

Original Article **^{57}Co 밀봉선원의 노후도에 따른 균일도의 변동과
중첩사용에 관한 유용성 평가**

서울아산병원 핵의학과
이종훈 · 조성길 · 심동오

**Evaluation of QC Value Variation and Overlapping Use
According to Aging of ^{57}Co Sealed Source**

Jong-Hun Lee, Sung-kil Cho and Dong-Oh Shim
Department of nuclear medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

Purpose The change in uniformity due to the decrease in dose should be known. ^{57}Co sealed sources are easy to manage and use as QC sources replacing $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Overlapping sealed sources are expected to show variations in dose due to attenuation between sealed sources.

Materials and Methods A total of three experiments were conducted. The first experiment is to observe the change in the degree of senescence of the ^{57}Co sealed source. The second experiment is to compare the single source and overlapped source at similar doses. In the third experiment, the sources of different doses were compared on each other to determine the changes due to the attenuation between the overlapping sources.

Results The results of the first experiment did not exceed the acceptable range, but each crew showed a difference. There was no statistically significant difference in the measurement of uniformity on second and third experiment.

Conclusion It is believed that a ^{57}Co sealed source can be used as a superimposed source. It is not only economical but also convenient to use. daily uniformity measurements will help reduce scan time and speed up the testing process.

Key Words Uniformity, ^{57}Co sealed source.

서 론

일반적으로 감마카메라의 일간 정도관리로써 extrinsic 균일도를 측정 할 때는 ^{57}Co 밀봉선원을 이용한다. ^{57}Co 밀봉선원은 에너지가 122 keV, 반감기가 271일로 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 의 에너지와 유사하면서도 반감기가 매우 길어 널리 사용된다. ^{57}Co 밀봉선원은 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 을 대체하는 정도관리선원으로 사용하는데 있어 관리와 사용이 편리하다. 하지만 가격은 수 백만원에 달해 사용자에게 적지 않은 부담감을 준다. ^{57}Co 밀봉선원의 제조사에서 구입 후 1년 사용 후에 폐기하고 재 구입하여 사용할 것

을 권고한다. 하지만 현재 대부분의 병원에서 경제적 이유로 재 구매를 하지 못하고 있다. 1년 이상의 노후 된 ^{57}Co 밀봉선원은 선량이 낮아 스캔시간이 지연 되어 점차적으로 사용하는데 불편함을 초래한다. ^{57}Co 밀봉선원의 기능을 유지하면서, 사용하는데 있어 효율적인 방법을 찾아 할 것이다.^{1,2,3}

먼저 선원의 노후도 즉, 선량의 감소에 따른 균일도의 변화를 알아야 할 것이다. 선량의 감소는 감마카메라의 불감시간이나 스캔시간 등 다양한 변동을 초래할 것으로 생각된다. ^{57}Co 밀봉선원의 효율적인 사용방법으로 선원2개를 중첩하여 사용하는 방법을 모색하여 그에 따른 균일도의 변동을 관찰하고자 한다. 2개의 ^{57}Co 밀봉선원을 중첩하여 사용한다면 높은 선량을 유지 할 수 있는 장점이 있을 것이다. 중첩된 선원은 선원간의 감쇄로 인하여 선량의 변동이 예상 되는데 그 정도를 확인함으로써 중첩사용의 유용성을 평가하고자 한다.^{4,5}

· Received: April 28, 2017 Accepted: May 10, 2017
· Corresponding author : **Jong-Hun Lee**
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center 388-1
Pung nap 2 dong song pa gu, Seoul 138-736 Korea
Tel.: +82-2-3010-21, Fax.: +82-2-3010-5429
E-mail: numed2006@hanmail.net

실험재료 및 방법

1. 실험 기기 및 재료

본 실험에 사용된 기기로는 SIEMENS사에서 생산된 symbia E(Siemens, Munich) 감마카메라를 선정하였다. 콜리메이터는 Low Energy All Purpose(LEAP)를 장착 하였으며, 매트릭스는 1024 x 1024로 설정하였다. 영상을 얻는 방법은 100만 계수를 계수설정하여 얻었다(Fig. 1). ⁵⁷Co 밀봉선원은 Eckert & ziegler사에서 생산되는 총 5개의 선원을 사용 하였다. 각각 선원의 선량은 740 MBq, 370 MBq, 233 MBq, 148 MBq, 92 MBq 으로 다양하게 선정하였다(Fig. 2).

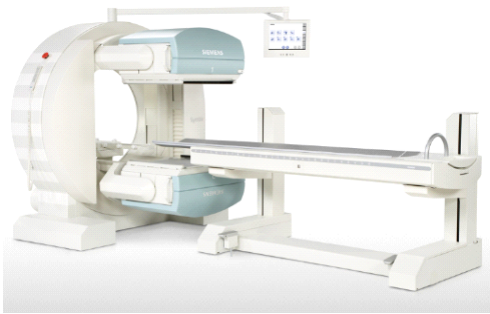


Fig. 1. siemens symbia E gamma camera.



Fig. 2. ⁵⁷Co sealed source

2. 실험방법

실험은 총 3가지의 실험을 진행하였다. 첫 번째 실험은 ⁵⁷Co 밀봉선원의 노후 정도 즉, 선량의 감쇄 따른 균일도의 변화를 관찰하기 위한 실험이다. 다섯 가지의 선량 740, 370, 233, 148, 92 MBq 5개의 ⁵⁷Co 밀봉선원을 extrinsic방식으로 30회 반복 하여 균일도를 측정하였습니다. 각각의 선량이 다른 선원에서 균일도의 차이가 발생하는지를 알기 위한 실험이다(Fig. 3).



Fig. 3. uniformity measurement

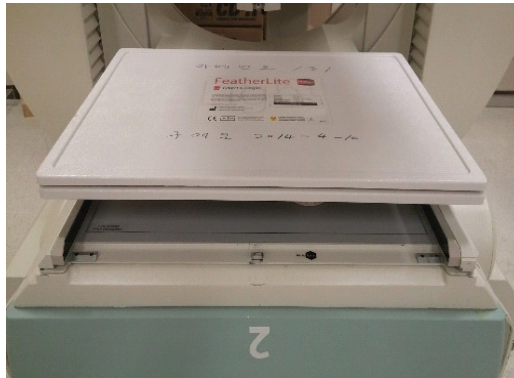


Fig. 4. uniformity measurement piled ⁵⁷Co

두번째 실험은 유사한 선량에서 단독으로 사용된 선원과 2개의 선원을 중첩한 선원 균일도를 비교하기 위한 실험이다. 먼저 370 MBq의 단독선원으로 균일도를 측정하였고, 다음으로 233 MBq과 148 MBq를 중첩하여 381 MBq의 선량으로 균일도를 측정하여 비교하였다(Fig. 4). 그리고 233 MBq의 단독 선원으로 균일도를 측정하고 148 MBq과 92 MBq를 중첩하여 240 MBq로 균일도를 측정하여 하였다.

세번째 실험은 중첩선원간의 감쇄로 인한 변화를 알기 위하여 서로 다른 선량의 선원을 중첩하여 측정을 하고, 위치를 맞추어 역방향으로 두어 측정하여 비교하였다. 148 MBq선원을 위에 위치하고, 92 MBq선원을 아래에 위치하여 중첩하여 균일도를 측정하였다. 그 후 서로의 위와 아래 위치를 교체하여 균일도를 측정하였다. 이상 세 가지의 모든 실험의 각 측정은 30회를 반복하여 측정하였고, 지정된 감마카메라의 검출기에서만 측정하였다. 또한 검출기의 교정상태에 따라 균일도가 다르게 측정될 우려가 있어 30회 측정을 나누어 하지 않고 당회 1회에 모든 측정을 마쳤다.

결 과

총 5개 선원의 선량변화에 따른 균일도의 평균과 변동계수를 확인 하는 첫 번째 실험의 결과는 허용범위를 초과하지 않았다. 하지만 각각의 선원마다 차이를 나타냈다(Fig. 5). 변동계수는 370 MBq 이상의 선량이 그 이하의 선량에서 보다 높게 측정되었다(Fig. 6).

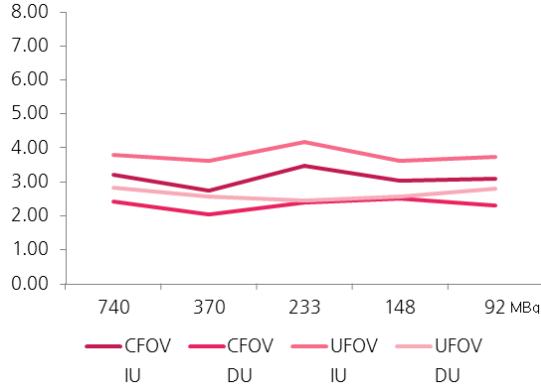


Fig. 5. average of uniformity.

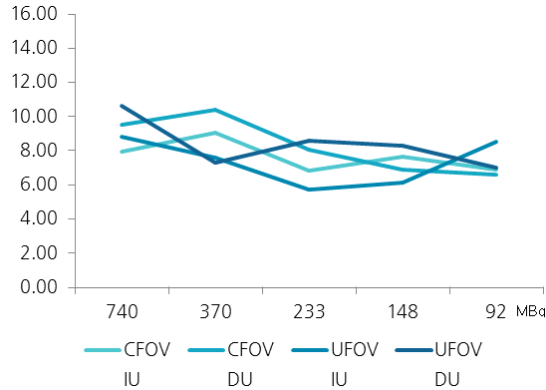


Fig. 6. coefficient of variation.

두 번째 실험은 단독의 선원과 중첩된 선원의 균일도를 비교한 실험으로써 선량을 가능한 유사하게 맞추어 측정하였다. 370 MBq의 단독선원과 233 MBq과 148 MBq를 중첩한 381 MBq의 균일도를 측정한 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1). 또한 233 MBq의 단독선원과 148 MBq과 92 MBq를 합한 240 MBq 중첩선원의 균일도 측정에서도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

Table 1. Comparison of Uniformity of 370 MBq and 233 MBq+148 MBq

Uniformity	Source Activity	mean±std	t
CFOV IU	370 MBq	2.75 ±0.24	1.61
	233 MBq+148 MBq	2.65 ±0.23	
CFOV DU	370 MBq	2.04 ±0.21	1.35
	233 MBq+148 MBq	1.97 ±0.14	
UFOV IU	370 MBq	3.60 ±0.27	1.50
	233 MBq+148 MBq	3.50 ±0.19	
UFOV DU	370 MBq	2.54 ±0.18	0.51
	233 MBq+148 MBq	2.52 ±0.18	

P < 0.05

Table 2. Comparison of Uniformity of 233 MBq and 148 MBq+92 MBq

Uniformity	Source Activity	mean±std	t
CFOV IU	233 MBq	3.45±0.23	0.79
	148 MBq+92 MBq	3.40±0.23	
CFOV DU	233 MBq	2.37±0.21	0.60
	148 MBq+92 MBq	2.40±0.17	
UFOV IU	233 MBq	4.37±0.24	0.07
	148 MBq+92 MBq	4.36±0.20	
UFOV DU	233 MBq	2.45±0.22	0.33
	148 MBq+92 MBq	2.43±0.23	

P < 0.05

세 번째 실험은 중첩선원 간의 감쇄로 인한 변화를 알기 위한 실험이었다. 148 MBq선원과 92 MBq선원의 중첩선원을 측정하고, 서로 위와 아래의 위치를 바꾸어 같은 방법으로 측정하였다. 측정 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

Table 3. Comparison of Uniformity of 148 MBq+92 MBq and 92 MBq+148 MBq

Uniformity	Source Activity	mean±std	t
CFOV IU	148 MBq+92 MBq	2.82±0.15	0.79
	92 MBq+148 MBq	2.72±0.18	
CFOV DU	148 MBq+92 MBq	2.20±0.13	0.60
	92 MBq+148 MBq	2.13±0.17	
UFOV IU	148 MBq+92 MBq	3.81±0.26	0.07
	92 MBq+148 MBq	3.77±0.25	
UFOV DU	148 MBq+92 MBq	2.55±0.19	0.33
	92 MBq+148 MBq	2.52±0.15	

P < 0.05

결 론

세 가지의 실험 결과, ⁵⁷Co 밀봉선원을 중첩된 선원으로 사용 가능할 것으로 생각된다. 선원을 중첩하여 사용함으로써 장기간 더욱 오랜 기간 사용할 수 있어 경제적 효율성 좋을 것으로 예상된다. 수 백만원에 달하는 ⁵⁷Co 밀봉선원을 매번 구매하는 것은 사용자로서 적지 않은 부담이 될 것이다. 이러한 경제적 부담을 줄이고 효율적 사용을 위해 ⁵⁷Co 밀봉선원을 중첩하여 사용한 것을 권하고 싶다. 그리고 경제적 측면뿐 아니라 사용상에 편리함도 있다. 일간 균일도 측정을 하는데 스캔 시간을 줄여 검사업무 진행에 도움이 될 것이다. 노후가 많이 진행되어 선량이 아주 작은 선원의 경우, 매번 균일도 측정을 위해 20분에서 30분 가량의 오랜 시간이 소요된다. 이러한 문제를 해결하는데 도움이 되었으면 한다.^{6,7}

고 찰

본 실험과 결과에 대해 고려해 할 점도 있다. 실험의 진행에서 감마 카메라의 상태에 따라 균일도 변동이 발생 할 수 있다는 점이다. 그리고 ⁵⁷Co 밀봉선원 제조사의 제조방식에 다른 변동의 가능성이 있을 수 있고, 균일도의 측정 및 계산 방식에 다른 변동의 가능성이 있다는 것이다.^{8,9,10}

요 약

⁵⁷Co 밀봉선원의 효율적인 사용방법으로 선원2개를 중첩하여 사용하는 방법을 모색하여 그에 따른 균일도의 변동을 관찰하고자 한다. 첫 번째 실험은 ⁵⁷Co 밀봉선원의 노후 정도 즉, 선량의 감쇄 따른 균일도의 변화를 관찰하기 위한 실험이다. 두번째 실험은 유사한 선량에서 단독으로 사용된 선원과 2개의 선원을 중첩한 선원 균일도를 비교하기 위한 실험이다. 세번째 실험은 중첩선원간의 감쇄로 인한 변화를 알기 위하여 서로 다른 선량의 선원을 중첩하여 측정을 하고, 위치를 맞바꾸어 역방향으로 두어 측정하여 비교하였다. 선량변화에 따른 균일도의 평균과 변동계수를 확인 하는 첫 번째 실험의 결과는 허용범위를 초과하지 않았다. 두 번째와 세 번째 실험의 결과는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. ⁵⁷Co 밀봉선원을 중첩된 선원으로 사용 가능할 것으로 생각된다. 선원을 중첩하여 사용함으로써 장기간 더욱 오랜 기간 사용할 수 있어 경제적 효율성 좋을 것으로 예상된다.

References

1. Ziessman HA, O'Malley JP, Thrall JH. Single-photon emission computed tomography (SPECT) and positron emission tomography (PET). In: McAteer M, Carter KL, eds. Nuclear Medicine: The Requisites. 3rd ed. Philadelphia, PA: Mosby Inc.; 2006:52-63.
2. Zanzonico P. Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review. J Nucl Med. 2008;49:1114-1131.
3. Prekeges J. Nuclear Medicine Instrumentations. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers; 2011:51-112.
4. Powsner RA, Powsner ER. Quality control. In: Essentials in Nuclear Medicine Physics. 2nd ed. Malden, MA: Blackwell Publishing Inc.; 2006:138-140.
5. Cherry SR, Sorenson JA, Phelps ME, Ross A, ed. Physics in Nuclear Medicine. 3rd ed. Philadelphia, PA: Saunders; 2003:218-219, 236-238.
6. Elkamhawy AA, Rothenbach JR, Damaraju S, Badruddin SM. Intrinsic uniformity and relative sensitivity quality control tests for single-head gamma cameras. J Nucl Med Technol. 2000;28:252-256.
7. Rogers WL, Clinthorne NH, Harkness BA, Koral KF, Keyes JW Jr. Field-flood requirements for emission computed tomography with an Anger camera. J Nucl Med. 1982; 23:162-168.
8. Chang W, Li S, Williams JJ, et al. New methods of examining gamma camera collimators. J Nucl Med. 1988;29:676-683.
9. Yeh EL. Polarity in a hexagonal collimator. J Nucl Med. 1983;24:1203-1204.
10. Randy Bolstad1, Jody Brown, RT(N), CNMT2, and Vesper Grantham, RT(N), CNMT1 Extrinsic Versus Intrinsic Uniformity Correction for g-Cameras. J Nucl Med Technol 2011; 39:208-212