

Original Article

방사성오염물질 처분에 대한 고찰

서울대학교병원 핵의학과

임현진 · 김태엽 · 이흥재 · 김진의 · 김현주

Consideration of Radioactive Contamination Materials Disposal

Hyun Jin Im, Tae Yeob Kim, Hong Jae Lee, Jin Eui Kim and Hyun Joo Kim

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Purpose: Nuclear medicine general operation room is radioactive control room which is used for the handling of radioisotope(R.I). Radioactive contamination materials must be under control and separated from general trash. With this experiments, we want to actively suggest the guideline of controlling and operating radioactive contamination materials by measuring contamination degree and analyzing the causes which is not realized so far. **Materials and Methods:** Materials are selected from Oct. 2009 to March. 2010. salines which are used for labelling radiopharmaceuticals and generator cap, saline needle cap, ^{99m}Tc-needle cap saline vial which is generated from ⁹⁹Mo/^{99m}Tc generator. After measuring each surface contamination degree by survey meter, mean value and standard deviation one were solved out. **Results:** In result, After measuring surface contamination degree, radioactivity of saline for labelling radiopharmaceuticals showed 14429±26378 cpm ($p<0.05$) and in measured generators, foreign imported things showed that generator cap : 9±21 cpm, saline vial : 17±28 cpm. saline needle cap : 35±66 cpm, ^{99m}Tc-needle cap : 9±21 cpm, saline vial 13±28 cpm. domestic things showed that generator cap : 22852±52545 cpm, saline needle cap : 87367±109711 cpm, ^{99m}Tc-needle cap : 9008±10459 cpm, saline vial : 186416±158196 cpm ($p<0.05$). **Conclusion:** The saline which is used for labelling, exceeded 1/10 of maximum permissible range. this is generated from radiopharmaceuticals dilution procedure. and In generators, radioactive value of foreign import things showed closely background value. but which of domestic thing showed that exceeded more than 1000 values 1/10 of maximum permissible range. the causes of that is domestic generator is contaminated in manufacturing procedure. So, to dispose radioactive contamination materials which is could betaken out of, the control and operation must be radical under controlled by radioactive measuring, recording and equipping of its own. if this is kept well, we can prevent surely that radioactive waste could be disposed like as general trash. (Korean J Nucl Med Technol 2010;14(2):128-132)

Key Words : Radioactive contamination materials, Radioactive wastes, Maximum permissible surface contamination degree

서 론

핵의학과 종합조작실은 방사성동위원소(Radioisotope: RI)의 사용 등에 관한 작업을 하는 방사선 관리구역으로서 이곳

에서 발생하는 방사성오염물질은 일반쓰레기와 별도로 관리를 해야 한다. 따라서 방사성오염물질이 발생되면 원자력법에서 정하는 기준에 따라 핵종 및 종류 별로 수거하여 폐기 시설에 보관하고 g 당 100 Bq 이하의 농도가 되면 자체처분을 한다. 자체처분 시 한국원자력안전기술원에 자체처분계획서 작성 및 승인신청을 하고 자체처분 승인이 이루어지면 자체처분계획서 접수 2개월 후 일반폐기물로 처분한다. 이와 같이 종합조작실에서 반출되는 모든 물질을 방사성폐기물로 간주하여 원자력법에서 정하는 기준에 따라서 처분한다. 하

- Received: August 17, 2010. Accepted: August 31, 2010.
- Corresponding author: **Hyeon Jin Lim**
Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital
101 Daehang-ro, Jongno-gu, Seoul, 110-744, Korea
Tel: +82-2-2072-2535, Fax: +82-2-766-9083
E-mail : hj-winer@nate.com

지만 본원 종합조작실내 방사성폐기물 보관실의 공간적 제약으로 일반쓰레기통을 비치하여 사용함에 따라 일반쓰레기에서 방사성폐기물이 자주 검출되었다. 그래서 본 조사를 통해 우리가 미처 인식하지 못해 일반폐기물로 처분 된 방사성오염물질의 종류와 오염도를 측정하고 원인을 분석하여 보다 적극적인 방사성폐기물 관리와 운영의 필요성을 제시하기 위해서이다.

실험재료 및 방법

1. 실험대상

2009년 10월부터 2010년 3월까지 방사성의약품을 표지하기 위해 사용된 생리식염수와 $^{99}\text{Mo}/^{99}\text{Tc}$ generator(국산 및 외산)에서 발생한 generator cap, saline needle cap, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -needle cap, saline vial을 대상으로 하였다(Fig. 1, 2, 3).



Fig. 1. Salines which are used for labelling radiopharmaceuticals.

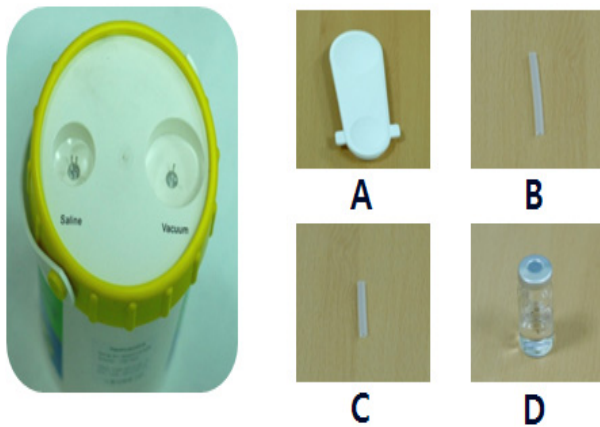


Fig. 2. Measured materials that are generated in domestic generator. (A) generator cap, (B) saline needle cap, (C) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -needle cap, (D) saline vial.

2. 실험재료

표면오염도 측정기(gamma survey meter)는 FLUKE (Victoreen, USA)를 사용하였다(Fig. 4). 측정단위는 cpm (count per minute)이고 검출기는 Pancake GM tube이다. 검 · 교정은 2009년 1월 국가측정표준대표기관(KRISS)으로부터 인증 받았다.

3. 실험방법

1) 표면오염도 측정

방사성의약품을 표지하기 위해 사용된 생리식염수는 하루 동안 사용한 양을 수거하여 표면오염도를 측정하였고 외산과 국산 generator는 입고된 날을 기준으로 표면오염도를 측정하였다. 그리고 표면오염도 측정값의 정확도를 위해 배후 방사능이 가장 낮고, 환경에 의한 영향이 적은 장소에서 국가측정대표기관(KRISS)에서 인증한 교정성적서와 동일한

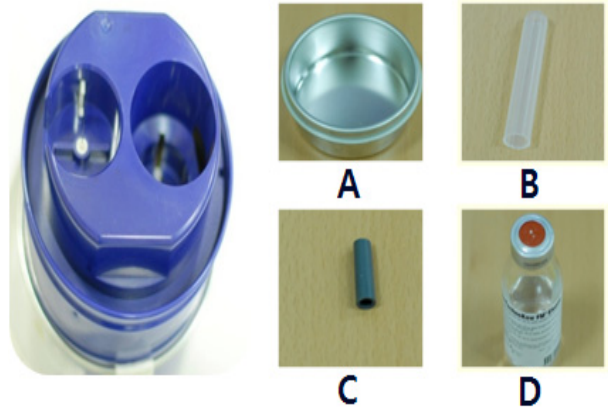


Fig. 3. Measured materials that are generated in foreign imported generator. (A) generator cap, (B) saline needle cap, (C) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -needle cap, (D) saline vial.



Fig. 4. This is Gamma survey meter.

조건으로 물체와 검출기사이의 거리를 10 mm으로 하였다 (Fig. 5). 표면오염도는 측정값에 배후방사능을 뺀 것으로 하였다.

2) 최대허용표면오염도의 1/10

측정대상물질의 오염유무를 알기 위해 방사선 관리구역에서 반출될 수 있는 오염물질에 대한 최대허용표면오염도의 1/10을 기준값으로 정하였다. 원자력법에서 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제94조에 의하면 α선을 방출하지 않는 핵종의 허용표면오염도는 4 Bq/cm²이다. 그리고 최대허용표면오염도의 1/10은 4 Bq/cm²에 검출기 표면면적 15 cm²과 검출효율 0.12를 곱하여 나온 값에 1/10을 곱하면 43.2 cpm 나온다.

$$\frac{4 \text{ Bq}}{\text{cm}^2} \times 15 \text{ cm}^2 \times 0.12 \times \frac{1}{10} = 43.2 \text{ cpm}$$

따라서 43.2 cpm 미만이고 배후방사능에 가까우면 오염되지 않은 일반폐기물로 43.2 cpm 초과하면 방사성폐기물로

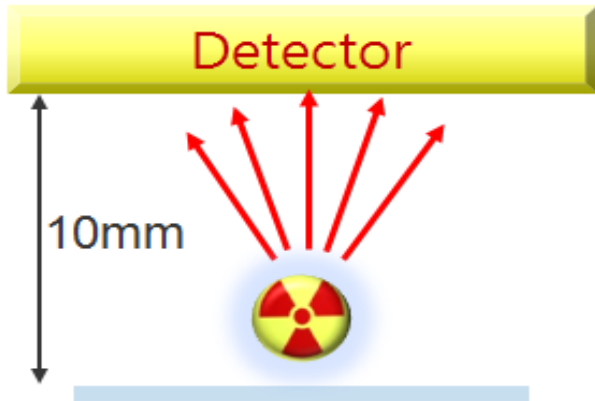


Fig. 5. This is method of surface contamination degree measurement.

간주하였다.

4. 통계분석

통계분석은 SPSS version 12 (SPSS Inc., USA)를 사용하였고, 표면오염도 측정값은 평균±표준편차(mean±SD)로 나타내었다. p값이 0.05미만일 때 통계적인 의의가 있는 것으로 간주하였다.

결 과

1. 표지에 사용된 생리식염수

방사성의약품을 표지하기 위해 사용된 생리식염수의 표면오염도를 월 별로 나타내었다(Table 1, Fig. 6). 12월은 11,900 ±12,200 cpm, 1월은 24,300±46,900 cpm, 2월은 9,700±4,500 cpm, 3월은 9,600±8,900 cpm으로 나타났고 12월부터 3월까지

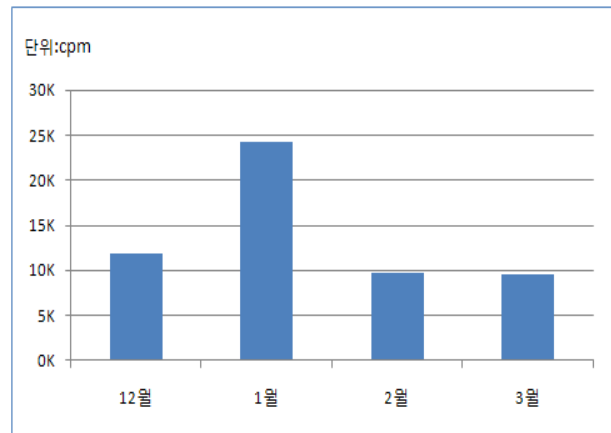


Fig. 6. This graph shows the surface contamination of normal saline used for labelling.

Table 1. Salines which are used for labelling radiopharmaceuticals

월 별	12월	1월	2월	3월
생리식염수	11,900±12,200	24,300±46,900	9,700±4,500	9,600±8,900

p<0.05.

Table 2. Foreign imported generator vs domestic generator

종 류	generator cap	saline needle cap	^{99m} Tc-needle cap	saline vial
외산 generator	17±28	35±66	9±21	13±28
국산 generator	22,852±52,545	87,367±10,9711	9,008±10,459	186,416±158,196

p<0.05.

지 모두 최대허용표면오염도의 1/10인 43.2 cpm를 초과하였다($p < 0.05$).

2. 외산 generator

외산 generator에서 발생한 측정대상물질의 표면오염도를 나타내었다(Fig. 7). Generator cap은 17 ± 28 cpm, saline needle cap은 35 ± 66 cpm, ^{99m}Tc -needle cap은 9 ± 21 cpm, saline vial은 13 ± 28 cpm으로 나타났고 모두 최대허용표면오염도의 1/10인 43.2 cpm을 초과하지 않았다($p < 0.05$).

3. 국산 generator

국산 generator에서 발생한 측정대상물질의 표면오염도를 나타내었다(Fig. 8). Generator cap은 $22,852 \pm 52,545$ cpm,

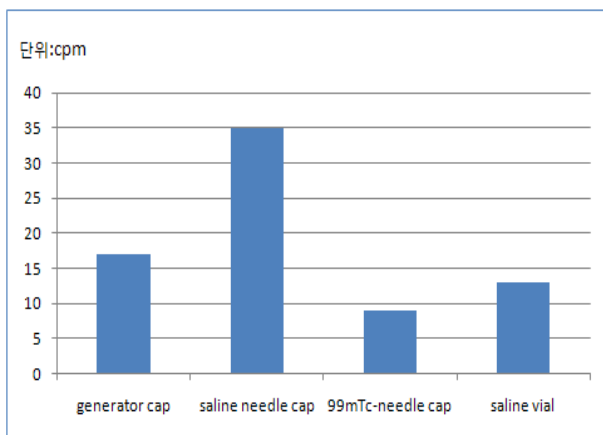


Fig. 7. This graph shows the Surface contamination degree materials that is generated in foreign imported generator.

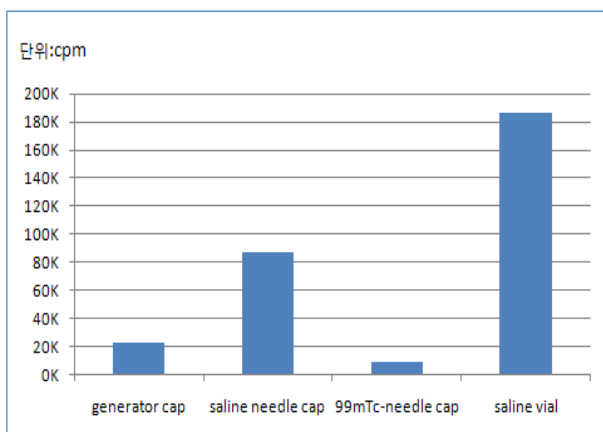


Fig. 8. This graph shows the surface contamination degree of measured generator.

saline needle cap은 $87,367 \pm 109,711$ cpm, ^{99m}Tc -needle cap은 $9,008 \pm 10,459$ cpm, saline vial은 $186,416 \pm 158,196$ cpm으로 나타났고 모두 최대허용표면오염도의 1/10인 43.2 cpm을 초과하였다($p < 0.05$).

4. 국산 vs 외산

국산과 외산을 비교했을 때 국산이 외산에 비해서 표면오염도가 높은 것을 알 수 있었다(Table 2, Fig. 9).

결론 및 고찰

본 실험은 본원 핵의학과 종합조작실 일반쓰레기통에서 자주 검출되었던 방사성오염물질을 대상으로 하였기 때문에 사례가 제한적이다. 그리고 외산 generator에서 발생한 측정대상물질은 최대허용표면오염도의 1/10을 초과하지 않아 일반폐기물로 처분하였지만 아주 미세한 오염이 측정되었고 이는 측정과정 중 오염이 있었던 것으로 생각된다. 국산 generator에서 발생한 측정대상물질과 방사성의약품을 표지하기 위해 사용된 생리식염수는 최대허용표면오염도의 1/10을 최대 1000배 이상 초과하였으므로 방사성폐기물로 간주하여 폐기시설에 보관 후 자체폐기를 하였다. 오염의 원인으로 방사성의약품을 표지하기 위해 사용된 생리식염수가 RI 표지화합물을 생리식염수로 희석할 때 주사기 바늘에 묻어 있던 $^{99m}\text{TcO}_4$ 과 함께 생리식염수에 희석이 되어 오염이 되었고, 국산generator에서는 제조 과정에서 오염된 것으로 생각된다.

따라서 방사선 작업종사자는 RI 사용 등으로 인해 발생

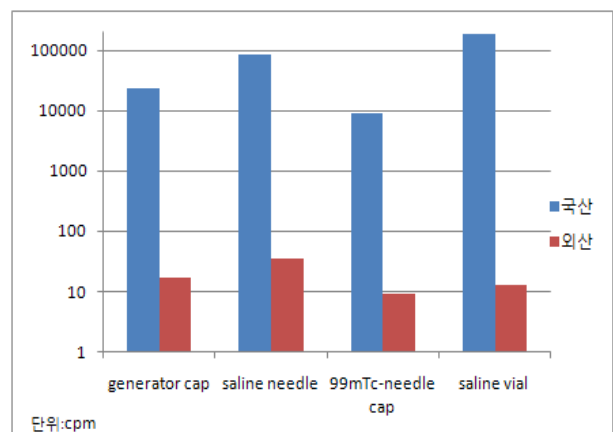


Fig. 9. This graph shows foreign imported generator vs domestic generator.

할 수 있는 모든 물질에 대한 자체적인 방사선측정, 기록 및 비치와 방사성폐기물에 대한 지속적인 교육을 하고, 제조업체는 generator의 오염을 최소화하여 공급하는 방안을 마련하는 것이 중요하다고 생각된다.

요 약

핵의학과 종합조작실은 방사선 관리구역으로 이곳에서 발생된 방사성오염물질은 방사성폐기물로 간주하여 일반쓰레기와 별도로 관리를 해야 한다. 본 실험은 우리가 미처 인식하지 못해 일반쓰레기로 처분되었던 방사성오염물질의 오염도를 측정하고 원인을 분석하여 보다 적극적인 방사성폐기물 관리·운영의 필요성을 제시하고자 함이다.

측정대상은 방사성의약품을 표지하기 위해 사용된 생리식염수와 $^{99}\text{Mo}/^{99}\text{Tc}$ generator(국산 및 외산)에서 발생한 generator cap, saline needle cap, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -needle cap, saline vial로 하였고, gamma survey meter를 이용하여 평균값과 표준편차(mean±SD)로 나타냈다. 측정대상물질의 오염유무를 알기 위해 방사선 관리구역에서 반출될 수 있는 물질의 표면오염도인 최대허용표면오염도의 1/10(43.2 cpm)을 기준값으로 정하였다.

각각의 표면오염도를 측정한 결과 방사성의약품 표지를 위해 사용된 생리식염수에서는 14,429±26,378 cpm으로 최대허용표면오염도의 1/10을 초과하였다. 그리고 측정된 generator중 외산에서는 generator cap: 17±28 cpm, saline

needle cap: 35±66 cpm, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -needle cap: 9±21 cpm, saline vial: 13±28 cpm으로 최대허용표면오염도의 1/10를 초과하지 않았지만 국산에서는 generator cap: 22,852±52,545 cpm, saline needle cap: 87,367±109,711 cpm, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -needle cap: 9,008±10,459 cpm, saline vial: 186,416±158,196 cpm으로 최대허용표면오염도의 1/10를 초과하였다.

외산 generator에서 발생한 측정대상물질은 일반폐기물로 처분하고 국산 generator와 방사성의약품을 표지하기 위해 사용된 생리식염수는 반드시 방사성폐기물로 간주하여 처분해야 한다. 따라서 일반쓰레기 뿐만 아니라 종합조작실에서 반출되는 모든 물질에 대한 자체적인 방사선측정, 기록 및 비치와 방사성폐기물에 대한 지속적인 교육을 통해 방사성폐기물이 일반쓰레기로 처분되어 나가는 것을 예방할 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. 방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제3조 ‘방사선 관리구역’, 제94조 ‘표면오염도’
2. 교육과학기술부 고시 제08-64호 ‘방사성 폐기의 자체처분에 관한 규정’
3. 박민수, 정 석, 박훈희, 이민혜, 임한상, 오기백 외. ‘방사성 오염 폐기물의 처리 방안’ *Korean J Nucl Med* 2008;2:25
4. Gyoo Seul Shin, Jae Sang Lee, Seon Kwon No, Gyoo Chan Kee, Kwang Chul Lee Won Gyoo Bae et al. Assessment of surface contamination of radioiodine container. *Korean J Nucl Med* 2003;8:23-34