

핵의학과 환경미화원의 일시 출입자 분류에 대한 고찰

서울아산병원 핵의학과
유재숙 · 장정찬 · 김호성

A study on Classification of Temporarily Access Group about Sanitation Workers in Nuclear Medicine Department

Jae Sook Yoo, Jeong Chan Jang, Ho Seong Kim

Department of Nuclear Medicine, Seoul Asan Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: Those who access to the nuclear medicine department are classified as radiation workers, temporarily access group, and occasional access group as defined by the atomic energy law. The radiation workers and temporarily access people wear a personal radiation dosimeter for checking their own radiation absorbed dose periodically. However, because of the sanitation workers, classified as temporarily access group, who are working in the nuclear medicine department are moved in a cycle with other departments and their works are changeful, it is hard to control their radiation absorbed dose. Thus, this study is going to examine the state of the sanitation worker's radiation absorbed dose, and then make sure whether they are classified as temporarily access group or not. **Materials and methods:** In the first instance, the first sanitation worker who works in vitro laboratory and PET room and the second sanitation worker who works in gamma camera rooms (in vivo room) wore radiation dosimeter-OSL(Optically Stimulated Luminescence)- to measure their own radiation absorbed dose during work time from May to June 2011. Secondly, this study was taken place 5 places in gamma camera rooms, 2 places in PET bed room, operating room, waiting room and cyclotron room in PET and 4 places in vitro laboratory. And then to measure the radiation space dose rate, it is measured 10 times each of places as sanitation worker's work flow by using radiation survey meter. **Results:** The radiation absorbed dose on OSL of the first c who works in vitro laboratory and PET room and the second one who works in gamma camera rooms are 0.04, 0.02 mSv per month respectively. That means the estimated annual radiation absorbed doses are less than 1mSv as 0.48, 0.24 mSv/yr respectively. The radiation space dose rates as sanitation worker's work flow using survey meter are 0.0037, 0.0019 mSv/day, so the estimated annual radiation absorbed dose are 0.93, 0.47 mSv/yr respectively. The weighted exposure dose of first sanitation worker of each places are 1.62% in cyclotron room, 3.88% in waiting room, 2.39% in operating room, 81.01% in bed room of PET and 11.01% in vitro laboratory. The weighted exposure dose of second sanitation worker of each places are 45.22% in radiopharmaceutical laboratory, gamma 30.64% in camera rooms, 15.65% in waiting room, 8.49% in reading room. **Conclusion:** The annual radiation absorbed doses on OSL of both sanitation workers are less than 1 mSv per year and the annual radiation absorbed doses by using survey meter are less than 1mSv either, but close up to 1 mSv. Thus, to clarify whether the sanitation workers are temporarily access group or not, and to be lessen their s radiation absorbed dose, they should be educated about management of radiation and modified their work flow or work time appropriately, their radiation absorbed dose would be lessen certainly. (**Korean J Nucl Med Technol 2012;16(1):50-56**)

Key Words : Radiation workers, Temporarily access group, Occasional access group

서 론

- Received: March 7, 2012. Accepted: April 6, 2012.
- Corresponding author: **Jae Sook Yoo**
Department of Nuclear Medicine, Seoul ASAN Medical Center,
Asanbyeongwon-gil 86, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel: +82-2-3010-2103, Fax: +82-2-3010-4588;
E-mail: sldslddl@nate.com

인간의 방사선 피폭에는 자연 방사선원에 의한 피폭, 의료 피폭, 직업 피폭 등이 있으며, 그 외에도 핵폭발과 원자력 이용에 따른 환경오염에 의한 것이 있다.¹⁾이 중 핵의학과 근무

자는 직업 피폭에 해당하며, 원자력법 제 2조에서는“방사선 작업종사자”를 원자력 이용시설의 운전·이용 또는 보전이나 방사성 물질 등의 사용·취급·저장·보관·처리·배출·처분·운반·기타 관리 또는 오염 제거 등 방사선에 피폭하거나 그 우려가 있는 업무에 종사하는 자라고 정의하고 있다.²⁾ 즉, 핵의학과에서는 방사선사, 핵의학 진료 업무 관련 간호사 등이 이에 속한다고 할 수 있다. 방사선 관계종사자의 개인 방사선 피폭 선량 자료는 “진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙” 및 “진단용 방사선 안전관리 규정”에 따라 매 분기별로 식품의약품안전청이 지정한 4개의 측정기관에서 식품의약품안전청으로 보고되고 있으며, 식품의약품안전청은 이들 측정결과를 데이터베이스화하여 방사선 피폭선량을 평생 관리하고 있다.³⁾ 또한 국제방사선방어위원회 (International Commission on Radiological Protection, ICRP)에서는 이들의 선량한도를 연간 50 mSv를 넘지 아니하는 범위에서 5년간 100 mSv를 넘지 아니하도록 권고하고 있다.⁴⁾ 그러나 현재 핵의학과에는 방사선사나 간호사 등 원자력법에서 정의하는 방사선 작업종사자 외에 환경미화원 또한 근무 하고 있다.

원자력법에 의하면“수시 출입자”는 방사선 관리구역에 업무상 출입하는 자 (일시적으로 출입하는 자 제외)로서 방사선 작업종사자 외의 자를 말하며 연간 선량 한도는 12 mSv이다. 이들은 포켓 선량계, 자동 선량계, 전자 선량계, 개인 방사선경보기, 기타 개인이 휴대할 수 있는 누적 선량계 등을 착용해야 한다.

그리고 일시 출입자는 방사선 관리구역 방문 및 견학자로 일반인과 같은 연간 유효 선량 한도인 1 mSv 이하를 피폭 받는 자를 말한다. (단 5년간 평균하여 연 1 mSv를 넘지 아니하는 범위에서 단일한 1년에 대하여 1 mSv를 넘는 값이 인정될 수 있다.)

그러나 핵의학과에서 근무하는 환경미화원들은 주기적으로 타과와 업무 순환을 하고, 또한 본 과에 상주해 있는 것이 아니라 여러 구역에서 근무하기 때문에 이들을 수시출입자,

혹은 일시 출입자로의 분류를 명확히 할 필요가 있지만 방사선 관리 구역 내에서 작업하는 시간, 작업 환경 등이 유연하여 이를 관리하기가 어려운 점이 있다.

이에 본 논문에서는 핵의학과에서 근무하는 환경미화원의 피폭 상황을 분석하여 일시 출입자로 분류된 조건의 타당성에 대하여 검토해 보고 작업 환경의 변화 및 근무 시간의 조절의 필요 여부를 알아보았다.

실험재료 및 방법

1. 대상 및 사용기기

2011년 5월부터 6월까지 서울 아산병원 핵의학과에서 근무하는 두 명의 환경미화원을 대상으로 한 달간 OSL (Optically Stimulated Luminescence)을 근무 시간 중에 각각 착용시켰고 이를 한일 원자력에 의뢰하여 그 선량을 측정했다.

또한 이들의 근무 시간 중 시간대 별 업무 패턴, 근무 형태 등을 파악하기 위하여 1차로 환경미화원들에게 작업 내용을 상세히 질의하였고, 2차로 측정자가 실제로 작업하는 것을 관찰하여 총 14 구역을 선정, INSPECTOR+Handheld Digital Radiation Alert Detector (SE. INTERNATIONAL. INC, U.S.A)를 이용하여 각 구역 별로 총 10회의 공간 선량률을 측정하였다.

2. 측정방법

INSPECTOR+Handheld Digital Radiation Alert Detector를 이용하여 핵의학과외의 판독실, 심장 영상 검사실, 감마 카메라실, 환자 대기실, PET실의 PET 안정실 2 구역, 영상 조정실, PET 환자 대기실과 싸이클로트론실 2 구역, 혈액검사실의 4 구역을 두 환경미화원의 근무 형태에 따라 시간대 별로 총 10회 공간 선량률을 측정하였다. 측정 시에는 환경미



Fig. 1. INSPECTOR+Handheld Digital Radiation Alert Detector & OSL (Optically Stimulated Luminescence).

화원들이 가장 많이 상주하는 의료 폐기물 근방에서 측정하였다. 또한 검사의 신뢰성을 높이기 위하여 측정자는 1인이 시행했다.

3. 분석방법

1) OSL을 통한 피폭 선량측정과 연간 피폭 선량 예측

한 달간 두 명의 환경 미화원에게 착용 시킨 OSL의 피폭 선량을 측정하고 이를 토대로 연간 피폭 선량을 유추하여 일시 출입자에 기준하는 선량인 1 mSv의 초과여부를 확인하였다.

2) Survey meter를 통한 피폭 선량 측정과 연간 피폭 선량 예측

환경 미화원의 이동 경로에 따라 총 14구역을 지정하여 총 10회 선량을 측정, 기록하였으며, 각 구역에서 작업하는 시간대와 근무 시간을 기록하였다.

또한 각 구역에서의 측정 선량치의 평균과, 이를 백분율로 환산했을 경우 각 구역에서 그 선량이 차지하는 비율을 계산하였다.

마지막으로 측정 선량치 평균을 토대로 환경미화원들의 연간 피폭 선량을 유추하여 일시출입자에 기준하는 선량인 1 mSv의 초과여부를 확인하였다.

본 논문에서 사용된 survey meter의 측정효율은 Tc-99m(140 keV)이 180%, F-18(511 keV): 100% , Tl-201(74 keV, 167 keV): 270%, 160%임을 참고하였다(Fig. 2).

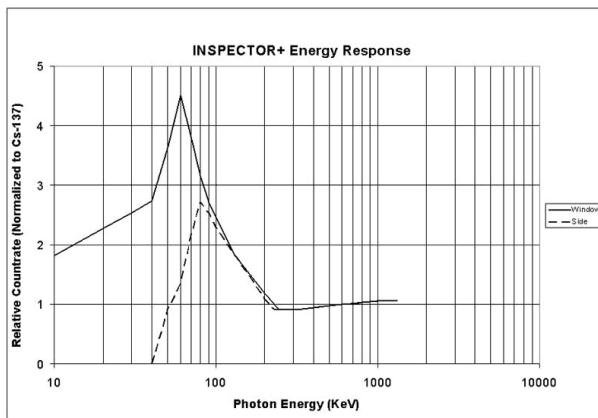


Fig. 2. Energy Response of Inspector⁺.

결 과

1. OSL의 피폭 선량 측정(배후 방사선 제외)

배후 방사선을 제외한 OSL의 피폭 선량 값은 감마카메라실 근무 환경미화원이 0.04 mSv로, PET과 혈액검사실 근무 환경미화원이 0.02 mSv로 측정되어 연간 예상선량은 각각 0.24, 0.48 mSv로 예상되어 일시 출입자의 기준 선량을 초과하지 않았다(Table 1).

2. Survey meter를 통한 피폭 선량 측정

먼저 체내 검사실을 담당하는 환경미화원은 1일 총 3회 청소를 하며 먼저 아침 5:30분부터 약 7:20분까지 약 95분 간 바닥과 주변 청소 등 전반적인 청소를 하고, 11:30분부터 12:10분까지 약 40분 간 눈에 띄는 더러운 곳과 의료폐기함 등을 청소한다. 마지막으로 식사 후 13:50분부터 14:10분까지 약 20분 간 의료폐기함 청소를 중심으로 청소를 한다. 이 환경 미화원이 핵의학과에서 머무는 시간은 일일 약 175분이며 본과 외에 타과도 함께 병행하여 근무한다.

또한 175분 중 감마카메라실에서 근무하는 시간은 60분이었으며, 판독실은 55분, 심장 검사실은 30분, 환자 대기실은 25분, 방사선의약실은 5분으로 감마 카메라에서 근무하는 시간이 가장 긴 반면, 방사선의약실은 근무시간이 5분으로 가장 짧았다.

Survey meter를 이용하여 체내 검사실의 5구역을 측정한 결과 일일 총 피폭 선량 중 가장 많은 피폭을 받는 장소는 근무시간이 5분으로 가장 짧음에도 불구하고 방사선의약실이 약 44.55%로 하루 근무 동안 받는 피폭의 절반에 가까운 비율을 차지 하였고, 감마 카메라실이 20.49%, 심장 검사실 10.16%, 환자 대기실 15.64%, 판독실 8.48%였다. 판독실은 비교적 근무시간이 길지만 피폭의 수준은 가장 낮은 것으로 나타났다(Table 2).

일일 피폭 선량을 기준으로 연간 피폭 선량을 예상해 보았을 때, 총 피폭 선량은 약 0.47 mSv로 일시 출입자 기준인 1.0 mSv는 초과하지 않았다(Table 3).

둘째로 PET실과 혈액 검사실을 담당하는 환경미화원의

Table 1. Radiation absorbed dose of both sanitation worker by using OSL.

	환경미화원(감마카메라실 근무)	환경미화원(PET, 혈액검사실근무)
피폭 선량(mSv)	0.02	0.04
연간 예상선량(mSv)	0.24	0.48

Table 2. Radiation absorbed dose and work flow of the sanitation worker who works in gamma camera rooms by using survey meter.

장소	근무시기	작업시간(min)	피폭선량(mSv)	연간예상피폭선량(mSv)	백분율(%)
판독실	5:30~6:10	40	0.0011	0.0287	6.07
심장 검사실	6:10~6:25	15	0.0005	0.0118	2.49
감마카메라실	6:25~7:05	40	0.0016	0.0392	8.30
환자 대기실	7:05~7:20	15	0.0004	0.0091	1.93
방사약실	8:00~8:05	5	0.0085	0.2134	45.22
판독실	11:30~11:40	10	0.0003	0.0077	1.63
심장검사실	11:40~11:50	10	0.0010	0.0255	5.41
감마카메라실	11:50~12:05	15	0.0017	0.0425	9.01
환자 대기실	12:05~12:10	5	0.0016	0.0388	8.22
판독실	13:50~13:55	5	0.0001	0.0037	0.78
심장검사실	13:55~14:00	5	0.0004	0.0107	2.26
감마카메라실	14:00~14:05	5	0.0006	0.0150	3.18
환자 대기실	14:05~14:10	5	0.0010	0.0259	5.49
합계		175	0.189	0.4719	100

Table 3. The estimated annual radiation absorbed dose and work flow of the sanitation worker who works in gamma camera rooms by using survey meter.

장소	작업시간(min)	연간예상피폭선량(mSv)	백분율(%)
감마카메라실	60	0.0967	20.49
심장검사실	30	0.048	10.16
판독실	55	0.0401	8.48
환자 대기실	25	0.0738	15.64
방사약실	5	0.2134	44.55
합계	175	0.4719	100

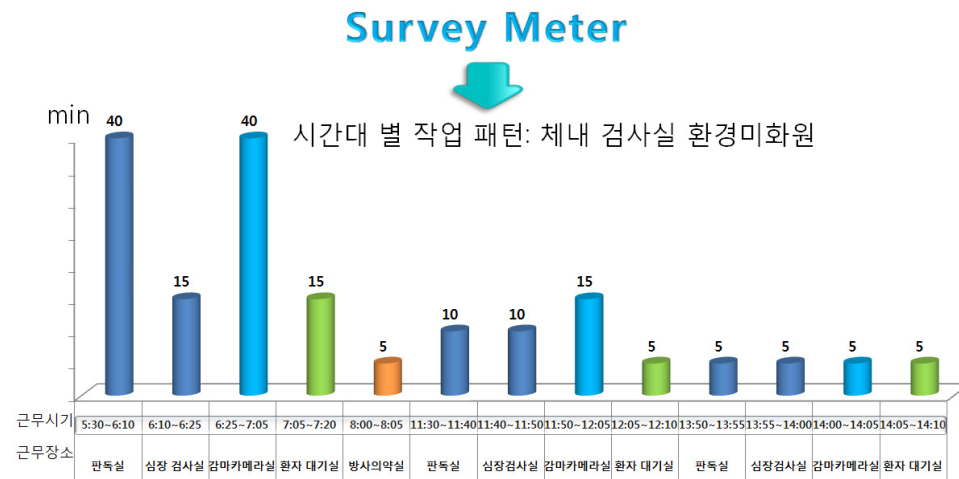


Fig. 3. Work flow of the sanitation worker who works in gamma camera rooms.

경우 일일 PET실은 총 3회, 혈액 검사실은 총 2회 청소를 한다.

아침 7:30분부터 8시까지 약 30분 간 PET실과 Cyclotron 실의 바닥과 주변 청소 등 전반적인 청소를 하고, 9:30분부터 11:00분까지 약 90분 간 혈액 검사실의 전반적인 청소를 한다. 그 후 11:00분부터 약 10분간 PET실의 환자 안정실의 의료 폐기함 수거와 눈에 보이는 더러운 곳을 청소하고, 식사 후 13:30분부터 13:50분까지 약 20분 간 PET실의 의료폐기함

수거를 중심으로 청소를 한다. 마지막으로 14:30분부터 약 20분 간 혈액 검사실의 의료 폐기함을 수거하고 핵의학과와 근무를 마친다. 이 환경 미화원이 핵의학과에서 머무는 시간은 일일 약 170분이며 본과 외에 타과도 함께 병행하여 근무한다.

또한 170분 중 PET실에서 근무하는 시간은 60분이었으며, 혈액 검사실은 110분을 근무하여 혈액 검사실의 근무 시간이 PET실의 약 2배 가량이었다.

Table 4. Radiation absorbed dose and work flow of the sanitation worker who works in vitro laboratory and PET rooms by using survey meter.

장소	근무시기	작업시간(min)	피폭선량(mSv)	연간예상피폭선량(mSv)	백분율(%)
PET 안정실	7:30~7:40	10	0.1231	0.3076	33.18
PET 환자 대기실	7:40~7:45	5	0.0068	0.0170	1.83
PET 영상 조정실	7:45~7:50	5	0.0045	0.0111	1.20
Cyclotron 입구	7:50~7:55	5	0.0025	0.0063	0.67
Cyclotron 실험대	7:55~8:00	5	0.0035	0.0087	0.94
실험실 GFR 테이블	9:30~9:50	20	0.0057	0.0142	1.53
실험실 갑상선 검사 테이블	9:50~10:10	20	0.0060	0.0151	1.63
실험실 방사선 계측실	10:10~10:35	25	0.0079	0.0198	2.13
실험실 BF 분리실	10:35~11:00	25	0.0100	0.0250	2.70
PET 안정실	11:00~11:10	10	0.0743	0.1858	20.04
PET 안정실	13:30~13:40	10	0.1034	0.2585	27.88
PET 환자 대기실	13:40~13:45	5	0.0076	0.0190	2.04
PET 영상 조정실	13:45~13:50	5	0.0044	0.0110	1.19
실험실 GFR 테이블	14:30~14:37	5	0.0023	0.0056	0.61
실험실 갑상선 검사 테이블	14:37~14:45	5	0.0026	0.0065	0.70
실험실 방사선 계측실	14:45~14:53	5	0.0029	0.0072	0.77
실험실 BF 분리실	14:53~14:50	5	0.0035	0.0088	0.95
합계		170	0.3708	0.9271	100

Survey Meter



장소	작업시간(분)
감마카메라실	60
심장검사실	30
판독실	55
환자 대기실	25
방사의약실	5
합계	175

일일 작업시간 분석

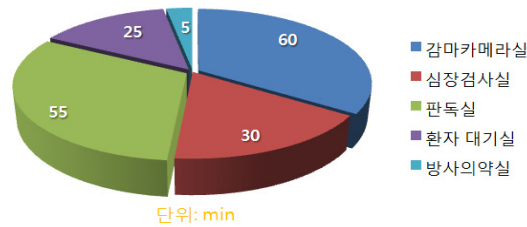


Fig. 4. Working time per a day of the sanitation worker who works in gamma camera rooms.

Survey meter를 이용하여 PET실의 5구역과 체내 검사실을 측정된 결과 PET 안정실이 일일 30분간 근무하는 동안 일일 총 피폭 선량 의 80% 이상의 선량을 차지하는 것으로 나타났다.

또한 PET실의 근무시간이 혈액 검사실의 약 절반이지만 피폭선량의 비율은 90%에 근접하였다(Table 4).

일일 피폭 선량을 기준으로 연간 피폭 선량을 예상해 보았을 때의 총 피폭 선량은 약 0.93mSv로 일시 출입자 기준인 1.0mSv를 초과하지는 않았지만 그 수치가 근접하였다(Table 5).

결 론

핵의학과 내 환경미화원들에게 OSL을 착용시켜 그 선량

을 조사한 결과 연간 1 mSv를 초과하지 않았고 survey meter를 이용하여 이들의 시간 대별 근무 형태 등으로 그 피폭 선량을 조사한 결과 또한 연간 1 mSv를 초과하지 않을 것으로 예상되어 이들을 일시 출입자로 분류할 수 있을 것이다.

그러나 감마 카메라실에서 근무하는 환경미화원의 경우, 방사사의약실에서 근무하는 시간이 일일 5분인데 비하여 그 피폭선량은 약 45%로 그 수치가 총 피폭 선량의 절반 가량 차지했다. 또한 PET실과 체내 검사실을 담당하는 환경미화원은 PET 안정실의 피폭 선량이 전체의 81% 이상을 차지했다. 따라서 피폭 수준이 높은 구역에서의 근무시간을 핵의학과 일과가 시작되기 이전으로 조정하고, 또한 PET 안정실의 출입 빈도를 줄이는 등 근무시간을 최소화하여 이들의 피폭 선량을 줄이는 방안을 모색해야 할 것이다. 더불어 이들의 근무

Table 5. The estimated annual radiation absorbed dose and work flow of the sanitation worker who works in vitro laboratory and PET rooms by using survey meter.

장소	작업시간(min)	연간예상피폭선량(mSv)	백분율(%)
PET안정실	30	0.7519	81.1
PET환자 대기실	10	0.0360	3.87
PET영상 조정실	10	0.0221	2.39
Cyclotron 입구	5	0.0063	0.67
Cyclotron 실험대	5	0.0087	0.94
실험실 GFR 테이블	25	0.0198	2.14
실험실 감상선 검사 테이블	25	0.0216	2.33
실험실 방사선 계측실	30	0.0270	2.19
실험실 BF 분리실	30	0.0338	3.65
합계	170	0.9271	100

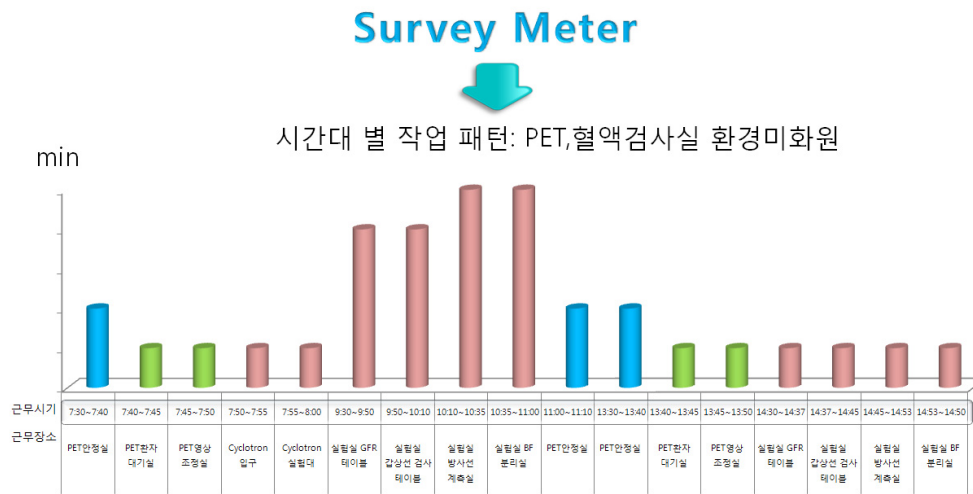


Fig. 5. Work flow of the sanitation worker who works in vitro laboratory and PET rooms.

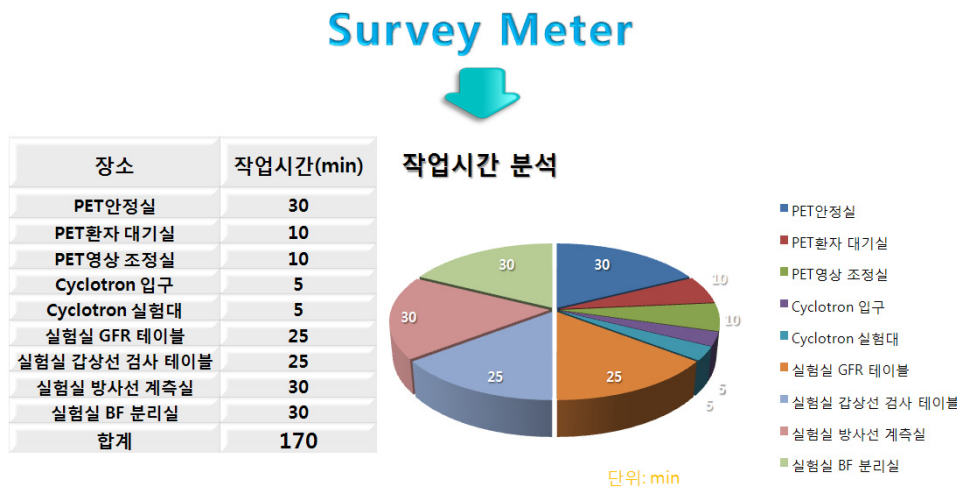


Fig. 6. Working time per a day of the sanitation worker who in vitro laboratory and PET rooms.

무를 주기적으로 순환시키고 방사선 안전관리에 관한 교육 등을 통하여 보다 안전한 피폭 관리를 한다면 이들의 피폭 선량을 최소화 할 수 있을 것이라 사료된다.

요 약

일시 출입자로 분류된 핵의학과 출입 환경미화원은 주기적으로 타과와 업무순환을 하고, 또한 작업 시간과 환경 등

의 변화가 많기 때문에 관리하기에 어려운 점이 있으며 따라서 이들의 분류를 명확히 할 필요가 있다. 이에 본 논문에서는 핵의학과에서 근무하는 환경미화원의 피폭 상황을 분석하여 일시 출입자로 분류된 조건의 타당성에 대하여 검토해보고 작업 환경의 변화 및 근무 시간의 조절이 필요한가를 알아보았다.

우선 먼저 PET실과 혈액 검사실에서 근무하는 환경미화원과 감마 카메라실에서 근무하는 환경 미화원 2명을 대상으로 한 달간 근무 시간 중에 OSL을 각각 착용시켜 개인 피폭 선량을 측정하였다. 둘째로 survey meter를 이용하여 두 명의 환경미화원의 작업 환경, 근무 형태에 따라 시간대 별로 핵의학과 내 14개 구역을 선정, 총 10회 공간 선량률을 측정 한 결과 이들의 피폭 선량은 연간 1mSv를 초과하지 않았으며, survey meter를 이용하여 조사한 결과 또한 연간 1 mSv를 초과하지 않을 것으로 추정되지만 그 수치가 1 mSv에 근

접하였다.

따라서 일시 출입자로써의 분류를 좀 더 명확히 하기 위해서는 PET 안정실과 같은 피폭이 상대적으로 많은 구역에서의 노출 확률을 줄이기 위하여 이들에게 방사선 관리 구역 내 교육을 실시하고, 또한 근무시간 및 근무 형태를 적절히 변경한다면 이들의 피폭 선량은 확연히 줄어들 것으로 사료 된다.

REFERENCES

1. 고창순 외. 제 2 판 핵의학. 고려의학 1997;193-200.
2. 원자력 법 제 2조 21항 ‘방사선 작업종사자’.
3. 강천구. 의료기관 핵의학 종사자의 직무 별 개인피폭선량에 관한 연구. Korean J Nucl Med 2010;14(2):9-16.
4. ICRP Publication 26. Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, 1997.