장기능비를 계산해 왔다. 하지만 전면과 후면의 검출기를 이용해 기하평균을 적용하여 보정한 경우, 깊게 위치하고 있는 신장의 상대적 기능비가 후면 검출기만으로 계수한 상대적 기능비와 비교했을 때 보다 상승하는 것을 확인할 수 있었다.

위와 같은 결과는 깊게 위치하고 있는 신장과 검출기 사이의 감쇠가 보정된 결과라고 사료되며, 신장 혹은 신장 주변에 병변이 있는 경우, 척추의 기형, 이소 신장의 경우, 이식신장을 가지고 있는 환자 중 본래의 신장을 제거하지 않은 환자의 경우 등 좌우 신장의 깊이 차이가 나는 경우 깊게 위치하고 있는 신장의 비를 보정해 주어 기준에 일반적으로 시행되어지고 있는 검사 방법(후면 검출기 계수)과 비교했을 때, 정확한 상대적 신장 기능을 계산할 수 있을 것이라 사료된다.



## REFERENCES

1. Jun Gi Jung, Myeong Cheol Lee: Go Chang Sun Nuclear Medicine, Korea medicine , 631-632, 2008
2. Hoon-Hee Park, Juyoung Lee ·Sang-Wook Kim, Kwang Yeul Lyu, Gye Hwan Jin: Development of Dynamic Kidney Phantom System and its Evaluation of Usability of Application in Nuclear Medicine, KOREAN SOCIETY OF RADIOLOGICAL SCIENCE, 36(1), 49-55, 2013
3. Jun Gi Jung, Myeong Cheol Lee: Go Chang Sun Nuclear Medicine, Korea medicine, 634-635, 2008
4. Conway JJ: 'Well-tempered' diuresis renography. its historical development, physiological and technical pitfall, and standardize technique protocol, Semin Nucl Med, 22, 74-84, 1992
5. Ie Ryung Yoo, Sung Hun Kim, Yong Ahn Jung: Development of Formulas for the Estimation of Renal Depth and Application in the Measurement of Glomerular Filtration Rate in Koreans, Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 34(5), 418-425, 2000
6. In Joo Kim: Radioisotope Study in the Management of Hydronephrosis, Korean Journal of Pediatric Urology, 1(1), 21-30, 2009
7. Sung Og Bag, Sung Min An, Han Jun Yang: NUCLEAR MEDICINE SCIENCE, Bomun Seoweon, 417, 2008
8. Tonnesen KH, Munck O, Hald T: Influence on the radiorenogram of variation in skin to kidney distance and the clinical importance hereof. Proceedings of the international symposium on radionuclides in nephrology, April, 79-86, 1974
9. Taylor A, Lewis C, Giacometti A: Improved formulas for the estimation of renal depth in adults, J Nucl Med, 34, 1766-1769, 1993
10. Mustafa Takesh, Christian M, Zechmann, Sabine Haufe: Impact of geometric mean imaging in the accurate determination of partial function in MAG<sub>3</sub>renal scanning in a patient with retro-peritoneal mass, Journal of Radiology Case Reports, 5(6), 9-17, 2011

•Abstract

## Utility Evaluation on Application of Geometric Mean Depending on Depth of Kidney in Split Renal Function Test Using $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$

Eun-Byeul Lee<sup>1)</sup> · Wang-Hui Lee<sup>2)</sup> · Sung-Min Ahn<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Dept. of Radiological Science, Gachon University*

<sup>2)</sup>*Dept. of Nuclear Medicine, Gil-Hospital*

$^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  Renal scan is a method that acquires dynamic renal scan image by using  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  and dynamically visualizes process of radioactive agent being absorbed to kidney and excreted continuously.

Once the test starts, ratio in both kidneys in 1~2.5 minutes was measured to obtain split renal function and split renal function can be expressed in ratio based on overall renal function.

This study is based on compares split renal function obtained from data acquired from posterior detector, which is a conventional renal function test method, with split renal function acquired from the geometric mean of values obtained from anterior and posterior detectors, and studies utility of attenuation compensation depending on difference in geometric mean kidney depth.

From July, 2015 to February 2016, 33 patients who undertook  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  Renal scan(13 male, 20 female, average age of 44.66 with range of 5~70, average height of 160.40cm, average weight of 55.40kg) were selected as subjects.

Depth of kidney was shown to be 65.82 mm at average for left and 71.62 mm at average for right. In supine position, 30 out of 33 patients showed higher ratio of deep-situated kidney and lower ratio of shallow-situated kidney.

Such result is deemed to be due to correction by attenuation between deep-situated kidney and detector and in case where there is difference between the depth of both kidneys such as, lesions in or around kidney, spine malformation, and ectopic kidney, ratio of deep-situated kidney must be compensated for more accurate calculation of split renal function, when compared to the conventional test method (posterior detector counting).

**Key Words :**  $\text{MAG}_3$ , Geometric Mean