

## $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA를 이용한 사구체 여과율 측정에서 주사 전 선량계수치의 평가

삼성서울병원 핵의학과

연준호 · 이 혁 · 지용기 · 김수영 · 이규복 · 석재동

### The Evaluation of Predose Counts in the GFR Test Using $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA

Joon Ho Yeon, Hyuk Lee, Yong Ki Chi, Soo Yung Kim, Kyoo Bok Lee and Jae Dong Seok

Department of Nuclear Medicine, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

**Purpose:** We can evaluate function of kidney by Glomerular Filtration Rate (GFR) test using  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA which is simple. This test is influenced by several parameter such as net syringe count, kidney depth, corrected kidney count, acquisition time and characters of gamma camera. In this study, we evaluated predose count according to matrix size in the GFR test using  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA. **Materials and Methods:** Gamma camera of Infinia in GE was used, and LEGP collimator, three types of matrix size (64×64, 128×128, 256×256) and 1.0 of zoom factor were applied. We increased radioactivity concentration from 222 (6), 296 (8), 370 (10), 444 (12) up to 518 MBq (14 mCi) respectively and acquired images according to matrix size at 30 cm distance from detector. Lastly, we evaluated these values and then substituted them for GFR formula. **Results:** In 64×64, 128×128 and 256×256 of matrix size, counts per second was 26.8, 34.5, 41.5, 49.1 and 55.3 kcps, 25.3, 33.4, 41.0, 48.4 and 54.3 kcps and 25.5, 33.7, 40.8, 48.1 and 54.7 kcps respectively. Total counts for 5 second were 134, 172, 208, 245 and 276 kcounts from 64×64, 127, 172, 205, 242, 271 kcounts from 128×128, and 137, 168, 204, 240 and 273 kcounts from 256×256, and total counts for 60 seconds were 1,503, 1,866, 2,093, 2,280, 2,321 kcounts, 1,511, 1,994, 2,453, 2,890 and 3,244 kcounts, and 1,524, 2,011, 2,439, 2,869 and 3,268 kcounts respectively. It is different from 0 to 30.02 % of percentage difference in 64×64 of matrix size. But in 128×128 and 256×256, it is showed 0.60 and 0.69 % of maximum value each. GFR of percentage difference in 64×64 represented 6.77% of 222 MBq (6 mCi), 42.89 % of 518 MBq (14 mCi) at 60 seconds respectively. However it is represented 0.60 and 0.63 % each in 128×128 and 256×256. **Conclusion:** There was no big difference in total counts of percentage difference and GFR values acquiring from 128×128 and 256×256 of matrix size. But in 64×64 of matrix size when the total count exceeded 1,500 kcounts, the overflow phenomenon was appeared differently according to predose radioactivity of concentration and acquisition time. Therefore, we must optimize matrix size and net syringe count considering the total count of predose to get accurate GFR results. (**Korean J Nucl Med Technol 2010;14(1):94-100**)

**Key Words :** Matrix size, Glomerular Filtration Rate (GFR) test, Overflow phenomenon

## 서 론

사구체 여과율(Glomerular Filtration Rate, GFR)은 신장

에서 단위시간 당 여과되는 여과액으로 만성 신질환에서 대표적인 신장기능을 나타내는 중요한 지표이다. 사구체 여과율 측정은 혈장 크레아닌 측정과 이눌린(inulin) 청소율로 구할 수 있으나 측정이 부정확하고 시간이 많이 걸린다는 단점이 있기 때문에 방사성의약품을 사용하여 측정하고 있다. 그 중  $^{51}\text{Cr}$ -EDTA로 사구체 여과율을 구하는 방법이 있는데 영상 얻지 못하는 단점이 있어서  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA와 감마카메라를 이용한 신장 섭취율을 측정하는 방법을 많이 이용하고

• Received: December 27, 2009. Accepted: December 31, 2009.  
• Corresponding author: Joon Ho Yeon  
Department of Nuclear Medicine, Samsung Seoul Hospital,  
Ilwon-dong, Kangnam-ku, Seoul, 135-710, Korea  
Tel: +82-2-3410-2665, Fax: +82-2-3410-2639  
E-mail: junoy7.yeon@samsung.com

있다.<sup>1)</sup> 이 방법은 간편하고 신장 영상(kidney scintigraphy)을 함께 얻을 수 있는 장점이 있다. 그리고 GFR 값을 얻기 위해 사용하는 방법은 <sup>99m</sup>Tc-DTPA를 주사하고 2~3분 동안 신장 내에 축적된 방사능을 측정하는 Gates 방법을 사용한다.

GFR의 값은 순 주사기계수(pre syringe count), 신장 깊이(kidney depth), 교정 신장계수(corrected kidney count)에 따라 영향을 받는다.<sup>2)</sup> 이 때 정확한 순 주사기계수를 얻기 위해서는 주사 전 선량과 주사 후 선량이 정확하게 측정되어야 하는데 이는 측정조건에 따라 다르게 측정될 수 있다. 특히 주사 전·후 주사기 자체를 영상으로 얻을 경우에는 감마카메라의 특성 및 영상획득 조건에 따라 선량과잉 현상(overflow phenomenon)이 발생할 수 있다.

본 연구에서는 행렬 크기에 따라서 주사 전 선량과 시간을 각각 다르게 측정하여 선량 과잉 현상이 나타나는지 확인하고 그에 따른 백분율 오차(percentage difference)가 GFR 값에 어느 정도 영향을 미치는지 알아보하고자 한다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 사용기기 및 실험재료

GE의 Infinia Gamma camera를 사용하였고, 콜리메이터는 LEGP Collimator, 방사성의약품은 <sup>99m</sup>Tc-DTPA를 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 실험순서

주사 전 선량 측정을 위하여 222 (6), 296 (8), 370 (10),

444 (12)와 518 MBq (14 mCi)의 <sup>99m</sup>Tc-DTPA를 감마카메라의 검출기로부터 30 cm 거리를 둔 상태에서 영상을 얻는다. 이 때 확대계수(zoom factor)는 1.0으로 한다. 행렬 크기(matrix size)를 64×64로 하고 222 MBq (6 mCi)부터 5, 10, 20, 30, 40, 50과 60초 동안 영상을 각각 얻는다. 이와 같은 방법으로 296 (8), 370 (10), 444 (12)와 518 MBq (14 mCi)의 영상을 5에서 60초까지 각각 얻는다. 그리고 128×128, 256×256의 행렬크기에서도 위와 같은 방법으로 영상을 각각 얻는다(Fig. 1).

저장된 영상의 총 계수치(total counts)를 측정하여 이를 기록한다. 총 계수치(total counts)를 측정시간(sec)으로 나누어 단위시간 당 계수율(cps)을 구하고 각각의 행렬 크기에서 방사능량(dose)과 영상획득 시간 증가에 따른 총 계수치의 백분율 오차(percentage difference)를 구한다.

$$\frac{A - cps(5sec)}{cps(5sec)}$$

백분율 오차 =  $\frac{A - cps(5sec)}{cps(5sec)}$  (A: 시간당 계수율)

백분율 오차 값을 아래의 Gates method의 GFR 공식에 대입하여 GFR 값의 백분율 오차 값을 구하여 기록한다(Fig. 2).

#### 2) GFR Formula

% Renal uptake

$$\frac{Lt. kidneycount - Background}{e^{\mu x}} + \frac{Rt. kidneycount - Background}{e^{\mu x}}$$

$$= \frac{predose\_count - postdose\_count}{e^{\mu x}}$$

$\mu$ : 0.12/cm (<sup>99m</sup>Tc의 연부조직 감쇠계수)

x: 신장깊이

신장 깊이는 아래에 있는 Tonnesen 방정식을 사용하여

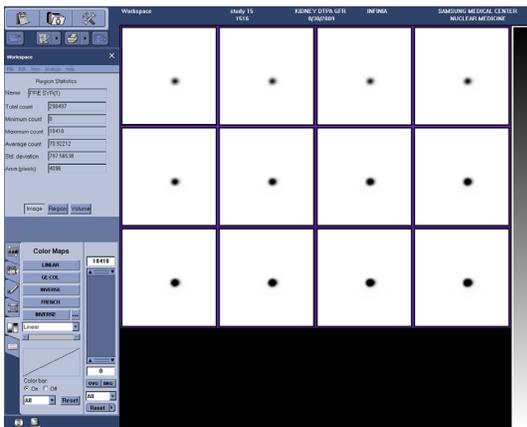


Fig. 1. Images represent total counts acquiring from 222 (6) to 518 MBq (14 mCi).

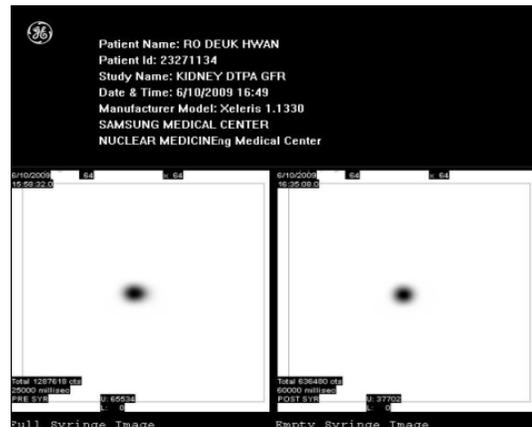


Fig. 2. Images of predose and postdose

cm 단위로 구하였다.

우측 신장 깊이(cm)=13.3×{체중(kg)/신장(cm)}+0.7

좌측 신장 깊이(cm)=13.2×{체중(kg)/신장(cm)}+0.7

GFR은 Gates의 회귀 방정식으로 사용하였다.

GFR (mL/min)=% Renal uptake×9.8127-6.82519

## 결 과

### 1. 총 계수치(total counts)

5초 동안 얻은 총 계수치는 64×64에서 134, 172, 208, 245, 276 kcounts, 128×128은 127, 172, 205, 242, 271 kcounts, 256×256의 경우에는 137, 168, 204, 240, 273 kcounts로 나타났다. 그리고 60초 동안 얻은 총 계수치는 64×64에서 1,503, 1,866, 2,093, 2,280, 2,321 kcounts, 128×128은 1,511, 1,994, 2,453, 2,890, 3,244 kcounts, 256×256의 경우에는 1,524, 2,011, 2,439, 2,869, 3,268 kcounts로 각각 얻었다(Table 1, Fig. 3).

### 2. 시간 당 계수율(cps)

행렬 크기 64×64에서 주사 전 선량이 222 MBq (6 mCi)일 때는 26.0±0.9 kcps, 296 MBq (8 mCi)에서는 32.8±1.7 kcps, 370 MBq (10 mCi)에서는 38.2±3.3 kcps, 444 MBq (12 mCi)에서는 43.6±5.5 kcps, 518 MBq (14 mCi)에서는 47.0±8.3 kcps로 각각 얻었다. 행렬 크기 128×128에서는 222 MBq (6 mCi)일 때는 25.2±0.05 cps, 296 MBq (8 mCi)에서는 33.3±0.1 kcps, 370 MBq (10 mCi)에서는 40.0±0.1 kcps, 444 MBq에서는 48.3±0.1 kcps, 518 MBq (14 mCi)에서는 54.2±0.1 kcps로 각각 얻었다. 행렬 크기 256×256에서의 222 MBq (6 mCi)일 때는 25.3±0.1 cps, 296 MBq (8 mCi)에서는 33.6±0.1 kcps, 370 MBq (10 mCi)에서는 40.7±0.1 kcps, 444 MBq (12 mCi)에서는 48.9±0.1 kcps, 518 MBq (14 mCi)에서는 54.6±0.1 kcps로 각각 얻었다(Table 1, Fig. 3).

### 3. 총 계수치의 백분율 오차(% percentage difference)

영상 획득시간이 5초일 때를 기준으로 하여 222 MBq (6 mCi)에서부터 518 MBq (14 mCi)까지 백분율 오차를 나타낸 것이다. 행렬 크기 64×64에서의 최대 백분율 오차(maximum percentage difference)는 222 MBq (6 mCi)일 때는 6.34%,

296 MBq (8 mCi)에서는 9.86%, 370 MBq (10 mCi)에서는 15.90%, 444 MBq (12 mCi)에서는 22.61%, 518 MBq (14 mCi)에서는 30.02%로 각각 얻었다. 행렬 크기 128×128에서는 222 MBq (6 mCi)일 때는 0.40%, 296 MBq (8 mCi)에서는 0.60%, 370 MBq (10 mCi)에서는 0.24%, 444 MBq (12 mCi)에서는 0.41%, 518 MBq (14 mCi)에서는 0.37%로 나타났으며 행렬크기 256×256에서의 222 MBq (6 mCi)일 때는 0.39%, 296 MBq (8 mCi)에서는 0.59%, 370 MBq (10 mCi)에서는 0.25%, 444 MBq (12 mCi)에서는 0.62%, 518 MBq (14 mCi)에서는 0.37%로 각각 얻었다(Table 2, Fig. 4).

### 4. GFR 값의 백분율 오차(Percentage difference of GFR)

각각의 방사능량에서 나타난 총 계수치의 백분율 오차를 임의의 주사 전 선량에 적용하여 GFR 값에서의 백분율 오차를 구한 것이다. 백분율 오차는 총 계수의 백분율 오차에서 구했던 방법과 동일한 방법으로 구하였다.

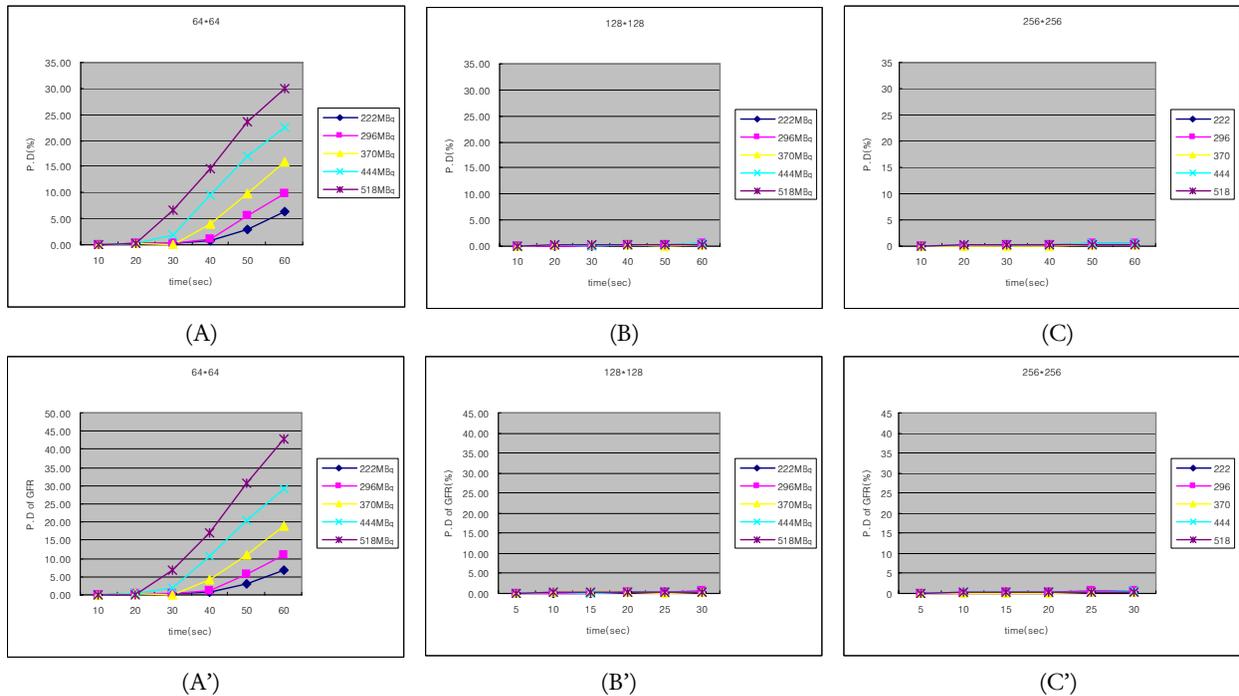
행렬크기 64×64에서의 GFR 값의 최대 백분율 오차(maximum percentage difference)는 222 MBq (6 mCi)일 때는 6.77%, 296 MBq (8 mCi)에서는 10.93%, 370 MBq (10 mCi)에서는 18.91%, 444 MBq (12 mCi)에서는 29.21%, 518 MBq (14 mCi)에서는 42.89%로 각각 나타났다. 행렬 크기 128×128에서는 222 MBq (6 mCi)일 때는 0.40%, 296 MBq (8 mCi)에서는 0.60%, 370 MBq (10 mCi)에서는 0.24%, 444 MBq (12 mCi)에서는 0.41%, 518 MBq (14 mCi)에서는 0.37%로 나타났으며. 행렬 크기 256×256에서의 222 MBq (6 mCi)일 때는 0.39%, 296 MBq (8 mCi)에서는 0.60%, 370 MBq (10 mCi)에서는 0.25%, 444 MBq (12 mCi)에서는 0.63%, 518 MBq (14 mCi)에서는 0.37%로 각각 얻었다(Table 2, Fig. 4).

## 고 찰

감마카메라를 이용하여 사구체 여과율을 구하는 방법은 혈액이나 소변을 채취하여 측정하는 방법에 비해 정확도가 다소 떨어지지만 측정방법이 간편하고 재현성이 우수하며 양쪽 신장의 사구체 여과율을 각각 측정할 수 있으며, 신장 영상을 같이 얻을 수 있는 장점이 있어 임상에서 널리 이용되고 있다.<sup>2-9)</sup> 감마카메라를 이용하여 첫 2, 3분간 신장피질에 집적된 방사능을 계측하여 사구체 여과율을 측정할 때 사용하는 Gates 방법에서 순 주사기 계수, 신장 깊이 그리고

**Table 2.** Percentage difference & percentage difference of GFR values acquiring from 64×64, 128×128 and 256×256 matrix size

		222 MBq (6 mCi)		296 MBq (8 mCi)		370 MBq (10 mCi)		444 MBq (12 mCi)		518 MBq (14 mCi)		
		P.D (%)	P.D Of GFR (%)	P.D (%)	P.D Of GFR (%)	P.D (%)	P.D Of GFR (%)	P.D (%)	P.D Of GFR (%)	P.D (%)	P.D Of GFR (%)	
64	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	×	20	0.37	0.37	0.29	0.29	0.24	0.24	0.20	0.20	0.18	
	64	30	0.37	0.37	0.29	0.29	0.00	0.00	1.83	1.87	6.51	6.96
		40	0.75	0.75	1.16	1.17	3.86	4.01	9.57	10.59	14.47	16.91
		50	2.99	3.08	5.51	5.83	9.88	10.96	16.90	20.34	23.51	30.73
		60	6.34	6.77	9.86	10.93	15.90	18.91	22.61	29.21	30.02	42.89
128	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	×	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.24	0.21	0.21	0.18	
128	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.24	0.00	0.00	0.18	0.18	
	40	0.40	0.39	0.30	0.30	0.24	0.24	0.21	0.21	0.18	0.18	
	50	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.21	0.21	0.37	0.37	
	60	0.40	0.40	0.60	0.60	0.24	0.24	0.41	0.41	0.37	0.37	
	256	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		×	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.21	0.18	0.18
256	30	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.21	0.21	0.18	0.18	
	40	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.21	0.21	0.18	0.18	
	50	0.39	0.39	0.59	0.59	0.25	0.25	0.42	0.42	0.37	0.37	
	60	0.39	0.39	0.59	0.60	0.25	0.25	0.62	0.63	0.37	0.37	



**Fig. 4.** These graphs represent percentage difference & percentage difference of GFR from 64×64 (A, A'), 128×128 (B, B') and 256×256 (C, C') matrix size. When exceeded the value 5 % of percentage difference which means the value 1500 kcounts of total counts, overflow phenomenon is appeared, and it has an influence on GFR values.

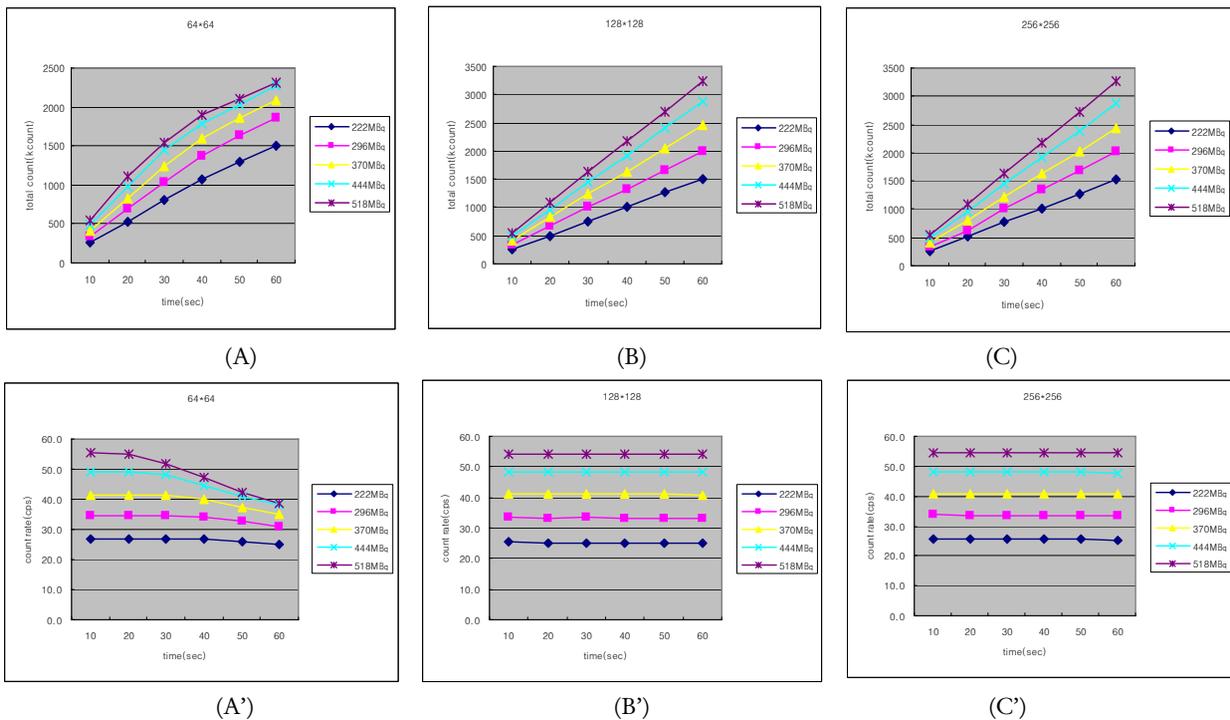
교정 신장 계수에 따라 사구체 여과율의 값을 변화시킬 수 있다.<sup>2)</sup> 여기에서 순 주사기 계수란 주사 전 계수치에서 주사 후 계수치를 뺀 것으로 약간의 변화에 의해서도 사구체 여과율의 값이 달라질 수 있다(Fig. 2). 그 중 대표적인 것이 과

잉계측에 의해 계수치가 손실되는 것이다. 이는 디지털 영상에서 나타나는 단점 중에 하나라 할 수 있다.

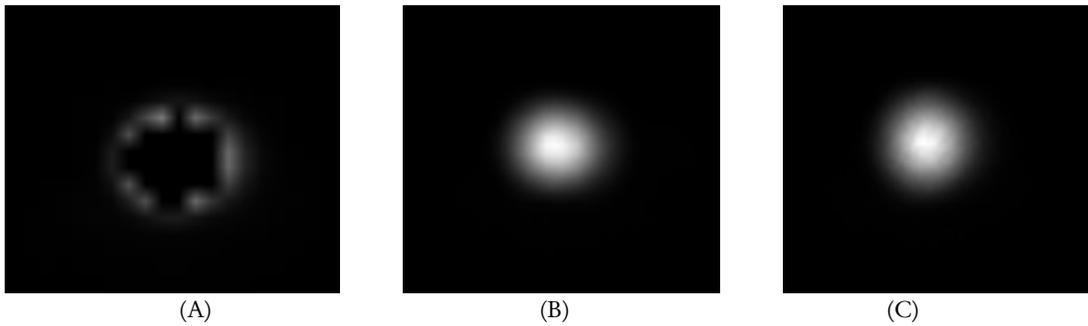
핵의학 영상은 크게 아날로그와 디지털 영상으로 나눌 수 있다. 디지털 영상은 행렬크기와 픽셀 깊이(pixel depth)의

**Table 1.** Total counts and count rate per second. We were acquiring these values in condition of each 64×64, 128×128 and 256×256 matrix size from 222 to 518 MBq.

		222 MBq (6 mCi)		296 MBq (8 mCi)		370 MBq (10 mCi)		444 MBq (12 mCi)		518 MBq (14 mCi)		
		Total Count (kcount)	Count Rate (cps)									
64	5	134	26.7	172	34.5	208	41.5	245	49.1	276	55.3	
	×											
	10	268	26.7	345	34.5	415	41.5	491	49.1	553	55.3	
	64	20	533	26.8	688	34.4	831	41.6	980	49.0	1104	55.2
		30	800	26.7	1031	34.4	1246	41.5	1445	48.2	1550	51.7
		40	1064	26.6	1365	34.1	1594	39.9	1777	44.4	1892	47.3
128×128		50	1300	26.0	1630	32.6	1868	37.4	2038	40.8	2113	42.3
		60	1503	25.1	1866	31.1	2093	34.9	2280	38.0	2321	38.7
	5	127	25.3	172	33.4	205	41.0	242	48.4	271	54.3	
	×											
	10	253	25.3	334	33.4	410	41.0	484	48.4	543	54.3	
	20	505	25.3	667	33.4	822	41.1	966	48.3	1087	54.4	
256	30	758	25.3	1001	33.4	1232	41.1	1452	48.4	1626	54.2	
	×											
	40	1008	25.2	1333	33.3	1642	41.1	1931	48.3	2169	54.2	
	50	1263	25.3	1665	33.3	2050	41.0	2414	48.3	2707	54.1	
	60	1511	25.2	1994	33.2	2453	40.9	2890	48.2	3244	54.1	
	5	137	25.5	168	33.7	204	40.8	240	48.1	273	54.7	
256	×											
	10	255	25.5	337	33.7	408	40.8	481	48.0	547	54.7	
	20	510	25.5	623	33.6	816	40.8	960	48.0	1092	54.6	
	30	766	25.5	1007	33.6	1223	40.8	1439	48.0	1637	54.6	
	40	1018	25.5	1342	33.6	1632	40.8	1918	48.0	2183	54.6	
	50	1271	25.4	1677	33.5	2034	40.7	2394	47.9	2727	54.5	
60	1524	25.4	2011	33.5	2439	40.7	2969	47.9	3268	54.5		



**Fig. 3.** These graphs represent total count and count rate per second from 64×64, 128×128 and 256×256 matrix size. (A) and (A') which is graph of 64×64 is different from (B), (B'), (C) and (C'). When exceeded 30 seconds, slope is not linear.



**Fig. 5.** Images of predose-syringe containing 333 MBq (9 mCi) of technetium. (A) is a image of 64×64 matrix size. We figure out that overflow phenomenon is appeared at the (A) image. And (B), (C) are images of 128×128, 256×256 respectively.

특징이 있으며 행렬 크기는 행렬에서 분리된 화소(picture element)의 수를 나타낸다. 이는 해상도(resolution)에 영향을 주며 일반적으로 행렬 크기가 커질수록 세부적인 묘사가 가능해진다. 픽셀 깊이는 하나의 픽셀에 저장될 수 있는 최대 입자수(maximum number of events)를 나타낸다. 여기에서 하나의 픽셀에서 픽셀 깊이를 초과하는 입자의 수가 발생되면 픽셀의 계수치는 0으로 다시 입력되고, 잘못된 결과와 인공음영(image artifact)을 초래하는 과잉계측 현상이 발생된다. 또한 픽셀 깊이는 표시되는 영상 내에서 회색음영(gray shade)의 수에 영향을 끼치기도 한다(Fig. 5).<sup>10-11)</sup>

Table 1과 2에서 나타난 것과 같이 행렬크기가 128×128, 256×256에서는 픽셀의 수가 증가되어 하나의 픽셀이 저장하는 계수치가 낮아지게 되고, 한계 계수치를 넘지 않아서 과잉계측현상이 나타나지 않았다. 그 결과로 총 계수치에서의 백분율 오차는 0.60%와 0.62%로 1%를 넘지 않았으며 이 때 GFR 값의 백분율 오차도 0.60%와 0.63%로 1%를 넘지 않아 영상획득 시간이 증가하거나 방사능량이 증가하여도 GFR 값에 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다.

그러나 행렬 크기 64×64인 경우에는 하나의 픽셀 당 저장되는 주사 전 총 계수치가 한계 계수치를 초과하여 과잉계측 현상이 나타났다. 이 때의 총 계수치는 1,500 kcounts이었으며 총 계수치의 백분율 오차는 5%였고, 과잉계측 현상은 선량과 영상획득 시간이 각각 222 MBq (6 mCi)에서는 60초, 296 MBq (8 mCi)은 50초, 370 MBq (10 mCi)은 50초, 444 MBq (12 mCi)은 40초, 518 MBq (14 mCi)은 30초일 때부터 나타났다. 그리고 60초 동안 얻은 총 계수치를 비교해 보면 222 MBq (6 mCi)에서는 계수치의 6.34%가 저평가 되었고 그로 인해 GFR 값은 6.77%로 과 평가 되었으며, 296 MBq (8 mCi)은 9.86%가 저 평가 되어 GFR 값은 10.93%가 과평가 되었고, 370 MBq (10 mCi), 444 MBq (12 mCi)과 518 MBq (14 mCi)은 각각 15.9%, 22.61%와 30.02%가 저평가되

어 GFR값이 18.91%, 29.21%와 42.89%가 저평가되었음을 알 수 있다. 이처럼 시간과 방사능량이 증가할수록 오차범위가 커졌다.

감마카메라를 이용한 GFR 검사에서 GFR 값에 영향을 줄 수 있는 매개변수(parameter)들을 조절을 잘하면서 검사를 한다면 어떤 검사보다도 정확하고 빠른 결과를 얻을 수 있다고 생각한다. 그렇게 하기 위해서는 다양한 매개변수로 인해 GFR 값의 변화가 최소한으로 하기 위한 연구와 노력이 필요할 것이다.

## 요 약

<sup>99m</sup>Tc-DTPA를 이용한 사구체 여과율(Glomerular Filtration Rate, GFR) 측정은 간편한 방법으로 신장의 기능평가를 할 수 있는 장점이 있다. GFR 값은 순 주사기 계수, 신장 깊이, 교정 신장 계수, 영상획득 시간, 감마카메라의 특성 등 여러 원인에 의해 그 결과가 달라질 수 있다. 본 연구에서는 <sup>99m</sup>Tc-DTPA를 이용한 GFR 측정에서 행렬크기(matrix size)와 주사 전 방사능 양의 변화가 계수 값에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

영상 획득에 사용된 장비는 GE사의 Infinia이며 확대계수(zoom factor)는 1.0으로 하여 저에너지 범용성 콜리메이터를 사용하였다. 촬영조건으로 행렬 크기(matrix size)는 64×64, 128×128, 256×256으로 변화를 주었고, 주사 전 방사능 양은 <sup>99m</sup>Tc-DTPA를 222 (6), 296 (8), 370 (10), 444 (12), 518 MBq (14 mCi)로 각각 74 MBq (2 mCi)단위로 증가시켜 각각의 행렬 크기에 따라 계수치를 얻었다. 주사기는 검출기로부터 30 cm 거리를 두고 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60초까지 영상을 얻은 후 그 계수치를 비교하였다. 행렬 크기와 주사 전 방사능 양의 변화로 얻은 계수치를 실제 GFR 공식에 적용하였다.

행렬 크기 64×64에서의 단위시간 당 계수치는 26.8, 34.5, 41.5, 49.1, 55.3 kcps, 128×128는 25.3, 33.4, 41.0, 48.4, 54.3 kcps, 256×256의 경우는 25.5, 33.7, 40.8, 48.1, 54.7 kcps로 나타났다. 5초 동안 얻은 총 계수치는 64×64에서 134, 172, 208, 245, 276 kcounts, 128×128는 127, 172, 205, 242, 271 kcounts, 256×256의 경우에는 137, 168, 204, 240, 273 kcounts로 나타났다. 그리고 60초 동안 얻은 총 계수치는 64×64에서 1,503, 1,866, 2,093, 2,280, 2,321 kcounts, 128×128는 1,511, 1,994, 2,453, 2,890, 3,244 kcounts, 256×256의 경우에는 1,524, 2,011, 2,439, 2,869, 3,268 kcounts로 각각 나타났다. 총 계수치의 백분율 차이(% Difference)에 있어 64×64는 최소 0%에서 최대 30.02%의 차이를 보였으며, 128×128와 256×256은 각각 최소 0%에서 최대 0.60와 0.69%의 차이를 보였다. 행렬크기 64×64의 계수 값에서 GFR 값은 주사 전 방사능 양이 222 MBq (6 mCi)에서 20초와 60초에서 0.37과 6.77%, 518 MBq (14 mCi)에서 20초와 60초에서 0.18과 42.89%로 얻었다. 그러나 128×128와 256×256에서는 0.60과 0.63%로 각각 나타났다.

행렬크기의 변화에서 128×128과 256×256은 주사 전 방사능 양과 계수 시간 변화에 따라 계수치 백분율과 GFR 값에 큰 변화를 보이지 않았다. 그러나 행렬크기가 64×64에서는 주사 전 계수치가 1,500 kcounts를 초과할 때, 222 MBq (6 mCi)에서는 50초와 518 MBq (14 mCi)에서는 30초 이상에서 주사 전 방사능 양과 시간의 변화에 따라 과잉계측이 서로 다르게 나타났으며, GFR 값에서는 더 큰 차이의 변화를 보였다. 따라서 <sup>99m</sup>Tc-DTPA GFR 검사에서 주사 전 선량계 측 시간에 따른 방사능 정량분석 검사에서는 행렬 크기, 주

입 방사능 양, 그리고 획득시간 간의 변화 값을 정확히 알고 있어야 검사 결과에 대한 신뢰성을 확보 할 수 있을 것이다.

## REFERENCES

1. 고창순. 핵의학 제3판, *고려의학* 2008;638-42.
2. Awdeh M, Kouris K, Hassan IM, Abdel-Dayem HM. Factors affecting the Gates' measurement of glomerular filtration rate. *Am J of Physiol Imaging* 1990;5:36-41.
3. Gates GF. Computation of glomerular filtration rate with <sup>99m</sup>Tc DTPA: an in-house computer program. *J Nucl Med* 1984;25:613-8.
4. Gates GF. Glomerular filtration rate. Estimation from fractional renal accumulation of <sup>99m</sup>Tc DTPA (stannous). *AJR* 1982;138:565-70.
5. Taylor A, Lewis C, Giacometti A, Hall EC, Barefield KP. Improved formulas for the estimation of renal depth in adults. *J Nucl Med* 1993;34:1766-9.
6. 유이령, 김성훈, 정용안 외. 사구체 여과율 측정을 위한 한국인의 신장 깊이에 관한 방정식 도출과 이용. *대한핵의학회지* 2000; 34:419-24.
7. 최재걸, 백세현, 이민재 외. <sup>99m</sup>Tc-DTPA 및 Gamma scintillation Camera를 이용한 사구체 여과율 측정. *대한핵의학회지* 1992; 26:95-9.
8. Natale G. De Santo, Pietro Anastasio, Massimo Cirillo. Measurement of glomerular filtration rate by the <sup>99m</sup>Tc-DTPA renogram is less precise than measured and predicted creatinine clearance. *Nephron* 1999;81:136-40.
9. 추원오, 우제영, 김용수 외. 동위원소(<sup>99m</sup>Tc-DTPA)를 이용한 신 사구체 여과율 측정의 유용성. *대한내과학회지* 1992;43:753-8.
10. 고창순, 핵의학 3판, *고려의학* 2008;48-9.
11. Simon R, James A, Michael E, Physics in nuclear medicine third edition, *SAUNDERS* 2003;362-4.