

<원저>

여성 핵의학 방사선종사자의 피폭요인 분석

- Radiation Exposure Analysis of Female Nuclear Medicine Radiation Workers -

¹⁾충북대학교 의용생체공학과 · ²⁾신구대학교 방사선과

이주영¹⁾ · 박훈희²⁾

— 국문초록 —

본 연구는 핵의학 분야의 방사선종사자에 대해 방사선 피폭선량을 지식, 인식, 행태 및 이와 관련된 요인으로 분석하고, 특히 여성 핵의학 방사선종사자를 중심으로 피폭선량과 관련요인을 분석하고자 하였다.

핵의학과에 근무하는 방사선종사자 106명(여성 : 42명, 남성 : 64명)을 대상으로 방사선 피폭선량과 일반적 특성, 지식, 인식, 행태에 대한 설문조사를 시행하고, 분석하였다.

성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 지식, 인식, 행태 요인으로 분석한 결과, 여성 핵의학 방사선종사자에서 피폭선량과 지식 점수는 - 0.221, 피폭선량과 행태 점수는 - 0.512로 음의 상관관계가 있었다. 남성 핵의학 방사선종사자는 피폭선량과 행태 점수는 - 0.248로 음의 상관관계가 있었다. 임신 경험 유무에 따른 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 지식, 인식, 행태 요인으로 분석한 결과, 임신 경험이 없는 방사선종사자의 피폭선량과 지식 점수는 - 0.238, 피폭선량과 행태 점수는 - 0.511이었으며, 임신 경험이 있는 방사선종사자의 피폭선량과 인식 점수는 - 0.540, 피폭선량과 행태 점수는 - 0.643으로 음의 상관관계가 있었다.

핵의학 방사선종사자의 피폭선량의 관련요인에 대한 회귀분석에서 성별 요인이 가장 영향력이 있었으며, 남성에 비해 여성의 피폭선량이 3.272 mSv 낮았다. 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량의 관련요인에 대한 회귀분석에서 행태 요인이 가장 영향력이 있었으며, 임신 경험이 없는 방사선종사자에 비해 임신 경험이 있는 방사선종사자의 피폭선량이 0.332 mSv 낮았다.

핵의학 방사선종사자 중 여성은 방사선 지식정도에 비례하여 행태에 반영하고 방사선 방어에 대해 실질적으로 노력하는 반면 남성은 방사선 지식을 행태적으로 거의 활용하지 않는 것으로 여겨진다. 이에 남성은 보다 적극적인 방사선 방어에 대한 교육을 통해 피폭선량 저감을 위한 활동이 요구된다. 또한 여성 핵의학 방사선종사자 중 임신 경험이 없는 방사선종사자는 방사선 방호와 관련하여 지식 정도에 비례하여 행태에 반영하지만, 임신 경험이 있는 방사선종사자는 지식 정도와는 관계없이 인식 정도가 행태에 반영되고 있으므로 이에 대해 임신 경험이 없는 방사선종사자는 방사선 방어에 대한 인식을 강화할 수 있는 방법을 모색하고, 임신 경험이 있는 방사선종사자는 지식을 강화할 수 있는 교육의 적용이 요구될 것으로 사료된다.

중심 단어: 핵의학, 방사선종사자, 방사선 피폭선량, 방사선 피폭요인

1. 서 론

핵의학 영상은 원자핵에서 방출되는 감마선이 인체 내부

에서 발생하는 내부선원을 이용하는 영상이며, 핵의학 영상을 획득하기 위해서는 방사성의약품을 환자의 정맥 또는 경구로 투여하거나 검사부위에 직접 주입하고 일정시간 후 목

적 장기 내 방사성의약품의 분포상태를 체외에서 검출하여 영상으로 나타낸다. 따라서 방사성의약품이 주입된 환자에서 방사선이 방출되는 검사시기 때문에 X-선 영상 방사선 종사자보다 핵의학 방사선종사자의 방사선 피폭의 확률이 높으며, 관련된 연구의 결과로 핵의학의 특성상 종사자의 방사선 피폭선량이 다른 영상의학과, 방사선 종양학과와 비교하여 상대적으로 높았다^[1].

근래에는 핵의학 검사건수가 증가함에 따라 감마카메라, SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) 장비의 수가 지속적으로 증가하고 있으며, 최근 SPECT/CT의 도입으로 핵의학 영상 검사가 증가되고 있다. 갑상선암과 갑상선기능항진증 치료에 사용되는 ¹³¹I를 중심으로 방사성동위원소를 이용한 치료가 증가하고 있는 추세이다^[2]. 또한 PET(Positron Emission Tomography), PET/CT의 경우 임상에서의 활용도가 높아지면서 가장 두드러지게 장비의 수가 증가하였다^[3].

핵의학 관련 직종의 인력은 의사, 방사선사, 임상병리사, 간호사, 행정직원, 약사, 핵과학자 등이 종사하고 있으며, 핵의학 장비 및 검사건수의 영향으로 특히 방사선사 인력이 증가하고 있다. 또한 PET/CT의 도입 시점 이후 방사선사의 인력은 2배 이상으로 증가하였다. 현재 국내에는 핵의학 방사선종사자인 방사선사가 약 750여명이 종사하고 있다. 그 중 성별에 따라서는 남성의 비율이 높았으나 여성의 사회적 진출과 함께 여성 방사선종사자의 수는 해마다 증가하고 있으며 환자를 직접적으로 접하는 방사선종사자들의 방사선 피폭은 지속적으로 증가할 것으로 전망되고 이에 대한 관심도도 증가하고 있다^[4].

이러한 방사선 피폭에 대하여 국제적인 기준이 제시되어 있으며^[5], 국내에서도 이를 근간으로 법적 근거로 활용하고 있다. 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection; ICRP)에서는 의료분야의 피폭을 주로 자신의 진단이나 치료의 일환으로 받는 사람의 피폭인 의료적 피폭, 주로 일의 결과로써 직장에서 받는 피폭인 직업적 피폭, 기타의 피폭으로 구성되는 공중의 피폭으로 나누고 있다. 국내에서는 방사선종사자의 피폭선량에 대한 법적인 제도가 마련되어 있으며, 연간 50 mSv를 넘지 아니하는 범위에서 5년간 100 mSv의 선량한도로 설정되어 있다. 또한 임신이 확인된 방사선종사자에 대하여는 임신이 확인된 시점부터 출산 시까지 하복부 표면에서의 등가선량한도를 2 mSv로 설정하고 있다. 여성의 경우 방사선 방호와 관련하여 임신한 여성이 환자로서 또는 의료관련 종사자의 일원으로서 방사선 피폭으로부터 태아를 적절히 보호하고 불필요한 우려를 완화하기 위한 법적 또는 권고안의

형태로 제시되고 있다^[6]. 특히 체르노빌 원전사고가 있는 1986년 당시 동부 유럽 지역에서는 예년에 비해 임신중절이 약 10만 건이 증가했다는 평가가 있으며, 이는 실질적인 태아의 위험뿐만 아니라 과민하게 반응한 경우도 있었다^[7].

또한 방사선을 취급하는 여성 방사선종사자가 임신한 시기에 약간의 피폭이 있는 경우 출산을 포기하는 사례들이 알려지고 있다^[8]. 평가된 태아의 선량이 유의한 위험이 있는 문턱선량 0.1 Gy에 훨씬 미치지 못하는 경우에도 예외가 아니다. 방사선 외 과학적 위험이 아니라 심리적 우려 때문에 실질적으로 생명을 포기하는 일로서 이는 지양되어야 할 사안이다^[9].

여성 방사선종사자는 남성 방사선종사자와는 달리 임신과 같이 방사선에 대한 감수성이 높고, 방사선 피폭에 대한 민감한 사안에 놓인 여성 핵의학 방사선종사자에 대한 국내 연구는 매우 미비한 사항이며, 여성 핵의학 방사선종사자간 이에 대한 관심도와 연구에 대한 요구도가 증가하고 있다^[10]. 여성 핵의학 방사선종사자의 특성상 가임여성의 경우 별도의 관리가 요구되고 있으며, 근무여건에 따라 서로 다르게 적용되고 있는 실정이다^[11]. 이러한 임신에 대한 부담에 대해 각 기관의 관리자의 경우 여성 핵의학 방사선종사자에 대한 정확한 체계가 정해져 있지 않은 경우가 있다. 또한 여성 자신도 부족한 정보로 인하여 소극적인 업무자세를 유지하는 현상이 반복되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 핵의학 분야의 방사선종사자에 대해 피폭선량을 지식, 인식, 행태 및 이와 관련된 요인으로 분석하고, 특히 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량과 이와 관련된 요인을 분석함으로써 방사선 피폭에 대한 체계적인 방어의 기틀을 마련하는데 목적을 두었다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

대한핵의학기술학회에 등록된 인원을 기준으로 여성으로 예상되는 대상 53명에서 남성으로 판명된 2명, 임상병리사 3명을 제외하였다. 총 48명의 핵의학 여성 방사선종사자를 대상으로 의원급 병원에서 영상의학과 소속의 골밀도 검사에만 종사하는 여성 방사선종사자 5명과 응답을 거부한 3명을 제외하였다. 추후 근무하고 있는 여성 방사선종사자를 추가적으로 확인하고 2부를 배부, 회수하였다. 최종적으로 45부를 배부하여 42부(93.3%)를 회수하여, 총 42명을 연구 대상으로 하였다. 핵의학 여성 방사선종사자와의 비교 평가

를 위해 남성 핵의학 방사선종사자에게 총 81부의 설문지를 배부하였으며, 64부(79.0%)를 회수하여 적용하였다.

또한, 본 연구는 핵의학과가 있는 대학병원 및 종합병원 (17개), 준종합병원(12개), 병·의원(3개)을 대상으로 방사선 관리구역 내 근무하면서 개인 방사선피폭선량 측정 현황이 정기적으로 조사 관리되고 있는 핵의학 방사선종사자를 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

1) 설문 조사 방법

설문 조사 기간은 2015년 3월 2일부터 3월 31일까지 시행하였다. 설문지는 유선으로 연락 후 전자메일을 이용하여 응답하도록 하여 회수하는 방식으로 하였다. 응답 설문 중 추가적인 질문을 위해 유선으로 연락 후, 전자메일과 직접 방문을 통하여 설문지 회수를 진행하였다.

설문지의 구성은 일반적 특성 및 근무현황, 방사선 피폭 관련사항, 방사선 안전관리 실태 및 지식, 인식, 행태에 대한 자료를 수집하였다. 선행 연구를 바탕으로 작성한 설문지를 이용하여 문항 선택 식으로 일반적 특성 항목으로 성별, 연령, 결혼 유무, 핵의학 관련 업무 종사기간, 현 근무지, 근무시간, 관련 면허 유무로 구성하였다.

또한 최근 5년간 피폭선량, 임신 경험에 따른 추가 피폭 관련사항, 방사선 안전관리 및 방어 행태와 종사자의 지식, 인식, 행태와 관련된 문항으로 구성된 설문지를 이용하였다 (Table 1).

2) 개인 방사선 피폭선량 조사 방법

2010년부터 2014년까지 피폭선량 측정결과는 개인의 동의를 받아 본인이 직접 기록하게 하였다. 현재 의료기관에서 사용하고 있는 열형광선량계 및 형광유리선량계의 기록을 바탕으로 방사선종사자의 측정된 피폭선량을 매 분기별, 연도별 측정 결과로 심부선량을 기준으로 분석하였다. 그 대상은 핵의학과 방사선종사자로서 근무하거나 근무한 경험이 있는 방사선종사자로서 분류하여 직종은 방사선사 단일 직종으로 수집하였다.

3. 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver.17.0 통계프로그램을 사용하였으며, 연구대상자의 일반적 특성은 빈도 분석을 이용하였다. 성별에 따른 핵의학 방사선종사자와 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량 분석은 독립이표본 *t*검정 (independent two samples *t*-test)으로 하였다.

성별에 따른 지식, 인식, 행태별 핵의학 방사선종사자와 임신 경험 유무에 따른 지식, 인식, 행태별 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량 분석은 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)으로 하였다.

성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량과 지식, 인식, 행태 요인 분석, 임신 경험 유무에 따른 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량과 지식, 인식, 행태 요인 분석은 피어슨 상관분석(pearson correlation analysis)으로 하였다.

핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 이와 관련된 일반적 특성 및 지식, 인식, 행태 요인으로 분석하고, 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 이와 관련된 일반적 특

Table 1 Content Questionnaire

Survey Items		Detailed Contents
General characteristic		Gender, Age, Workplace, Marriage status, Pregnancy experience, Employment period of Nuclear Medicine department, Workplace of Nuclear Medicine department
Radiation exposure		On-duty hours, Number of examination cases, NM-related license
Related to radiation exposure	Female	Radiation exposure in the last 5 years (Legal radiation exposure standard)
	Pregnancy experience	Pregnancy period, Workplace rotation, Radiation exposure for pregnancy period, Cooperation of coworker
Radiation safety control	Male	Pregnancy inexperience
	Behavior	Childbirth plan, Radiation control plan, Cooperation of coworker
Radiation safety control	Knowledge	Legal knowledge, Theoretical knowledge about radiation limit
	Recognition	Recognition of dangerous grade of effect radiation influences on body
Behavior		Radiation control, Control of individual radiation exposure and radiation protection

Table 2 General Characteristic of nuclear medicine workers

Characteristic	Classification	Female(n=42)		Male(n=64)	
		The number of people	Percentage (%)	The number of people	Percentage (%)
Age	20 ~ 29	21	50.0	6	9.4
	30 ~ 39	19	45.2	45	70.3
	More than 40	2	4.8	13	20.3
The size of hospital	General hospital	32	76.2	50	78.1
	Semi-general hospital	10	23.8	10	15.6
	Clinic	-	-	4	6.3
Marriage status	Single	22	52.4	17	26.6
	Married	20	47.6	47	73.4
The period of nuclear medicine workplace	Up to 5years	16	38.1	7	10.9
	6 ~ 10years	21	50.0	36	56.3
	More than 11years	5	11.9	21	32.8
On-duty hours	Up to 8 hours	35	83.3	49	76.6
	More than 8 hours	7	16.7	15	23.4
A general license for radioisotope handling	Possession	19	45.2	45	70.3
	Nonpossession	23	54.8	19	29.7

성 및 지식, 인식, 행태 요인 분석을 다중회귀분석(multiple regression analysis)으로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 특성

1) 일반적 특성

조사 대상자의 성별에 따라 여성 42명, 남성 64명을 대상으로 설문하였으며, 연령에서 여성 방사선종사자의 경우 20~29세가 21명(50.0%), 남성 방사선종사자는 30~39세가 45명(70.3%)으로 가장 많았다. 근무 병원 규모는 대학(종합)병원이상에서 근무하는 대상이 여성 방사선종사자는 32명(76.2%), 남성 방사선종사자는 50명(78.1%)으로 가장 많았다. 결혼 유무에 있어 여성 방사선종사자는 미혼이 22명(52.4%)으로 기혼보다 많았으며, 남성 방사선종사자는 기혼이 47명(73.4%)으로 미혼보다 많았다. 또한 핵의학과 근무기간은 여성 방사선종사자의 경우 6~10년 이하의 경력이 21명(50.0%)로 가장 많았고, 남성 방사선종사자의 경우도 6~10년의 경력이 36명(56.3%)으로 가장 많았다. 근무시간은 1일 8시간 이하의 근무자가 여성 방사선종사자는 35명(83.3%)으로 8시간 초과 근무자보다 많았으며, 남성 방사선종사자는 1일 8시간 이하의 근무자가 49명(76.6%)으로 8시

간 초과 근무자보다 많았으며, 방사성동위원소취급자 일반 면허 소지 여부의 경우 여성 방사선종사자는 미소지가 23명(54.8%)로 소지보다 많았고, 남성 방사선종사자는 소지가 45명(70.3%)로 미소지보다 많았다(Table 2).

2) 여성 핵의학 방사선종사자의 일반적 특성

여성 조사 대상자는 총 42명으로 그 중 임신 경험에 따라 임신 경험이 없는 여성 33명, 임신 경험이 있는 여성 9명을 대상으로 설문하였다. 연령에서 임신 경험이 없는 방사선종사자의 경우 20~29세가 19명(57.6%), 임신 경험이 있는 방사선종사자는 30~39세가 7명(77.8%)으로 많았다. 근무 병원 규모는 대학(종합)병원이상에서 임신 경험이 없는 방사선종사자 26명(78.8%), 임신 경험이 있는 방사선종사자가 6명(66.7%)으로 가장 많았다. 또한 핵의학과 근무기간은 임신 경험이 없는 방사선종사자의 경우 5년 이하의 경력과 6~10년 이하의 경력이 각각 16명(48.5%)로 동일했고, 임신 경험이 있는 방사선종사자의 경우는 6~10년의 경력이 5명(55.6%)으로 가장 많았다. 근무시간은 1일 8시간 이하의 근무자가 임신 경험이 없는 방사선종사자는 28명(84.8%), 임신 경험이 있는 방사선종사자는 7명(77.8%)으로 각각 8시간 초과 근무자 보다 많았다. 방사성동위원소취급자 일반면허 여부의 경우, 임신 경험이 없는 방사선종사자는 미소지가 20명(60.6%)로 소지보다 많았고, 임신 경

Table 3 General Characteristic of female nuclear medicine workers

Characteristic	Classification	Pregnancy inexperience (n=33)		Pregnancy experience (n=9)	
		The number of people	Percentage (%)	The number of people	Percentage (%)
Age	20 ~ 29	19	57.6	2	22.2
	30 ~ 39	12	36.4	7	77.8
	More than 40	2	6.1	0	0
The size of hospital	General hospital	26	78.8	6	66.7
	Semi-general hospital	7	21.2	3	33.3
	Clinic	0	0	0	0
Marriage status	Single	22	66.7	0	0
	Married	11	33.3	9	100
The period of nuclear medicine workplace	Up to 5 years	16	48.5	0	0
	6 ~ 10 years	16	48.5	5	55.6
	More than 11 years	1	3.0	4	44.4
On-duty hours	Up to 8 hours	28	84.8	7	77.8
	More than 8 hours	5	15.2	2	22.2
A general license for radioisotope handling	Possession	13	39.4	6	66.7
	Nonpossession	20	60.6	3	33.3

험이 있는 방사선종사자는 소지가 6명(66.7%)로 미소지보다 많았다(Table 3).

2. 성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량

1) 성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량

성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 분석한 결과, 연령은 30~39세에서 여성 방사선종사자는 3.09 mSv, 남성 방사선종사자는 6.58 mSv로 남성이 여성보다 3.49 mSv가 더 높았다. 근무 병원 규모에 따른 피폭선량은 대학(종합)병원이상에서 여성 방사선종사자는 4.26 mSv, 남성 방사선종사자는 6.47 mSv로 남성이 여성보다 2.21 mSv가 더 높았다. 결혼 유무에 따른 피폭선량은 기혼에서 여성 방사선종사자는 3.48 mSv, 남성 방사선종사자는 5.78 mSv로 남성이 여성보다 2.3 mSv가 더 높았다. 핵의학 근무기간에 따른 피폭선량은 6~10년에서 여성 방사선종사자는 3.44 mSv, 남성은 6.54 mSv로 남성이 여성보다 3.1 mSv가 더 높았다. 근무 시간에 따른 피폭선량은 8시간 이하에서 여성 방사선종사자는 3.78 mSv, 남성 방사선종사자는 5.67 mSv로 남성이 여성보다 1.89 mSv가 더 높았다. 방사성동위원소취급자 일반면허 소지 유무에 따른 피폭선량은 소지한 경우 여성 방사선종사자는 3.84 mSv, 남성 방사선종사자는 5.24 mSv로 남성이 여성보다 1.4 mSv가 더 높았

으며, 미소지한 경우 여성 방사선종사자는 4.00 mSv, 남성 방사선종사자는 7.57 mSv로 남성이 여성보다 3.57 mSv가 더 높았다. 그 외의 나머지 변수는 차이가 없었다(Fig. 1).

2) 임신 경험 유무에 따른 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량

임신 경험 유무에 따른 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량은 5년간의 피폭선량에서 임신기간을 제외한 결과를 분석에 적용하였다. 연령 분포에 따라 임신 경험이 없는 방사선종사자는 20~29세에서 4.91 mSv로 가장 높았고, 임신 경험이 있는 방사선종사자는 30~39세에서 3.48 mSv에서 가장 높았으며, 40세 이상의 임신 경험이 있는 대상은 없었다. 근무 병원 규모에 따른 피폭선량은 임신 경험이 없는 경우, 경험이 있는 방사선종사자 모두 대학(종합)병원이상 규모에서 근무하는 종사자가 높았으며, 각각 4.36 mSv, 3.82 mSv였다. 핵의학 근무기간에 따른 피폭선량은 임신 경험이 없는 방사선종사자가 11년 이상 종사자에서 3.69 mSv로 가장 높았으나 대상이 1명이었고, 다음으로 5년 이하의 종사자가 4.73 mSv로 높았다. 임신 경험이 있는 방사선종사자의 경우 6~10년 근무한 종사자가 3.76 mSv의 피폭선량으로 가장 높았으며, 5년 이하의 대상은 없었다. 근무시간에 따른 임신 경험이 없는 방사선종사자의 피폭선량은 8시간 초과 근무하는 종사자가 5.26 mSv로 8시간 이하

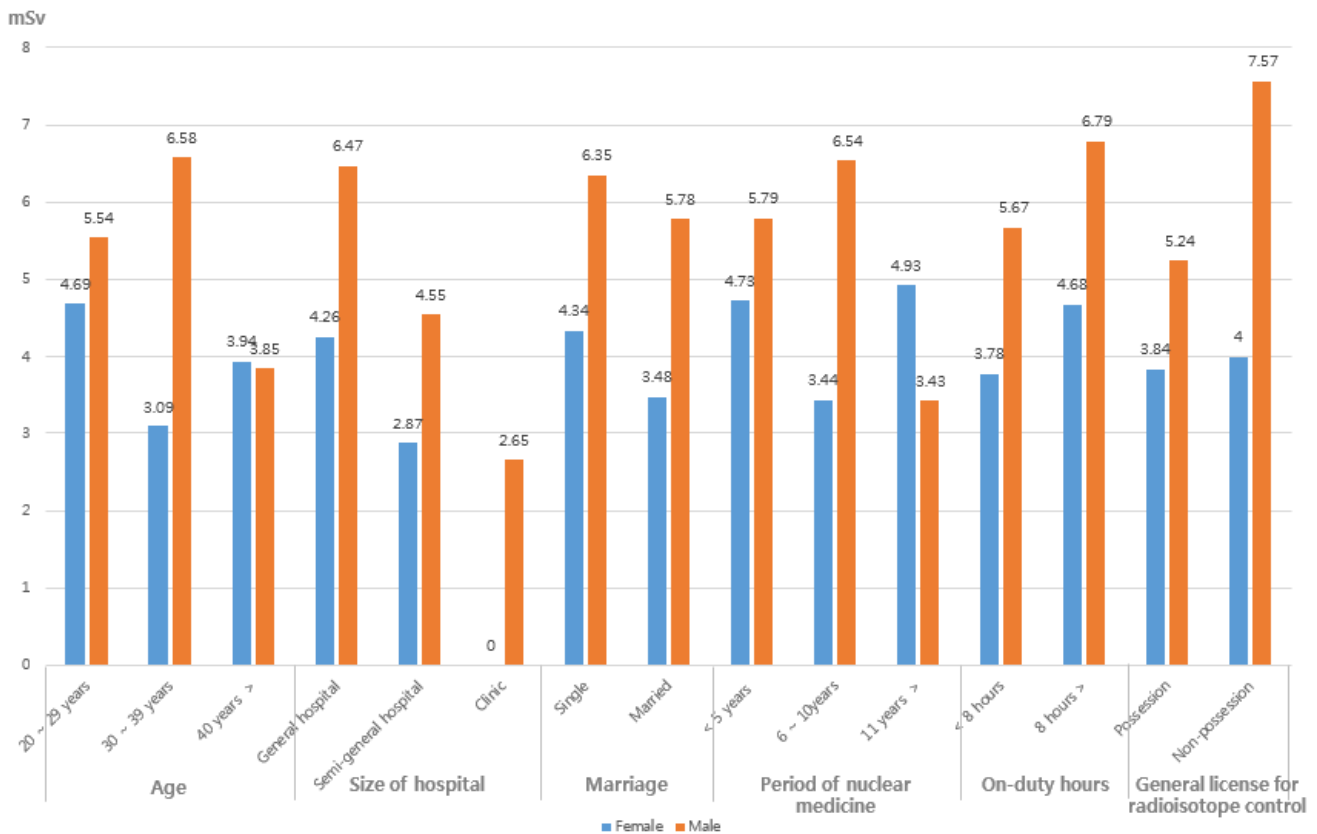


Fig. 1 Radiation exposure of nuclear medicine workers based on age

근무하는 종사자보다 높았으며, 임신 경험이 있는 방사선 종사자의 피폭선량은 8시간 이하 근무하는 종사자가 3.30 mSv로 8시간 초과 근무하는 종사자보다 근사하게 높았다. 방사성동위원소취급자 일반면허 소지 유무에 따른 피폭선량은 임신 경험이 없는 방사선종사자에서 미소지한 경우 4.26 mSv로 소지한 경우보다 높았으나, 임신 경험이 있는 방사선종사자는 소지한 경우 3.77 mSv로 미소지한 경우보다 높았다(Fig. 2).

3. 지식, 인식, 행태별 핵의학 방사선종사자의 피폭선량

1) 성별에 따른 지식, 인식, 행태별 핵의학 방사선종사자의 피폭선량

성별에 따른 지식, 인식, 행태별 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 분석한 결과, 인식 요인에서 여성 방사선종사자는 방사선 방어시설에 대한 인식 점수가 '매우 그렇다'에서 2.70 mSv였고, '전혀 그렇지 않다'에서 4.54 mSv였으며, 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 또한 환자대기실 분리에 관한 인식 점수가 '매우 그렇다'에서 5.20 mSv였고, '전혀 그렇지 않다'에서 3.15 mSv였으며, 점수가 높을수록 피

폭선량이 높았다.

행태 요인에서 여성 방사선종사자는 방어용구착용에 대한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 3.07 mSv였고, '전혀 그렇지 않다'에서 5.38 mSv였으며, 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 적정차폐노력에 대한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 3.43 mSv였고, '전혀 그렇지 않다'에서 9.53 mSv였으며, 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 또한 분배 시 납치마 착용의 점수가 '매우 그렇다'에서 2.79 mSv, '전혀 그렇지 않다'에서 4.56 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 주사 시 납치마 착용의 점수가 '매우 그렇다'에서 2.26 mSv, '전혀 그렇지 않다'에서 4.89 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 환자접촉 시 납치마 착용의 점수가 '매우 그렇다'에서 1.64 mSv, '전혀 그렇지 않다'에서 4.28 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다.

행태 요인에서 남성 방사선종사자는 방사선노출감소에 대한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 5.57 mSv, '전혀 그렇지 않다'에서 12.20 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 적정거리유지노력에 대한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 5.59 mSv였고, '전혀 그렇지 않다'에서 16.52 mSv였으며, 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다(Table 4).

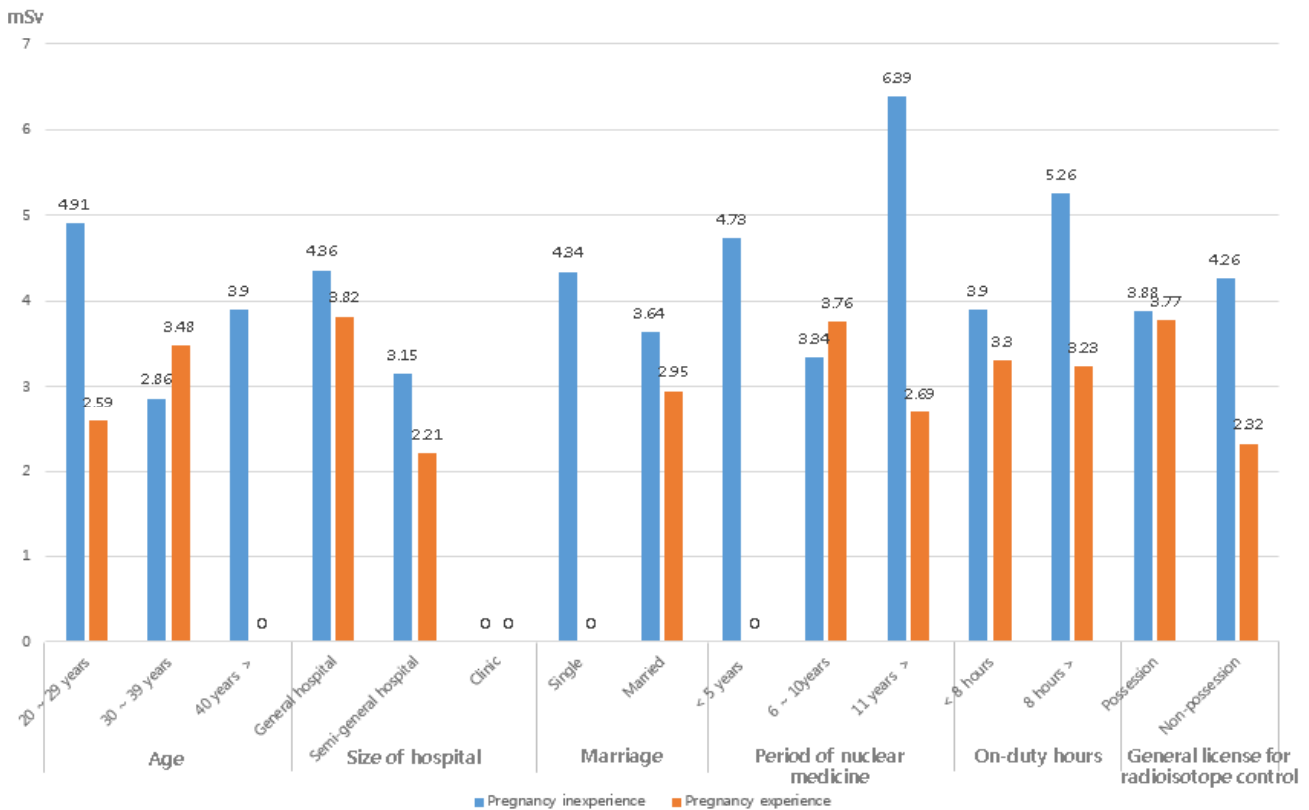


Fig. 2 Radiation exposure of female nuclear medicine workers based on pregnancy experience

2) 임신 경험 유무에 따른 지식, 인식, 행태별 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량

임신 경험 유무에 따른 지식, 인식, 행태별 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 분석한 결과, 인식 요인에서 임신 경험이 없는 방사선종사자는 환자대기실 분리에 관한 인식 점수가 '매우 그렇다'에서 6.03 mSv, '전혀 그렇지 않다'에서 3.30 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 높았다.

행태 요인에서 임신 경험이 없는 방사선종사자는 주사 시 납치마 착용에 관한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 2.18 mSv, '전혀 그렇지 않다'에서 4.96 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았으며, 환자 접촉 시 납치마 착용에 관한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 1.22 mSv, '전혀 그렇지 않다'에서 4.53 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 임신 경험이 있는 방사선종사자는 방사성물질관리에 관한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 2.67 mSv, '전혀 그렇지 않다'에서 7.59 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 방사선노출감소와 적정차폐노력에 관한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 2.60 mSv, '보통이다'에서 5.69 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다. 폐기 시 보호장갑 착용에 관한 행태 점수가 '매우 그렇다'에서 0.22 mSv, '전혀 그렇지

않다'에서 3.11 mSv로 점수가 높을수록 피폭선량이 낮았다 (Table 5).

4. 핵의학 방사선종사자의 피폭선량 요인

1) 성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량과 지식, 인식, 행태 요인

성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 지식, 인식, 행태 요인으로 분석한 결과, 여성 핵의학 방사선종사자에서 피폭선량과 지식 점수는 - 0.221로 음의 상관관계가 있어 지식 점수가 높을수록 피폭선량이 감소하였으며, 피폭선량과 행태 점수는 - 0.512로 음의 상관관계가 있어 행태 점수가 높을수록 상당한 관련성을 가지고 피폭선량이 감소하였다.

남성 핵의학 방사선종사자는 피폭선량과 지식, 인식 점수의 관련성은 없었으며, 피폭선량과 행태 점수는 - 0.248로 음의 상관관계가 있어 행태 점수가 높을수록 피폭선량이 감소하였다. 또한 행태 요인에서 여성 핵의학 방사선종사자는 남성 핵의학 방사선종사자보다 0.264 만큼 상관성의 차이가 있었다(Table 6).

Table 4 Exposure dose of nuclear medicine workers according to knowledge, recognition and behavior based on gender

Characteristic	Classification	Item* (score)	Female(n=42)		Male(n=64)	
			Exposure dose (mSv)	P-value	Exposure dose (mSv)	P-value
Knowledge	Knowledge of dose limit	3	3.80 ± 2.80	0.183	6.06 ± 3.11	0.260
		2	6.52 ± 0.19		4.39 ± 3.87	
		1	-		-	
	Knowledge of dose limit for pregnant woman	3	3.66 ± 2.77	0.229	5.89 ± 3.06	0.983
		2	6.19 ± 2.64		6.20 ± 2.48	
		1	4.29 ± 2.89		5.96 ± 3.74	
	General license for radioisotope handling	2	3.84 ± 2.24	0.849 +	5.24 ± 1.87	0.052 +
		1	4.00 ± 3.23		7.57 ± 4.75	
	Recognition	Recognition of dose limit	3	4.04 ± 3.04	0.674	6.22 ± 3.46
2			4.42 ± 2.42	6.20 ± 2.52		
1			3.47 ± 2.94	5.59 ± 3.56		
Recognition of dose limit for pregnant woman		3	3.70 ± 2.30	0.793	6.16 ± 4.19	0.925
		2	4.40 ± 3.15		5.91 ± 2.40	
		1	3.77 ± 3.01		5.78 ± 2.89	
Recognition of Radiation defence		3	2.70 ± 1.83	0.024	6.15 ± 3.50	0.717
		2	5.32 ± 3.48		5.82 ± 2.96	
		1	4.54 ± 2.69		4.82 ± 1.01	
Recognition of using Syringe shield		3	4.12 ± 2.68	0.880	5.29 ± 2.26	0.153
		2	3.65 ± 2.91		6.28 ± 3.87	
		1	3.76 ± 3.82		7.40 ± 3.97	
Recognition of using lead glass		3	4.01 ± 2.67	0.164	5.45 ± 3.27	0.350
		2	6.23 ± 1.22		7.83 ± 4.75	
		1	3.28 ± 2.46		6.26 ± 2.89	
Recognition of separating patient waiting room	3	5.20 ± 2.40	0.046	5.65 ± 2.93	0.599	
	2	5.86 ± 3.28		2.64 ± 2.09		
	1	3.15 ± 2.40		5.65 ± 2.93		
Behavior	Supervising radioactive material	3	3.41 ± 2.54	0.091	6.21 ± 3.31	0.307
		2	5.50 ± 3.10		4.54 ± 2.04	
		1	3.17 ± 2.57		5.05	
	Using defence	3	3.07 ± 2.72	0.027	5.52 ± 2.54	0.429
		2	3.01 ± 1.89		5.49 ± 3.30	
		1	5.38 ± 3.04		6.56 ± 3.32	
	Reduction radiation exposure	3	3.70 ± 2.69	0.052	5.57 ± 2.66	0.001
		2	6.93 ± 2.88		6.08 ± 1.50	
		1	-		12.20 ± 7.52	
	Effort for maintaining proper distance	3	3.98 ± 2.73	0.798	5.59 ± 2.60	<0.001
		2	3.70 ± 3.26		5.58 ± 2.51	
		1	-		16.52 ± 0.83	
Effort for proper shielding	3	3.43 ± 2.73	0.041	5.60 ± 2.62	0.285	
	2	4.91 ± 2.31		7.13 ± 4.53		
	1	9.53		7.11 ± 5.16		

Characteristic	Classification	Item* (score)	Female(n=42)		Male(n=64)	
			Exposure dose (mSv)	P-value	Exposure dose (mSv)	P-value
Behavior	Effort for proper housing	3	3.59 ± 2.76	0.355	5.90 ± 3.34	0.950
		2	4.44 ± 2.98		6.13 ± 2.80	
		1	5.82 ± 2.39		5.44 ± 0.54	
	Lead apron (Distribution)	3	2.79 ± 2.26	0.048	4.97 ± 1.71	0.137
		2	-		7.32 ± 2.80	
		1	4.56 ± 2.90		6.19 ± 3.83	
	Thyroid collar (Distribution)	3	2.24 ± 1.01	0.149	3.74 ± 1.15	0.054
		2	3.60 ± 2.05		6.53 ± 3.49	
		1	4.40 ± 3.03		6.28 ± 3.24	
	protective glove (Distribution)	3	2.96 ± 2.42	0.322	5.68 ± 3.12	0.697
		2	1.96 ± 0.44		5.09 ± 2.82	
		1	4.21 ± 2.89		6.16 ± 3.12	
	Lead glasses (Distribution)	3	-	0.743	3.45 ± 1.45	0.075
		2	3.49 ± 2.60		4.36 ± 1.86	
		1	3.98 ± 2.85		6.29 ± 3.23	
	Lead apron (Injection)	3	2.26 ± 2.07	0.012	4.95 ± 1.83	0.122
		2	4.81 ± 2.55		7.40 ± 4.47	
		1	4.89 ± 2.93		6.00 ± 3.16	
	Thyroid collar (Injection)	3	1.84 ± 1.35	0.101	3.92 ± 1.32	0.055
		2	3.36 ± 2.37		7.30 ± 2.22	
		1	4.43 ± 2.91		6.13 ± 3.14	
	Protective glove (Injection)	3	5.28 ± 5.35	0.726	6.54 ± 3.75	0.673
		2	3.41 ± 2.17		5.10 ± 1.69	
		1	3.94 ± 2.83		5.86 ± 3.16	
	Lead glasses (Injection)	3	0.31	0.418	2.64	0.381
		2	3.70 ± 4.26		8.04 ± 2.66	
		1	4.06 ± 2.59		5.91 ± 3.18	
	Lead apron (Contact)	3	1.64 ± 1.01	0.008	4.48 ± 1.40	0.070
2		7.43 ± 2.82	4.00 ± 4.93			
1		4.28 ± 2.75	6.47 ± 3.39			
Thyroid collar (Contact)	3	-	0.727	3.85 ± 1.66	0.148	
	2	2.95		5.43 ± 0.59		
	1	3.95 ± 2.83		6.29 ± 3.43		
Protective glove (Contact)	3	4.29 ± 2.89	0.613	4.71 ± 1.24	0.097	
	2	6.65		3.34 ± 2.50		
	1	3.84 ± 2.83		6.32 ± 3.30		
Lead glasses (Contact)	3	-	-	6.08 ± 3.16	0.222	
	2	-		1.95		
	1	5.14 ± 3.31		3.35 ± 1.01		
Lead apron (Disposal)	3	3.61 ± 3.00	0.854	5.77 ± 3.53	0.299	
	2	3.89 ± 2.41		4.53 ± 2.34		
	1	4.16 ± 2.88		6.35 ± 3.13		

Characteristic	Classification	Item* (score)	Female(n=42)		Male(n=64)	
			Exposure dose (mSv)	P-value	Exposure dose (mSv)	P-value
Thyroid collar (Disposal)		3	2.84 ± 0.88	0.606	6.17 ± 4.53	0.833
		2	3.03 ± 2.52		6.41 ± 3.87	
		1	4.13 ± 2.93		5.78 ± 2.79	
Protective glove (Disposal)		3	2.35 ± 2.80	0.477	5.77 ± 3.60	0.824
		2	4.50 ± 2.86		5.49 ± 3.11	
		1	4.04 ± 2.81		6.13 ± 3.06	
Lead glasses (Disposal)		3	-	-	3.35 ± 1.01	0.054
		2	-		1.40 ± 0.78	
		1	5.14 ± 3.31		6.17 ± 3.12	

* 3: Very positive, 2: Positive, 1: Negative, † Independent two-samples t-test

2) 임신 경험 유무에 따른 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량과 지식, 인식, 행태 요인

임신 경험 유무에 따른 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 지식, 인식, 행태 요인으로 분석한 결과, 임신 경험이 없는 방사선종사자에서 피폭선량과 지식 점수의 상관관계는 - 0.238, 피폭선량과 행태 점수의 상관관계는 - 0.511로 두 항목에서 음의 상관관계가 있었으며, 지식 점수가 높을수록 피폭선량이 감소하였고 행태 점수가 높을수록 피폭선량이 감소하였다. 반면 피폭선량과 인식 점수는 0.241로 양의 상관관계가 있어 인식 점수가 높을수록 피폭선량이 증가하였다.

임신 경험이 있는 방사선종사자에서 피폭선량과 인식 점수의 상관관계는 - 0.540, 피폭선량과 행태 점수의 상관관계는 - 0.643으로 두 항목에서 음의 상관관계가 있었으며, 인식 점수가 높을수록 피폭선량이 감소하였고 행태 점수가 높을수록 피폭선량이 감소하였다(Table 7).

3) 성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량 관련 요인

핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 이와 관련된 일반적 특성 및 지식, 인식, 행태 요인에 대한 분석 결과에서 성별, 근무 병원 규모, 방사성동위원소취급자 일반면허 소지 여부, 행태 요인이 교정변수를 고정한 상태에서 의미 있었다.

성별은 남성 방사선종사자보다 여성 방사선종사자의 피폭선량이 3.272 mSv 낮았다($P < 0.001$). 근무 병원 규모는 대학(종합)병원이상 근무하는 종사자보다 준종합병원에서 근무하는 종사자가 1.541 mSv 낮았다($P = 0.008$). 방사성동위원소취급자 일반면허를 소지한 방사선종사자보다 미

소지한 방사선종사자의 피폭선량이 2.003 mSv 높았다($P = 0.001$). 또한 행태 점수가 1점씩 높아질수록 피폭선량은 0.118 mSv가 감소하였다($P = 0.003$)(Table 8).

4) 임신 경험 유무에 따른 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량 관련요인

여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선량을 이와 관련된 일반적 특성 및 지식, 인식, 행태 요인에 대한 분석 결과에서 지식과 행태 요인이 교정변수를 고정한 상태에서 의미 있었다.

지식 점수가 1점씩 높아질수록 피폭선량은 1.581 mSv 감소하였고($P = 0.022$), 행태 점수가 1점씩 높아질수록 피폭선량이 0.332 mSv 감소하였다($P < 0.001$)(Table 9).

IV. 고 찰

방사선종사자는 피폭선량관리센터에 모니터링 된 대상자들을 의미하며, 의료기관에 종사하는 방사선사, 의사, 치과 의사, 치과위생사, 영상의학과 전문의, 간호사, 간호조무사와 업무보조 및 기타 직종이 포함되어 있다. 2013년도에 모니터링 된 총 종사자 수는 65,932명으로 이 중에서 방사선사, 치과 의사, 의사가 차지하는 비율이 76.3%를 나타냈다. 방사선사의 집단유효선량은 20,438.76 man·mSv로 2013년도의 집단유효선량(31,086.97 man·mSv)중에 가장 높은 비율(65.7%)을 차지한다. 이는 방사선사군이 방사선종사자 중 방사선에 가장 많이 노출되었음을 의미한다. 방사선사군의 수는 2012년 20,523명에서 2013년 21,636명으로

Table 5 Exposure dose of female nuclear medicine workers according to knowledge, recognition and behavior based on pregnancy experience

Characteristic	Classification	Item* (score)	Pregnancy inexperience(n=33)		Pregnancy experience(n=9)	
			Exposure dose(mSv)	P-value	Exposure dose (mSv)	P-value
Knowledge	Knowledge of dose limit	3	3.95 ± 3.01	0.244	3.93 ± 2.79	-
		2	6.52 ± 0.19		-	
		1	-		-	
	Knowledge of dose limit for pregnant woman	3	3.74 ± 2.96	0.135	3.36 ± 2.10	0.764
		2	7.36 ± 1.47		2.67	
		1	4.29 ± 2.89		-	
General license for radioisotope handling	2	3.88 ± 2.42	0.726†	3.77 ± 2.01	0.333†	
	1	4.26 ± 3.35		2.32 ± 1.86		
Recognition	Recognition of dose limit	3	4.53 ± 3.72	0.556	3.15 ± 0.85	0.979
		2	4.73 ± 2.03		3.49 ± 3.75	
		1	3.48 ± 3.05		3.30	
	Recognition of dose limit for pregnant woman	3	3.81 ± 2.64	0.318	3.34 ± 0.42	0.196
		2	5.50 ± 3.22		2.21 ± 1.60	
		1	3.56 ± 3.03		5.35 ± 3.18	
	Recognition of Radiation defence	3	2.75 ± 2.91	0.088	2.59 ± 1.40	0.149
		2	5.32 ± 3.48		-	
		1	4.49 ± 2.91		4.66 ± 2.54	
	Recognition of using Syringe shield	3	4.63 ± 2.84	0.507	2.59 ± 1.35	0.145
		2	3.31 ± 2.91		5.69 ± 2.69	
		1	4.12 ± 4.59		2.67	
	Recognition of using lead glass	3	4.29 ± 2.67	0.086	3.13 ± 2.75	0.941
		2	7.33 ± 4.42		-	
		1	3.21 ± 2.71		3.65 ± 0.50	
	Recognition of separating patient waiting room	3	6.03 ± 3.10	0.018	2.71 ± 0.74	0.572
		2	5.86 ± 3.28		-	
		1	3.03 ± 2.44		3.57 ± 2.40	
Behavior	Supervising radioactive material	3	3.69 ± 2.84	0.071	2.67 ± 1.30	0.033
		2	5.72 ± 3.18		3.30	
		1	2.06 ± 0.81		7.59	
	Using defence	3	3.24 ± 3.15	0.062	2.55 ± 0.62	0.350
		2	3.16 ± 1.84		2.15 ± 2.72	
		1	5.71 ± 3.30		4.41 ± 2.15	
	Reduction radiation exposure	3	3.94 ± 2.87	0.070	2.60 ± 1.24	0.040
		2	9.42		5.69 ± 2.69	
		1	-		-	
	Effort for maintaining proper distance	3	4.20 ± 2.96	0.685	2.99 ± 0.72	0.568
		2	3.60 ± 3.43		3.87 ± 3.68	
		1	-		-	
Effort for proper shielding	3	3.68 ± 3.01	0.126	2.60 ± 1.24	0.040	
	2	4.72 ± 2.37		5.69 ± 2.69		
	1	9.53		-		
Effort for proper housing	3	3.86 ± 3.05	0.602	2.69 ± 1.31	0.094	
	2	4.44 ± 2.98		-		
	1	6.76		5.35 ± 3.18		

Characteristic	Classification	Item* (score)	Pregnancy inexperience(n=33)		Pregnancy experience(n=9)	
			Exposure dose(mSv)	P-value	Exposure dose (mSv)	P-value
Behavior	Lead apron (Distribution)	3	2.85 ± 2.54	0.067	2.55 ± 0.62	0.467
		2	-		-	
		1	4.82 ± 3.04		3.65 ± 2.37	
	Thyroid collar (Distribution)	3	3.74 ± 2.96	0.213	2.27 ± 0.56	0.764
		2	3.51 ± 2.89		3.78	
		1	4.60 ± 3.17		3.54 ± 2.38	
	protective glove (Distribution)	3	3.06 ± 2.95	0.327	2.67	0.764
		2	1.96 ± 0.44		-	
		1	4.46 ± 3.08		3.36 ± 2.10	
	Lead glasses (Distribution)	3	-	0.664	-	-
		2	3.49 ± 2.60		-	
		1	4.19 ± 3.06		3.93 ± 2.79	
	Lead apron (Injection)	3	2.18 ± 2.31	0.011	2.55 ± 0.62	0.782
		2	5.99 ± 2.02		3.63 ± 2.65	
		1	4.96 ± 3.01		3.78	
	Thyroid collar (Injection)	3	1.83 ± 1.51	0.178	1.88	0.478
		2	4.17 ± 2.25		2.15 ± 2.72	
		1	4.55 ± 3.13		3.90 ± 1.85	
	Protective glove (Injection)	3	5.28 ± 5.35	0.804	-	0.950
		2	3.52 ± 2.79		3.20 ± 0.14	
		1	4.11 ± 2.97		3.31 ± 2.28	
	Lead glasses (Injection)	3	4.29 ± 2.67	0.408	-	-
		2	3.70 ± 4.26		-	
		1	0.31		3.93 ± 2.79	
Lead apron (Contact)	3	1.22 ± 0.76	0.009	2.88 ± 0.31	0.768	
	2	7.43 ± 2.82		-		
	1	4.53 ± 2.87		3.40 ± 2.27		
Thyroid collar (Contact)	3	-	-	-	0.870	
	2	-		2.95		
	1	3.88 ± 2.78		3.33 ± 2.11		
Protective glove (Contact)	3	4.29 ± 2.89	0.695	-	-	
	2	6.65		-		
	1	4.01 ± 3.05		3.93 ± 2.79		
Lead apron (Disposal)	3	4.16 ± 3.11	0.853	1.59 ± 1.25	0.151	
	2	3.30 ± 2.51		4.66 ± 2.54		
	1	4.25 ± 3.11		3.60 ± 0.58		
Thyroid collar (Disposal)	3	3.32 ± 0.41	0.684	1.88	0.488	
	2	3.03 ± 2.52		-		
	1	4.32 ± 3.15		3.46 ± 2.04		
Protective glove (Disposal)	3	3.06 ± 2.95	0.779	0.22	0.001	
	2	3.73 ± 2.62		7.59		
	1	4.29 ± 3.11		3.11 ± 0.73		

* 3: Very positive, 2: Positive, 1: Negative, [†] Independent two-samples t-test

1,113명(5.4%) 증가하였으나, 2013년 집단유효선량(20,438.76 man·mSv)은 2012년의 20,762.67 man·mSv 보다 1.6% 감소하였으며, 연간평균피폭선량은 1.01 mSv에서 0.94 mSv

로 감소하였다. 그러나 다른 종사자 집단과 비교했을 때 가장 높은 수준이며, 방사선사가 받은 평균적인 방사선량 수준이 다른 종사자들보다 가장 높다는 것을 의미하고 있다^[12].

Table 6 Exposure dose of nuclear medicine workers according to knowledge, recognition and behavior based on gender

Characteristic	Female(n=42)		Male(n=64)	
	r	P-value	r	P-value
Knowledge	- 0,221	0,042	0,028	0,824
Recognition	0,106	0,504	- 0,066	0,604
Behavior	- 0,512	0,001	0,248	0,048

Table 7 Exposure dose of female nuclear medicine workers according to knowledge, recognition and behavior based on pregnancy experience

Characteristic	Pregnancy inexperience(n=33)		Pregnancy experience(n=9)	
	r	P-value	r	P-value
Knowledge	- 0,238	0,031	0,117	0,764
Recognition	0,241	0,020	- 0,540	0,004
Behavior	- 0,511	0,002	- 0,643	0,001

Table 8 Exposure dose of nuclear medicine workers according to general characteristic, knowledge, recognition and behavior based on gender

Classification	B	β	P-value
Gender	- 3,272	- 0,507	< 0,001
Age	- 0,523	- 0,103	0,451
The size of hospital	- 1,541	- 0,254	0,008
Marriages	0,012	0,002	0,986
The period of nuclear medicine workplace	- 0,617	- 0,133	0,297
On-duty hours	0,568	0,073	0,412
A general license for Radioisotope handling	2,003	- 0,311	0,001
Knowledge	- 0,005	- 0,001	0,988
Recognition	0,107	0,088	0,319
Behavior	- 0,118	- 0,276	0,003

$R^2_{adj} = 0,297$

Table 9 Exposure dose of female nuclear medicine workers according to general characteristic, knowledge, recognition and behavior based on pregnancy experience

Classification	B	β	P-value
Pregnancy experience	- 0,712	- 0,106	0,615
Age	1,039	0,220	0,359
The size of hospital	- 0,482	0,074	0,629
Marriage status	1,286	0,232	0,269
The period of nuclear medicine workplace	- 0,482	0,110	0,690
On-duty hours	0,638	0,086	0,564
A general license for Radioisotope handling	0,041	0,007	0,960
Knowledge	- 1,581	0,349	0,022
Recognition	0,037	0,036	0,804
Behavior	- 0,332	0,598	< 0,001

$R^2_{adj} = 0,292$

의료기관에서 근무하는 방사선종사자 중 방사선사는 영상의학과, 핵의학과 방사선종양학과의 주를 이루며, 근무 분야에 따른 피폭선량에 대한 다양한 선행연구가 진행되었다. 또한 직종별, 업무별로 구분한 연구 중 핵의학과와 평균 피폭선량이 높았으며, 병원 방사선종사자의 피폭분석 현황에서 핵의학과가 다른 과보다 방사선 피폭이 높았고, 방사성동위원소를 환자에게 주입하는 과정에서 가장 많은 피폭을 받게 되는 것을 지적했다. 이는 핵의학과에서 다른 분야와는 다르게 방사성동위원소를 사용하기 때문이며, 또한 의료장비의 발달로 인하여 검사시간 단축으로 인한 검사건수가 증가하는데서 그 원인을 찾을 수 있다^[13]. 특히 PET/CT 검사가 늘어남에 따라 고에너지 방사성동위원소 사용 증가와 검사건수의 증가는 방사선종사자의 피폭선량 증가로 이어진다. 관련 연구에서는 PET 검사 건수와 방사선종사자의 피폭선량에 대해서 매년 500명의 환자를 적게 검사할 경우 방사선종사자의 연간 피폭이 2~3 mSv 낮아진다는 연구 결과를 보고하였다^[14]. 또한 이와 관련하여 PET, PET/CT 방사선종사자의 업무 특성에 따른 피폭선량과의 관련성을 보고하였다^[15].

핵의학과에서 근무하는 직종은 의사, 방사선사, 임상병리사, 간호사, 행정직원, 약사, 핵과학자 등이 있으며, 그 중 핵의학 장비 및 검사건수의 영향으로 방사선사의 인력이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 비중은 지속적으로 증가하고 있다. 특히 PET/CT의 도입 시점 이후 방사선사의 인력이 2배 이상으로 증가하였고, 현재 국내에는 핵의학 방사선종사자인 방사선사가 현재 약 750여명이 종사하고 있다. 핵의학 분야에서 성별에 따라 남성의 비율이 높지만, 여성의 사회적 진출과 여성 전용 검사가 활성화 되면서 여성의 수는 해마다 증가하고 있다. 따라서 여성 방사선종사자들의 방사선피폭은 지속적으로 증가할 것으로 전망되며 이에 대한 관심이 증가하고 있다^[16].

여성의 방사선 방호와 관련하여 임신하지 않은 여성의 직업상 피폭 규제 원칙은 남성과 동일하다. 그러나 여성이 임신했거나 임신 가능성이 있는 경우, 태아를 보호하기 위해 추가적인 관리가 필요하며, 태아의 선량한도를 권고하고 있다^[17]. 태아의 선량한도는 넓은 의미로는 일반 대중의 선량한도와 일맥상통한다. 임신한 여성은 방사선종사자를 스스로 선택한 것이지만 태아는 그런 결정을 한 것이 아니므로, 이러한 개념은 타당하다고 주장하였다^[18]. 또한 여성 방사선종사자가 임신 사실을 밝히고 고용주가 알게 되면, 태아를 위한 부가적 보호를 고려해야 한다. 임신을 알리고 나면, 남은 임신기간 동안 태아선량이 1 mGy를 넘지 않도록 임신한 방사선종사자의 작업환경을 조정해야 한다^[19]. 이 권고를 해

석할 때, 임신 여성을 과도하게 차별하지 않는 것도 중요하다. 이는 종사자와 사업자 모두에게 책임이 있으며, 임신이 확인되면 가능한 빠른 시일 내에 임신사실을 관리자에게 알려야 하는 임신 여성 자신에게 태아를 보호하기 위한 일차적 책임이 있다^[20]. 태아선량을 제한하는 것은 임신 여성이 방사선 혹은 방사성물질을 취급하는 작업에서 완전히 배제되거나, 지정된 방사선구역에 출입하고 작업함을 금지하는 것을 의미하지는 않는다. 그러나 이러한 태아선량의 제한은 고용주가 임신 여성의 피폭 환경을 주의 깊게 검토해야 함을 의미한다. 특히, 높은 사고선량을 받거나 방사성핵종을 섭취할 확률이 거의 없는 유형의 작업환경에서 임신 여성이 종사하도록 하는 것을 권고하고 있다^[21].

이와 관련하여 여성 핵의학 방사선종사자는 실제 임상에서는 임신한 경우 근무여건에 따라 서로 다른 형태로 적용되고 있는 실정이며, 이러한 임신에 대한 부담에 대해 기관의 관리자의 경우에는 여성 핵의학 방사선종사자를 기피하는 현상이 발생하는 한편, 여성 자신도 관련 정보의 부재로 인하여 소극적인 업무자세를 유지하는 현상이 반복되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 핵의학 분야에 방사선종사자에 대하여 방사선 피폭선량과 지식, 인식, 행태에 관련된 요인을 분석하고, 특히 여성 핵의학 방사선종사자의 방사선 피폭선량과 이와 관련요인을 분석함으로써 피폭에 대한 적극적인 방어와 방사선 피폭의 안전성을 확보하는 기틀을 형성하는데 목적을 두었다.

설문을 바탕으로 분석한 결과에 따른 몇 가지 시사점들이 고찰되며, 설문 결과에서 응답자가 법적으로 제시하는 선량 한도보다 높은 경우는 없었다. 성별에 따른 핵의학 방사선종사자의 피폭선량은 30~39세 연령에서 통계적으로 유의했다. 이는 외부피폭의 요소인 시간, 거리, 차폐를 근거로 업무의 능숙도와 관련지을 수 있으며, 비교적 업무량이 많은 것을 예상할 수 있다. 그러므로 방사선 차폐에 대한 실질적인 교육과 방사선 피폭을 고려한 근무환경 조성의 방법을 모색할 필요가 있다. 근무 병원 규모에 있어 대학(종합)병원에 근무하는 여성 방사선종사자와 남성 방사선종사자가 준종합병원이나 병의원급의 경우보다 피폭선량이 높은 것은 검사 건수와 연관이 있으며, 근무 시간에서도 유사한 피폭 선량 경향을 나타냈다. 이는 대학(종합)병원이 많은 검사를 진행하며 경우에 따라 근무 시간의 근로를 탄력적으로 시행함으로써 개인별 피폭선량의 증가의 결과를 가져왔다고 생각된다.

본 연구는 설문에 의한 자기기입식 측정이며, 방사선 피폭선량에 미치는 요인과 임신 경험을 토대로 한 피폭선량

요인을 모두 포함하기에는 한계를 가지고 있다. 특히 설문 대상자의 경우 750여명의 국내 핵의학 방사선종사자에서 여성 핵의학 방사선종사자는 45명으로 많은 종사자가 설문 에 참여할 수 없는 실정이다.

핵의학 방사선종사자의 피폭선량과 이와 관련된 지식, 인식, 행태 요인의 분석을 통해 남성 방사선종사자는 방사선 피폭의 저감을 위해 행태적 부분을 강화 할 수 있는 방법이 우선 모색되어야 한다. 일방적인 강의식 교육에서 벗어나 실질적으로 업무에 반영할 수 있는 실습 교육이 필요할 것 이라 생각되며, 방사선 피폭에 대한 경각심을 가질 수 있는 교육이 요구된다. 또한 여성 핵의학 방사선종사자는 방사선 피폭을 저감시키기 위해 방사선 지식을 강화할 수 있는 교육이 필요하다고 여겨진다. 뿐만 아니라 모든 핵의학 방사 선종사자를 대상으로 임신 방사선종사자의 선량관리와 태 아선량에 대하여 실제 업무에 적용될 수 있는 교육과 각 기 관별 정보공유를 통해 근무하는 병원의 환경에 적합한 체계를 마련하고 방사선 피폭을 방어하는 능동적인 자세가 필요 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

연구결과에서 핵의학 방사선종사자에서 여성은 남성보다 피폭선량과 방사선 방어 행태 요인에 대해 상당한 관련성이 있었으며, 남성보다 방사선 피폭이 낮았다. 여성 방사선종 사자에서 임신 경험이 없는 종사자는 지식 점수가 높을수 록, 행태 점수가 높을수록 피폭선량이 감소하였으며, 임신 경험이 있는 종사자는 인식 점수가 높을수록, 행태 점수가 높을수록 피폭선량이 감소하였다. 핵의학 방사선종사자의 피폭선량의 관련요인에 대한 회귀분석에서 성별 요인이 가 장 영향력이 있었으며, 여성 핵의학 방사선종사자의 피폭선 량의 관련요인에서 행태 요인이 가장 영향력이 있었다.

핵의학 방사선종사자 중 여성은 방사선 지식정도에 비례 하여 행태에 반영하고 방사선 방어에 대해 실질적으로 노력 하는 반면 남성은 방사선 지식을 행태적으로 거의 활용하지 않는 것으로 여겨진다. 따라서 남성은 보다 적극적인 방사 선 방어에 대한 교육을 통해 피폭선량 저감을 위한 활동이 요구된다. 또한 여성 핵의학 방사선종사자 중 임신 경험이 없는 종사자는 방사선 방호와 관련하여 지식 정도에 비례하 여 행태에 반영하지만, 임신 경험이 있는 종사자는 지식 정 도와는 관계없이 인식 정도가 행태에 반영되고 있었다. 그 러므로 이에 대해 임신 경험이 없는 종사자는 방사선 방어 에 대한 인식을 강화할 수 있는 방법을 모색하고, 임신 경험

이 있는 종사자는 지식을 강화할 수 있는 교육의 적용이 요 구될 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Bit-Na Kim, Suk Won Cho, Juyoung Lee, Kwang Yeul Lyu, Hoon-Hee Park : A Study of Decrease Exposure Dose for the Raditechnologist in PET/CT, *Journal of Radiological Science and Technology*, 38(1), 23-30, 2015
2. Mountford PJ, Steele HR : Fetal dose estimates and the ICRP abdominal dose limit for occupational exposure of pregnant staff to technetium-99m and iodine-131 patients, *Eur J Nucl Med*, 22(10), 1173-1179, 1995
3. Chiesa C, De Sanctis V, Crippa F, et al. : Radiation dose to technicians per nuclear medicine procedure: comparison between technetium-99m, gallium-67, and iodine-131 radiotracers and fluorine-18 fluorodeoxyglucose, *Eur J Nucl Med*, 24(11), 1380-1389, 1997
4. Czarwinski R, Crick MJ : Occupational exposures worldwide and revision of international standards for protection, *Radiat Prot Dosimetry*, 144(1-4), 2-11, 2011
5. Kase KR : Radiation protection principles of NCRP, *Health Phys*, 87(3), 251-257, 2004
6. Valentin J : Protecting people against radiation exposure in the event of a radiological attack - A report of The International Commission on Radiological Protection, *Ann ICRP*, 35(1), 1-110, 2005
7. Gonz lez AJ, Akashi M, Boice JD Jr, et al. : Radiological protection issues arising during and after the Fukushima nuclear reactor accident, *J Radiol Prot*, 33(3), 497-571, 2013
8. Jones CG : A review of the history of U.S. radiation protection regulations, recommendations, and standards, *Health Phys*, 88(6), 697-716, 2005
9. Su rez RC, Berard P, Harrison JD, et al. : Review of standards of protection for pregnant workers and their offspring, *Radiat Prot Dosimetry*, 127(1-4),

- 19-22, 2007
10. Cruz-Suarez R, Nosske D, Souza-Santos D : Radiation protection for pregnant workers and their offspring: a recommended approach for monitoring, *Radiat Prot Dosimetry*, 144(1-4), 80-84, 2011
 11. Harding LK, Thomson WH : Radiation and pregnancy, *J Nucl Med*, 44(4), 317-324, 2000
 12. Tae Sik Jung, Byung Chul Shin, Chang Woo Moon : Analysis of Radiation Exposure of Hospital Radiation Workers, *Journal of the Korean Society for Therapeutic Radiology and Oncology*, 18(2), 157-166, 2000
 13. Hoon-Hee Park, Kwang Yeul Lyu : Analysis of relationship between injection dose and exposure dose in PET/CT scan : Initial study, *Journal of Radiological Science and Technology*, 34(4), 351-357, 2011
 14. Barber RW, Parkin A, Goldstone KE : Is it safe to work with iodine-131 if you are pregnant? A risk assessment for nuclear medicine staff involved with cleaning and decontamination, *Nucl Med Commun*, 24(5), 571-574, 2003
 15. Hoon-Hee Park, Jeongbae Rhie, PilkyungJung, Jong Doo Lee, Jong Uk Won, Jaehoon Roh : Radiotechnologists and Radiation Exposure from PET and PET/CT Systems, *Korea J Occup Environ Med*, 24(1), 86-95, 2012
 16. Hoon-Hee Park, Dae Sung Park, Dae Cheol Kweon, et al. : Inter-comparison of ¹⁸F-FDG PET/CT standardized uptake values in Korea, *Applied Radiation and Isotopes* 69, 241-246, 2011
 17. Osei EK, Kotre CJ : Equivalent dose to the fetus from occupational exposure of pregnant staff in diagnostic radiology, *Br J Radiol*, 74(883), 629-637, 2001
 18. Uzoigwe CE, Middleton RG : Occupational radiation exposure and pregnancy in orthopaedics, *J Bone Joint Surg Br*, 94(1), 3-7, 2012
 19. Sinclair WK : Trends in radiation protection—a view from the National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP), *Health Phys*, 55(2), 149-157, 1988
 20. Wrixon AD : New ICRP recommendations, *J Radiol Prot*, 28(2), 161-168, 2008
 21. Dowd SB, Archer J : Radiation safety regulations—the evolution and development of standards, *Radiol Manage*, 16(1), 39-45, 1994

•Abstract

Radiation Exposure Analysis of Female Nuclear Medicine Radiation Workers

Juyoung Lee¹⁾·Hoon-Hee Park²⁾

¹⁾*Department of Biomedical Engineering Graduate School, Chungbuk National University*

²⁾*Department of Radiological Technologist, Shingu College*

In this study, radiation workers who work in nuclear medicine department were analyzed to find the cause of differences of radiation exposure from General Characteristic, Knowledge, Recognition and Conduct, especially females working on nuclear medicine radiation, in order to pave the way for positive defense against radiation exposure.

The subjects were 106 radiation workers who were divided into two groups of sixty-four males and forty-two females answered questions about their General Characteristic, Knowledge, Recognition, Conduct, and radiation exposure dose which was measured by TLD (Thermo Luminescence Dosimeter).

The results of the analysis revealed that as the higher score of knowledge and conduct was shown, the radiation exposure decreased in female groups, and as the higher score of conduct was shown, the radiation exposure decreased in male groups.

In the correlation analysis of female groups, the non-experienced in pregnancy showed decreasing amount of radiation exposure as the score of knowledge and conduct was higher and the experienced in pregnancy showed decreasing amount of radiation exposure as the score of recognition and conduct was higher.

In the regression analysis on related factors of radiation exposure dose of nuclear medicine radiation workers, the gender caused the meaningful result and the amount of radiation exposure of female groups compared to male groups.

In the regression analysis on related factors of radiation exposure dose of female groups, the factor of conduct showed a meaningful result and the amount of radiation exposure of the experienced in pregnancy was lower compared to the non-experienced.

The conclusion of this study revealed that radiation exposure of female groups was lower than that of male groups. Therefore, male groups need to more actively defend themselves against radiation exposure. Among the female groups, the experienced in pregnancy who have an active defense tendency showed a lower radiation exposure. Thus, those who have never been pregnant need to have a more active defensive conduct for the future possibility of pregnancy.

Key Words : nuclear medicine, radiation worker, radiation exposure dose, radiation exposure factor