

의료기관의 환자 피폭선량 관리 실태조사

진고은, 진계환

남부대학교 방사선학과

A Survey of the Management of Patient Dose at Medical Center

Goeun Jeon, Gyeohan Jin

Department of Radiology, Nambu University

요약

방사선동위원소 I-131을 이용한 질병의 치료는 핵의학 분야의 아주 중요한 부분을 차지하고 있다. 환자피폭에서 주의사항으로는 첫째 진료목적상 필요로 하는 선량을 초과하지 말아야 한다. 둘째 불필요한 피폭을 억제하여야 한다. 셋째 방사선을 사용하지 않고 동일한 진료목적을 달성할 수 있는지 면밀히 검토해봐야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 환자에 대한 피폭선량의 평가가 필요하다. 본 연구에서는 치료병실 환자의 안전관리를 도모하고자 에어샘플러를 이용하여 공기를 채집하고, 채집한 시료의 방사선을 HPGe 감마카운터로 측정하였다. 치료병실에서 채집한 시료의 I-131 측정결과와 최고값은 404.11 Bq/m³, 평균값은 228.27 Bq/m³, 최저값은 126.17 Bq/m³ 이었다.

KeyWord : 피폭선량, Patient, I-131, 안전관리

Abstract

Medical radiation therapy using radioactive isotope I-131 is an extremely critical part of nuclear medicine. It is important to evaluate patients' radiation exposure dose for the safe handling of radiation in the medical area. Cautions related to patients' exposure to radiation are as follows. First, the dose should not exceed the level required for medical purpose. Second, unnecessary exposure should be avoided. Third, it should be considered carefully first whether the same medical purpose is attainable without the use of radiation. For these purposes, we need to evaluate patients' radiation exposure dose. Thus, in order to promote the safety of patients in medical wards, this study sampled air using an air sampler and measured the radioactivity of the sample using a gamma counter. According to the results of measuring I-131 in medical wards, the highest level, the average and the lowest level were 404.11 Bq/m³, 228.27 Bq/m³ and 126.17 Bq/m³, respectively.

I. 서론

1895년 렌트겐이 X-선을 발견하고, 베크렐이 1896년 방사선을 처음 발견한 이후 지금에 이르기까지 방사선은 여러 분야에 우리에게 유용하게 쓰이고 있다. 초기 의료용 이용은 진단방사선영역에서 영상을 만들어 내는데 주로 이용되었으나 우리나라의 급속한 산업화에 따라 방사선의 이용기관수는 전 산업분야에 걸쳐 매년 10%씩 증가 되고 있다. 최근에는 동위원소를 이용한 역동적 검사뿐만 아니라 핵의학적 검사와 암을 치료하는데도 크게 기여하였다. 그러나 방사선이 인간에게 유익함을 주는 것은 분명한 사실이지만 이에 못지않게 위해를 주는 것도 중요한 사항이다. 예를 들어 소련의 체르노빌 원자력 발전소는 한 번의 작은 실수로 인해 전 인류에게 방사선 이용에 대한 위험의 경각심을 일깨워 주었다. 방사선피폭의 위험에 대해서 많은 연구가 있지만 아직까지 정확한 원인을 모르는 상태이며 피폭의 정도에 따른 위험의 정도가 얼마나 되는지의 상관관계를 정확히 말해 주지 못하고 있다.

의료분야에서는 방사선을 안전하게 취급하기 위하여 정확한 환자피폭선량을 평가하는 것이 중요하다. 환자피폭에서 주의사항으로는 첫째 진료목적상 필요로 하는 선량을 초과하지 말아야 한다. 둘째 불필요한 피폭을 억제하여야 한다. 셋째 방사선을 사용하지 않고 동일한 진료목적을 달성할 수 있는지 면밀히 검토해 봐야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 환자에 대한 피폭선량의 평가가 필요하다.

핵의학 분야에서 방사성동위원소를 이용한 질병의 치료는 중요한 부분을 차지하고 있다. 우리나라는 방사성동위원소를 1964년에 70건을 이용하기 시작 하였으며 2000년도에는 기하급수적으로 증가하여 2006년 말에 15794건으로 늘어났다(그림 1).

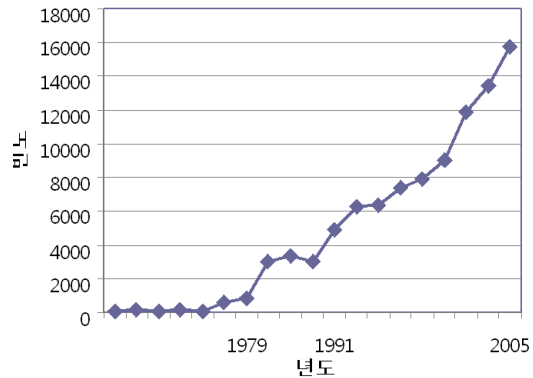


그림 1. 핵의학 분야의 방사성동위원소를 이용한 질병치료 건수

I-131은 승화성이 있으므로 방사선 동위원소 치료를 받기위해 방사성동위원소를 투여 받은 환자는 방사선을 방출 하는 소스가 되므로 주변 사람들이 피폭을 최소화하기 위하여 격리하여 치료하고 있다. 환자체내방사선, 환자가 호흡을 할 때 다시 몸으로 들어간 방사선, 공기중방사선에 의하여 피폭 받을 수 있다.

본 연구에서는 치료병실 환자들의 안전관리를 도모하고자 에어샘플러를 이용하여 공기를 채집하고, HPGe 감마카운터로 채집한 시료의 방사선을 측정하였다.

II. 실험방법

의료기간의 환자 피폭선량 관리 실태를 파악하기 위하여 A병원과 B병원에서의 실험을 실시하였다. 갑상선 기능 항진증이나 갑상선 종양 환자 질병 치료를 위하여 투여한 I-131이 공기 중으로 방출되는 정도를 확인하기 위하여 에어샘플러를 이용하여 공기를 채집하고, 감마카운터로 채집한 시료의 방사선을 측정하였다.

1. I-131의 특성

I-131은 갑상선 조직에 선택적으로 흡수되고 조직 내에서 베타선을 방출하여 파괴 효과를 가지는 성질 때문에 갑상선 질환의 진단과 치료에 널리 이용되고

있다. I-131은 반감기는 8일이며, 베타 에너지 및 붕괴율은 0.606 MeV(89.8%), 0.334 MeV(7.3%), 0.248~0.807 MeV (2.8%)이고, 감마에너지는 0.365 MeV, 0.637 MeV이다. I-131은 β붕괴한 후, γ선을 방출하고 기저상태로 떨어진다(그림 2).

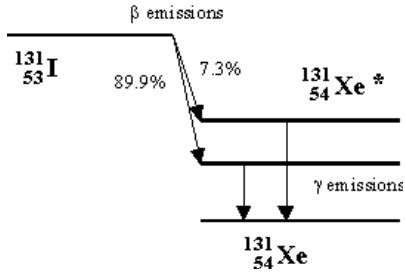


그림 2. I-131 붕괴도

2. Low volume air sampler

Low volume air sampler는 대기중에 분포된 방사능 입자를 포집하여 차콜(Charcoal)필터에 농축하는 장치이다. I-131의 채집에 사용한 시스템은 미국의 F&J Specialty사의 portable air sampler(DF-1E)와 필터는 차콜 필터를 사용하였다(그림 3).



그림 3. F&J Specialty사의 포터블 에어샘플러(DF-1E)

샘플링 장소는 의료기관의 방사선 관리구역인 저장실, 분배실, 치료병실, 치료병실 인접 복도에서 실험하였다. 공기시료 포집의 주된 목적은 I-131을 이용해 치

료받는 환자가 호흡을 할 때 흡입하는 양과 외부피폭의 원인이 되는 공기 중 농도에 대한 정보를 인지할 수 있도록 하는 것이다. Air sampler의 위치는 방사선 작업종사자와 치료병실환자의 호흡영역을 대표할 수 있는 위치인 1.5 m의 위치로 선정하였고, Air sampler 샘플링 시간은 30분씩 하였고, Air sampler의 유속이 40L/min로 시료를 채집하여, 채집된 시료는 감마카운터를 사용하여 방사능을 측정하고, 채집공기량, 시간 경과 측정효율 필터 효율 등의 인자들을 고려하여 수집된 공기 단위 부피당 방사능 농도를 환산하였다.

3. 감마카운터

감마 핵종의 방사능은 대부분 HPGc 검출기로 측정된 스펙트럼을 분석하여 정량한다. 그 스펙트럼에는 감마선의 에너지와 방사능 정보를 갖는 피크가 존재하며, 스펙트럼 분석은 이 피크의 중심 위치와 면적을 결정하는 것이다. 이 실험에서 사용한 감마카운터는 고순도 게르마늄 감마스펙트럼 분석기 DET(MP2-MCA L-CANBERR AGC301809)으로 측정효율은 30%이고, 스펙트럼의 피크는 CANBERR사의 제니 2000 상용 분석 프로그램을 사용하여 분석하였다. 감마선 계측기는 방사선량을 측정하는 기기로서 주로 감마선을 방출하는 핵종의 방사선량을 측정하는데 이용된다. 감마선은 투과성이 좋고 높은 에너지를 가지고 있어 별도의 신틸레이터 없이 빛 에너지는 광증폭장치(photomultiplier tube)을 통하여 측정된 후 전기적인 신호로 다시 전환되고, 전환된 전기적인 신호는 몇 단계의 계산과정을 거쳐 방사능을 cpm으로 환산하였다.



그림 4. HPGe 감마카운터(CANBERR AGC301809)

4. 공기 시료 포집 및 관리

공기의 부피를 정확히 측정 할 수 있는 Air sampler 를 사용하여 방사선 관계종사자와 환자의 호흡영역을 대표 할 수 있는 곳에 위치(1.5m)하여 공기를 포집하고 포집된 filter시료는 비닐봉지에 넣어 밀봉하고 포집장소, 포집일시 등 필요내용을 필터 가장자리에 붙인다. 포집 장소 및 포집핵종은 공기중농도 측정표에 기록한다. Air sampler의 포집유속과 포집시간으로부터 포집공기량을 환산하여 공기중농도표에 기록하고 방사능 측정기의 모델명과 계측효율, 포집 일시 및 측정일시를 기록하였다.

III. 실험 결과

1. A병원 측정결과

A병원의 분배실 측정결과는 포집공기공기량은 1176.7 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 0.3 Bq 이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 0.27 Bq 이었다. 그리고 폐기실 측정결과는 포집공기공기량은 1129 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 0.5 Bq 이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 0.45 Bq 이었다. 병실복도 측정결과는 포집공기공기량은 1186.7 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 29.8 Bq 이었다.

이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 27 Bq이었다. 치료병실(1) 측정결과는 포집공기공기량은 1156.1 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 440.1 Bq이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 400.09 Bq이었다. 치료병실(2) 측정결과는 포집공기공기량은 1155.6 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 126.1 Bq이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 114.63 Bq이었다. 치료병실환자의 I-131 투여량은 150 mCi이었다.

표 1. A병원 측정결과

구분	측정 장소	포집공기량 (Liter)	필터당 방사능 (Bq/Gos)	단위 체적당 방사능 (Bq/m ³)
1	분배실	1176.7	0.3	0.27
2	폐기실	1129.0	0.5	0.45
3	병실복도	1186.7	29.8	27.0
4	치료병실(1)	1156.1	440.1	400.09
5	치료병실(2)	1155.6	126.1	114.63

A 병원의 치료병실(1)에서 포집한 시료를 고순도 게르마늄 감마스펙트럼을 이용하여 측정된 에너지 피크이다(그림 5).

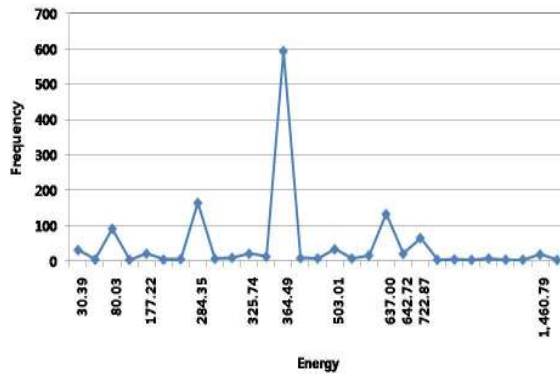


그림 5. 치료병실(1) 에너지 피크

A 병원의 치료병실(2)에서 포집한 시료를 고순도 게르마늄 감마스펙트럼을 이용하여 측정된 에너지 피크이다(그림 6)

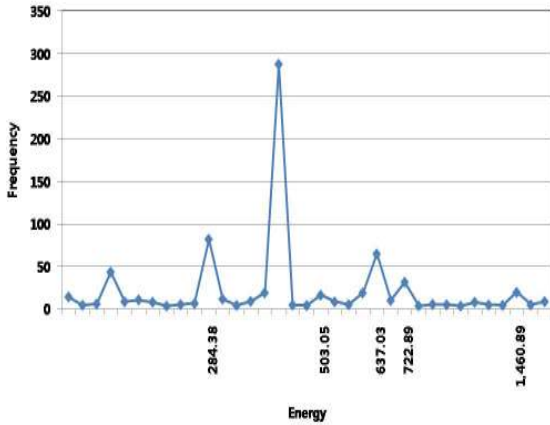


그림 6. 치료병실(2) 에너지 피크

병실복도(2) 측정결과는 포집공기공기량은 1215.3 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 7.2 Bq이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 6.00 Bq이었다. 치료병실(1) 측정결과는 포집공기공기량은 1151.1 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 180.0 Bq이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 162.16 Bq이었다. 치료병실(2) 측정결과는 포집공기공기량은 1193.1 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 202.7 Bq이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 184.27 Bq이었다. 치료병실환자의 I-131 투여량은 150 mCi이었다.

B 병원의 치료병실(1)에서 포집한 시료를 고순도 게르마늄 감마스펙트럼을 이용하여 측정된 에너지 피크이다(그림 7).

2. B병원 측정결과

B병원의 분배실 측정결과는 포집공기공기량은 1217.2 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 6.7 Bq이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 5.58 Bq이었다. 그리고 폐기실 측정결과는 포집공기공기량은 1210.6 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 1.4 Bq이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 1.16 Bq이었다.

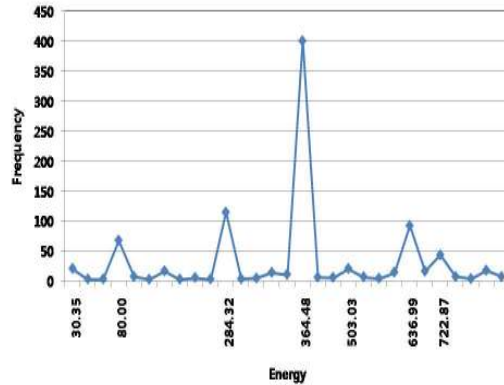


그림 7. 치료병실(1) 에너지 피크

표 1. B병원 측정 결과

구분	측정 장소	포집공기양 (Liter)	필터당 방사능 (Bq/Gps)	단위 체적당 방사능 (Bq/m ³)
1	분배실	1217.2	6.7	5.58
2	폐기실	1210.6	1.4	1.16
3	병실복도(1)	1189.3	19.0	17.27
4	병실복도(2)	1215.3	7.2	6.00
5	치료병실(1)	1151.1	180.0	162.16
6	치료병실(2)	1193.1	202.7	184.27

병실복도(1) 측정결과는 포집공기공기량은 1189.3 리터였고, 필터에서 측정된 방사능량은 19.0 Bq이었다. 이를 1 m³ 체적당으로 환산하였을 때 17.27 Bq이었다.

B 병원의 치료병실(2)에서 포집한 시료를 고순도 게르마늄 감마스펙트럼을 이용하여 측정된 에너지 피크이다(그림 8).

- [8] 전영규: 淸州大學校 大學院, HPGe 검출기 스펙트럼 분석 프로그램 평가를 위한 모사 스펙트럼 개발, 2007.

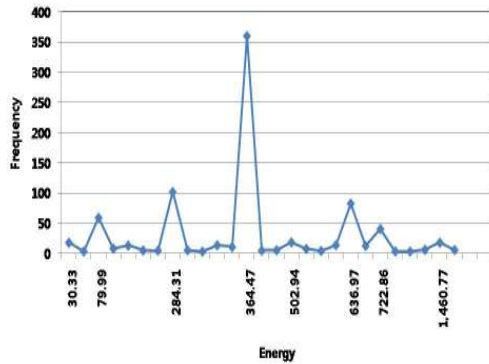


그림 8. 치료병실(1) 에너지 피크

IV. 결 론

방사선동위원소를 이용하여 치료하는 것은 매우 안전하고 유효하며 경제적이지만 I-131은 여러 가지 종류의 베타선과 감마선을 방출한다. 그 환자가 받는 치료 방사선량 이외의 불필요한 피폭을 줄여야 한다. 이 실험에서는 방사선오염 정도농도가 심하지 않았지만 불필요한 피폭을 줄이기 위하여 주기적으로 공기 중 오염농도를 관리할 수 있는 방안이 필요할 것으로 여겨진다.

[참 고 문 헌]

- [1] U.S NRC, "Regulatory guide 8.25-air sampling in the workplace", 1992.
- [2] U.S NRC, "NUREG-1400-air sampling in the workplace", 1993.
- [3] 오옥두: 의료기관 방사선 관계종사자 내부피폭 실시기준 개발, 식품의약품안전청, 2003.
- [4] 비밀봉 방사성핵종으로 치료 받은 환자의 퇴원,한양대학교방사선안전신기술연구센터, 2006.
- [5] 김창휘외: 내부피폭선량평가를 위한 공기 중 농도측정, 원자력의학원, 2003.
- [6] 정태식, 신병철외: 병원 방사선 작업종사자의 방사선 피폭분석 현황, 대한방사선종양학회지 18(2),147~166, 2000.
- [7] 김종순: 의료계의 내부피폭 선량평가 현황과 앞으로 나아가야 할 길, 방사선보건연구원, 2004.