

## 항공 승무원의 방사선 지식에 영향을 미치는 요인 분석

신형호\*\*\*·박상신\*†

\*서울시립대학교 도시보건대학원, \*\*국립중앙의료원 영상의학과

### Analysis of Factors Affecting Radiation Knowledge among Aircrew

Hyeongho Shin\*\*\* and Sangshin Park\*†

\*Graduate School of Urban Public Health, University of Seoul

\*\*Department of Radiology, National Medical Center

#### ABSTRACT

**Objectives:** This study identified factors impacting radiation knowledge among aircrew, who are affected by cosmic radiation exposure due to their occupational environment.

**Methods:** In September 2019 we conducted an online survey of aircrew through a Google link. We evaluated the level of radiation knowledge using a ten-item (10 points) questionnaire. The following exploratory variables were evaluated in relationship with the level of radiation knowledge using univariable linear regression models: sex, age, duration of employment, position level, company, marriage, education level, personal/family history of disease, and the number of times acquiring information on radiation through various channels (internet searching, watching television, reading newspaper, conversation about radiation with aircrew/non-aircrew, in-house training). With a p of 0.2 in univariable models, we built a multivariable linear regression model using a stepwise selection method.

**Results:** The average radiation knowledge score of the 356 respondents was 7.22. Univariable linear regression analysis showed that radiation knowledge of the aircrew was associated with their company, position level, age, and number of conversations with other aircrew members. Our multivariable model showed that the radiation knowledge level of aircrew decreased as they had more conversations about radiation with other aircrew members and as their age increased.

**Conclusions:** Korean air crew showed a lower level of radiation knowledge as their age and the number of conversations with colleagues increased. The study suggests that more education is needed in order for aircrew to gain accurate radiation knowledge.

**Key words:** Flight attendants, air crew, radiation knowledge, risk factor

## I. 서 론

방사선은 의료분야에서 검사, 시술, 치료와 같이 환자에게 피폭을 가하며 질병에 대한 이익을 수반하기에 국제방사선방호위원회(International Commission

on Radiological Protection)는 이용에 대한 정당성 확보와 방호의 최적화를 권고하고 있다.<sup>1)</sup> 인체 내의 유전자는 적은 방사선 양에 노출되면 비교적 단시간에 복구되지만 많은 양의 방사선에 노출되면 유전자가 손상 또는 잘못 복구될 가능성이 있다.<sup>2,3)</sup> 방사선 노

†Corresponding author: Graduate School of Urban Public Health, #523 Law School, University of Seoul, 163 Seoulsiripdae-ro (Jeonngong-dong), Dongdaemun-gu, Seoul 02504, Republic of Korea, Tel: +82-2-6490-6758, Fax: +82-2-6490-6754, E-mail: spark@uos.ac.kr

Received: 14 January 2020, Revised: 9 February 2020, Accepted: 10 February 2020

출은 인간의 생활 영역에서 나타나는 환경 보건학적 요인으로 여겨야 하며, 방사선에 대한 관심과 연구가 지속적으로 이루어져야 한다.<sup>4)</sup> 한편 국제 암 학회는 우리 주변에 있는 여러 가지 발암원인 중 방사선을 Group 1으로 정했고,<sup>5)</sup> 대만의 코호트 연구는 지속적으로 저 선량 방사선에 노출된 인구 집단이 유방암과 백혈병에 연관성이 있다고 밝혔으며<sup>6)</sup> 영국의 방사선 작업종사자를 대상으로 한 코호트 연구는 저선량 방사선이 외부로부터 장기적으로 피폭되었을 때 백혈병 위험이 증가한다고 밝혔다.<sup>7)</sup> 이처럼 인체에 영향을 미치는 방사선의 위험을 경계해야 한다.

국의 한 항공사는 우주 방사선이 건강에 미치는 잠재적 영향에 대한 지식수준을 높이기 위해 고용된 승무원을 대상으로 교육 영상과 프로그램을 개발하여 3년마다 교육을 진행하고 있다.<sup>8)</sup> 유럽 위원회는 항공 승무원의 방사선 방호 조치 이행을 평가해 EU 회원국 중 연간 1 mSv 이상의 선량을 받을 수 있는 국가의 경우 해당 승무원의 노출을 평가하고, 비행 스케줄 조정 시 피폭을 고려하며, 근무로 인한 건강위험을 근로자에게 알리도록 하는 적절한 법률을 권고하며 시행하고 있다.<sup>9)</sup>

항공 승무원들이 받는 연간 방사선 피폭량은 2-5 mSv 정도로 퇴사 때까지 약 75 mSv 정도의 방사선에 피폭될 것으로 추정된다.<sup>10)</sup> 국내 방사선 관계 작업 종사자 중 의료기관 종사자(0.05 mSv), 산업체 종사자(0.02 mSv), 원자력 발전소(0.58 mSv) 등<sup>11)</sup>에 비교했을 때 항공 승무원들의 방사선 노출량이 높다. 일반인에 비해 우주 방사선 노출이 많은 승무원들은 유방암, 흑색종, 기타 피부암에 대해 더 높은 발병률을 보였고,<sup>12)</sup> 장기 비행 경향이 있는 항공 조종사들은 우주 방사선 노출로 인한 염색체 변화가 있다<sup>13)</sup>고 국외 항공 승무원 연구는 밝히고 있다. 이러한 우주방사선에 대한 역학적 연구의 증가와 대중매체를 통한 파급으로<sup>14)</sup> 승무원들 사이에서 방사선 노출에 대한 의문과 두려움이 커질 것으로 추정된다.

방사선 지식에 따른 방사선 방어 태도에 관한 연구에서는 간호 학생과 간호사 그리고 치위생사 모두 방사선 지식이 높을수록 방사선 방어에 적극적인 태도를 보였다.<sup>15,16)</sup> 일반적으로 다른 분야의 연구에서는 지식수준이 높을수록 관련 두려움이 감소한다. 예를 들어 AIDS와 HIV에 대한 지식이 증가할수록 간호과정에서 간호사의 두려움이 감소되었고,<sup>17)</sup> 산전

교육을 통한 산모의 지식 습득이 출산의 두려움을 줄였다.<sup>18)</sup> 한편, 소비자의 의약품 구매 시 의약품 관련 정보를 습득하는 경로 중 그 약을 먼저 복용해본 비전문가인 지인을 통한 정보 획득의 문제를 밝힌 연구<sup>19)</sup>를 통해, 정보 획득 경로가 지식과 행동에 영향을 미치는 것으로 추정된다. 항공 승무원들의 방사선에 대한 정보 획득의 경로 역시 같은 양상을 보일 것으로 추측되는 가운데, 아직 항공 승무원을 대상으로 방사선 지식에 영향을 미치는 요인에 관한 연구가 수행된 일이 없다.

따라서, 본 연구에서는 직업적 환경 특성상 우주 방사선 노출에 영향이 많은 항공 승무원들을 대상으로 방사선에 대한 여러 지식 습득 경로 중 어떠한 경로가 방사선 지식수준에 영향을 미치는지를 살펴보고자 한다.

## II. 자료 및 방법

### 1. 연구설계

본 연구는 항공 승무원들을 대상으로 어떠한 정보 획득 경로를 통해 방사선에 대한 지식을 얻는지와 방사선에 대한 지식 정도를 조사하기 위한 단면 연구이며 항공 승무원들의 방사선에 대한 지식수준에 영향을 미치는 요인을 파악하였다.

### 2. 연구대상

본 연구는 일반인에 비해 우주 방사선 노출이 많은 국내 항공사에 근무 중인 항공 승무원을 대상으로 2019년 9월 18일부터 2019년 10월 20일까지 약 한 달간 항공 승무원 단체, 각 항공사의 승무원 협회, 항공사 별 리더십을 가진 실무자들을 통해 구글 링크를 활용한 온라인 설문을 진행하였다. 구조화된 설문지를 이용하여 총 356부를 회수하였으며 회수된 설문지 모두가 충실히 응답되었다고 판단하여 최종 분석하였다.

### 3. 측정도구 및 연구방법

선행연구에서 활용한 방사선에 관한 지식을 평가하기 위한 설문지<sup>20)</sup>를 기초로 연구자가 연구의 목적과 응답자에 맞게 10문항의 설문 도구를 수정, 보완하여 각 문항의 정답은 1점 오답은 0점으로 하여 방사선 지식의 정도(10점 만점)를 파악했다. 한편, 대

상자의 일반적 특성은 성별, 나이, 근속연수, 직급, 소속회사, 결혼 여부, 최종학력, 개인/가족의 질병 유무를 파악하였고, 인터넷, TV, 신문, 승무원들 간 대화, 비 승무원인 주변인과의 대화, 사내 교육을 통해 방사선에 대한 정보 습득 경로와 빈도를 구조화된 설문지를 이용하여 파악하였다.

승무원들의 방사선 지식수준이 집단별로 차이가 있는지를 확인하기 위하여 독립 표본 t 검정과 분산 분석을 수행하였고, 승무원들의 방사선 지식수준에 영향을 미치는 유의미한 요인을 추출하기 위하여 우선적으로 조사된 모든 변수를 활용하여 단순 선형회귀분석을 수행하였다. 그 결과 p 값이 0.2 미만인 변수들을 대상으로 단계적 선택 방법을 통한 다중 선형회귀분석을 수행하여 0.05 미만의 p 값을 통계적으로 유의미한 것으로 판단하여 최종 모형을 구성하였다. 설문조사 도중 추가 조사한 성별의 결측치는 다중 대체법(multiple imputation)으로 추정하였다. 자료는 SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, NC)를 이용하여 분석하였다.

#### 4. 연구 윤리

본 연구는 서울시립대학교의 생명윤리 위원회 (Institutional Review Board) 심의를 거쳐 승인 후 시행하였으며(UOS-IRB-2019-A34), 연구 참여자의 윤리적 보호를 위해 응답된 내용을 자료화하는 과정에서 드러날 수 있는 승무원의 개인 정보와 소속 회사를 익명으로 처리하여 보호하였고, 연구 참여자가 동의하지 않은 다른 목적에 사용할 수 없음과 수집된 자료는 본 연구의 학문적 목적에만 한정함을 설명 후 사전동의를 받았다.

### III. 결 과

#### 1. 항공 승무원의 인구 특성

연구 대상 항공 승무원의 성별은 남성이 10.6%였으며, 대상자의 평균연령은 37.8세였다(Table 1). 근속연수는 4-12년이 44.9%로 가장 많았으며, 직급별로는 객실승무원이 39.3%로 가장 많았고, 소속 항공사는 B 항공이 47.5%로 가장 많았다. 대상자 중 68.3%가 기혼자였으며, 교육 수준은 대졸이 91.9%로 가장 많았다. 방사선에 대한 다양한 정보 습득 경로 중 동료 승무원들 간의 대화 빈도가 1년에 10.3

**Table 1.** Characteristics of participants (*n*=356)

Variable	<i>n</i>	Mean (SD) or proportion, %
Sex, %		
Men	17	10.6
Women	144	89.4
Age, y	356	37.8 (8.5)
Duration of employment, %		
1-3y	42	11.8
4-12y	160	44.9
≥13y	154	43.3
Position level, %		
Vice-captain	62	17.4
Captain	63	17.7
Flight attendant	140	39.3
Purser	80	22.5
Chief purser	11	3.1
Company, %		
A airline	148	41.6
B airline	169	47.5
Other airlines	39	11.0
Married, %		
Yes	243	68.3
No	113	31.7
Education level, %		
Bachelor	327	91.9
Master/PhD	39	8.2
Personal history of diseases, %		
Yes	78	21.9
No	278	78.1
Family history of diseases, %		
Yes	107	30.1
No	249	69.9
No. of conversation about radiation, per y		
With air crew	355	10.3 (13.0)
With non-air crew	355	5.0 (9.6)
No. of acquiring information on radiation, per y		
Internet searching	355	8.6 (12.3)
Watching television	355	5.9 (10.7)
Reading newspaper	355	4.1 (9.3)
In-house training	355	3.5 (8.1)
Radiation knowledge score	356	7.22 (1.8)

**Table 2.** Radiation knowledge score according to participant characteristics

Variable	n	Mean	SD	p value
Sex				0.86
Men	17	7.24	1.03	
Women	144	7.28	1.14	
Age, y				0.011
20-33	128	7.48	1.09	
34-45	146	7.08	1.13	
46-60	82	7.04	1.31	
Duration of employment				0.20
1-3y	42	7.40	0.99	
4-12y	160	7.28	1.13	
≥13y	154	7.10	1.25	
Position level				0.029
Vice-captain	62	7.00	0.96	
Captain	63	6.94	1.20	
Flight attendant	140	7.26	1.23	
Purser	80	7.48	1.17	
Chief purser	11	7.55	0.82	
Company				0.044
A airline	148	7.03	1.15	
B airline	169	7.34	1.14	
Other airlines	39	7.38	1.31	
Married	243	7.17	1.20	0.31
Education level				0.90
Bachelor	327	7.21	1.16	
Master/PhD	29	7.24	1.35	
No. of conversation about radiation, per y				0.004
With air crew				
≥4.5	204	7.36	1.18	
<4.5	151	7.01	1.13	
With non-air crew				0.20
≥4.5	279	7.25	1.19	
<4.5	76	7.07	1.09	
No. of acquiring information on radiation, per y				0.31
Internet searching				
≥4.5	234	7.26	1.27	
<4.5	121	7.12	1.05	
Watching television				0.24
≥4.5	276	7.25	1.20	
<4.5	79	7.08	1.10	
Reading newspaper				0.98
≥4.5	294	7.21	1.18	
<4.5	61	7.21	1.13	
In-house training				0.95
≥4.5	310	7.21	1.17	
<4.5	45	7.22	1.15	

**Table 3.** Univariable linear regression model for radiation knowledge

Variable	B	95% CI	p value
Men vs. women	0.102	-0.535, 0.738	0.74
Age, y	-0.018	-0.033, -0.004	0.011
Duration of employment			
1-3y	0.307	-0.093, 0.707	0.13
4-12y	0.184	-0.076, 0.443	0.16
≥13y	Ref		
Position level			
Vice-captain	-0.545	-1.291, 0.200	0.15
Captain	-0.609	-1.354, 0.136	0.10
Flight attendant	-0.281	-0.995, 0.433	0.43
Purser	-0.070	-0.804, 0.663	0.85
Chief purser	Ref		
Company			
A airline	-0.351	-0.763, 0.061	0.09
B airline	-0.047	-0.454, 0.359	0.81
Other airlines	Ref		
Married	0.137	-0.125, 0.399	0.30
Education level			
Bachelor	-0.027	-0.474, 0.419	0.90
Master/PhD	Ref		
Personal history of diseases	-0.129	-0.424, 0.166	0.38
Family history of diseases	-0.015	-0.282, 0.251	0.91
No. of conversation about radiation, per y			
With air crew	-0.014	-0.023, -0.004	0.004
With non-air crew	-0.006	-0.020, 0.007	0.33
No. of acquiring information on radiation, per y			
Internet searching	-0.002	-0.012, 0.008	0.67
Watching television	-0.004	-0.015, 0.008	0.51
Reading newspaper	-0.002	-0.015, 0.011	0.76
In-house training	-0.002	-0.017, 0.013	0.81

회로 가장 많았고, 인터넷 검색 8.6회, TV 5.9회, 비 승무원인 주변인과의 대화 5.0회, 신문 4.1회, 사내 교육 3.5회 순으로 나타났다. 방사선 지식의 평균 점수는 7.22점이었다.

**2. 항공 승무원 특성에 따른 방사선 지식 점수**

항공 승무원의 특성에 따른 방사선 지식 점수는 46-60세에서 7.04점으로 연령이 높은 그룹일수록 방사선 지식 점수가 낮은 것으로 나타났다(p=0.011)

**Table 4.** Multivariable linear regression model for radiation knowledge

Variable	B	95% CI	p value
Age, y	-0.017	-0.031, -0.002	0.023
No. of conversation about radiation with air crew, per y	-0.012	-0.022, -0.003	0.011

(Table 2). 직급에서는 수석 사무장이 7.55점으로 가장 높았고( $p=0.029$ ), 소속 회사는 그 밖의 항공사가 7.38점으로 가장 높게 나타났다( $p=0.044$ ). 1년간 동료 승무원들 간의 방사선에 대한 대화 빈도수가 4.5회 초과한 그룹 7.01점이 4.5회 이하인 그룹 7.36점보다 점수가 낮게 나타났다( $p=0.004$ ).

### 3. 방사선 지식 점수에 대한 단순 선형회귀분석 결과

독립변수인 정보 획득 경로와 종속변수인 방사선 지식 점수의 단순 선형회귀분석에서 나이가 많을수록 ( $B = -0.018$ , 95% confidence interval (CI) =  $-0.033$ ,  $-0.004$ ,  $p=0.011$ ), 승무원 간 방사선에 대한 대화가 많을수록 ( $B = -0.014$ , 95% CI =  $-0.023$ ,  $-0.004$ ,  $p=0.004$ ), 방사선 지식 점수는 유의미하게 낮아지는 것으로 분석되었고, 소속회사( $p=0.044$ )와 직급( $p=0.029$ )은 방사선 지식 점수에 영향을 미치는 관계성이 있는 것으로 파악되었다(Table 3).

### 4. 방사선 지식 점수에 대한 다중 선형회귀분석 결과

다중 선형회귀모형은 방사선에 대한 동료 승무원들의 대화 빈도가 높아질수록 ( $B = -0.012$ ,  $p=0.011$ ), 연령이 높아질수록 ( $B = -0.017$ ,  $p=0.023$ ) 방사선의 지식 점수가 낮아지는 것으로 분석되었다(Table 4).

## IV. 고 찰

본 연구는 일반인에 비해 우주 방사선 노출이 많은 항공 승무원들의 방사선에 대한 지식수준을 파악하고, 방사선에 대한 지식에 영향을 미치는 요인은 무엇인지를 분석하고자 하였다. 분석 결과 소속회사, 직급, 나이, 동료 승무원들과 방사선에 대한 대화의 정도가 방사선 지식에 영향을 미치는 요인으로 파악되었다. 다중 선형회귀모형은 방사선에 대한 동료 승무원들의 대화 빈도가 높아질수록, 연령이 높

아질수록 방사선의 지식 점수가 낮아지는 결과를 보여 주었다. 소속회사와 직급은 단순 회귀분석 결과 방사선 지식에 영향을 미치는 관계성은 파악되었지만, 최종적으로 다중 선형회귀분석을 통해 보정한 결과 더이상 유의미하지 않은 것으로 나타났다.

본 연구에서 소속 회사와 직급이 방사선 지식에 영향을 미치는 것으로 파악된 데에는, 직장 내 금연 교육 프로그램을 제공함으로써 직원들이 금연에 대한 지식과 태도의 변화를 가져올 수 있다는 연구<sup>21)</sup>와 종합병원 간호사들을 대상으로 소속 기관에서 재난 교육을 시행하고 재난 교육을 이수한 간호사가 재난 발생 시 대처 지식과 대처능력이 높다는 연구<sup>22)</sup> 결과에서 말하듯, 방사선에 대한 사내 교육의 빈도가 대형 항공사(A airline, B airline)와 저가 항공사(other airlines) 간 자체적으로 시행하고 있는 안전보건교육 체계 수준의 차이로 소속 회사에 따라 방사선 지식에 영향을 미친 결과로 사료된다. 직급도 마찬가지로 직급이 높을수록 사내 교육에 노출된 횟수도 증가하여 방사선에 관한 지식도 증가한 것으로 생각되지만 최종 다중 회귀분석모형에는 포함되지 않았다.

나이에 따른 방사선 지식의 차이는 방사선 노출이 있는 산업장 근로자들의 연령이 높을수록 방사선 지식은 낮아지는 것으로 보고<sup>20)</sup>된 선행연구와 마찬가지로 20-33세 7.48점, 34-45세 7.08점, 46-60세 7.04점으로 연령이 높을수록 방사선 지식은 낮아지는 본 연구결과( $p=0.011$ )와 일치하였고, 일반인을 대상으로 방사선조사 식품에 대한 방사선 지식(5점 만점)에 대해 분석한 연구에서 50대 2.80점, 30대 2.62점, 20대 2.55점, 40대 1.30점 순으로, 후쿠시마 원전 사고 후 부산시민을 대상으로 방사선 지식(18점 만점)에 대해 분석한 연구에서는 20대 12.43점, 40대 11.53점, 50대 11.41점, 30대 11.40점 순으로 각 연구마다 연령에 따라 방사선 지식이 통계적으로 유의하게 차이가 있었다<sup>23,24)</sup>고 밝혔듯 본 연구에서도 연령에 따른 방사선 지식의 차이가 통계적으로 유의한 결과로 조사되었다. 이는 과거에 비해 모든 연령에 동일하게 방사선에 대한 사회적 관심이 많아졌지만 가입기 연령으로 구성된 본 연구의 젊은 연령층이 더 많은 관심과 적극적인 정보 습득 행위로 인해 방사선에 대한 지식이 높아졌을 것으로 사료된다.

항공 승무원 동료와의 대화 빈도에 따른 방사선 지식의 차이에 관한 직접적인 선행연구는 없지만 방

사선 작업 종사와 방사선사를 대상으로 방사선 안전 관리와 지식에 관한 선행연구에서는 방사선 지식 점수가 높게 평가되었고, 지식이 높을수록 방사선 안전 관리의 중요성을 인식하고 있었다.<sup>25,26)</sup> 이는 항공 승무원들도 직업적 환경 특성상 동일하게 방사선에 노출되지만 방사선 관계종사자인 전문가 집단과는 달리 다양한 방사선 지식 습득 경로 중 검증된 사내 교육의 빈도가 현저히 부족한 상태에서, 불명확한 정보를 바탕으로 행해지는 동료 승무원들과의 대화가 방사선 지식에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

본 연구는 항공 승무원들을 대상으로 방사선 지식에 영향을 미치는 요인을 분석한 첫 연구로 앞으로 항공 승무원들의 방사선 피폭에 관한 광범위한 연구에 기틀을 마련했다고 할 수 있다. 이러한 의미에도 불구하고 본 연구에서 사용된 방사선 지식을 묻는 설문지는 선행 연구에 사용된 설문지가 연구의 성격과 대상에 따라 다르기 때문에 지식의 수준을 표준화하기에는 한계성이 있고, 한 번의 설문으로 진행된 단면 연구라는 점에서 선후 관계를 밝히기엔 어려운 부분이 있다. 또한 응답자가 질문에 작성한 대화 횟수를 연구자가 실제 관찰할 수 없어 그 응답에 의존해야 했다는 한계점이 있었다.

## V. 결 론

본 연구는 직업적 환경 특성상 우주 방사선에 노출이 많은 항공 승무원을 대상으로 방사선 지식에 영향을 주는 요인을 파악하고, 정보 습득 경로별로 방사선 지식에 미치는 정도를 분석한 단면 연구로, 단순 회귀분석 결과는 소속회사( $p=0.044$ )와 직급( $p=0.029$ )이 방사선 지식 점수에 영향을 미치는 관계성이 있는 것으로 파악되었고, 나이가 많을수록( $p=0.011$ ), 승무원 간 방사선에 대한 대화가 많을수록( $p=0.004$ ), 방사선 지식 점수는 유의미하게 낮아지는 것으로 분석되었다. 최종적으로 다중 선형회귀 모형은 방사선에 대한 동료 승무원들의 대화 빈도가 높아질수록( $p=0.011$ ), 연령이 높아질수록( $p=0.023$ ) 방사선의 지식 점수가 낮아짐을 확인할 수 있었다.

방사선 관계종사자들에게는 방사선 안전 관리 교육이 의무적으로 제공되고 있으나, 직업적 환경 특성상 방사선 노출에 취약한 항공 승무원들에게는 방사선과 관련된 지식 전달이나 정보제공이 부족함을

알렸고, 항공 승무원들 사이에서 방사선에 대한 건강 위해성 논란을 잠식시키는데 필요한 정책이나 제도적 장치 마련의 시급함을 밝혔다는데에 의미가 있다.

특히 항공 승무원들의 경우 방사선에 대한 체계적인 관리와 교육이 부족하므로 방사선에 대한 정확한 지식 전달을 통한 무분별한 불안에 대해 적절히 대응할 수 있는 교육과 홍보가 필요할 것이다.

## References

1. ICRP Publication 105, Radiation protection in medicine. International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP*. 2007; 37(6): 1-63.
2. Do KH. The health effects of low-dose radiation exposure. *J Korea Med Assoc*. 2011; 54(11): 235-236.
3. Lee MK, Lee KS, Cho YC. The effects of fractionated radiation on chromosome aberrations and sister chromatid exchanges in rat lymphocyte culture. *J Environ Health Sci*. 1988; 24(2): 88-99.
4. Lee WJ. Radiation Exposure-An Important environmental factor. *J Environ Health Sci*. 2011; 37(4): 235-236.
5. International Agency for Research on Cancer. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. 2014; 12(2): 1-60.
6. Hwang SL, Hwang JS, Yang YT, Hsieh WA, Chang TC, Guo HR, et al. Estimates of relative risks for cancers in a population after prolonged low-dose-rate radiation exposure: a follow-up assessment from 1983 to 2005. *Radiat Res*. 2008; 170(2): 143-148.
7. Gillies M, Haylock R, Hunter N, et al. Risk of leukemia associated with protracted low-dose radiation exposure: updated results from the national registry for radiation workers study. *Radiat Res*. 2019; 192(5): 527-537.
8. Desmaris D. Cosmic radiation in aviation: radiological protection of air france aircraft crew. *Annals of the ICRP*. 2016; 64(1): 64-74.
9. Thierfeldt S, Haider C, Hans P, Kaleve M, Neuenfeldt F. Evaluation of the implementation of radiation protection measures for aircrew in EU member states. *Radiation Protection Dosimetry*. 2009; 136(4): 324-328.
10. Zeeb H, Hammer GP, Blettner M. Epidemiological investigations of aircrew: an occupational group with low-level cosmic radiation exposure. *J Radiol Prot*. 2012; 32(1): 15-19.

11. Korea Institute of Nuclear Safety. *Nuclear Safety yearbook*, 2015.
12. McNeely E, Mordukhovich L, Staffa S, Tideman S, Gale S, Coull B. Cancer prevalence among flight attendants compared to the general population. *Environ Health*. 2018; 17(49): 1-9.
13. Yong LC, Sigurdson AJ, Ward EM, Waters MA, Whelan EA, Petersen MR, et al. Increased frequency of chromosome translocations in airline pilots with long-term flying experience. *Occup Environ Med*. 2009; 66(1): 56-62.
14. Lochard J, Barlett DT, Riihm W, Yasuda H, Bottollier-Depois JF. ICRP Publication 132, Radiological Protection from Cosmic Radiation in Aviation. *Ann ICRP*. 2016; 45(1): 5-48.
15. Yoon SJ, Oh JA, Im MH. Knowledge, attitude, and education needs of radiation protection among nursing students and nurses. *Journal of the Korea Contents Association*. 2016; 44(10): 563-572.
16. Yoon JA. A comparative study on radiation safety management knowledge, attitudes and behavior of career dental hygienists and new dental hygienists. *Journal of Dental Hygiene Science*. 2011; 11(3): 173-179.
17. Pisal H, Sutar S, Sastry J, Kapadia-Kundu N, Joshi A, Joshi M, et al. Nurses' health education program in India increases HIV knowledge and reduces fear. *J Assoc Nurses AIDS Care*. 2007; 18(6): 32-43.
18. Sercekus P, Baskale H. Effects of antenatal education on fear of childbirth, maternal self-efficacy and parental attachment. *Midwifery*. 2016; 34: 166-172.
19. Ji EH, Oh JM, Kim SK, Lee SH. Public perception and routes of acquiring information on drug safety. *Kor J Clin Pharm*. 2011; 21(4): 311-318.
20. Korean Industrial Health Association. Perceptions and Related Factors of Health Risks due to Radiation Exposure of Workers at Work. Available: [https://kiha21.or.kr/monthly/2015/3/SOGBGO\\_2015\\_s323\\_22.pdf](https://kiha21.or.kr/monthly/2015/3/SOGBGO_2015_s323_22.pdf) [accessed 14 Jan 2020].
21. Lee SY, Lee KS, Lim HW, Chae JH, Kim DJ, Lee JH, et al. The change of non-smoking knowledge and attitude of intensive course of anti-smoking leadership training. *Korean J Occup Environ Med*. 2007; 19(3): 171-178.
22. Kim MY, Kim MS. Correlation among nurses' educational status, knowledge and disaster preparedness abilities. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2017; 18(7): 589-598.
23. Hwang SH, Jang JS. A comparative study on the knowledge, attitude and behavior of community regarding. *Korean J Food Nutr*. 2016; 29(2): 246-252.
24. Kim CS, Kim DH, Kim JH. Analysis of awareness of radiation and nuclear power plants after fukushima nuclear accident. *Journal of the Korea Contents Association*. 2013; 13(9): 281-287.
25. Ryu YH, Dong KR, Chung WK, Cho JH, Park YS, Jung HR. A survey on the knowledge of radiation safety management (RSM) in the context of industrial use of radiation. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2012; 6(3): 159-166.
26. Kim JH, Ko SJ, Kang SS, Choi SY, Kim CS. Analysis of radiation/radioactivity-related knowledge, perception and behaviors of radiological technologists. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2011; 34(2): 123-129.

#### <저자정보>

신형호(대학원생, 주임), 박상신(교수)