

의료용 방사성동위원소 사용 및  
폐기물 배출 안전성 평가요건 도출

Safety Evaluation on Use and Waste of  
Medical Radioisotopes

2001. 3

한국원자력연구소  
부설 원자력병원

# 제 출 문

## 한국원자력안전기술원장 귀하

본 보고서를 “의료용 방사성동위원소 사용 및 폐기물 배출 안전성 평가요건 도출”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001. 3. 31.

주관연구기관명 : 한국원자력연구소부설원자력병원

주관연구책임자 :	김 장 휘
연구 원 :	김 기 섭
연구 원 :	정 윤 영
연구 원 :	천 준 홍
연구 원 :	안 희 용
연구 원 :	이 규 복
연구 원 :	박 종 오
연구 원 :	오 기 백
연구 원 :	홍 창 식

감 수 위 원

병 원 장 :	백 남 선
연구 부 장 :	임 상 무

# 요 약 문

## I. 제 목

의료용 방사성동위원소 사용 및 폐기물 배출 안전성 평가요건 도출

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

의학적 분야에서 방사성동위원소의 이용은 급격한 증가를 보이고 있는 반면 방사선안전관리 측면에서의 발전과 표준화는 상대적으로 저조함을 보이고 있다. 의료기관에서 방사성동위원소 이용에 따른 안전성 확보를 위한 기술과 방사성동위원소 관리 요건의 개발 필요성이 대두됨에 따라 전국 의료기관중 방사성동위원소 사용이 많은 종합병원의 방사선안전관리 현황을 조사, 이를 토대로 의료기관 방사선안전관리 표준 지침서를 개발하여 방사성동위원소 사용 표준화 및 방사선안전관리 기술을 향상시켜 방사성동위원소 사용에 따른 안전성을 확보하고자 하였다. 또한 방사성동위원소 치료입원실의 공기중 오염도를 측정하여 치료입원실의 환기 설비 기준을 제시하고자 하였다

## III. 연구개발의 내용 및 범위

### 1. 방사선안전관리 표준 지침서 개발

의료기관의 방사성동위원소 사용에 따른 안전성 확보를 위한 기술 개발과 방사성동위원소 관리요건 개발을 위하여 대한핵의학기술학회 산하 방사선안전관리 위원회와 함께 지역별 종합병원들의 방사선안전관리 현황을 조사하였다. 또한 지역별로 방사선안전관리 세미나를 개최하여 사용기관별 방사성동위원소 사용 및 관리방법과 현행 법규상의 문제점 및 요구사항 등을 반영하여 방사선안전관리 표준 지침서를 개발하였다

### 2. I-131 치료 입원실의 공기중 오염도 분석

I-131 치료입원실을 보유하고 있는 서울시내 4개 의료기관을 선정하여 환자의 호흡기 등으로 배출되는 I-131 치료입원실내 공기중 오염도를 조사하고자 환자 입퇴원에 따르는 전과정에서 측정하였다.

#### IV. 연구개발결과

##### 1. 의료기관의 방사선안전관리에 관한 표준지침서 작성

- 의료기관 방사선안전관리 표준지침서 개발

##### 2. I-131 치료 입원실의 공기중 오염도 분석(I-131 투여후 입원중)

과기부 고시 제2001-2호 배기중 배출농도(G)와 비교

- 자연환기 시설 : 139배 초과
- 강제 배기시설 : 2.6배 초과

과기부 고시 제2001-2호 유도공기중농도(G)와 비교

- 자연환기 시설 : 1배 초과
- 강제 배기시설 : 기준치 이하

#### V. 연구개발결과의 활용계획

과학기술부와 한국원자력안전기술원 등에서 방사선안전관리 규제기술개발과 원자력법 개정시 기초자료로 활용할 수 있으며, 특히 의료기관의 방사선안전관리 기술을 표준화함으로써 의료기관 방사선안전관리 담당자에게 제공하여 업무효율성 제고와 방사성동위원소 사용에 따른 안전성 확보에 활용 하고자 하였다.

# SUMMARY

## I. Project Title

Safety Evaluation on Use and waster of Radical Radioisotopes

## II. Objective and Importance of the Project

This study was performed a survey of many hospitals using radioisotopes in order to check the amount of use and used radioisotopes, radioactive waste, status of radiation safety and control and the exposure of radiation workers who are working at department of nuclear medicine.

At the time of the survey, this study is provided as a guide to the safe handling radionuclides.

It will prove helpful all users. The basic objective of radiation safety technique and national standardization of safe handling radioactive materials are to keep the radiation dose to man as low as are under any regulation within the annual dose limits recommended by Most. Further routine monitoring of I-131 high dose therapy ward was carried out the effectiveness of safety precautions taken to prevent undue release of I-131 to the environment.

## III. Scope and Contents of the Project

1. To publish a Manual entitled "Standard guide of radiation safety and control in hospital" Edition was prepared after careful consideration of radiation safety committee and in consultation with Korean Society of Nuclear Medicine Technology(KSNMT).

### 2. Monitoring of air contamination in I-131 therapy ward

In case where radioactive I-131 was handled or administer, the air must be monitor for contamination. The 4 hospitals in Seoul area were selected to monitor air contamination.

Air sampling may be continuous during the hospitalization for one hour and used to measure I-131 concentration in ward.

## IV. Results and Recommendations for Application

1. To publish a Manual entitled "Standard guide of radiation safety and control in hospital" This manual is provided as a guide to safe handling of radionuclides.

### 2. Monitoring of air contamination in I-131 therapy ward

The results obtained was as follows :

No ventilation system : to exceed 139 times compare to release dose limit to environment by MOST

Ventilation system : less than release dose limit by MOST

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	7
제 2 장 본 론 .....	9
제 1 절 연구내용 및 방법 .....	9
1. 지역별 방사선안전관리세미나 .....	9
2. I-131치료입원실 실내 공기중 오염도 측정 .....	10
제 2 절 연구결과 및 고찰 .....	12
1. 방사선안전관리표준 지침서 개발 .....	12
1-1. 신규방사선작업종사자 관리 .....	12
1-2. 방사선작업 종사자 관리 .....	14
1-3. 방사성동위원소 구매 .....	16
1-4. 방사성동위원소 취득 사용관리 .....	17
1-5. 방사성폐기물 관리 .....	19
1-6. 방사선/능 측정장비 검.교정 .....	21
1-7. 분기보고 작성요령 .....	22
1-8. 정기검사 .....	24
1-9. 개인피폭선량계 관리 절차서 .....	25
1-10. 방사선 및 방사능 측정 절차서 .....	27
1-11. 방사성폐기물 자체 처분 절차서 .....	32
1-12. 방사성폐기물 분리 수거 및 관리 절차서 .....	35
1-13. 비상사태 발생시 대응 절차서 .....	41
제 3 장 결론 및 건의사항 .....	51
제 1 절 결론 .....	51

제 2 절 건의사항 .....	51
제 4 장 참 고 문 헌 .....	52

## 제 1 장 서 론

의학적 분야에서 방사성동위원소의 이용은 전자공학의 발전과 더불어 급격한 증가를 보이고 있다. 특히 의료기관에서 환자의 진단 및 치료영역에서 사용되는 방사성동위원소의 종류와 양은 과거에 비해 현저히 증가하였다. 그러나 방사선안전관리 측면에서의 발전은 담보상태를 면치 못하고 있는 실정이다. 의료기관에서 방사성동위원소를 이용하는데 무엇보다도 중요한 것은 안전하고 효율적으로 이용되어야 한다는 것이다. 즉 방사성동위원소는 이용 목적에 따라 최적화 및 정당화가 확보되어야 한다는 점에서 방사성동위원소 이용에 따른 세부적인 관리방법 및 절차를 마련하여 안전하게 관리하여야 한다. 이러한 때에 의료분야의 방사선안전관리 현황과 문제점을 조사하여 새로운 방사선안전관리 모델을 정립하고 방사선안전관리 문제점 해결을 위한 방사선안전관리 기술 개발이 필요하다.

우리나라에서도 방사성동위원소를 사용한 임상이용기술 수준은 선진 외국과 비교하여 손색없을 정도이지만 방사선안전관리 측면에서의 기술수준은 선진 외국의 법령과 안전관리지침서를 원용하는 수준으로써 국내의 현실과 상이하여 많은 의료기관으로부터 개정의 요구가 있는 상태이다. 따라서 이번 연구과제를 통하여 의료기관의 방사선안전관리상의 문제점으로 대두되고 있는 항목에 관하여 실무경험을 바탕으로 의료기관의 방사선안전관리의 표준화 및 방사성동위원소 사용에 따른 안전성을 확보하는데 있다.

국내 의료기관의 방사성동위원소 사용량은 매년 급증하고 있으며 최근 전량 수입에 의존하던 것을 국내에서도 생산하여 상당부분에서 방사성동위원소의 국산화를 이루고 있다. 즉 방사성동위원소가 의료기관에서 진단 및 치료목적으로 많이 사용되고 있으며 이에 따라 사용기관이 증가하게 되었다. 사용기관의 증가는 원자력 관계법령에 따라 방사성동위원소를 사용하기 위한 시설을 갖추어야 하며 이를 위해서는 막대한 시설투자 비용이 소요되고 있다. 따라서 현재의 법령에 의한 각종 시설이 의료기관의 방사성동위원소 사용시설에 적절한지 평가하고 과도한 규제에 의한 불필요한 낭비를 예방할 필요가 있다. 본 연구과제를 통해 의료기관에 적절한 안전관리 기준을 마련하여 의료기관의 지침서로 활용한다면 많은 비용을 절감 할 수 있을 것이다.

의료기관의 방사성동위원소 이용에 따른 관리체계를 마련하고 우리나라 의료기관의 실정에 적합한 안전관리기준을 제시함으로써 방사성동위원소 이용에 따른 안



전의식을 고취시키고 방사선에 관한 부정적인 시각을 없애는데 기여할 수 있을 것이다. 또한 방사선안전관리 기술을 표준화하여 효율적인 방사선안전관리 업무 및 규제업무를 동시에 충족할 수 있다.

따라서 본 연구과제를 통하여 방사선안전관리에 관한 인식과 업무에 대한 기술을 한층 더 향상시키고, 각 의료기관에서 공유하여 방사선안전관리 업무를 활성화시킴으로 방사성동위원소 사용에 따른 안전성을 확보함과 동시에 국민적 신뢰감을 높이는 계기가 될 것이다.

## 제 2 장 본 론

### 제 1 절 연구내용 및 방법

국제방사선방어위원회(ICRP)는 1990년 방사선방호와 관련한 기존의 권고를 대폭 개정한 새로운 권고 ICRP 60을 발표하였다, 또한 1996년 1997년에 의료에서의 방사선방호의 안전에 관한 권고(ICRP 73)와 종사자의 방사선방호에 관한 일반원칙에 관한 권고(ICRP 75)등을 제안하여 현재 과학기술부를 중심으로 관련기관이 방사선방호등에 관한 새로운 권고안에 대해 연구 및 의견교환등이 활발히 진행되고 있다.

외국에서는 의료기관 방사선안전관리 기술 개발이 오래 전부터 개발 상용화되고 있으며 또한 연구개발 사업이 꾸준히 진행되고 있다. 그러나 국내에서는 방사성동위원소 및 방사선발생장치를 사용하는 의료기관의 방사선안전관리에 관한 구체적인 지침서가 아직 개발되지 않은 상태이다.

#### 1. 지역별 방사선안전관리 세미나 개최

의료기관별로 자체적인 방사선안전관리 수행을 하고 있으나 세부적인 방사선안전관리 지침이나 방사선안전관리 규제기관으로부터 검증된 지침서등이 아직 개발되지 않은 상태로 의료기관의 방사선안전관리현황과 방사선안전관리 업무 표준화를 위하여 2000년 5월 10일 충청도 지역 방사선안전관리 세미나를 시작으로 지역별로 전북권, 광주·전남권, 대구·경북권, 부산·경남권으로 분류하여 방사선안전관리 세미나 개최와 해당 지역 주요 의료기관의 방사선안전관리 현황을 직접 조사하였다

방사선안전관리세미나에서 핵의학과 기사장 및 방사선안전관리 실무자, 의료기사를 대상으로 방사선안전관리에 대한 문제점을 조사한 결과 방사선안전관리에 관한 표준 지침서를 필요함에 따라 원자력병원과 대한핵의학기술학회와 공동으로 신규방사선작업종사자 관리, 방사선작업 종사자 관리, 방사성동위원소 구매, 방사성동위원소 취득 사용관리, 방사성폐기물 관리, 방사선/능 측정장비 검교정, 분기보고 작성, 정기검사지침서 및 개인피폭선량계 관리절차서, 방사선/능 측정 절차서, 방사성폐기물 자체처분 절차서, 방사성폐기물 분리 수거 및 관리절차서, 비상사태 발생시 대응 절차서에 관한 방사선안전관리 표준지침서를 작성하게 되었다

## 2. I-131치료입원실 실내 공기중 오염도 측정

공기오염 감시 목적은 개봉된 방사능물질을 사용하는 병원, 연구실의 관리구역에서 공기오염을 조기에 검출하여 작업장내 방사선작업종사자에 대한 방어조치를 하고, 방사선작업종사자의 오염된 공기 흡입량을 추정하여 개인 체내 피폭선량을 평가하고 공기오염 발생 및 환경으로 확산을 미연에 방지하는데 있다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 방사성물질 사용시에는 반드시 Hood등과 같은 시설내에서 사용하도록 원자력법에 정하여 있지만 의료기관에서 방사성물질을 환자에게 직접 투여함으로 배기시설이 설치된 방사성동위원소 사용병실에 격리 입원하여 사용하고 있다.

특히 I-131 치료시에는 환자에게 I-131을 100 - 200 mCi 투여함으로 환자의 호흡기와 땀, 그리고 대·소변과 타액 등으로 투여량의 80%이상이 24시간이내에 배출하게 됨으로 치료입원실내 공기중 오염도는 증가하게 된다. 이때 진료와 간호를 위하여 방사선작업종사자가 출입함에 따라 오염된 공기를 흡입함으로 내부 피폭을 받을 수 있다.

따라서 공기중오염도를 측정하고자 I-131치료입원실을 운영하는 서울시내 4개의 료기관을 선정하였으며 자연환기를 이용한 치료입원실과 강제 배기장치가 설치된 치료입원실로 구분하여 공기시료를 채집하였으며, 특히 추위로 인하여 자연환기가 통제된 동절기를 이용하여 공기중 오염도를 측정하였다. 측정기간은 환자의 입원에서부터 퇴원까지 전과정의 실내 공기중 오염도를 측정하였다. 공기포집 방법은 I-131을 포집하기 위하여 Carbon cartridge TCAL-45 (HI-Q, USA) Filter를 사용하였다. 환자 침대로부터 1m 거리와 바닥으로부터 1.3m 위치에 공기채집기(Air sampler, Model 08-480, HI-Q, USA)를 설치하고 분당 40 l 유속으로 1시간동안 공기시료를 채집하여 다중과고분석기(Canberra system100, ReGe)로 측정하였다

가. 측정결과

I-131 투여후 입원중일때 자연환기를 이용한 사용병실은 과기부 고시 제2001-2호 배기중 배출관리기준(G) 대비 139배를 초과 하였으며, 유도공기중농도와 비교시 1배를 초과 하였다.

강제 배기 시설이 설치된 병실이라도 적정량의 환기시설을 설치되지 않은곳은 공기중오염도가 배기중 배출관리기준치 이상을 나타내었으며, 표 2와 같이 의료기관별로 공기중 오염도 차이는 환자에게 방사성동위원소 투여량과 투여시간등이 상이하여 발생된 것으로 판단되며 보다 심도 있는 분석을 위하여 더많은 측정이 필요하다고 사료된다.

표 1. 자연 환기 시설

기관명	구분	공기중 오염도 (Bq/m <sup>3</sup> )	배기배출 기준비교	유도공기중 농도비교	병실크기 (m <sup>3</sup> )	배기량 (ℓ)	비 고
A 병원	입원중	416	139	1	41.1	0	창문으로 자연환기
	퇴원후	8	8	0.02			

표 2. 강제 배기 시설

기관명	구분	공기중 오염도 (Bq/m <sup>3</sup> )	배기배출 기준비교	유도공기중 농도비교	병실크기 (m <sup>3</sup> )	배기량 (ℓ/분)	비 고
B 병원	입원중	146	49	0.36	69.1	15,000 (13회 환기)	*환기시설 보수중
C 병원	입원중	411.7	137	1	50.3	5,000 (10회 회전)	배기장치 정지
		7.8	2.6	0.02			배기장치 가동
D 병원	입원중	37.8	12.6	0.095	40.3	2000 (3회 회전)	

과기부고시 2001-2호 배기중 배출 농도(G) : 3 Bq/m<sup>3</sup>

과기부고시 2001-2호 유도공기중 농도(G) : 400 Bq/m<sup>3</sup>

## 제 2 절 연구결과 및 고찰

### 1. 방사선안전관리표준 지침서 개발

지역별로 방사선안전관리 세미나를 개최하여 사용기관별 방사성동위원소 사용 및 관리방법과 관련기관에 요구사항 등을 반영하여 방사선안전관리 표준관리 지침서를 개발하였다. 방사선안전관리 표준지침서를 과학기술부와 한국원자력안전기술원에 제공하여 방사선안전관리 규제기술개발과 원자력법 개정 등과 같은 기초자료로 활용되며, 특히 의료기관의 방사선안전관리기술을 표준화 하고자 지침서를 배부하여 방사성동위원소 사용에 따른 안전성을 확보하고자 하였다.

#### 1-1. 신규방사선작업종사자 관리

##### 1. 관련법규

원자력법 제71조, 동법시행령 제295조 및 제299조, 동법시행규칙 제105조  
과기부고시제1997-11호(방사선구역내에 종사하는 자에 대한 교육훈련지침)

##### 2. 관리방법

- 1) RI사용부서의 안전관리담당자는 신규방사선작업종사자(이하 '신규종사자') 및 신규수시출입자의 임용 및 전입 즉시 방사선안전관리자에게 그 사실을 통보한다.
- 2) 통보를 받은 방사선안전관리자는 '방사선작업종사자 이력카드'와 신검에 관한 안내를 한다.
- 3) 신규종사자 및 신규수시출입자는 자필로 '방사선작업종사자 이력카드'를 작성하고 신체검사를 실시한다.
- 4) 방사선안전관리자는 개인피폭선량 판독기관에 개인피폭선량계 발급을 의뢰한다.
- 5) 방사선안전관리자는 방사선안전관리에 관한 교육을 신규종사자 20시간, 신규수시출입자 4시간 이상을 실시한다.
- 6) 판독기관으로부터 발급 받은 개인피폭선량계를 신규종사자에게 지급한다.

2. 기타

1) 신규종사자교육

① 교육내용 및 시간

- 원자력시설 이용에 따른 안전관리
- 방사성물질등의 취급
- 방사선장해방어
- 방사선안전관리규정 및 관계법령
- 기타 필요한 경우에는 이용업체의 특성에 따른 교육

교육훈련의 과목	교육시간
방사선 안전관리 기초이론 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 방사선의 종류</li> <li>◦ 방사선 방어 3원칙등</li> <li>◦ 방사선 취급(방사성동위원소 및 X-선), 사용, 운반, 저장, 폐기물 관리등</li> </ul>	12시간
방사선측정 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 선량률 측정, 개인피폭선량 측정, 측정장비 조작등</li> </ul>	4시간
방사선안전관리규정 및 관계법령	3시간
오염방지 및 사고대책	1시간

\*단, 신규수시출입자는 4시간이상의 교육을 실시한다.

② 교육방법

- 자체교육 : 사용기관에서 자체적으로 20시간 교육 후 기록 유지  
 (단, 과학기술부장관이 정하여 고시하는 일정한 시설과 장비를 확보하여야 함. - 2001.02.28 현재 고시되지 않음)
- 위탁교육 : 한국방사성동위원소협회

2) 건강진단

- ① 말초혈액중의 백혈구, 적혈구의 수 및 혈색소의 양.
- ② 심폐기능 등 담당의사가 필요하다고 인정되는 검사.

## 1-2. 방사선작업 종사자 관리

### 1. 관련법규

원자력법 제71조, 동법시행령 제295조 및 제299조, 동법시행규칙 제105조  
과학기술부고시 제97-11호(방사선구역내에 종사하는 자에 대한교육 훈련  
지침), 과학기술부고시 제2001-2호(방사선방호 등에 관한 기준)

### 2. 관리방법

#### 1) 피폭관리

방사선작업종사자

- ① 분기 1회 이상 실시
- ② 전신피폭이 연간 50 mSv를 넘지 않는 범위에서 5년간 200 mSv를 넘지 않도록 한다. (2002년 12월 31일까지)
- ③ 개인피폭선량계를 분실하였을 때는 즉시 방사선안전관리자에게 신고하며 분실에 따른 조치는 첨부된 개인피폭선량계 관리 절차를 참조한다.

수시출입자

- ① 분기 1회 이상 실시
- ② 전신피폭이 연간 12 mSv를 넘지 않아야 한다.
- ③ 개인피폭선량계를 분실하였을 때는 즉시 방사선안전관리자에게 신고하며 분실에 따른 조치는 첨부된 개인피폭선량계 관리 절차를 참조한다.

#### 2) 건강진단

- ① 년 1회 이상 실시
- ② 말초혈액중의 백혈구·적혈구의 수 및 혈색소의 양.
- ③ 심폐기능 등 담당의사가 필요하다고 인정하는 검사.
- ④ 전년도 건강진단 이후 12월간의 피폭방사선량이 일반인에 대한 선량한도 (1mSv)를 초과하지 아니한 경우에는 생략할 수 있다.

#### 3) 교육

- ① 연간 6시간이상의 교육을 받아야 한다. (수시출입자는 4시간 이상)
- ② RI사용기관에서 자체 교육시는 6시간(수시출입자는 4시간 이상) 교육 후 기록 유지한다.





### 1-3. 방사성동위원소 구매

#### 1. 관련법규

방사선안전관리규정

#### 2. 구매요구 방법

- 1) 진료용 이외의 경우, 사용 예정일 최소 1주일전에 구매요구서를 작성하여 방사선안전관리자에게 제출한다(다만, 진료의 경우 병원의 특성에 맞추어 RI구매 요구서를 작성한다).
- 2) 방사선안전관리자는 RI구매요구서를 검토후 허가량과 비교하여 이상유무 확인 후 서명한다.
- 3) RI 판매회사로 동구매요구서를 발송하여 RI 구매신청을 한다.(FAX신청)
- 4) RI 판매회사는 RI 요구서에 명시된 RI를 방사선안전관리자에게 보낸다.  
단 단가계약된 진료용 RI는 판매회사에서 직접 진료부서로 보낸후 반입서류를 방사선안전관리자에게 제출한다.
- 5) 방사선안전관리자는 납품된 방사성동위원소의 수량을 확인하여 해당부서에 전달한다.

#### 3. RI 구매요구서 작성요령

- 1) 사용자는 RI구매요구서의 모든 란을 빠짐없이 작성한후 방사선안전관리자에게 제출한다(기관Code 작성)
- 2) 구매내역
  - ① 핵종 및 수량: 구매하고자 하는 핵종의 이름과 그 수량을 Bq로 기재
  - ② 화학적 상태 : 밀봉 및 개봉을 구분하고 핵종에 따른 화학적 상태를 기재
  - ③ 제조회사 : 제조회사의 명칭을 기재
  - ④ 판매회사 : RI구매 계약된 판매회사명을 기재
  - ⑤ 구입 예정일 : 최소 1주일전에 신청
- 3) 사용예정
  - ① 사용 목적 : 핵종을 사용하고자 하는 목적을 상세히 기록
  - ② 사용 장소 : 핵종을 사용하게 될 장소를 정확한 명칭과 호실을 기재
  - ③ 사용 기간 : 신청한 RI를 사용할 기간을 기재
  - ④ RI 취급자 : 취급자는 RI취급이전에 방사선안전관리 교육, 건강진단 및 개인피폭선량계 착용자만이 취급자가 될 수 있다.

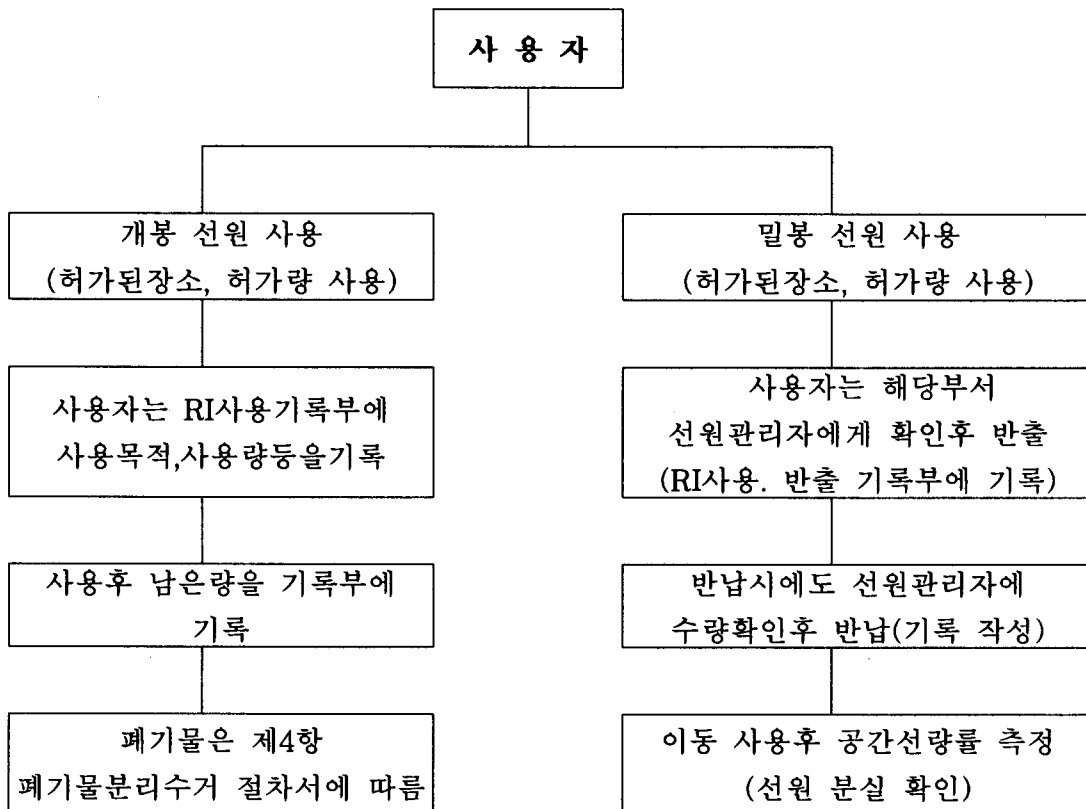
- 4) 구매자의 서명 : 해당 기관의 부서장 또는 관리자의 서명으로 한다.
- 5) 방사선안전관리자서명 : RI구매요구서를 확인후 방사선안전관리자가 서명

1-4. 방사성동위원소 취득 사용관리

1. 관련규정

원자력법 제65조, 시행령 제192조, 시행규칙 제54조,  
방사선안전관리등의 기술기준에 관한 규칙

2. 흐름도



3. 해설

- 1) 방사성동위원소의 사용은 허가된 핵종, 수량 및 장소에서만 사용한다
- 2) 방사선작업종사자(개인피폭선량계 착용자)만이 방사선작업을 할 수 있다.
- 3) 사용 후 발생하는 폐기물에 대하여는 제4항 RI폐기물 분리 수거 절차서에

따라 구분하여 분리 수거한다.

#### 4. 개봉 선원 관리

##### (1) 핵의학과 체내영상검사실

- ① 관리자 : 체내검사실 책임자에 의해 관리(RI취득 사용기록부)
- ② Generator에서 매일 용출하는 RI(Tc-99m, Re-188등)등의 방사능(취득량)과 환자에게 사용되는 방사능(사용량), 그리고 사용후 남은 재고량을 기록하여 관리한다. (Source담당자가 매일 기록하고 체내책임자가 관리)

##### (2) 핵의학과 체외검체검사실

- ① 관리자 : 체외검사실 책임자에 의해 관리(RI취득 사용기록부).
- ② 정량화된 진단Kit를 사용하므로 입고량과 사용량 및 재고량을 정확하게 파악 함으로써 RI취득사용기록부를 대신한다.

##### (3) 연구실, RI생산실

- ① 관리자 : 해당부서 방사선관리자(RI취득 사용기록부)
- ② 취득시 마다 취득량을 기록하고 사용시 마다 사용량 및 재고량을 기록-사용자가 기록 후 선원관리자가 확인

#### 5. 밀봉선원(이동사용선원) 관리

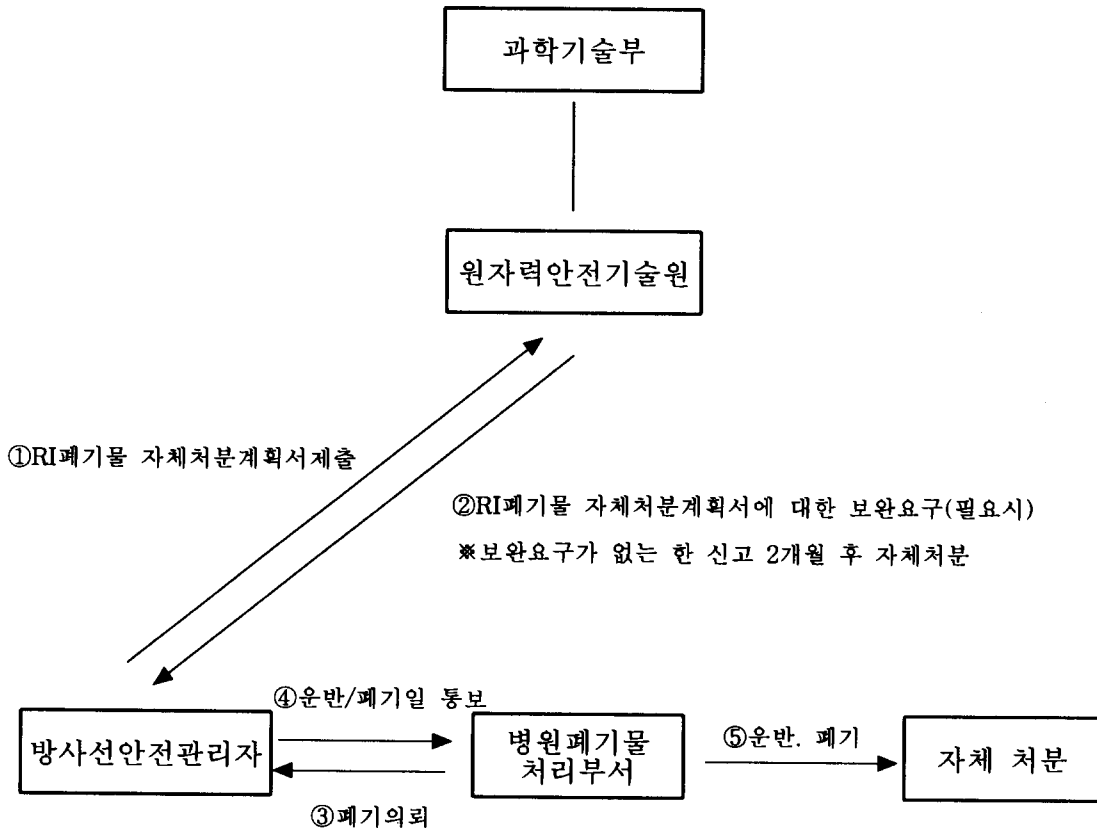
- (1) 선원을 저장실에서 사용실로 반출시에는 선원관리자의 승인 후 반출한다
- (2) 반출시는 사용자성명, 반출시간, 총방사능량, 선원갯수 등을 확인 후 선원관리자는 사용자에게 인계한다
- (3) 반납시는 제(2)항에서 확인한 절차대로 반납되는 선원이 이상이 없는지 확인후 선원관리자는 저장실에 보관한다.
- (4) 선원관리자는 RI저장실에 잠금장치를 하여야 하며 반출입 및 열쇠에 대한 관리를 책임진다
- (5) 밀봉선원별로 이력카드를 작성(밀봉선원 이력카드)하여 관리하고 취득이나 폐기에 관한 사항은 밀봉선원 취득 폐기기록부에 기록 유지한다.
- (6) 밀봉동위원소의 폐기는 판매회사를 통하여 제작사로 반송함을 권고하고 있다.

## 1-5. 방사성폐기물 관리

### 1. 관련법규

- 원자력법 제84조 제3항, 시행령 제228조 2 및 시행규칙 제87조
- 과기부고시 제1997-19호(방사성폐기물 자체처분등에 관한 규정)
- 통상산업부 고시 제1998-9호 (방사성폐기물의 인도 및 비용에 관한 규정)

### 2. 자체처분 흐름도

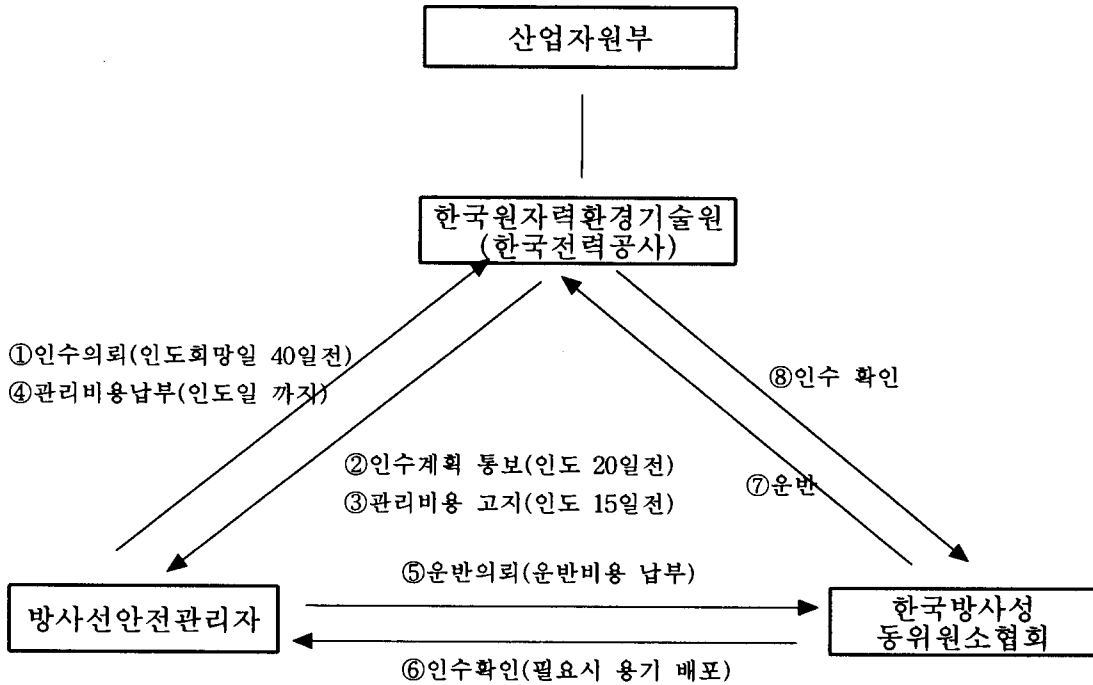


### 3. 해설

- 1) RI폐기물을 자체폐기 하고자 하는 기관은 반드시 자체폐기 전에 자체처분계획서를 한국원자력안전기술원(이하 'KINS')에 제출한다.
- 2) 자체처분 계획서에는 방사성폐기물의 자체처분절차 및 방법에 관한사항(자체처분절차서)이 기재 되어야한다.
- 3) KINS에서 별도 보완요구가 없다면
- 4) 방사선안전관리자는 자체처분계획서에 따라 자체폐기 한다.
- 5) 헤파타이티스폐기물에 대하여 적출물처리 담당자와 협의 후 적출물처리 규정

에 따라 위탁처분의뢰 또는 멸균 후 폐기한다.

#### 4. 위탁처분 흐름도



#### 5. 해설

- 1) 방사선안전관리자는 RI폐기물을 위탁처리 하고자 할 때에는 인도 희망일40일 전에 RI폐기물 인수의뢰서를 작성하여 한국원자력환경기술원(이하'NETEC')에 신고한다.
- 2) NETEC에서 인수계획 통지한다.
- 3) NETEC에서 관리비용 고지(2001년 기준 863,870/200 l )
- 4) 인도일까지 의뢰기관은 관리비용을 납부한다.(은행 지로 입금)
- 5) 한국방사성동위원소협회에 운반의뢰(운반비용 납부)
- 6) 폐기물 보관상태 확인후 인수(필요시 용기 배포)
- 7) 한국방사성동위원소협회에서 NETEC으로 운반하여 폐기의뢰 한다.

## 1-6. 방사선/능 측정장비 검.교정

### 1. 관련법규

- 계량 및 측정에 관한 법률
- 교정검사업무편람 및 국가교정검사기관 교정검사료 : 한국측정기기교정협회

### 2. 검교정 의뢰 절차

- 1) 검교정은 방사성동위원소 사용시설에 대한 방사선량률 및 방사성오염측정에 지장을 주지 않는 범위 안에서 해야 한다. 이를 위하여 한 번에 총 보유 대수의 반씩 하도록 한다.
- 2) 방사선안전관리자는 검교정 주기에 이른 계측기에 대하여 15일~30일 전에 해당 계측기가 검교정 주기에 이르렀음을 알리고, 날짜를 지정하여 검교정 대상 측정기를 해당 날짜까지 동 안전관리자에게 가져다 줄 것을 요청한다.
- 3) 측정기가 다 모이면 (1)의 서류를 작성하여 아래 기관 가운데 알맞은 곳을 정하여 해당 주소로 검교정을 의뢰한다. 인수인계를 할 때, 필요하다면, 측정기 반납 확인서 또는 검교정대상 계측기 목록에 서명 등의 방법으로 인수인계 사실을 확인한다.
- 4) 검교정 기간 동안 RI 사용시설에 대한 측정은 남아 있는 측정기를 번갈아가며 사용하여 연속성이 보장되도록 하여야 한다.
- 5) 비용 납부: 검교정이 끝나면 해당 기관으로부터 비용 납부 의뢰가 오는데, 이 때는 비용 산정표를 전송받거나 우편으로 받아 비용을 납부하고 영수증을 해당 기관으로 전송하여 납부 사실을 알린다.
- 6) 방사선안전관리자는 계측기와 교정검사성적서를 검토하여 이상이 없는지 확인한다.
- 9) 방사선안전관리자는 각 계측기에 교정검사 필증과 보정계수 등을 눈에 잘 띄는 곳에 붙이고, 해당 부서에 계측기를 찾아 갈 것에 대해 알린다.
- 10) 방사선계측기 이력카드 정리: 최근 교정검사일 등 필요한 내용을 적어 둔다.

## 1-7. 분기보고 작성요령

### 1. 관련법규

원자력법 제103조, 원자력법시행령 제324조, 원자력법시행규칙 제125조  
방사선방호등에 관한 기준(과학기술부고시 제2001-2호)

### 2. 분기보고 작성 방법

1) 분기보고의 시기: 매 분기(또는 매 반기, 이하 '분기'로 일원화한다.) 후 30  
일 이내(매 분기 첫 달에 지난 분기의 내용을 보고함.)

- 2) 보고내용: (1) 개봉방사성동위원소 관리 현황  
(2) 밀봉방사성동위원소 관리 현황  
(3) 방사선발생장치 관리현황  
(4) 방사선작업종사자 피폭선량 측정 결과

3) 보고기관: 한국원자력안전기술원(위 2항의 (1), (2), (3))  
한국방사성동위원소협회(위 2항의 (4))

#### 4) 작성방법

##### (1) 개봉방사성동위원소 사용 현황

① 분기중 취득현황, 분기중 사용현황, 분기말 현재 저장현황

##### ① I-125(kit 타입)의 경우

- 취득처: 판매기관명(구매한 경우), 양도기관명(양수 받은 경우)
- 품 명: 키트를 이용한 검사명(예: HBs-Ag, HBs-Ab 등).
- 규 격: 키트 당 검사 수(예: HBs-Ag: 100, HBs-Ab:100 등).
- 단위 방사능(KBq): 키트의 방사능량
- 키트수: 해당 분기동안 사용한 각 품명의 사용량

##### ② 기타 핵종의 경우

- 핵종: 구매한 핵종명을 쓰면 된다. 다만 Tc-99m이나 Re-188 등과 같이 제너레이터에서 용출해 쓰는 핵종은 각각 다음과 같이 쓴다.

취득현황	사용현황	저장현황
Mo-99	Tc-99m	Mo-99
W-188	Re-188	W-188

- 품명: 검사명 또는 화학적 상태(예: dCTP, UTP 등)
- 품명당 방사능(MBq): 포장단위당 방사능량(같은 품명이라도 방사능

량이 다른 경우에는 별도 항목으로 구분하여 기록한다.)

② 폐기현황: 2001년부터 고체폐기물은 부피(리터)개념에서 무게(그램)개념으로 관리방법이 바뀌었다.

- 보관폐기: 사용시설에서 나온 폐기물을 폐기물보관창고로 옮긴 것.
- 위탁폐기: 방사성동위원소폐기물 분류, 수거 및 인도규정에 따라 한국 전력공사(원자력환경기술원)에 위탁하여 폐기한 것
- 자체폐기: 보관하고 있던 폐기물 가운데 보관기간이 지난 것(처분제한치 미만의 방사성폐기물)을 자체처분 등에 관한 규정에 따라 한국원자력안전기술원에 자체처분 신고를 하고, 2달이 지난 뒤 적출물 처리 관련 법규에 따라 폐기처분한 것

(2) 밀봉방사성동위원소 사용 현황

해당 부서에서 보내온 자료를 검토하여 신규 선원 구입이나 교체/폐기 선원 유무 등을 파악한 뒤 작성한다.

- ① 분기 중 취득 및 폐기현황: 해당 분기 중 일어난 일을 기록.
- ② 분기중 사용 현황: 해당 분기중 사용한 선원을 모두 기록. 대개 모든 보유하고 있는 사용중인 밀봉선원을 다 써 준다.
- ③ 분기중 양도 및 도난, 분실현황
- ④ 분기말 현재 전체 현황

(3) 방사선발생장치 관리현황

기본적인 작성방법은 2항의 밀봉선원 사용 현황과 같다. 다만 종류, 성능, 설치 및 유지 보수기관 등은 보유하고 있는 장치의 상황에 맞게 작성한다.

(4) 방사선작업종사자 피폭선량 측정 결과

5) 운반현황 보고

- ① 운반일자: 실제로 운반한 날짜, 같은 운반을 같은 경로를 통하여 반복적으로 운반하는 경우 운반시작일과 운반종료일을 기록한다.
- ② 사업소명: 운반을 직접 실시한 주체(병원 또는 위탁기관)
- ③ 수입·수출
- ④ 운반물의 종류 및 수량: 방사능량에 따라 L형 운반물, A형 운반물,



B(U)형 운반물, B(M)형 운반물 등으로 구분하고 수량을 기록한다.

- ⑤ 방사성내용물: 운반되는 방사성물질의 물리적 상태 및 핵종과 운반되는 방사능량을 기록한다.
- ⑥ 운반용기: 운반하는 운반용기의 Certification No., 모델명, 일련번호(고유번호), 운반용기 제작회사명을 기록한다.
- ⑦ 특수형방사성물질: 운반되는 방사성물질이 특수형방사성물질이 아닌 것은 공란으로 두며, 특수형방사성물질인 것은 Certification No., 모델명, 일련번호, 제작회사명을 기록한다.
- ⑧ 운반경로 및 운반거리: 출발지와 도착지, 출발지에서 도착지까지의 운반거리, 운반회수를 기록한다. 운반이 반복적으로 이루어지는 경우 왕복이라고 기록하고 왕복회수를 쓴다.
- ⑨ 이상유무: 운반에 대하여 이상이 없으면 공란, 이상이 있으면 '이상유'

## 1-8. 정기검사

### 1. 관련법규

- 원자력법 제67조 제1항, 원자력법시행령 제199조, 원자력법시행규칙 제71조

### 2. 정기검사 수검방법

- 1) 정기검사의 시기 : 한국원자력안전기술원에서 정한 일정표에 따라 1년, 3년, 5년 주기로 하게 된다.
- 2) 정기검사 기관 : 과학기술부이며, 주무기관으로서 한국원자력안전기술원이 실제 정기검사를 주관한다.
- 3) 검사의 종류: 원자력법에서 정한 검사주기에 따라 정기적으로 하는 정기검사와 과학기술부의 지침에 따라 불시에 하는 수시 또는 특별검사가 있다.
- 4) 주요 검사 항목: 방사선안전관리 업무와 관련된 것은 모두 검사 대상이 될 수 있다. 크게 나누어 다음과 같다.
  - (1) 방사성동위원소 사용 변경허가 관련 업무
  - (2) 방사성동위원소 취득/사용/저장/폐기 관련 업무
  - (3) 방사선량율/방사성 오염 측정 기록(배수·배기 포함)
  - (4) 방사선작업종사자 피폭선량 측정결과
  - (5) 건강진단기록 및 방사선작업종사자 이력카드
  - (6) 교육·훈련기록

- (7) 방사성옥소 치료병실 및 전용 정화조 관리 업무
- (8) 방사성동위원소 사용시설 관리 업무

## 1-9. 개인피폭선량계 관리 절차서

### 1. 목적

본 절차서는 ○○병원 방사선작업종사자의 과피폭 등 방사선에 의한 장해를 방지하기 위하여 지급된 개인피폭선량계의 효과적인 관리를 통해 방사선작업종사자의 건강보호와 개인피폭선량계의 분실 예방에 그 목적이 있다.

### 2. 적용 범위

이 절차서는 개인피폭선량계를 지급 받은 방사성동위원소 이용관련부서에 적용한다, 방사성동위원소 이용관련부서는 다음과 같다.

핵의학과, 치료방사선과, ○○○과, ○○○과, ○○○과, ○○○과

### 3. 개인피폭선량계 관리 지침

#### 3.1 방사선작업종사자

3.1.1 매분기 마지막 날 개인피폭선량계를 교체한다.

3.1.2 교체한 개인피폭선량계에 TLD card가 정상적으로 들어 있는지 확인한다.

3.1.3 해당부서 안전관리담당자는 개인피폭선량계의 착용 여부, 분실여부등을 주기적으로 점검하여 방사선안전관리자에게 보고한다.

3.1.4 방사선작업종사자가 작업전환 또는 퇴사하는 경우 지체없이 방사선안전관리자에게 신고하고 개인피폭선량계를 반납한다.

#### 3.2 신규방사선작업종사자

3.2.1 방사성동위원소 관련 부서에 신규 직원의 임용 또는 전입 즉시 방사선안전관리자에게 그 사실을 알린다.

3.2.2 개인이력카드와 건강진단기록부를 자필 작성한 후 신체검사를 실시한다.

3.2.3 방사선 장해방어에 관한 20시간의 교육을 실시한 후 개인피폭선량계를 지급한다. 지상교육을 통하여 시험에 합격한 경우에는 이것으로 갈음한다.

3.2.4 교육시간을 필하지 못하였을 때는 2시간의 사전교육을 실시한후 개인피폭선량계를 지급 한다. 단, 당해년도내에 20시간의 교육을 필하여야 한다.

### 3.3 수시 및 일시 출입자

- 3.3.1 ○○과, ○○○과, ○○○과 등 ○개부서의 방사선구역 수시 및 일시 출입자는 개인피폭선량계를 지급하거나, 보조선량계를 지급하여 피폭관리를 한다.
- 3.3.2 수시출입자는 방사선 장애방어에 관한 4시간의 교육을 실시한 후 개인피폭선량계를 지급한다.
- 3.3.3 교육시간을 필하지 못하였을 때는 2시간의 사전교육을 실시한후 개인피폭선량계를 지급 한다, 단 당해년도내에 2시간의 교육을 반드시 필하여야 한다.
- 3.3.4 일시출입자의 교육은 방사선관리구역 출입시 출입전 방사선안전관리자의 시설에 대한 안전관리수칙 설명하는 것으로 갈음할 수 있다.
- 3.3.5 개인피폭선량계를 지급하여 피폭관리를 하는 수시 및 일시 출입자가 작업 전환 또는 퇴사하는 경우 지체없이 방사선안전관리자에게 신고하고 개인 피폭선량계를 반납한다.
- 3.3.6 보조선량계를 지급하는 경우에는 ‘보조선량계 지급 확인서’를 작성 후지급 한다.

## 4. 개인피폭선량계 분실시 지침

### 4.1 개인피폭선량계 분실자

- 4.1.1 분실 사실을 인지한 즉시 방사선안전관리자에게 신고한다.
- 4.1.2 개인피폭선량계분실 경위서를 작성하여 소속부서의 내부결재 후 방사선 안전관리자에게 제출한다.
- 4.1.3 개인피폭선량계를 재발급 때까지 ‘보조선량계 지급확인서’를 작성한 후 보조선량계를 방사선안전관리자로부터 지급 받아 착용한다.
- 4.1.4 분실된 개인피폭선량계에 대한 분실료는 분실자가 직접 관독기관에 변상 한다.

### 4.2 방사선안전관리자

- 4.2.1 분실사실을 보고 받은 즉시 분실자로부터 ‘개인피폭선량계분실 경위서’와 ‘보조선량계 지급확인서’를 작성하게 한 후 보조선량계를 지급한다.
- 4.2.2 용역회사에 개인피폭선량계를 의뢰하여 분실자에게 지급한다.
- 4.2.3 ‘방사선작업종사자 대체선량 산정 보고서’를 작성한다.

4.2.4 관계기관(한국방사성동위원소협회)에 분실사실을 신고한다.

4.2.5 분실자에 대한 재교육을 실시하여 분실사고가 재발되지 않도록 한다.

## 5. 개인피폭선량계착용 요령

5.1 개인피폭선량계는 몸통부위에서 방사선을 가장 많이 받는 부위에 착용하며, 납치마등 방호복을 입을 경우 안쪽에 착용하는 것을 원칙으로 한다.

5.2 전신에 걸쳐 균일하게 피폭되는 경우에는 왼쪽 가슴에 착용한다.

5.3 임신이 확인된 여성은 복부에 착용해야 한다.

5.4 실수나 취급 부주의로 개인피폭선량계를 물속에 빠뜨렸을 경우에는 선량계를 분리하여 물기를 닦고 조립하여 사용해야 한다.

5.5 타인의 개인피폭선량계착용으로는 본인의 판독 자료를 얻을 수 있으므로 항상 본인의 선량계만 착용해야 한다.

5.6 기타 문의 사항은 ○○병원 방사선안전관리실(☎ ○○○○)로 문의하시기 바랍니다.

## 1-10. 방사선 및 방사능 측정 절차서

### 1. 목적

방사선관리구역내 방사선/능 측정에 관한 절차서로서 방사선관리구역내의 공간 방사선량, 표면오염 및 배수중오염도 측정과 제염에 필요한 기준을 정함으로서 방사선에 의한 장해를 미연에 방지함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

방사선관리구역내에 출입하는 모든 방사선작업 종사자, 수시출입자 및 관련업무 종사자를 비롯하여 밀봉되지 아니한 방사성동위원소를 사용하는 모든 작업시설에 적용한다.

### 3. 용어의 정의

#### 3.1 선량한도

방사선장해의 우려가 있는 장소에 대한 선량한도는 다음에 정하는 기준을 초과하지 아니하도록 하며 만일 그 기준이상의 방사선량을 나타낼 경우에는 방호의 원칙에 따라 시간, 거리, 차폐 등과 같은 조치를 취하여 작업종사자로 하여금 년

간 최대허용피폭선량인 50mSv를 초과하지 아니하도록 한다.

선 량 한 도	외부에 피폭하는 방사선량과 내부에 피폭하는 방사선량을 합한 피폭방사선량의 상한값					
	구분	방사선작업종사자	수시출입지 및운반종사자	일반인	긴급작업시	
	유효선량한도	연간 50mSv를 넘지 아니하 는 범위에서 5년간 100mSv	연간 12mSv	연간 1mSv	0.5Sv	
	등가선 량한도	수정체	연간 150mSv	연간 15mSv	연간 15mSv	피부 5Sv
		눈	연간 500mSv	연간 50mSv	연간 50mSv	

### 3.2 허용표면오염도

방사선관리구역내 사람이 접촉하는 물체 또는 인체 표면의 방사성오염도로  
서 그 표면이 방사성동위원소에 의한 오염을 제거하거나 접촉하는 물질을 폐  
기하여 다음에 정하는 최대허용 표면오염도를 초과하지 아니하도록 한다.

#### 3.2.1 허용오염도

3.2.1.1 알파선을 방출하는 방사성물질인 경우 : 4kBq/m<sup>2</sup>

3.2.1.2 알파선을 방출하지 않는 방사성물질인 경우 : 40kBq/m<sup>2</sup>

## 4. 측정

### 4.1 측정장소, 측정시기(시행규칙) 및 기록관리(시행령)

#### 4.1.1 방사선량의 경우

##### 4.1.1.1 측정장소

- ① 사용·분배·저장 및 폐기 시설
- ② 고정된 방사선차폐시설안에 있는 밀봉방사성동위원소 또는 방사선발생장치
- ③ 방사성폐기물의 저장·처리 및 처분 시설
- ④ 방사선관리구역
- ⑤ 비정상적으로 방사성물질이 누출된 장소

##### 4.1.1.2 측정시기

- ① 방사선작업종사자 : 장해 업무에 종사하기 전 및 종사 기간중
- ② 수시출입자 : 출입하는 때마마
- ③ 방사선관리시설에 일시적으로 출입하는 자로서 선량한도를 초과하여 피폭될  
우려가 있는자 : 출입하는 때마다

## 4.1.2 방사성물질에 의한 오염상황의 경우

### 4.1.2.1 측정장소

- ① 방사선관리구역에 있어서 공기중의 방사성물질 농도와 오염된 물체의 표면
- ② 방사선관리구역으로부터 반출하는 물품의 표면
- ③ 배기구 또는 배수구
- ④ 비정상적으로 방사성물질이 누출된 장소

### 4.1.2.2 측정시기

- ① 방사선작업종사자의 손·발·작업복·보호구 기타 오염의 우려가 있는 부위의 표면 : 작업을 종료하는 때마다
- ② 수시출입자의 손·발·작업복·보호구 기타 오염의 우려가 있는 부위의 표면 : 출입하는 때마다

## 4.1.3 배수중 오염도의 경우

### 4.1.3.1 RI폐액 저장조 - 방출시 마다

### 4.1.3.2 병원 최종 방출구 - 정기적으로

## 4.1.4 방사선안전관리 기록

### 4.1.4.1 방사성동위원소 사용·분배·저장 및 폐기 시설의 방사선량을 : 매 작업 전후 및 매주 1회

### 4.1.4.2 밀봉방사성동위원소 또는 방사선발생장치로서 방사선차폐시설이 일정한 장소의 방사선량을 : 매월 1회

### 4.1.4.3 배기구 및 배수구에서의 방사성물질의 농도 : 배기 및 배수한 때마다

### 4.1.4.4 방사선관리구역에서의 방사성물질로 오염된 물체의 표면오염도 : 작업한 때마다

## 4.2 평가방법

### 4.2.1 공간선량을 측정

4.2.1.1 방사선계측기를 이용하여 공간에서의 방사선량을 측정한다.

4.2.1.2 실측치와 방사선계측기의 교정정수(교정검사 성적서 참조)를 곱하여 계산치를 산출한다.

4.2.1.3 계산치를 법적 기준치와 비교 분석한다.

4.2.1.4 측정 기록 예시[단위: mR/h]

방사선관리구역내 공간선량율을 측정 한 결과 2.6mR/h이 실측되었다. 이때 사용된 측정기는 범위는 1에서 측정하였으며, 교정정수는 0.94이었다. 이때 방사선관리구역내 방사선량율을 구하고 법적인 기준치와 비교하시오?  
(주당 근무시간 40시간)

$$\text{계산식} = \text{계측범위} \times \text{교정정수} \times \text{실측치}$$

$$1 \times 0.94 \times 2.6 = 2.444\text{mR/h}$$

공간에서의 방사선량율은 2.444mR/h로 법적 기준치인 2.5mR/h 이하임.

#### 4.2.1 표면오염도

4.2.1.1 표면오염도를 평가하기 위하여 100cm<sup>2</sup>의 면적을 오염도측정용지(스미어 필터)로 문지른다.

4.2.1.2 오염도 측정용지에 측정지점(Smear point)을 표시하여 추후 측정 후 오염지역을 확인 할 수 있도록 한다.

4.2.1.3 문지를 때에는 손가락 이용하여 균일하게 힘이 가해지도록 한다.

4.2.1.4 문지르는 시료의 면적은 일정하도록 한다.(100cm<sup>2</sup>).

4.2.1.5 문지른 오염물질이 유실되지 않도록 시료를 채취한다.

4.2.1.6 채취한 오염도측정용지를 Counter에 넣고 측정을 실시한다.

4.2.1.7 결과에 대하여 기록을 하고, 오염이 된 경우에는 제염을 실시하도록 한다

4.2.1.8 측정값 산출 예시(직접법):

- 기준치 : 알파선 이외의 방사선인 경우 40Bq/cm<sup>2</sup>

- 계측기 효율 : 20%

- 검출창의 크기 : 15cm<sup>2</sup>

- 40Bq = 40cps = 2400cpm 여기에 계측기의 효율 20%를 감안하면

2400cpm × 0.2 = 480cpm 여기에 검출창의 크기를 감안하면

480cpm × 15cm<sup>2</sup> = 7200cpm · cm<sup>2</sup>

이렇게 하여 얻어진 결과, 표시되는 측정값이 480cpm일 경우 허용표면오염도 40Bq/cm<sup>2</sup>에 상응하는 값이 되므로 측정값 480cpm을 기준치로 한다.

#### 4.2.2 RI 오 · 폐수 오염도

4.2.2.1 배출하고자할 경우 RI 정화조 방류 지점에서 채수(이하 'sample')한다.

4.2.2.2 깨끗한 Plain tube에 sample 1cc와 증류수(이하 'DW') 1cc를 각각 3개씩 분주하여 준비한다.

4.2.2.3 방사능계측기(감마카운터)에 측정하여 측정시간동안 누적된 count값을 얻는다. (이때 측정에 따른 오차를 줄이기 위하여 측정시간을 가능한 한 길게 한다.)

4.2.2.4 각각 3개의 Sample 평균값에 DW 평균값을 뺀 값을 구한다.

4.2.2.5 여기에 측정시간을 나누어 cps를 구한다음 Bq단위로 환산한다.

4.2.2.6 측정시료의 용량이 1cc이므로 uCi/cc단위로 환산한다.

4.2.2.7 환산값을 핵종별 기준으로 나누어 1이하이면 적합하다. 단, 배출관리 기준 이상인 경우에는 RI 정화조에서 배출된 후 기관 전체 오·폐수 정화조 처리용량에 희석되어 배출되는 개념을 도입하여 정량적으로 관리 기준 미만임을 증명한 후 처리한다. 또한 배출관리 기준을 적용함에 있어 방사성 핵종의 배출관리 기준은 1주간의 평균치로 한다.

(다만, 부득이한 경우 3개월간의 평균치로 같음한다<과학기술부고시 제 2001-2호 방사선방호등에 관한 기준 제6조의 배출관리기준 ②항 참조>).

4.2.2.8 측정값 산출 예시

- 기준치 : I-131의 경우  $3 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> ( $8.1 \times 10^{-7}$   $\mu$  Ci/cc)
- 계측기 효율 : 43 %
- 측정시간 : 14400초
- 시료의 용량 : 1cc
- 3개 DW의 평균 count : 4950
- 3개 Sample의 평균 count : 5000
- Sample - DW = 50 이므로 측정시간으로 나누어 주면 0.0035cps이고 여기에 계측기 효율 43 %을 고려하면 0.0015Bq임을 알 수 있다.
- 시료의 용량이 각각 1cc이므로 이것은  $2.18 \times 10^{-7}$  uCi/cc로 나타낼 수 있다.
- I-131의 경우  $8.1 \times 10^{-7}$   $\mu$  Ci/cc이 기준치이므로 계산된 값을 나누면 0.27으로 그 값이 1 이하이므로 배수 기준에 적합하다.

## 5. 측정결과에 대한 조치

비정상적인 방사선/능 준위의 변화가 측정되었을 경우에는 방사선안전관리자가 해당시설의 부서장에게 즉시 통보하며, 해당 부서장은 방사선/능 준위의 변화에 따른 원인을 추적 분석하고 필요한 조치를 강구하여야 한다.



## 1-11. 방사성폐기물 자체 처분 절차서

### 1. 목적

이 절차서는 OOOO병원에서 방사성동위원소의 이용으로 인하여 발생하는 폐기물의 폐기절차를 규정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

2.1 이 절차서는 “방사성폐기물자체처분 등에 관한 규정”(과학기술부고시 제 97-19호, 1997.12.17)의 【별표】에서 규정한 방사성 핵종 중 다음의 방사성 핵종에 대하여 적용한다.

H-3, C-14, N-13, O-15, F-18, P-32, S-35, Ca-45, Cr-51, Ga-67,  
Mo-99, Tc-99m, In-111, I-123, I-125, I-131, Tl-201

2.2 이 절차서는 방사성동위원소 이용으로 인하여 발생된 폐기물의 발생에서부터 자체처분시점까지의 과정에 대하여 적용한다.

2.3 이 절차서에 따라 자체처분 하고자 하는 폐기물의 종류는 다음과 같다.

#### 2.3.1 구슬(Bead)

2.3.2 시험관(코팅튜브, 폴리에틸렌 튜브) 및 플라스틱물질(팁, 플레이트, 액체섬광계측용 바이알)

#### 2.3.3 바이알(Vial)

#### 2.3.4 주사기, 주사바늘

#### 2.3.5 반응 트레이(Reaction tray)

2.3.6 단순시험관(구슬을 계측하기 위해 사용되는 폴리프로필렌 시험관)

2.3.7 잡고체(실험과정 수행 시 이용된 종이, 비닐, 기타 가연성물체)

### 3. 용어의 정의

이 절차서에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

3.1 “수거”라 함은 사용시설 내에서 폐기물을 모으는 것을 말한다.

3.2 “수거봉지”라 함은 사용시설 내에서 폐기물을 수거하기 위한 봉지를 말한다.

3.3 “수거용기”라 함은 수거봉지를 넣어 사용하기 위하여 사용시설 내에 비치하는 용기를 말한다.

3.4 “보관”이라 함은 자체처분시점까지 방사능감쇄를 목적으로 격리된 일정 시설 내에 저장하는 것을 말한다.

#### 4. 직무

##### 4.1 병원장

이 절차서에 따른 폐기물의 자체처분 업무를 총괄하며 운영상의 모든 책임을 진다.

##### 4.2 방사선안전관리자

4.2.1 폐기물의 자체처분 계획의 수립·지시 및 감독을 하며 필요한 조치와 함께 자체처분 결과를 방사선 안전관리 위원회 및 병원장에게 보고한다.

4.2.2 폐기물의 자체처분 관련사항을 확인하고 그 기록을 유지한다.

#### 5. 폐기물의 수거

##### 5.1 분류

폐기물은 2.1의 핵종별, 2.3의 종류별로 분류한다.

##### 5.2 수거 및 수거방법

5.2.1 방사성동위원소의 이용으로 인하여 발생된 폐기물을 발생 즉시 사용시설 내에 비치된 수거봉지에 투입한다.

5.2.2 수거봉지는 사용전에 누설여부를 점검하고 사용개시 일자를 【부표1】의 수거 봉지에 기록하여 부착한다.

5.2.3. 폐기물은 핵종별, 종류별로 구분하여 수거한다.

5.2.4 폐기물의 발생량이 많지 아니한 경우에는 【별표1】의 구분에 의한 보관기간이 유사한 핵종별로 혼합하여 보관할 수 있다.

다만, 이 경우 보관기간은 핵종별로 제일 긴 기간을 적용한다.

##### 5.3 수거봉지

5.3.1 수거봉지는 OOOO병원에서 적출물 분리수거용으로 지급되는 비닐봉지를 이중으로 포장하여 사용한다.

5.3.2 수거봉지는 튜브(Tube)기준으로 50ℓ를 보관할 수 있는 크기로 한다.

##### 5.4 수거용기

5.4.1 수거용기는 쉽게 누설되거나 부식되지 않는 재질로 한다.

5.4.2 수거용기는 수거봉지를 충분히 수납할 수 있는 크기로 한다.

5.4.3 수거용기는 쉽게 전복되지 않도록 하며 뚜껑을 설치하여 사용하지 않을

때는 닫을 수 있도록 한다.

5.4.4 수거용기는 폐기물종류에 따라 적절한 수량을 사용시설 내에 비치한다.

5.4.5 수거용기에는 【부표2】와 같은 수거용기용 표지를 부착하여 【별표1】에 따라 구분된 코드번호를 부여하고 쉽게 지워지지 않는 방법으로 표시한다.

## 5.5 수거봉지의 보관

5.5.1 폐기물이 수거봉지에 가득차면 수거봉지 입구를 봉입하고 봉입일자, 자체 처분예정일자, 부피 및 표면선량률을 측정한 후 수거봉지에 부착되어있는 【부표1】과 【별표3】의 자체처분 기록지에 기록한다.

5.5.2 봉입한 수거봉지는 폐기물 보관시설로 운반하여 종류별로 보관한다.

5.5.3 수거봉지는 발생순서대로 보관하여 선입선출이 가능하도록 한다.

## 6. 자체처분 방안

6.1 보관하고 있는 폐기물이 【별표2】(핵종 및 폐기물 종류별 처분가능일자 산정 표)에서 표기된 바와 같이 폐기물 종류별로 제시된 기간 이상을 경과하면 과 학기술부 장관에게 자체처분계획서를 제출하고 안전규제기관으로 부터 자체 처분제한 및 보완요구가 없는 한 신고 2개월 경과 후 자체처분한다.

6.2 자체처분시에는 표면방사선량률을 측정하여 자연방사능 수준과의 차이가 없 는지 확인한다. 이때 측정기는 인근의 다른 폐기물에 의하여 영향을 받지 않도록하여 측정한다.

6.3 자체처분시 수거봉지 및 자체처분 폐기물의방사능 표지는 반드시 제거후 처 분한다.

6.4 자체처분에 대한 허가를 득한 후 처분방법은 【별표4】(OOOO병원 적출물 처리 지침)에서 제시된 OOOO병원의 폐기물처리방법에 따라 위탁처리하고 그 기록을 남긴다.

## 7. 자체처분 관련기록

자체처분과 관련하여 【별표3】의 기록을 자체처분일로부터 5년간 보존한다.

## 1-12. 방사성폐기물 분리 수거 및 관리 절차서

### 1. 목적

본 절차서는 OO병원 방사선구역에서 발생하는 각종 방사성폐기물을 분리수거하고 관리하여 방사선구역 작업종사자의 방사선에 의한 장해를 방지하고 방사성폐기물을 효과적으로 처리하는데 그 목적이 있다.

### 2. 적용 범위

이 절차서는 방사성동위원소 이용관련부서에 적용한다.

방사성동위원소 이용관련부서는 다음과 같다.

핵의학과, 치료방사선과, ○○○과, ○○○과, ○○○과, ○○○과

### 3. 방사성폐기물 분리수거 지침

#### 3.1 일반적 사항

3.1.1 방사성동위원소 폐기물은 사용자 임의로 일반폐기물로 버릴수 없으며 반드시 다음 절차에 따라 분류 수거 되어야 한다.

3.1.2 50ℓ 안전수거용기에 이중포장하여 다음과 같이 분류하여 보관 폐기한다.

3.1.2.1 각 핵종별로 고체 및 액체로 구분하여, 고체는 가연성, 비가연성, 비압축성, 헤파타이티스, 동물사체를 구분한후

3.1.2.2 폐기물의 종류별로 구분하여 폐기하며, 이때 고체의 경우 액체를 완전히 제거 후 보관 폐기한다.

※ 예 : 가연성 플라스틱류용 주사기, 시험관, 팁등을 구분하여 폐기

액체는 핵종을 구분한 후 유기폐액과 일반폐액으로 구분하여 폐기

3.1.3 핵종별 포장용기 측면에 코드번호와 폐기물구분, 종류, 핵종, 발생일자, 폐기일자, 무게, 표면선량율을 기록한 방사성폐기물 표지를 부착한후 보관폐기시설에 보관한다.

3.1.4 RI폐기물의 자체처분을 위해서 방사성동위원소 마크는 반드시 제거한다.

3.1.5 자체처분이 불가능한 폐기물에 대하여 방사선안전관리자는 제8항 4와 같이 RI협회로 폐기물 수거의뢰를 요청한다.

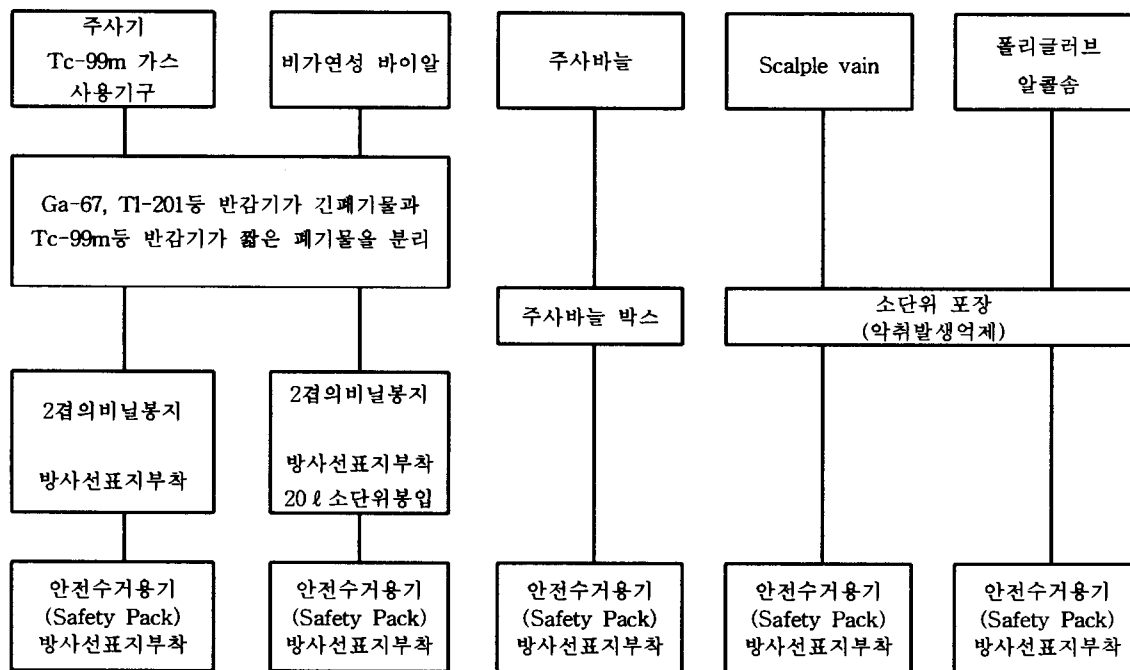
3.1.6 방사선안전관리자는 일정기간 보관된 방사성폐기물에 대하여 자체처분가능일자를 산출한 후 제8항 2, 3과 같이 자체처분방법을 결정하며 이때 감염성 폐기물에 대하여는 원내 적출물 처리 담당부서와 협의후 처리업체에

위탁처분 또는 멸균하여 자체 처분을 실시한다.

3.1.7 액체 폐기물의 유기폐액은 회석방류가 불가능하므로 반드시 RI협회로 위탁폐기 하며, 일반폐액은 회석하여 방류할수 있으나, 이때에는 오염도를 측정하여 과학기술부고시 제 98-12호 제17조의 수중허용농도 이하임을 확인 후 방출한다.

### 3.2 체내 영상실(In vivo) 폐기물

#### 3.2.1 분리수거 흐름도



#### 3.2.2 Syringe, vial

3.2.2.1 Ga-67, Tl-201등 반감기가 긴 폐기물과 Tc-99m, I-123등 반감기가 비교적 짧은 폐기물을 분리하여 폐기한다.

3.2.2.2 포장단위 : 안전수거용기 50 ℓ

3.2.2.3 포장방법

- 주사기 : 2점의 비닐봉지에 봉입 - 방사선표지 부착  
안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착
- 비가연성 바이알 : 2점의 비닐봉지에 봉입 - 방사선표지 부착  
안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착

#### 3.2.3 주사바늘

3.2.3.1 반드시 주사바늘 박스를 사용한다.

3.2.3.2 포장단위 : 안전수거용기 50 l

3.2.3.3 포장방법 : 주사바늘 박스 봉입

안전수거용기에 봉입(주사바늘 박스 40개) - 방사선표지부착

3.2.4 폴리글러브, 알콜솜

3.2.4.1 포장단위 : 안전수거용기(Safety Pack) 30 l

3.2.4.2 포장방법

각 영상실에서 일일 발생 폐기물을 수거하여 RI저장실에 준비된 안전수거용기(Safety Pack)에 악취발생 억제를 위해 소단위 포장후 투입한다.

안전수거용기(Safety Pack) 봉입 - 방사선표지 부착

3.2.5 Tc-99m gas 사용기구

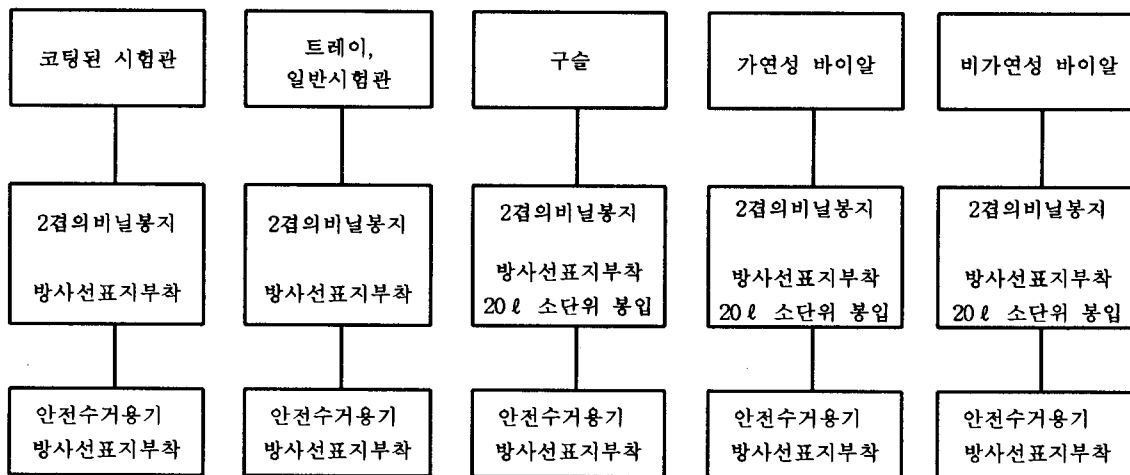
3.2.5.1 포장단위 : 안전수거용기 50 l

3.2.5.2 포장방법 : 2겹의 비닐봉지에 봉입 - 방사선표지 부착

안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착

### 3.3 체외검사실(Invitro) 폐기물

#### 3.3.1 분리수거 절차도



#### 3.3.2 코팅된 시험관

3.3.2.1 포장단위 : 안전수거용기 50 l

3.3.2.2 포장방법 : 2겹의 비닐봉지에 봉입 - 방사선표지 부착

안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착

#### 3.3.3 트레이, 일반 시험관

3.3.3.1 포장단위 : 안전수거용기 50 l

3.3.3.2 포장방법 : 2겹의 비닐봉지에 봉입 - 방사선표지 부착

3.3.4 구슬

3.3.4.1 포장단위 : 안전수거용기 50ℓ

3.3.4.2 포장방법 : 2겹의 비닐봉지에 봉입(20ℓ) - 방사선표지 부착  
안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착

3.3.5 가연성 바이알

3.3.5.1 포장단위 : 안전수거용기 50ℓ

3.3.5.2 포장방법 : 2겹의 비닐봉지에 봉입(20ℓ) - 방사선표지 부착  
안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착

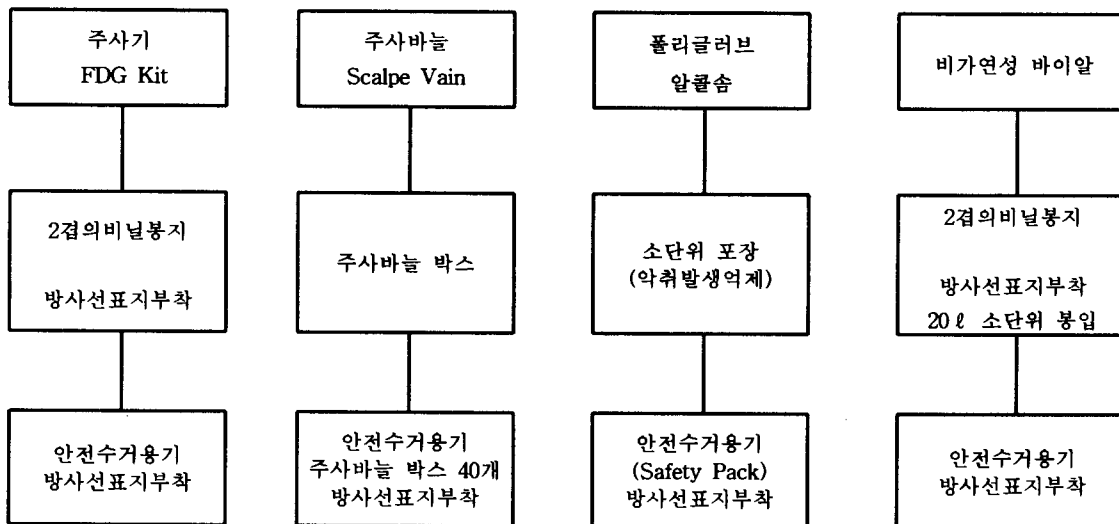
3.3.6 비가연성 바이알

3.3.6.1 포장단위 : 안전수거용기 50ℓ

3.3.6.2 포장방법 : 2겹의 비닐봉지에 봉입(20ℓ) - 방사선표지 부착  
안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착

3.4 양전자방출단층(PET) 촬영실 폐기물

3.4.1 분리수거 절차도



3.4.2 주사기 (FDG kit)

3.4.2.1 포장단위 : 안전수거용기 50ℓ

3.4.2.2 포장방법 : 2겹의 비닐봉지에 봉입 - 방사선표지 부착  
안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착

3.4.3 주사바늘 - 반드시 주사바늘 박스를 사용

3.4.3.1 포장단위 : 안전수거용기 50ℓ

3.4.3.2 포장방법 : 주사바늘 박스 봉입

안전수거용기에 봉입 (주사바늘 박스 40개) - 방사선표지 부착

3.4.4 폴리글러브, 알콜솜

3.4.4.1 포장단위 : 안전수거용기(Safety Pack) 30 ℓ

3.4.4.2 포장방법 : 악취발생 억제를 위해 소단위 포장후 안전수거용기(Safety Pack)에 투입한다.

안전수거용기(Safety Pack) 봉입 - 방사선표지 부착

3.4.5 비가연성 바이알

3.4.5.1 포장단위 : 안전수거용기 50 ℓ

3.4.5.2 포장방법 : 2겹의 비닐봉지에 20 ℓ 소단위로 봉입

안전수거용기에 봉입 - 방사선표지 부착

3.5 방사성동위원소 치료병실 폐기물

3.5.1 잡고체

3.5.1.1 포장단위 : 안전수거용기 30 ℓ

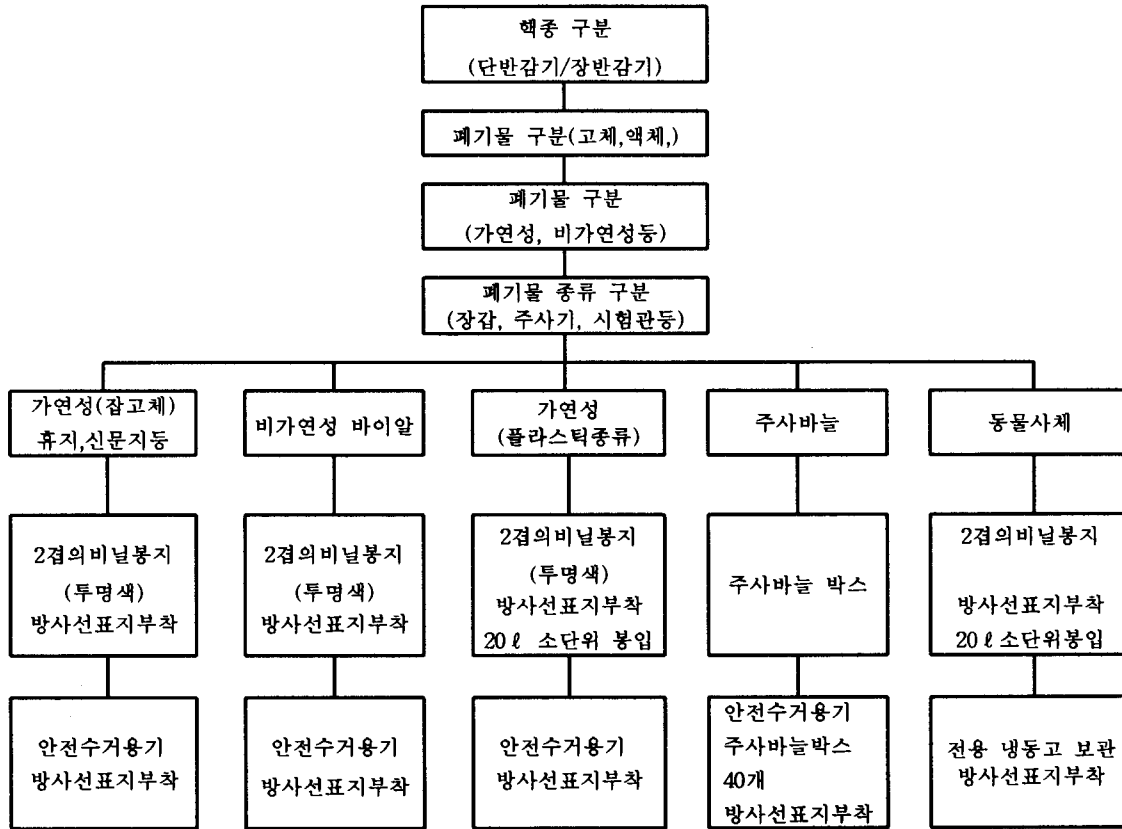
3.5.1.2 포장방법

- 환자입원과 동시에 안전수거용기(Safety Pack) 지급한다.
- 입원기간동안 발생하는 쓰레기 수거한다.
- 환자퇴원과 동시에 안전수거용기(Safety Pack)의 오염 측정한다
- 허용표면오염도 이상시 폐기물을 RI폐기실에 저장한다.(방사선표지 부착)

3.6 연구용 방사성폐기물(동위원소 생산 시설 포함)



### 3.6.1 분류 수거 절차도



### 3.6.2 핵종을 구분 하여 각각의 투명한 봉지에 폐기

3.6.2.1 포장단위 : 30~50 ℓ 의 소단위 포장한다.

3.6.3 폐기물 성상별로 구분한다. (고체, 액체, 가연성, 비가연성등)

3.6.4 폐기물 종류별로 구분하여 폐기한다. (주사기, 시험관, 고무장갑등을 분류 하여 폐기)

3.6.4.1 포장방법 : 각각의 성상별로 분리 수거한다.

- 유리바이알 : 비가연성
- 고무마개, 뚜껑, 비닐 : 가연성 플라스틱류
- 액체내용물 : 액체폐기물

3.6.5 가연성 플라스틱 폐기물은 소량단위로 포장후 폐기

3.6.6 동물사체 폐기물은 냉동고에 냉동후 폐기

#### 4. 방사성폐기물 관리 지침

- 4.1 방사성폐기물을 폐기물저장실로 저장할 경우 안전관리담당자의 내용물, 포장 단위 및 방사선표지 부착등의 확인을 받아야 한다.
- 4.2 작업자는 RI폐기실에 비치된 장부에 기록한다.
- 4.3 안전관리담당자는 RI폐기물 장부에 기록한다.
- 4.4 위의 절차에 의하여 RI폐기실에 보관된 방사성폐기물 자체처분 또는 위탁폐기한다.
- 4.5 자체처분은 “방사성폐기물 자체처분 계획서”에 따라서 시행한다.
- 4.6 위탁폐기는 “방사성폐기물의 인도 및 비용에 관한 규정” (통산산업부 고시 1998-9호)과 “방사성동위원소 등의 폐기물 인수에 관한 사업자 지침서”에 따라서 시행한다.
- 4.7 안전관리담당자는 방사성폐기물의 정리 및 처리과정에서 필요한 인력은 작업 시작 1 주일 전 협조 의뢰한다.
- 4.8 방사성폐기물의 분리수거시 사용되는 비닐봉지는 투명한 것을 사용하여 외부에서 폐기물의 성상을 파악할 수 있도록 한다.
- 4.9 안전수거용기는 적출물 처리업체와 상의하여 제작 사용하거나 물품입고시 사용되는 규격화된 종이박스를 사용하면 폐기물의 수량파악과 저장시 용이하다.

#### 1-13. 비상사태 발생시 대응 절차서

##### 1. 목적

○○병원 방사선사용시설에서 방사성동위원소를 사용함에 따라 발생할 수 있는 사고에 대한 절차를 미리 확보하여 신속한 대처를 통해 인적 및 물적자원의 손실을 최소화하며, 특히 화재발생시 신속한 행동으로 화재를 진압하고 환자, 보호자, 방사선작업종사자와 화재진압을 위해 출동한 소방관 및 119구조대를 방사선피폭과 오염을 방지함을 목적으로 한다.

##### 2. 방사선안전관리 비상연락망

○○병원장      ○○○      원내 ☎ XXX-XXXX

방사선안전관리자      ○○○      원내 ☎ XXX-XXXX      외부 ☎ XXX-XXXX

방사선안전관리담당자 ○○○ 원내 ☎ XXX-XXXX 외부 ☎ XXX-XXXX  
 ○○병원내 방재실 원내 ☎ XXX-XXXX  
 ○○병원내 야간당직실 원내 ☎ XXX-XXXX  
 과학기술부 방사선방어과 ☎ 503-7654,7655  
 원자력안전기술원 RI규제실 ☎ 042-868-0273  
 관할 경찰서 ☎ XXX-XXXX  
 관할 소방서 ☎ XXX-XXXX

### 3. 방사성동위원소 관련 사고 발생시 대응절차

#### 3.1 긴급조치

사고가 발생한 경우 상황에 따라 적절한 긴급조치를 취해야 한다.

이때 가장 먼저 생각해야할 원칙은 다음과 같다.

3.1.1 인명안전보호 : 인명의 안전을 최우선하고, 물적 손실은 다음으로 한다.

3.1.2 관계자에게 통보 : 근처에 있는 사람에게 사고발생 사실을 알리고 대피하도록 한 후, 방사선안전관리자에게 이 사실을 알린다.

3.1.3 오염확대방지 : 사고의 위험도를 판단하여 안전하다면 오염확대방지를 한다

3.1.4 사고현장에서의 출입제한 : 사고발생을 직원에게 알리고 특별한 용무가 없는 한 사고현장에 출입하지 않도록 조치해야 한다.

3.1.5 자료수집 : 방사선장해가 일어날 우려가 있는 정도의 피폭 또는 오염이 되었다고 생각되는 경우에는 피폭선량, 피폭 또는 오염의 상황에 관하여, 조기에 가능한 한 상세한 자료를 수집하여 놓을 필요가 있다.

3.1.6 의사에게 연락 : 중대한 인체오염이나 외부피폭이 있는 경우에는 의사의 조치를 받아야 한다.

#### 3.2 사후조치

사고의 긴급처리가 종료된 후 다음과 같은 조치사항을 시설의 방사선안전관리자의 지시, 판단에 따라서 질서있게 행하여야 한다.

3.2.1 응급조치 : 사고현장에 출입하기 위한 울타리 등을 설치, 주의사항게시, 오염확대방지를 위한 응급조치 등의 안전확보를 위한 수단을 강구한다.

- 3.2.2 제 염 : 인체의 제염을 가장 긴급히 설치한다.  
(오염상황에 따라서 이것은 긴급조치에 넣어야 한다.)
- 3.2.3 사고관계자의 피폭선량의 평가 : 가능한 한 많은 자료를 수집하여, 이것을 기초로 하여 외부 및 내부피폭에 의한 피폭선량을 평가한다.
- 3.2.4 건강진단 : 필요하다고 판단되는 사고관계자에 대하여 신속한 건강진단을 실시한다.
- 3.2.5 원인조사 : 사고발생의 원인을 조사, 재발방지를 위한 조치를 강구한다.
- 3.2.6 보고 : 안전조치를 한 때는 과학기술부장관에게 다음과 같은 내용을 보고하여야 한다.
- 3.2.6.1 상황이 발생한 일시 및 장소와 그 원인
- 3.2.6.2 발생하였거나 발생할 우려가 있는 방사선장해의 상황
- 3.2.6.3 안전조치의 내용 및 계획
- 3.2.6.4 방사성동위원소의 도난 소재불명 등 사고의 경우에는 경찰서에 보고할 의무가 있다.
- 3.3 예방조치
- 3.3.1 교육훈련 : 방사선작업종사자에 대해서 안전관리규정을 철저히 주지하고 또한 안전취급의 기술숙지와 기준을 준수하는 것이 중요하다.
- 3.3.2 시설의 정비 : 방사선시설의 유지관리를 위한 정기적 점검 등을 보다 충실히 할 것.
- 3.3.3 방사성동위원소의 관리 : 방사성동위원소의 도난, 소재불명 등이 일어나지 않도록 보관을 철저히 할 것.
- 3.3.4 사고처리절차서 작성 : 평상시 사고발생을 대비하여 예상되는 사고에 대해서 사고처리 매뉴얼을 작성하여 관계자에게 교육 혹은 훈련을 시킬 것.
- 3.3.5 위험물질에 대한 관리 : 발화성 물질, 인화성 물질, 폭발성물질의 저장은 법정기준에 따라 수행되지 않으면 안된다. 이러한 위험물질을 방사선구역 내에서 사용할 때에는 최소한으로 방지하며, 위험물질은 방사성동위원소의 보관장소와 격리하여야 한다. 방사화학실험실에서 사용되는 액체 신틸레이션의 폐액이나 방사성핵종으로 표시된 용매성 용액 등은 인화성물질이므로 취급량에 대해서 주의하지 않으면 안된다.

### 3.4 상황별 대응절차

#### 3.4.1 지진대책

지진에 대해서 평상시 준비해야 하는 것으로 다음과 같은 것이 있다.

3.4.1.1 노후된 시설의 개수 및 정비를 한다. 지진에 대한 저항을 재평가한다.

3.4.1.2 약품, 측정기 보관장 등이 넘어지지 않도록 벽에 고정시켜야 한다.

3.4.1.3 지진에 대해서 방사선구역내에서 화재가 발생되지 않도록 작업내용을 검토하여 둔다.

3.4.1.4 지진에 대해서 비상구 등의 탈출방법을 검토하여 둔다.

3.4.1.5 정전, 단수대책 등을 준비해 둔다.

3.4.1.6 지진 후 건물의 피해, 특히 배수시설의 파손 등에 대해서 충분히 조사해 둔다.

#### 3.4.2 방사성 핵종이 엇질러졌을 경우

방사성 핵종의 취급 중에 일어날 가장 많은 사고는 방사성 핵종을 바닥에 엇지르는 경우이다. 엇지른 핵종의 수량, 상태, 종류나 주위의 조건에 따라 처리법은 다르지만 일반적인 처리법은 다음과 같다.

3.4.2.1 같은 실의 직원에게 곧 알린다. 그리고 부근에 있는 사람, 설비담당자 등에게 알린다.

3.4.2.2 오염이 확대되지 않도록 조치한다.

- 엇질러진 핵종이 액체인 경우 흡수지로 덮고, 방호장갑을 끼고 있으면 넘어진 병을 일으킨다.
- 분말등의 경우에는 젖은 모포 등으로 덮고 실의 환기를 중지한다.
- 오염이 큰 경우에는 창이나 문을 닫고 오염이 누설되지 않도록 테이프 등으로 봉한다.
- 이때 불필요한 행동을 하여서는 안된다. 오염된 옷은 그 자리에서 벗는다. 신체의 오염은 즉시 제거한다.

3.4.2.3 방사선안전관리자에게 알린다.

3.4.2.4 오염구역 울타리를 세우고 표지와 주의사항을 게시한다. 제염관계자 이외의 출입을 금지시킨다.

3.4.2.5 사고현장에 있는 직원의 오염을 측정한다. 오염이 발견되면 그 처치를 한다.

3.4.2.6 제염한다. 제염 중에는 제염작업자에 대한 방사선방어를 고려한다.

3.4.2.7 제염이 완전하게 되었는지를 측정한다.

3.4.2.8 일어난 사고를 상세히 그 원인을 규명하여 기록하고, 사고재발방지의 자료로 한다.

### 3.4.3 방사성 핵종 취급중 상처를 입었을 경우

오염상처를 일으킬 우려가 있는 조작을 피하는 것이 제일이지만 만일, 상처가 방사성 핵종에 오염되었다고 생각되어질 때에는 다음과 같은 응급처치를 한다.

3.4.3.1 15초 이내에 대량의 흐르는 물에 상처를 벌려서 씻는다. 상처를 벌리면서 젖은 가제로 살살 문지른다. 상처에 더러운 것이 끼어있으면, 젖은 자제에 액체를 묻혀서 씻어낸다.

3.4.3.2 15초 이내에 의사의 원조를 받지 못할 경우라든가, 상처가 위험도가 낮은 방사성핵종에 오염되었을 경우에는 정맥만 지혈되는 경우에 한해 지혈을 한다. 그렇지 않으면 지혈을 하지 않고 적어도 15분간 씻는 것을 계속한다. 만일 손가락 상처이면 피를 짜내는 것 같이하여 피의 역류를 방지한다. 짜낸 피는 분석을 위하여 보존한다.

3.4.3.3 대단히 위험한 핵종으로 오염되었을 경우에는 지혈하고 의사한테 가도록 한다. 지혈은 정맥만을 멈추게 하는 것이 좋다.

3.4.3.4 가능한 한 빨리 의사에게 연락한다. 상처의 오염을 측정하여, 오염이 남아 있으면 처치한다.

### 3.4.4 운반중의 사고대책

운반중의 사고는 크지는 않지만 만일 사고가 일어난 경우를 대비해서 조치하여 두어야 한다. 응급조치로서는 다음과 같은 것이 있다.

3.4.4.1 위험한 상태에 있는 사람을 구출한다.

3.4.4.2 부근에 있는 사람에게 경고하여 피신을 시킨다.

3.4.4.3 화재가 일어난 경우에는 소화, 연소방지, 그리고 소방서에 통보한다.

3.4.4.4 오염의 확대방지와 제염을 실시한다.

3.4.4.5 가능하다면 방사성물질을 안전한 장소로 이전하여 주위를 구분하여 표지를 하고 경비원을 배치하여 관계자 이외에는 출입을 엄금할 것.

응급조치를 행한 후에는 경찰관 등에 통보하며, 과학기술부에 보고해야 한다. 통보 및 보고서 연락내용은 다음과 같은 사항을 기록해야 한다.

- ① 사고발생의 일시, 장소, 원인
- ② 방사선장해의 상황
- ③ 안전조치의 내용 및 계획
- ④ 기타

### 3.5 체내섭취 및 오염 방지 대책

#### 3.5.1 오염된 물질의 섭취방지

방사성물질이 섭취될 수 있는 모든 가능성을 배제하여야 한다. 예를 들어 피펫 등을 절대 입으로 조작하지 않는다. 오염구역내에서 음식을 먹는 행위, 흡연, 화장 등을 금지한다. 오염가능구역에서 입으로 유리세공 금지 및 유리세공용 기구는 오염가능성이 없는 장소에 보관한다.

#### 3.5.2 가스 및 증기흡입 방지

가스 및 증기가 발생할 가능 방사성 핵종은 기밀용기에 보관하며, 용기내의 압력은 대기압보다 약간 낮게 하여야 한다. 파손의 우려가 있는 용기는 후드 등에 보관하여야 한다. 저농도의 액체를 증발·농축하는 경우 후드내에서 수행하여야 한다.

#### 3.5.3 먼지의 흡입 방지

분말 방사성 핵종 취급은 부압의 글로브박스내에서 수행해야 한다. 알파핵종을 취급할 때에는 특별히 신중한 주의가 필요하다. 특히 알파선용 서베이미터를 구비하여 오염상태를 점검해야 한다. 방사성물질을 꺼낼 때에는 용기에 넣어서 꺼내도록 하며, 경우에 따라서 먼지방지용 마스크를 사용하여야 한다.

#### 3.5.4 인체의 표면오염 방지

3.5.4.1 손등에 방사성 물질이 오염되면 제거하기 어려우므로 오염의 가능성이 있는 작업전에 적당한 크림을 바르면 효과적이다.

3.5.4.2 양질의 비누나 크림을 구비하여 손이 거칠어지는 것을 방지하여야 하며, 거칠어진 손의 오염은 제염이 어려우며, 손톱은 짧게 하여야 한다.

3.5.4.3 손등의 피부에 외상이 있을 때에는 방사성 핵종의 취급을 금해야 한다.

3.5.4.4 방사성 핵종을 맨손 취급을 금하고, 고무장갑 등을 이용하여야 한다.

3.5.4.5 종이수건과 같은 1회용 수건을 사용하는 것이 좋다.

- 3.5.4.6 오염된 손이나 장갑을 낀 채로 가스 및 수도꼭지, 전기스위치의 조작을 금지하며, 부득이한 경우에는 종이수건 등을 사용하여야 한다.
- 3.5.4.7 경우에 따라서 방어복이나 방호안경을 사용하여야 한다.
- 3.5.4.8 방사선구역을 떠날 때에는 손을 씻고 필요시 샤워를 하여야 한다.
- 3.6 시설 오염 방지 대책
  - 3.6.1 시설은 오염이 잘되지 않고 제염이 용이한 재료로 되어 있으나, 작업시에는 폴리에틸렌 필름 등을 깔고, 스테인레스나 플라스틱 등으로 된 적당한 크기의 접시를 준비하여 취급하여야 한다.
  - 3.6.2 작업실에는 전용의 신발이나 작업복을 비치하여 사용하고, 이들을 착용하고 비방사선구역으로 출입을 금하여야 한다. 오염정도에 따라 색으로 구분하여 두면 효과적이다.
  - 3.6.3 오염기구나 공구는 허가없이 작업실 밖으로 반출을 금지해야 한다.
  - 3.6.4 작업에 사용된 기기 및 공구 등은 작업완료 후 제염하거나 폐기 등의 조치를 취하여야 한다. 유리나 폴리에틸렌 필름 등의 표면에 오염된 것은 건조하여 흡착되기 전에 제염하여야 한다.
  - 3.6.5 오염과 비오염 물건을 구분된 장소에 보관하여야 한다.
  - 3.6.6 방사성 핵종의 증발, 농축작업은 후드내에서 행하고, 비등할 때 주위가 오염되지 않도록 응축기가 있는 폐쇄회로 장치를 사용하여야 한다.
  - 3.6.7 개방된 상태로 농축할 경우에는 waterbath 사용하여 저온에서 증발, 농축시켜야 하며, 최선의 농축방법은 동결건조법이다.
  - 3.6.8 작업실내를 청소하는 방법은 진공청소기를 사용하는 건식법과, 수분이 있는 경우 휴지 등으로 닦아내는 습식법과, 물로서 씻어내는 방법이 있다.

#### 4. 화재 발생시 행동절차

##### 4.1 주간화재 발생시

- 4.1.1 화재사항을 최초로 발견한 사람은 화재경보 조치를 행한후 가까이 있는 동료 직원에게 즉시전파하며 원내☎○○○○(방재실)로 상황을 신고한다.
- 4.1.2 최초발견자는 화재발생지점에 인접한 소화기를 사용하여 응급 소화를 실시 한다
- 4.1.3 상황을 전달받은 자는 즉시 119로 신고한후 부서장, 병원장, 방사선안전관리자에게 신고하여 화재진압에 따른 방사선피폭에 대한 조사가 신속히



실시될 수 있도록 조치한다.

- 4.1.4 방사선안전관리자는 2차 방사선피폭 및 오염발생에 가능성에 대한 확인 후 소방관 및 119구조대 출입을 승인한다.
- 4.1.5 출입 승인후 방사선안전관리담당자는 소방관 및 119구조대에 대한 방사선 피폭에 대한 감시를 수행한다.
  - 개인피폭선량계 또는 보조선량계 지급
  - 방사선계측기로 화재구역 공간선량을 및 방사성 오염 유·무 측정
- 4.1.6 부서원은 각자 맡은 대피업무를 실시한다.
- 4.1.7 상황의 종결후 방사선안전관리자 및 담당자는 화재진압에 투입된 소방사, 구조대, 일반직원에 대한 오염유무를 검사한다
- 4.1.8 화재진압에 투입된 자중 오염이 발생되었다면 즉시 제염조치를 실시하며 화재진압복 및 소방장비가 오염되었다면 제염 될 때까지 반출을 불허한다.
- 4.1.9 상황이 종결 후 발생경위 및 수습상황을 방사선안전관리자에게 보고한다.
- 4.1.10 문제점 해결 및 재발방지 대책 수립

## 4.2 야간화재 발생시

- 4.2.1 화재사황을 최초로 발견한 사람은 화재경보 조치를 행한 후 가까이 있는 동료직원에게 즉시전파 하며, 원내☎○○○○(방재실) 및 야간당직실(☎○○○○)로 상황을 신고한다.
- 4.2.2 최초발견자는 화재발생지점에 인접한 소화기를 사용하여 응급 소화를 실시 한다
- 4.2.3 상황을 전달받은 자는 즉시 119로 신고한 후 비상연락망을 통해 행정실장, 병원장, 방사선안전관리자에게 신고하여 화재진압에 따른 2차 방사선 피폭에 대한 조사가 신속히 실시될 수 있도록 조치한다.(방사선안전관리자는 각 부서의 방사선안전관리담당자를 즉시 소집한다)
- 4.2.4 방사선안전관리자의 2차 방사선피폭 및 오염발생에 가능성에 대한 확인 후 소방관 및 119구조대 출입을 승인한다. 이때 방사선안전관리자는 시간이 촉박하다면 전화상으로도 출입을 승인 할 수 있다.
- 4.2.5 출입승인 후 방사선안전관리담당자는 소방관 및 119구조대에 대한 방사선 피폭에 대한 감시를 수행한다.
  - 개인피폭선량계 또는 보조선량계 지급
  - 방사선계측기로 화재구역 공간선량을 및 방사성 오염유무 측정

- 4.2.6 부서원은 각자 맡은 대피업무를 실시한다.
- 4.2.7 상황의 종결후 방사선안전관리자 및 담당자는 화재진압에 투입된 소방관, 구조대, 일반직원에 대한 오염유무를 검사한다
- 4.2.8 화재진압에 투입된 자중 오염이 발생되었다면 즉시 제염조치를 실시하며 화재진압복 및 소방장비가 오염되었다면 제염될 때까지 반출을 불허한다.
- 4.2.9 상황이 종결 후 발생경위 및 수습사항을 방사선안전관리자에게 보고한다.
- 4.2.10 문제점 해결 및 재발방지 대책 수립.

#### 4.3 화재발생시 방사선안전관리자의 직무

- 4.3.1 화재진압에 따는 소방관, 구조대, 일반직원 및 환자, 보호자에 대한 방사선피폭과 오염을 최소화하는 조치를 취한다.
- 4.3.2 화재진압에 따른 방사선위험구역을 소방관 및 구조대에 알려준다
- 4.3.3 화재진압에 투입된 사람과 장비에 대한 오염유무 및 피폭선량을 확인한다
- 4.3.4 화재진압에 투입된 사람에 대한 피폭선량 오염도를 소방관 및 일반직원에게 알려준다.  
이때 개인피폭선량계를 착용하지 않아 판독치가 없다면 간접계산법에 의한 피폭선량을 산출하여 통보할 수 있다.
- 4.3.5 중대한 인체오염이나 외부피폭이 있는 경우에는 의사에 조치를 받도록 조치 한다.
- 4.3.6 방사선사용시설에 대한 화재발생사고를 과학기술부에 즉시 보고 한다.

#### 4.4 방사선사용시설의 화재방지 대책

- 4.4.1 발화원과 가연성물질 및 화재를 돕는 물질은 방사성동위원소와 가능한 멀리 둔다.
- 4.4.2 화학반응을 일으키기 쉬운 물질, 인화성 및 가연성 물질은 가능한 시설내에 두지 않거나 그 양을 제한한다.
- 4.4.3 전기기구 및 가스기기는 발화의 원인이 되므로 사용실 담당자가 항상 주기적인 점검을 실시한다.
- 4.4.4 조기소화를 위하여 방사선시설에 예상되는 화재에 적합한 소화기를 비치하고 소화기의 위치 및 사용방법을 항상 숙지한다.

#### 4.5 대피시 주의 사항

4.5.1 방사선구역에서 대피시 신속하고 정확하게 대피

4.5.2 대피시 자세는 1.2 ~1.5M 이내로 최대한 낮출 것

4.5.3 연기를 마시지 않도록 손이나, 수건 등으로 입과 코를 가릴 것  
(가능하다면 물에 적셔 사용할 것)

4.5.4 승강기를 이용하지 말 것

(비상계단을 이용하여 옥외 또는 옥상으로 탈출)

#### 4.6 업무분장

##### 4.6.1 작업조

4.6.1.1 화재발생 화점을 향하여 1단계 진화업무를 실시한다.

4.6.1.2 소화기 2~3개로 진화작업에 실패할 경우, 소화를 중단하고 신속히 대피한다. (만일 방사성동위원소 분배실 및 저장실일 경우에는 액체상의 소화기가 아닌 분말로 된 소화기를 사용한다.)

4.6.1.3 분배실 및 저장실의 출입을 통제한다.

##### 4.6.2 인명대피조

4.6.2.1 화재발생시 신속하고 차분하게 인명대피 업무를 실시한다.

4.6.2.2 먼저 환자를 신속하게 대피 시킨 후, 직원을 대피시킨다.

4.6.2.3 1차 비상구를 사용하여 대피하도록 하고, 1차 비상구가 화재 발생시에  
는 2차 비상구를 사용하여 대피하도록 한다.

##### 4.6.3 비상구담당자

각자 담당 비상구의 개폐여부를 확인하여 대피에 용이하도록 한 후, 자신이 맡은 업무를 실시한다.

## 제 3 장 결론 및 건의사항

### 제 1 절 결론

1. 지역별 방사선안전관리세미나 결과 의료기관의 방사선안전관리 전담 조직이 부재와 방사선안전관리에 대한 대표자의 안전관리 인식이 부족한 점을 확인 하였으며, 정기 및 수시검사시 사용기관별로 적용기준과 관련법규 해석의 차이로 인한 문제점에 대하여 논의.
2. 방사선안전관리 표준지침서를 작성하여 의료기관에 대한 방사선안전관리자의 업무 지침으로 활용하고, 의료기관에 대한 관리 및 규제기술의 기초자료로 활용하여 방사선작업종사자의 안전성 확보 및 작업환경 개선하고자 하였다
3. I-131 치료입원실 공기중 오염도 측정 확인하여 치료입원실 설치 기술기준의 기본자료로 활용하고자 하였다
  - 가. 과기부고시 2001-2 배기중 배출관리기준(G) 대비  
치료입원실(자연환기) : 139배 초과  
치료입원실(강제배기) : 2.6배(실내환기 10회전/1h)  
치료입원실(강제배기) : 12.6배(실내환기 3회전/1h)
  - 나. 과기부고시 2001-2 유도공기중 농도(G) 대비  
치료입원실(자연환기) : 1배 초과  
치료입원실(강제배기) : 기준치 이하

### 제 2 절 건의사항

- 1) 신규 방사선작업종사자 3시간의 교육후 방사선작업에 종사할 수 있도록 하며 추후 잔여시간의 교육 수료(총 20시간).
- 2) 진료용 방사성동위원소 구매 요구서 작성시 의료기관과 판매 기관이 1년 단위로 단가 계약을 함으로 구매시 작성토록 되어있는 동구매요구서를 월단위로 작성.
- 3) 과기부 고시 제2001-2호 방사선방호기준에 I-131 배수중 배출관리기준중 하수구 배출기준을 신설

## 제 4 장 참고문헌

1. IAEA Safety Series No. 115-1, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources(1944)
2. IAEA Safety Series No.41, Objectives and Design of Environmental Monitoring Programmes for Radioactive Contaminants IAEA, Vienna(1975)
4. 원자력 법령집, 과학기술부 (2000. 5).
5. 과기부 고시 제2001-1호 방사선방호등에 관한 기준
6. 방사선안전관리보고서, 한국원자력연구소 부설원자력병원 (2000. 12)
7. Annals of the ICRP vol. 21 No 1-3 ICRP Publication 60(1990).
8. Assessment and treatment of external and internal radionuclide contamination. IAEA-Tectoc-86, 1996.
9. ICRP Publication73, Radiological Protection and Safety in Medicine, Pergamon press (1996)
10. ICRP Publication 75, General principles of monitoring for radiation protection of workers, Pergamon press (1997)
11. The nuclear medicine Handbook for achieving compliance with NRC regulations, Society of nuclear medicine, Inc.(1997)

### 서 지 정 보 양 식

수행기관 보고서번호	위탁기관 보고서 번호	표준보고서 번호	INIS 주제코드
KINS/HR-378			
제목 / 부제	의료용 방사성동위원소 사용 및 폐기물 배출 안전성평가 요건 도출		
연구책임자 및 부서명	김 장 휘 (원자력병원)		
연구자 및 부서명	김기섭(원자력병원), 정운영, 천준홍(서울중앙병원), 안희용(서울대학교병원), 이규복, 박종오(삼성의료원) 오기백(연세대학교의료원), 홍창식(네오단의학연구소)		
발행지	대한민국,서울	발행기관	원자력병원
발행일	2001. 3. 30		
페이지	56 P	도 표	유( ), 무( o )
크 기	210x297 cm		
참 고 사 항			
비 밀 여 부	공개( 0 ), 대외비( )_급 비밀	보고서 종류	연구
연구위탁기관	한국원자력안전기술원	계약 번호	없음
초록(300단어 내외)			
<p>방사성동위원소 관리요건 개발을 위하여 전국 의료기관중 많은양의 방사성동위원소 사용하는 종합병원급의 방사선안전관리현황을 조사하여 방사선안전관리 표준관리 지침서를 작성하여 원자력안전기술원과 과학기술부등에 방사선안전관리 규제기술개발과 의료기관의 방사선안전관리기술을 공유하여 방사성동위원소 사용의 표준화 및 방사선안전관리기술을 향상시켜 방사성동위원소 사용에 따른 안전성을 확보하였다.</p>			
주제명 키워드 (10단어 내외)	방사선안전관리표준지침서, I-131치료입원실, 공기중오염도, 개인피폭선량, 방사선작업종사자		

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET					
Performing Org. Report No.		Sponsoring Org. Report No.			
KINS/HR-378					
Title/Subtitle					
Safety Evaluation on Usw and Waste of Medical Radioisotopes					
Sponsoring Org. Project and Project Manager			Korea Cancer Center Hospital, Kim Jang-hee		
Researcher and Dep't.			Y.Y.Chung, J.H.Chun, H.Y.Ahn, G.B. Lee, J.O.Park, G.B.Oh, C.S.Hong, G.S.Kim		
Pub. Place	Seoul, Korea	Pub. Org.		Pub. Date	2001. 3. 31
Page	56p.	Il. and Tab.	Yes ( ), No ( o )	Size	210 x 297 cm.
Note					
Classified	Unclassified( ), Classified( X )		Report Type		
Sponsoring Org.			Contract No.		
Abstract (About 200 Words)					
<p>This study was performed a survey of many hospitals using radioisotopes in order to check the amount of use and used radioisotopes, radioactive waste, status of radiation safety and control and the exposure of radiation workers who are working at department of nuclear medicine. At the time of the survey, this study is provided as a guide to the safe handling radionuclides. It will prove helpful all users. The basic objective of radiation safety technique and national standardization of safe handling radioactive materials are to keep the radiation dose to man as low as are under any regulation within the annual dose limits recommended by Most. Further routine monitoring of I-131 high dose therapy ward was carried out the effectiveness of safety precautions taken to prevent undue release of I-131 to the environment.</p>					
Subject Keywords (About 10 Words)			I-131, radiation safety, therapy, regulation		