

NaI (TI) 신틸레이션 카메라에서 계수율 오차에 따른 동적 영상 분석치 산출 오류에 관한 연구

- The Study of Error for Analysis in Dynamic Image from the Error of Count Rates in NaI (TI) Scintillation Camera -

연세의료원 세브란스병원 핵의학과 · 신구대학교 방사선과¹⁾

오주영 · 강천구 · 김정열 · 박훈희¹⁾ · 오기백 · 김재삼

— 국문초록 —

본 연구는 NaI (TI) 신틸카메라를 이용하여 동적영상 분석에서 계수율 오차가 $T_{1/2}$ 에 미치는 영향을 알아보고, 이에 대한 점 선원을 이용한 정도관리 방법을 제안하는 것에 목적을 두었다.

18.5 MBq 부터 185 MBq 까지 2 mL 용량의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 을 주사기에 넣어 점 선원을 제작한 후, Infinia(GE, USA) 감마카메라를 이용하여 10초부터 60초까지 각각 30프레임의 동적영상을 획득하였다. 두 번째 실험으로 5대의 감마카메라(Infinia 2대, Forte 2대, Argus 1대)를 대상으로, 74 MBq의 점 선원으로 90프레임의 동적영상을 획득하였다.

첫 번째 실험의 평균계수율을 10초 단위로 비교한 결과 18.5 MBq부터 92.5 MBq까지의 선원은 10초/프레임에서 60초/프레임까지 평균계수율 간에 유의한 차이를 보이지 않았지만($p>0.05$), 111 MBq 이상의 점 선원을 60초/프레임에서 계수율이 유의하게 적게 획득되었다($p<0.01$). 이에 따라 5대의 감마카메라에서 90분간 획득한 계수율을 선형 회귀분석한 결과, 4번 감마카메라의 계수 효율은 0.0064%로 가장 낮았고, 경사도와 변동 계수는 각각 0.0042, 0.229로 가장 높게 측정 되었다. 계수율을 카이제곱검정한 결과에서는 비정상적인 요동을 확인하지 못하였고($p>0.02$), 분산의 동질성 검정에서 또한 모든 감마카메라의 계수율 간에는 등분산성이 확인되었다($p>0.05$). 상관분석에서는 유일하게 계수 효율과 경사도간에 유의한 음의 상관관계가 있는 것으로 분석 되었다($r=-0.90$, $p<0.05$). 마지막으로 -2.5%부터 +2.5%까지 경사도를 변화하여 $T_{1/2}$ 의 오차를 산출한 결과, $T_{1/2}$ 이 길수록, 경사도가 높을수록 오차가 커지는 것으로 나타났다. 경사도가 가장 높았던 4번 카메라에서 측정된 수치를 이 결과에 미루어 보았을 때 $T_{1/2}$ 60분까지는 오차가 발생되지 않았다.

결론적으로 의료분야에 사용되는 신틸레이션 감마카메라에 있어 방사선 계수에 대한 엄격한 정도관리가 필요하다고 생각된다. 특히 본 연구에서 계수율이 시간에 따라 변화하는 경향이 파악되었고, 이는 $T_{1/2}$ 에 영향을 줄 수 있음을 증명하였다. 또한 국내 의료 목적의 신틸레이션 카메라의 계수율에 관한 권고치나 제한치가 없는 점을 미루어 볼 때, 본 연구와 같은 적절한 팬텀 및 관리법의 개발이 필요하다 사료된다.

중심 단어: 점 선원, 계수율, 정도관리, $T_{1/2}$, 경사도

* 접수일(2013년 8월 6일), 1차 심사일(2013년 8월 9일), 2차 심사일(2013년 11월 8일), 확정일(2013년 12월 11일)

교신저자: 오주영, (120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134
연세의료원 세브란스병원 핵의학과
Tel : 02-2228-6064, Fax : 02-312-0578
E-mail : joo053@yuhs.ac

I. 서 론

핵붕괴에서 방출된 방사선의 관측을 기초로 한 여하의

모든 방사선 측정에서는 방사선 검출기 자체의 계수 오차와 더불어 무작위적인 붕괴 과정에서 평균 계수율이 부정확하게 측정되는 통계적 요동(statistical fluctuation)의 영향을 받는다. 이와 같은 고유의 요동은 불가피한 불확실성의 기본이 되고, 이것은 계수의 불확정성이나 오류의 원인이 될 수 있다¹⁾. 핵의학 분야에서는 체내에 투여된 방사성 동위원소에서 발생하는 감마선을 신틸레이션 카메라로 계수하여 영상을 형성한다. 이러한 영상은 정해진 시간에 따라 반복적으로 계수하여 동적영상을 만들고, 이를 통해 시간-방사능 곡선과 1/2 배출시간($T_{1/2}$) 등을 산출한다. 이러한 대부분의 분석은 신틸레이션 카메라가 감마선 계수기로서 정확도 및 정밀도가 적절히 유지되어 있음을 기반으로 한다.

핵의학 분야에서 동적 영상 획득에 쓰이는 대부분의 신틸레이션 카메라는 탈륨으로 활성화된 요오드화 나트륨 섬광체(NaI (Tl) scintillator)를 사용한다. 그 이유는 다른 섬광물질에 비하여 전자와 감마선에 대해 상대적으로 높은 광수율을 가지기에, 이는 사진학적으로 좋은 감도를 주어 짧은 시간동안 우수한 신틸그래피를 형성하는데 적합하기 때문이다²⁾. 그러나 고계수를 환경에서는 선행 인광펄스로부터 다중중첩현상 때문에 형광량이 축적되는 경향이 있고, 이 경우에 발생하는 잔광으로 인해 계수율의 오차가 발생한다. 또한 실온보다 높은 주변온도에서 작동될 때, 섬광수율이 떨어지고 일반적으로 에너지 분해능이 저하된다³⁾. 이러한 고유한 섬광체 특성과 환경 등으로 기인되는 오류는 방사선 계수의 정확도와 정밀도에 문제를 야기할 수 있다.

현재 대부분의 국내 병원에서 사용되는 감마카메라는 높은 해상력을 목적으로 하는 정적 영상의 획득뿐만 아니라, 시간에 따른 방사능 변화량을 측정하는 동적 검사와 정량적 분석을 목적으로 함께 사용된다. 하지만 감마카메라의 정도관리는 주로 정적검사인 장균일도 점검을 중심

으로만 이루어지고 있어, 특정 관심영역의 감마선 계수가 목적인 동적영상에서 발생할 수 있는 계수율 오차 검증과 이를 정도관리 할 방법에 대한 연구가 아직까지 미약한 것으로 보인다.

본 연구는 의료분야에 사용되는 NaI (Tl) 신틸레이션 카메라를 이용하여 동적영상 분석에서 계수율 오차가 동적 영상 분석치에 미치는 영향을 알아보고, 이를 측정하기 위한 점 선원을 이용한 정도관리 방법을 제안하는 것에 목적을 두었다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 방법

첫 번째 실험은 저에너지-고해상도 조준기(LEHR collimator)가 장착된 Infinia (GE Health Care, MI, USA) 감마카메라의 조준기 위에 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 점 선원을 18.5 MBq부터 185 MBq까지 18.5 MBq씩 증량하여 총 10회 측정하였다. 이 점 선원은 생리식염수와 주사기를 이용하여 2 mL 체적으로 동일하게 제작되었다. 측정 실험 간의 재현성을 보장하기 위해 조준기와 주사기와의 거리는 0 cm으로 유지하여 조준기의 정중앙에 위치시켰다. 영상 획득은 프레임 당 계수 시간을 10초부터 60초까지 10초 단위로 각각 30프레임의 동적영상을 획득하였다. 이 실험은 실제 정도관리에 사용될 적절한 방사능을 선정하기 위해 실행되었으며, 이 자료를 바탕으로 두 번째 실험이 진행되었다.

두 번째 실험은 Infinia, Forte (Philips Medical System, B.V. Netherland), Argus (ADAC Laboratories, CA, USA) 감마카메라를 대상으로 동일한 조건에서 실행되었으며, 74 MBq의 방사능과 2 mL 체적의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 점 선원을 프레임 당 계수시간을 60초로 고정하여 90프레임의 동적영상을 획득하였다(Table 1).

Table 1. Method and equipment

Method	1st experiment			2nd experiment		
	Name	Set-up year	Number	Name	Set-up year	Number
Equipment	Infinia	2009	1	Infinia	2009	2 (cam, 1, 2)
				Forte	2005	2 (cam, 3, 4)
				Argus	2002	1 (cam, 5)
Source(MBq)	18.5 (0.5 mCi)~185 (5 mCi)			74 (2 mCi)		
Time/frame(sec)	10~60			60		
Counting times	30			90		

각 검사실에는 항온항습기가 설치되어 있어 실험 시 온도를 20~25도, 습도를 40~60%로 일정하게 유지하였고, 촬영 조건은 64×64 매트릭스, 140 keV±10% 에너지 범위, ^{99m}Tc의 붕괴상수에 맞는 붕괴보정법(decay correction mode)이 설정되었다.

2. 영상 및 통계 분석

영상 분석은 Xeleris workstation (version 2.1220, GE Healthcare)를 사용하여 전체영역의 계수율 자료를 추출하였고, 추출된 자료를 Excel 2007 (version 12.0, Microsoft)을 통하여 계수 효율(계수율/방사능×100(%)), 선형회귀식의 회귀계수(Coefficient of Regression, CR), 변동계수(Coefficient of Variation, CV)를 얻어내었고, 회귀계수의 변화가 $T_{1/2}$ 에 미치는 영향을 증명하기 위해 경사도(회귀계수/평균계수율×100(%))를 산출하였다. 다음의 산출된 경사도의 $T_{1/2}$ 의 오차를 확인하기 위해 -0.25%부터 +0.25%까지의 경사도가 있는 경우의 $T_{1/2}$ 의 오차 및 ^{99m}Tc의 붕괴 보정법에 따른 오차를 Excel 2007을 이용하여 시뮬레이션 하였다.

통계분석에는 프레임 당 계수시간이 변화할 때 계수율에 미치는 영향을 파악하기 위해 paired t-test가 사용되었고, 각 검출기의 계수율의 정밀도 검정을 위한 χ^2 test, 설치연도, 계수 효율, 회귀계수, 변동계수간의 상관관계를 증명하기 위한 Spearman's rho 상관분석, 검출기간 계수율의 등분산성 검정을 위한 Levene's F-test를 SPSS (version 17.0, IBM)를 통해 실시하였다.

III. 결 과

첫 실험의 평균계수율을 10초 단위로 비교한 결과 18.5 MBq부터 92.5 MBq까지의 선원은 10초/프레임에서 60초/프레임까지 계수시간을 변동시켰을 때 평균계수율 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$) (Table 2). 그에 반해 111 MBq 이상의 점 선원을 60초/프레임으로 영상을 획득한 경우, 넘침(over-flow) 현상이 나타나서 계수율이 유의하게 적게 획득되는 것을 확인할 수 있었다($p<0.01$). 또한 자료의 평균계수율의 변동계수를 구한 결과, 모든 변동계수는 프레임 당 시간에 거듭제곱곡선에 적합하였다($0.90<R^2\leq 0.99$, $p<0.01$). 또한 60초/프레임의 변동계수가 가장 작은 것으로 확인 되었다. 이러한 첫 실험 결과를 바탕으로 평균계수율에서 넘침 현상이 없으며 변동계수가 안정적인 방사능을 74 MBq으로 선정하고, 두 번째 실험을 진행하였다.

두 번째 실험에서 1번 감마카메라의 계수 효율이 가장 높았고, 경사도와 변동계수 역시 가장 낮게 측정 되었다 (Table 3). 반면, 4번 감마카메라는 계수 효율은 가장 낮았고, 경사도, 변동계수가 가장 높게 측정 되었다. 이는 4번 감마카메라를 사용한 동적 영상은 정확도와 정밀도가 다른 감마카메라에 비해 상대적으로 좋지 않을 가능성을 시사한다. 점 선원을 이용한 시간-방사능 곡선의 회귀계수(β)는 곧 시간에 따른 경사도를 의미하므로 이는 분산이 크다는 의미 외에도 회귀계수의 절대 값이 클 경우, 점차 증가 혹은 감소되어 계수가 뒀을 알 수 있고, 이는 동적 영상 분석에서의 오류현상에 유의미한 영향을 끼칠 수 있을 것으로 생각된다(Fig. 1). 4번 감마카메라 외의 모든 감마카메라의 경사도는 0.0013 이하로 측정되었다.

Table 2. Average count rates and coefficient of variation by counting times per frame (N=30)

Activity (MBq)	10 sec/frame (cps / %)	20 sec/frame (cps / %)	30 sec/frame (cps / %)	40 sec/frame (cps / %)	50 sec/frame (cps / %)	60 sec/frame (cps / %)
74	5434 / 0.44	5434 / 0.31	5434 / 0.28	5435 / 0.23	5435 / 0.21	5435 / 0.11
92.5	6827 / 0.38	6827 / 0.27	6827 / 0.22	6828 / 0.17	6828 / 0.17	6826 / 0.16
111	8302 / 0.35	8302 / 0.23	8302 / 0.18	8303 / 0.16	*7680 / 0.10	*7025 / 0.10
129.5	9420 / 0.35	9420 / 0.24	9420 / 0.18	*8495 / 0.11	*7530 / 0.09	*6875 / 0.12
148	10703 / 0.28	10703 / 0.20	*10163 / 0.14	*8531 / 0.11	*7548 / 0.11	*6893 / 0.11
166.5	11926 / 0.28	11926 / 0.19	*10774 / 0.14	*9632 / 0.09	*8323 / 0.10	*7448 / 0.10
185	13201 / 0.27	13201 / 0.19	*12901 / 0.15	*11593 / 0.12	*10556 / 0.10	*9548 / 0.07

* $p<0.01$ for comparison between average count rates of 10 sec/frame and 60 sec/frame.

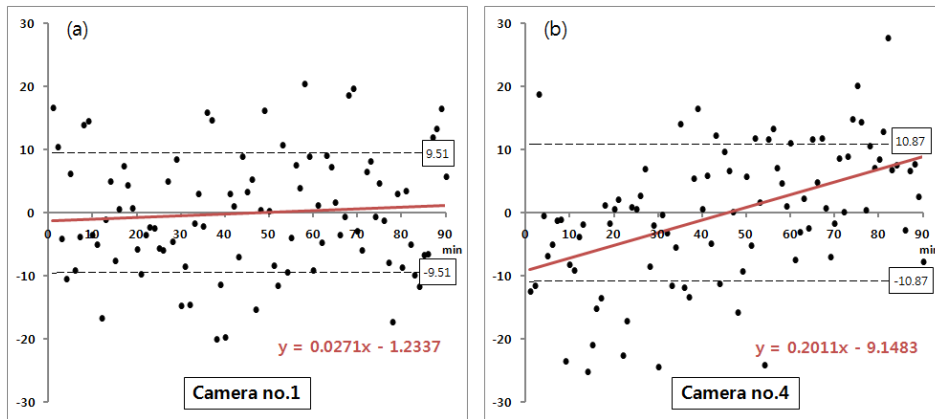


Fig. 1. Other statistics such as coefficient of variation could not show from the passage of time. But we could find a gradient in the regression lines in this Bland Altman plot with scan time. Slope of regression line in image (a) is flatter than image (b).

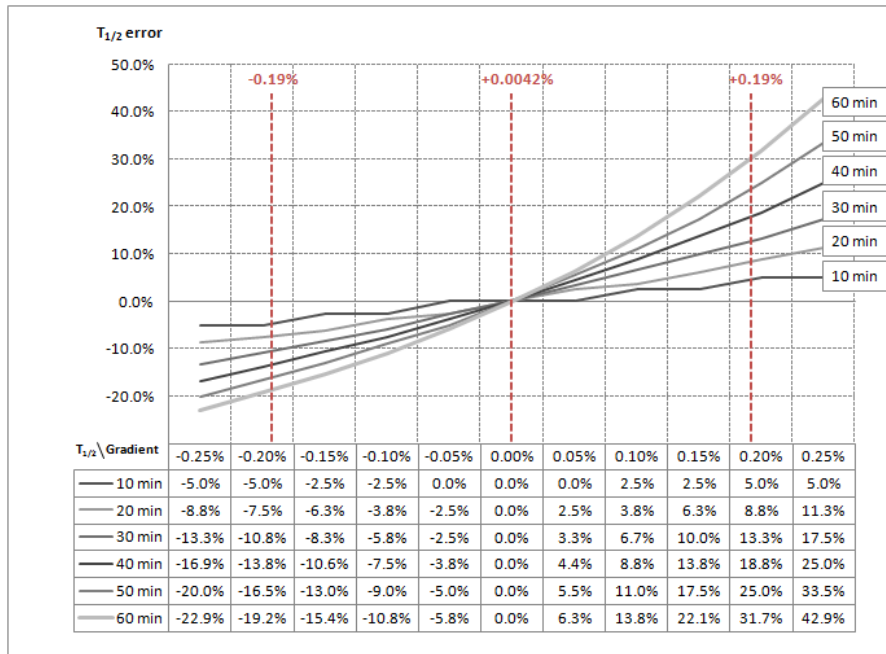


Fig. 2. If gradient is relatively increased, or $T_{1/2}$ is decreased, the error of $T_{1/2}$ increases. And if ^{99m}Tc doesn't operate decay correction mode when 90 minutes dynamic scan, there could be 0.19% of differences in the simulation results.

Table 3. Results of second experiment

Cam No.	Efficiency (%)	Gradient (β /counts)	CV (%)	χ^2 test (p)
1	0.0074	0.0005	0.173	0.914
2	0.0073	0.0010	0.197	0.241
3	0.0072	0.0009	0.210	0.798
4	0.0064	0.0042	0.229	0.524
5	0.0070	0.0013	0.183	0.889

하지만 뒤이어 검정한 χ^2 test에서는 자료의 요동을 정량적으로 평가하는 검정법임에도 불구하고, 모든 감마카메라에서 유의한 비정상적인 요동을 확인하지 못하였다 ($p > 0.02$)¹⁾.

또한 분산의 동질성 검정에서도 모든 감마카메라의 계수율의 분산 간에는 등분산성이 보이는 것으로 확인되었다 ($p > 0.05$).

결과를 설치연도별로 비교했을 때, 2009년에 설치된 1, 2번 감마카메라의 경우, 다른 감마카메라에 비해 계수 효율과 변동계수가 양호하였다. 하지만 설치 연도가 가장 오

래된 5번 감마카메라의 경우에도 계수 효율과 변동계수가 상대적으로 양호한 것으로 나타났고, 2005년에 설치된 4번 감마카메라는 상대적으로 불량한 것을 확인할 수 있었다. 상관분석에서는 계수 효율과 경사도간에 유의한 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다($r=-0.90$, $p<0.05$).

마지막으로 경사도의 변화에 따른 $T_{1/2}$ 의 오차를 산출하기 위하여 -0.25% 부터 $+0.25\%$ 의 경사도가 있는 경우를 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 결과, $T_{1/2}$ 이 길수록, 경사도가 높을수록 오차가 커지는 것으로 나타났다. 또한 계수율이 시간에 따라 낮게 측정되는 음의 경사도 보다, 양의 경사도 일 때 더 높은 오차가 보이는 것을 확인할 수 있었다. 경사도가 가장 높았던 4번 카메라에서 측정된 수치를 이 결과에 미루어 보았을 때 $T_{1/2}$ 60분까지는 오차가 발생되지 않는 것으로 보였다. 하지만 $T_{1/2}$ 이 장시간 증가될 경우, 오차가 관찰될 것으로 보인다. 만약 ^{99m}Tc 의 붕괴보정법을 사용하지 않았을 때, 붕괴보정법이 두 번 사용되어 졌을 때를 가정한 결과 90분간 동적 영상 획득 시 -0.19% 와 $+0.19\%$ 의 경사도가 발생하는 것으로 확인되었다(Fig. 2).

IV. 고찰

현재 국내 대부분의 병원에서 신틸레이션 카메라의 정도관리법으로 활용되는 항목은 장균일도, 에너지 피크, 반치폭, 감도, 공간분해능, 직선성, 회전 중심 등의 화상의 질 유지를 중점적으로 다루고 있다. 하지만 감마카메라는 정적 영상을 촬영하는 역할 뿐만 아니라, 콩팥제거술, 타액제거술, 위배출 시간 측정, 쓸개즙 배출율, 좌심실 박출률 등 정량적 분석에도 흔히 쓰인다³⁾. 이러한 동적 검사는 신틸레이션 카메라의 반복 측정의 높은 정확도와 정밀도를 기반으로 하고 있으므로, 이를 위해 엄격한 정도관리법이 뒷받침되어야 함은 당연하다.

일반적으로 방사선 검출기의 정도관리는 정기적으로 검출기 장치에 의한 계수를 20회 내지 50회를 반복 측정하여 기록한 결과를 바탕으로 χ^2 test와 같은 통계적 검정법을 사용하여 평가한다. 또한 ^{137}Cs 과 같은 표준선원 등을 이용하여 주기적인 영점조정(calibration)을 하는 등의 노력이 필요하다. 하지만 본 실험을 통해 증명된 결과를 보았을 때, χ^2 test나 장비 간 분산의 동질성 검정 등은 시간에 따라 변화하는 경사도를 정확히 표현하지 못하였고, 일반촬영 및 투시장치에서 흔히 사용되는 변동계수와 같은 지표에는 감마카메라의 계수율과 관련하여 절대적인

제한치가 없으므로 그 목적을 달성하기 힘들었다. 또한 추가적인 시뮬레이션을 통해 증명된 반복측정에서 보이는 경사도와 $T_{1/2}$ 의 관계를 비추어 볼 때, $T_{1/2}$ 이 긴 환자의 경우에서나, 긴 검사의 경우 검사 결과에 오차가 증가할 수 있는 것으로 나타났다. 곧, 콩팥 스캔에서 요로 폐쇄나 협착 등으로 인해 $T_{1/2}$ 지연 환자, $T_{1/2}$ 이 상대적으로 긴 위배출 시간 측정 등의 검사는 위와 같이 경사도가 과다하게 측정되는 현상이 있을 경우 오류가 증가할 가능성이 상대적으로 크다고 생각된다. 대부분의 검정법은 시간에 따른 계수 이상을 충분히 반영할 수 없으므로 경사도 측정, 혹은 반복 측정 시간을 반영할 수 있는 다른 종류의 통계 검정법이 필요할 것으로 사료된다.

특히 본 연구에서와 같은 실험 방법을 통하여 성능평가를 실행한다면, 해당 병원에서 주로 사용되는 선원을 중심으로 실행되어야 할 것이다. 실험에 사용된 ^{99m}Tc 선원은 대부분의 국내 핵의학 동적검사서 정량분석을 목적으로 사용되어지고 있다. 이 선원은 6시간의 짧은 반감기를 지닌 특성으로 인해 붕괴에 의한 보정법이 사용되어 지는데, Patrice K. Rehm에 따르면 이 붕괴보정법이 작동하지 않는 경우, 90분에 16%, 120분에 21%의 오류가 발생할 수 있다고 하였다⁴⁾. 이는 경사도에 영향을 주는 원인 중 하나로, 흔히 소프트웨어나 기기 오류에 의하여 실행되지 않는 경우나, 영상획득부와 처리부에서 각기 보정하여 총 두 번 이상 과다하게 보정되는 경우, 혹은 사용자가 붕괴 보정할 선원을 적절하게 지정해주지 않는 경우에 발생할 수 있다.

이번 실험은 분산과 경사도는 완전히 독립된 변수가 아니므로 상관분석에 유의성이 있을 것으로 가정하였으나, 5개라는 상대적으로 적은 표본, 제한된 시간, 환경에서 이루어졌기 때문에 이에 대해 명확한 증명을 하지 못하였다. 이를 완벽히 파악하기 위해서는 다수의 표본과 실험을 바탕으로 외부요인을 배제한, 명확한 통계 검정법이 요구된다.

이후 신틸레이션 카메라에서도 화상의 질뿐만 아니라 계수율과 결과 수치에 대해서 평가할 수 있는 적절한 팬텀 및 실험법들이 개발되어 검사 결과에 적정을 기할 수 있는 정도관리법이 설정되기를 기대해본다.

V. 결론

의료분야에 사용되는 신틸레이션 감마카메라에 있어, 이를 동적 검사에 이용할 경우에 다른 방사선 검출기와 같이 계수에 대한 엄격한 정도관리가 필요하다고 생각된

다. 특히 본 연구에서 계수율이 시간에 따라 변화하는 경향이 파악되었고, 이는 $T_{1/2}$ 에 영향을 줄 수 있음을 증명하였다. 또한 국내 의료 목적의 신틸레이션 카메라의 계수율에 관한 권고치나 제한치가 없는 점을 미루어 볼 때, 본 연구와 같은 적절한 팬텀 및 관리법의 개발이 필요하다 사료된다.

참고문헌

1. Su-Yong Lee : Radiation Detection and Measurement, Second Edition, Gijeon Research, 145-150, 347-349, 2008
2. Gyuseong Cho : Gamma-ray Detectors for Nuclear Medical Imaging Instruments, Nucl Med Mol Imaging, 42, 88-97, 2008
3. Chang-Soon Koh : Nuclear Medicine, Third Edition, Korea Medical Book, 37-45, 2008
4. Rehm, P. K.: Scintigraphic evaluation of gastric emptying, Applied Radiology, 316, 26-32, 2002
5. Murphy, Paul H: Acceptance testing and quality control of gamma cameras, including SPECT, Journal of nuclear Medicine, 28.7, 1221-1227, 1987
6. Fiorini, C., Bellini, M., Gola, A., et al: A Monolithic Array of 77 Silicon Drift Detectors for X-Ray Spectroscopy and Gamma-Ray Imaging Applications, IEEE Trans Nucl Sci, 52:1165-70, 2005
7. Zanzonico, Pat: Routine quality control of clinical nuclear medicine instrument: a brief review, Journal of nuclear medicine, 49.7, 1114-1131, 2008
8. Lancaster, J. L., Kopp, D. T., Lasher, J. S., Blumhardt, R.: Practical gamma camera quality control with a four-point phantom, Journal of nuclear medicine, 26.3, 300-307, 1985
9. Anigstein, R., Olsher, R. H., Branch, R. S., Green, P.: Use of Radiation Detection, Measuring, and Imaging Instruments to Assess Internal Contamination from Inhaled Radionuclides. Part II: Field Tests and Monte Carlo Simulations Using Anthropomorphic Phantoms, Contract, 200-2002, 00367, 2007
10. Brolin, G., Gleisner, K. S., Ljungberg, M.: Dynamic (99m)Tc-MAG3 renography: images for quality control obtained by combining pharmacokinetic modelling, an anthropomorphic computer phantom and Monte Carlo simulated scintillation camera imaging, Phys Med Biol, 21;58(10), 3145-61, 2013
11. Busemann Sokole, E., P łachcńska, A., Britten, A., Lyra Georgosopoulou, M., Tindale, W., Klett, R.: Routine quality control recommendations for nuclear medicine instrumentation, European journal of nuclear medicine and molecular imaging, 37.3, 662-671, 2010

•Abstract

The Study of Error for Analysis in Dynamic Image from the Error of Count Rates in NaI (TI) Scintillation Camera

Joo-Young Oh · Chun-Goo Kang · Jung-Yul Kim · Hoon-Hee Park¹⁾ · Ki-Baek Oh · Jae-Sam Kim

Department of Nuclear Medicine, Severance Hospital, Yonsei University

¹⁾*Department of Radiological Technology, Shingu college*

This study is aimed to evaluate the effect of $T_{1/2}$ upon count rates in the analysis of dynamic scan using NaI (TI) scintillation camera, and suggest a new quality control method with this effects.

We produced a point source with $^{99m}\text{TcO}_4^-$ of 18.5 to 185 MBq in the 2 mL syringes, and acquired 30 frames of dynamic images with 10 to 60 seconds each using Infinia gamma camera (GE, USA). In the second experiment, 90 frames of dynamic images were acquired from 74 MBq point source by 5 gamma cameras (Infinia 2, Forte 2, Argus 1).

There were not significant differences in average count rates of the sources with 18.5 to 92.5 MBq in the analysis of 10 to 60 seconds/frame with 10 seconds interval in the first experiment ($p > 0.05$). But there were significantly low average count rates with the sources over 111 MBq activity at 60 seconds/frame ($p < 0.01$). According to the second analysis results of linear regression by count rates of 5 gamma cameras those were acquired during 90 minutes, counting efficiency of fourth gamma camera was most low as 0.0064%, and gradient and coefficient of variation was high as 0.0042 and 0.229 each. We could not find abnormal fluctuation in χ^2 test with count rates ($p > 0.02$), and we could find the homogeneity of variance in Levene's F-test among the gamma cameras ($p > 0.05$). At the correlation analysis, there was only correlation between counting efficiency and gradient as significant negative correlation ($r = -0.90$, $p < 0.05$). Lastly, according to the results of calculation of $T_{1/2}$ error from change of gradient with -0.25% to +0.25%, if $T_{1/2}$ is relatively long, or gradient is high, the error increase relationally. When estimate the value of 4th camera which has highest gradient from the above mentioned result, we could not see $T_{1/2}$ error within 60 minutes at that value.

In conclusion, it is necessary for the scintillation gamma camera in medical field to manage hard for the quality of radiation measurement. Especially, we found a tendency that count rate changes over time at this study, and we proved that it can effect $T_{1/2}$. And also, there is need of appropriate phantoms and the method of quality management like this study, because there are not any advice or limitation degrees for domestic medical purpose scintillation camera.

Key Words : Point source, Count rate, Quality control, $T_{1/2}$, Gradient