



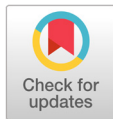
# Journal of Korean Society of Dental Hygiene

Original Article

## 치과의료기관 방사선관계종사자의 방사선 안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인

이은경<sup>1</sup> · 장계원<sup>1</sup> · 권대철<sup>2</sup> · 이경희<sup>3</sup>

전북과학대학 치위생과 · <sup>1</sup>진주보건대학 치위생과 · <sup>2</sup>신한대학교 방사선학과 · <sup>3</sup>신한대학교 치위생학과



Check for updates

Received: January 30, 2019

Revised: March 30, 2019

Accepted: March 31, 2019

## Factors affecting radiation safety management practice of radiation workers in dental medical institutions

Eun-Gyeong Lee<sup>1</sup> · Gye-Won Jang<sup>1</sup> · Dae-Cheol Kweon<sup>2</sup> · Kyeong-Hee Lee<sup>3</sup>

Department of Dental Hygiene, Jeonbuk Science College

<sup>1</sup>Department of Dental Hygiene, Jin-Ju Health College

<sup>2</sup>Department of Radiological Science, Shin-han University

<sup>3</sup>Department of Dental Hygiene, Shin-han University

**Corresponding Author:** Kyeong-Hee Lee, Department of Dental Hygiene, Shin-han University, 95 Hoam-ro, Uijeongbu, Gyeonggi-do 11644, Korea, Tel: +82-31-870-3452, Fax: +82-31-870-3459, E-mail: noh3898@hanmail.net

### ABSTRACT

**Objectives:** To establish foundations for reinforcing radiation safety management in dental facilities. **Methods:** This study investigated the status of radiation safety management among radiation workers in dental facilities nationwide for a period of six months from July to December in 2018 and analyzed the factors that affect their compliance with radiation safety measures. **Results:** Compliance with safety measures was higher in the Honam region ( $p < 0.01$ ) and Yeongnam region ( $p < 0.01$ ), in university hospitals and general hospitals ( $p < 0.05$ ), along with an increasing perception of the importance of safety management ( $p < 0.001$ ). **Conclusions:** It is important to strengthen education about radiation safety management, develop a radiation safety guideline that could be reasonably applied to dental institutions, and implement relevant regulations or legal grounds to promote compliance with these measures.

**Key Words:** Importance, Necessity, Practice, Radiation, Safety management

**색인:** 방사선, 실천, 안전관리, 중요도, 필요성

## 서론

방사선은 치과의료기관에서 치아우식증이나 치주질환 등의 질환을 진단하거나, 병소의 관찰을 목적으로 사용된다[1]. 또한 그 활용 분야가 넓어지면서 X선 진단장비의 도입이 크게 증가하고 있다. 특히 파노라마와 Cone beam CT 시스템은 촬영의 편이성과 넓은 촬영범위로 치료계획을 수립하는 데 있어서 매우 빈번하게 이용되고 있고[2], 그 시장 규모 또한 커지고 있다[3].

치과의료기관에서 사용되는 방사선은 저선량에 속하지만, 원자를 파괴시킬 수 있는 전리방사선으로 장기간 피폭되는 경우 신체장해를 일으킬 수 있으며, 생식세포에 손상을 입는 경우 후손에게 유전될 가능성도 있다[1]. 따라서 치과의료기관에서도 환자는 물론 방사선관계종사자(이하 종사자)들이 최적화된 환경에서 방사선 검사를 실시할 수 있도록 방사선 안전관리(이하 안전관리)를 실시해야 한다. 이를 위해 우리나라에서는 1995년에 의료법 제 32조의 2항, '진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙'을 제정 공포하여 의료기관에서 사용하는 진단용 방사선 발생장치와 방어시설 안전관리에 대한 법적 근거를 마련하였다[4]. 그러나 치과에 내원하는 환자들이 방사선에 노출되는 기회가 급증하고 있음에도 불구하고 이에 반해 방사선 노출 위험성에 대한 철저한 안전관리가 이루어지지 않고 있다[5]. 또한 국내의 경우 저선량의 방사선에서 발생할 수 있는 생물학적 위험에 대한 인식이 높지 않고, 방사선 관련 전문지식의 부재와 변화하는 안전관리 체계에 대한 이해 부족으로 환자 및 구강진료 종사자에 대한 관리가 제대로 이뤄지지 못하고 있다[6]. 따라서 종사자가 안전관리를 제대로 수행할 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

치과의료기관의 방사선 안전관리에 대한 선행연구를 살펴보면 한 등[7]은 방사선 관계 종사자들의 의식을 높이기 위해서는 이와 관련된 지속적인 교육 프로그램이 제공되어야 한다고 주장하였고, 이 등[8]은 치과 방사선 촬영 시 방사선의 위험성에 대한 설명이나 보호장비 착용은 미흡하다고 보고하였다. 이 등[9]은 치과용 엑스선장치 가이드라인(안)을 개발하여 보급할 필요성이 있다고 주장하였으며, 이 등[10]은 치과 방사선 촬영 시 안전관리와 방사선 피폭의 위험성에 대한 설명이 제대로 이루어지지 않고 있다고 주장하였다. 또한 이 밖에도 다양한 연구가 진행되어 왔다[11-14]. 그러나 기존의 연구에서는 안전관리 실태에 대해 보호장비 착용이나 차폐시설 설치 등의 단편적인 요인들만을 조사한 경우가 많았고, 종사자의 인구사회학적 특성이나 안전관리 중요성에 대한 인식이 종사자의 안전관리 실천도에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구는 전국 치과의료기관의 안전관리 실태 수준을 파악하고, 종사자의 안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인들을 규명함으로써 치과의료기관의 안전관리 강화 기반을 마련하고자 하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상 및 절차

본 연구는 2018년 7월부터 12월까지 약 6개월 동안 전국 치과의료기관의 방사선관계종사자들을 대상으로 randomnessampling을 통해 선정하여 실시하였다. 또한 질병관리본부의 정책연구용역사업(No.2018E3806000)으로 실시한 공익적 연구로 연구자가 제시한 연구결과들이 공공의료의 향상이나 보건의료정책 결정에 도움을 주며 연구대상자의 개인식별번호를 수집·기록하지 않고, 취약한 환경에 있는 연구대상자를 포함하지 않는 연구이므로 생명윤리법 시행규칙 제2조 2항 1호의 “인간대상연구에서 제외되는 연구로서 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB) 심의대상에 해당되지 않는다”에 해당하는 심의면제 연구이다. 대

www.kci.go.kr

상자 수는 G\*Power 3.1 for window 프로그램을 이용하여 power 0.9, 효과크기 0.11, 변수를 15개로 하였을 때, 다중회귀분석에 필요한 최소표본크기는 최소 249명이 필요하였으나, 탈락률을 감안하여 280명 이상을 연구대상자로 선정하였다. 자료는 구조화된 설문지를 이용하여 연구자가 치과의료기관에 직접 방문하거나 우편을 이용하여 수집하였으며, 응답자가 설문지에 직접 기재하도록 하였다. 회수된 설문지는 총 281부로, 이중 응답이 미흡한 1부를 제외한 후 280부를 최종분석에 이용하였다.

## 2. 연구도구

안전관리 중요도와 실천도를 알아보기 위해 사용된 도구는 김[9]과 나[15]가 사용한 도구를 수정 보완하여 연구자가 작성한 설문지 초안을 작성한 후, 방사선관계종사자들을 대상으로 예비조사를 실시하여 대상자가 다소 이해하기 어려운 문항이나 부적절한 문항을 수정하였다. 그리고 이후 치과대학 교수, 방사선학과 교수, 치위생과 교수 등으로부터 설문지 내용에 대해 자문을 받고 수정 보완함으로써 타당성을 높이고자 하였다. 조사항목은 일반적 특성 6문항, 방사선 안전관리 실태 12문항, 방사선관계종사자의 방사선 안전관리 실태 6문항, 방사선 안전관리 중요도 17문항, 방사선 안전관리 실천도 17문항으로 구성되었다. 본 연구에서 지역은 중부권(서울, 경기도, 대전, 충청도), 호남권(전라도, 제주), 영남권(대구, 부산, 울산, 경상도)으로 구분하여 조사하였으며, 방사선 안전관리 실태와 방사선관계종사자의 방사선 안전관리 실태는 예와 아니오 또는 항상, 자주, 가끔, 하지 않는다로 분류하여 조사하였다. 방사선 안전관리 중요도와 실천도에 관한 문항은 Likert 방식에 의한 5점 척도로 '전혀 그렇지 않다'에 1점, '매우 그렇다'에 5점으로 점수가 높을수록 인식이 높은 것으로 해석하여 85점 만점으로 환산하였다. 또한 본 연구의 신뢰도는 방사선 안전관리 중요도 Cronbach  $\alpha=0.947$ , 방사선 안전관리 실천도 Cronbach  $\alpha=0.914$ 로 나타났다.

## 3. 분석방법

본 연구의 수집된 자료의 통계분석은 SPSS Window Program 22.0 version(IBM, United States)을 이용하였고, 통계적 검정의 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

연구대상자의 일반적 특성과 안전관리 실태를 파악하기 위해 빈도와 백분율을 산출하였다. 의료가관별 안전관리 실태에 대해 알아보기 위해 카이제곱 검정을 실시하였으며, 기대빈도가 5보다 적은 셀이 전체 셀의 25.0%를 넘는 경우는 Fisher's exact test를 시행하였다. 인구사회학적 특성에 따른 안전관리 중요도와 실천도에 대해 알아보기 위해 정규성 검정을 실시한 결과, 정규분포를 따르는 것으로 나타나 모수검정의 독립표본 t검정(independence t-test)과 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 일원배치분산분석에서 통계적인 유의성을 보인 경우 사후검정으로 Scheffe를 사용하였다. 또한 안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 다중회귀분석(multiple regression analysis)을 실시하였다.

## 연구결과

### 1. 연구대상자의 인구사회학적 특성

인구사회학적 특성은 다음과 같다<Table 1>.

성별은 여성이 93.9%로 대부분을 차지하였고, 연령은 25-34세가 41.1%로 가장 많았으며, 지역은 중부권이 38.2%로 가장 많았다. 의료가관은 치과의원이 83.2%로 가장 많았으며, 면허는 치과위생사가 90.1%로 가장 많았다. 경력은 1-5년이 37.9%로 가장 많았다.

## 2. 의료기관별 방사선 안전관리 실태

의료기관별 방사선 안전관리 실태를 살펴본 결과는 다음과 같다<Table 2>.

진단용 방사선 발생장치의 주기적 점검 및 기록과 고장 발생 시 즉시 수리 또는 교정 여부는 치과병원이 '예'가 95.5%로 가장 많았고, 대학병원 및 종합병원이 88.0%로 가장 적었으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 진단용 방사선 발생장치의 프로토콜 마련과 내부교육에 대해서는 치과병원이 '예'가 81.8%로 가장 많았고, 치과의원은 51.7%로 가장 적었으며( $p<0.01$ ), 방사선검사 재촬영 기록부 구비 여부는 치과병원이 '예'가 45.5%로 가장 많았고, 치과의원은 18.8%로 가장 적었으며( $p<0.01$ ), 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 방사선검사에 대한 화질평가는 치과병원이 '예'가 31.8%로 가장 많았고, 치과의원이 17.5%로 가장 적었으며, 재촬영 원인분석을 위한 회의 시행 여부는 치과병원이 '예'가 45.5%로 가장 많았고, 치과의원이 22.6%로 가장 적었으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. Cone beam CT 촬영기록부 구비여부는 치과병원이 '예'가 68.2%로 가장 많았고, 치과의원은 30.3%로 가장 적었으며( $p<0.01$ ), 진단참고수준(DRL)의 인지 여부는 대학병원 및 종합병원이 '예'가 44.0%로 가장 많았고, 치과의원은 20.1%로 가장 적었으며( $p<0.01$ ), 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 진단참고수준(DRL)의 촬영실에 게시 여부는 치과병원이 '예'가 50.0%로 가장 많았고, 치과의원이 29.5%로 가장 적었으며, 방사선 촬영 시 환자에게 방사선촬영의 필요성 설명 여부는 치과병원이 '항상'이 22.7%로 가장 많았고, 대학병원 및 종합병원이 8.0%로 가장 적었으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. Cone beam CT 촬영 시 보호자가 옆에서 부축해야 할 때, 방사선 피폭의 위험성에 대한 설명과 이해동의서 작성 여부에 대해서는 치과병원이 '예'가 40.9%로 가장 많았고, 대학병원 및 종합병원이 12.0%로 가장 적었으며( $p<0.05$ ), 환자(보호자 포함)에게 방어용 기구를 착용시키는 지에 대해서는 대학병원 및 종합병원은 '항상'이 60.0%로 가장 많았고, 치과병원과 치과의원은 '가끔'이 각각

**Table 1.** Socio-demographic characteristic of subjects

Characteristics	Division	N	%
Gender	Male	17	6.1
	Female	263	93.9
Age	<25 yrs	62	22.1
	25-34 yrs	115	41.1
	35-44 yrs	80	28.6
	≥45 yrs	23	8.2
Region	Central region	107	38.2
	Honam	71	25.3
	Yeongnam	102	36.4
Medical institutions	University hospital & general hospital	25	8.9
	Dental hospital	22	7.9
	Dental clinic	233	83.2
Medical occupations	Dentist	11	3.9
	Radiological technologist	11	3.9
	Dental hygienist	252	90.1
	Etc.	6	2.1
Career	1-5 yrs	106	37.9
	6-10 yrs	73	26.1
	11-15 yrs	37	13.2
	≥16 yrs	64	22.9
Total		280	100.0

www.kci.go.kr

54.5%와 40.3%로 가장 많았으며( $p<0.001$ ), 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 촬영실에 임신 중이거나 임기 여성 환자 보호를 위한 안내문 부착 여부는 치과병원이 '예'가 72.7%로 가장 많았고, 치과의원이 51.1%로 가장 적었으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

### 3. 의료기관별 방사선관계종사자의 방사선 안전관리

의료기관별 방사선관계종사자의 방사선 안전관리 실태를 살펴본 결과는 다음과 같다<Table 3>.

종사자가 방사선 촬영 시 개인피폭선량계를 착용하고 주기적으로 피폭선량을 측정하는 지에 대해서는 대학병원 및 종합병원이 예가 95.8%로 가장 많았고, 치과의원이 73.8%로 가장 적었으며( $p<0.05$ ), 의료 방사선 피폭에 따른 위험성에 대해서 대학병원 및 종합병원은 '불안하다'가 48.0%로 가장 많았고 치과병원은 '불안하지 않다'가 40.9%로 가장 많았으며( $p<0.001$ ), 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 피폭선량 측정기의 착용위치는 대학병원 및 종합병원은 '가슴부위'가 80.0%로 가장 많았고, 치과의원은 '허리부위'가 41.2%로 가

**Table 2.** Radiation safety management status by medical institutions

Characteristics	Division	University hospital & General hospital	Dental hospital	Dental clinic	Total	$\chi^2$	$P^*$
Periodic inspection and repair and calibration	Yes	22(88.0)	21(95.5)	219(93.6)	262(93.6)	1.437	0.504
	No	3(12.0)	1(4.5)	15(6.4)	18(6.4)		
Protocol preparation and internal training	Yes	19(79.2)	18(81.8)	120(51.5)	157(56.1)	12.935	0.002
	No	6(24.0)	4(18.2)	113(48.3)	123(43.9)		
Re-recording recording unit	Yes	8(32.0)	10(45.5)	44(18.8)	62(22.1)	10.192	0.006
	No	17(68.0)	12(54.5)	189(81.2)	218(77.9)		
Radiographic image quality evaluation table	Yes	6(24.0)	7(31.8)	41(17.5)	54(18.9)	2.741	0.254
	No	19(76.0)	15(68.2)	192(82.4)	226(80.7)		
Meeting for re-recording cause analysis	Yes	7(28.0)	10(45.5)	53(22.6)	70(25.0)	5.634	0.060
	No	18(72.0)	12(54.5)	180(77.3)	210(75.0)		
Cone beam CT recording log	Yes	16(64.0)	15(68.2)	71(30.5)	102(36.4)	20.437	<0.001
	No	9(36.0)	7(31.8)	162(69.5)	178(63.6)		
Acknowledgment of diagnostic reference level	Yes	11(44.0)	9(40.9)	47(20.1)	67(23.9)	9.611	0.008
	No	14(56.0)	13(59.1)	186(79.8)	213(76.1)		
Post diagnostic reference level in the room	Yes	11(44.0)	11(50.0)	69(29.5)	91(32.5)	4.971	0.083
	No	14(56.0)	11(50.0)	164(70.5)	189(67.5)		
Explanation of radiation risk	Always	2(8.0)	5(22.7)	37(15.9)	44(15.7)	9.411	0.138
	Often	12(48.0)	8(36.4)	55(23.6)	75(26.8)		
	Sometimes	9(36.0)	7(31.8)	98(42.1)	114(40.7)		
	Do not	2(8.0)	2(9.1)	43(18.5)	47(16.8)		
Consent for parental support (During cone beam CT scanning)	Yes	3(12.0)	9(40.9)	39(16.7)	51(18.2)	7.335	0.028
	No	22(88.0)	13(59.1)	194(83.3)	229(81.8)		
Wearing protective equipment	Always	15(60.0)	6(27.3)	29(12.4)	50(17.9)	31.868	<0.001
	Often	2(8.0)	1(4.5)	39(16.7)	42(15.0)		
	Sometimes	5(20.0)	12(54.5)	94(40.3)	111(39.6)		
	Do not	3(12.0)	3(13.6)	71(30.5)	77(27.5)		
Instructions for protecting women of childbearing age	Yes	13(52.0)	16(72.7)	119(51.1)	148(52.9)	3.791	0.159
	No	12(48.0)	6(27.3)	114(48.9)	132(47.1)		
Total		24(100.0)	23(100.0)	233(100.0)	280(100.0)		

\*by  $\chi^2$  test or Fisher's exact test



장 많았으며( $p<0.01$ ), 방어앞치마 착용 시 피폭선량 측정기의 착용위치는 대학병원 및 종합병원은 ‘앞치마 안 쪽’이 76.0%로 가장 많았고, 치과병원과 치과의원은 ‘기타’가 각각 40.9%와 34.7%로 가장 많았다( $p<0.001$ ). 과다 피폭에 대한 법적기준 인지여부는 대학병원 및 종합병원이 예가 54.2%로 가장 많았고, 치과의원이 16.3%로 가장 적었으며( $p<0.001$ ), 방사선 피폭관리를 위한 교육 프로그램 운영여부는 대학병원 및 종합병원이 예가 70.8%로 가장 많았고, 치과의원이 7.7%로 가장 적었으며( $p<0.001$ ), 통계적으로도 유의한 차이를 보였다.

#### 4. 인구사회학적 특성에 따른 안전관리 중요도

인구사회학적 특성에 따른 안전관리 중요도를 살펴본 결과, <Table 4>와 같이 평균 5점 만점에  $4.32\pm 0.68$  점으로 나타났으며, 인구사회학적 특성에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

성별은 남성이 평균  $4.43\pm 0.66$ 점으로 여성의  $4.31\pm 0.68$ 점 보다 높았고, 연령은 35-44세가 평균  $4.41\pm 0.66$ 점으로 가장 높고, 25세 미만이 평균  $4.27\pm 0.61$ 점으로 가장 낮았으며, 지역은 영남권이 평균  $4.44\pm 0.74$ 점으로 가장 높고, 중부권이 평균  $4.24\pm 0.63$ 점으로 가장 낮았다. 의료기관은 대학병원 및 종합병원이  $4.59\pm 0.48$ 점으로 가장 높고, 치과병원이 평균  $4.28\pm 0.84$ 점으로 가장 낮았으며, 의료직종은 방사선사가 평균  $4.55\pm 0.63$ 점으로 가장 높고, 기타가 평균  $3.87\pm 0.72$ 점으로 가장 낮았으며, 경력은 11-15년이 평균  $4.49\pm 0.65$ 점으로 가장 높았고, 6-10년이 평균  $4.25\pm 0.78$ 점으로 가장 낮았다.

#### 5. 인구사회학적 특성에 따른 안전관리 실천도

인구사회학적 특성에 따른 안전관리 실천도를 살펴본 결과, <Table 5>와 같이 5점 만점에  $3.17\pm 0.89$ 점으로 나타났습니다.

성별은 남성이 평균  $63.12\pm 11.89$ 점으로 여성의  $53.24\pm 13.56$ 점보다 높았으며, 통계적으로 유의한 차이를

**Table 3.** Radiation safety management status by medical institutions

Characteristics	Division	University hospital & General hospital	Dental hospital	Dental clinic	Total	$\chi^2$	$p^*$
Wearing and measuring personal exposure dosimeters of workers	Yes	23(95.8)	18(81.8)	172(73.8)	213(76.1)	6.498	0.038
	No	2(4.2)	4(18.2)	61(26.2)	67(23.9)		
Risks due to medical radiation exposure	Very uneasy	1(4.0)	1(4.5)	28(12.0)	30(10.7)	25.266	<0.001
	Uneasy	12(48.0)	7(31.8)	153(65.7)	172(61.4)		
	Not uneasy	8(32.0)	9(40.9)	44(18.9)	61(21.8)		
	Not very uneasy	4(16.0)	5(22.7)	8(3.4)	17(6.1)		
Wear position of the exposure dosimeter	Neck area	1(4.0)	0(0.0)	3(1.3)	4(1.4)	19.624	0.002
	Chest area	20(80.0)	9(40.9)	90(38.6)	119(42.5)		
	Waist area	4(16.0)	9(40.9)	96(41.2)	109(38.9)		
	Etc.	0(0.0)	4(18.2)	44(18.9)	48(17.1)		
Wear position of exposure meter when wearing protective apron	Inside the apron	3(12.0)	5(22.7)	73(31.3)	81(28.9)	23.825	<0.001
	Outside the apron	19(76.0)	8(36.4)	79(33.9)	106(37.9)		
	Etc.	3(12.0)	9(40.9)	81(34.7)	93(33.2)		
Acknowledgment of legal standards for overexposure	Yes	13(52.0)	8(36.4)	38(16.3)	59(21.1)	18.214	<0.001
	No	12(48.0)	14(63.6)	195(83.7)	221(78.9)		
Operate educational program for radiation exposure management	Yes	17(68.0)	7(31.8)	18(7.7)	42(15.0)	67.699	<0.001
	No	8(32.0)	15(68.2)	215(92.3)	238(85.0)		
Total		24(100.0)	23(100.0)	233(100.0)	280(100.0)		

\*by  $\chi^2$  test or Fisher's exact test

보였고( $p<0.01$ ), 연령은 45세 이상이 평균  $3.74\pm 0.85$ 점으로 가장 높았고, 25세 미만이 평균  $2.83\pm 0.71$ 점으로 가장 낮았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 또한 사후분석 결과, 25세 미만과 45세 이상은 차이를 보였다. 지역은 호남권이 평균  $3.35\pm 0.80$ 점으로 가장 높고, 중부권 평균  $2.89\pm 0.80$ 점으로 가장 낮았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 또한 사후분석 결과, 중부권은 호남권 및 영남권과 차이를 보였다. 의료기관은 대학병원 및 종합병원이 평균  $3.72\pm 0.63$ 점으로 가장 높았고, 치과의원이  $3.08\pm 0.79$ 점으로 가장 낮았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 또한 사후분석 결과, 대학병원 및 종합병원은 치과의원과 차이를 보였다. 의료직종은 방사선사가 평균  $3.84\pm 0.70$ 점으로 가장 높고, 치과위생사가 평균  $3.12\pm 0.80$ 점으로 가장 낮았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 또한 사후분석 결과, 방사선사는 치과위생사 및 기타와 차이를 보였다. 경력은 16년 이상이 평균  $3.62\pm 0.78$ 점으로 가장 높고, 1-5년이 평균  $2.85\pm 0.79$ 점으로 가장 낮았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 또한 사후분석 결과, 1-5년, 6-10년, 10-15년은 16년 이상과 차이를 보였다.

## 6. 방사선 안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인

안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 다중회귀분석을 실시하였고, 단계선택방법을 통해 가장 적절한 모형을 찾고자 하였다<Table 6>.

안전관리 실천도를 종속변수로 하고, 인구사회학적 특성에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 성별, 연령, 지역, 의료기관, 의료직종, 경력을 가변수 처리한 후, 중요도를 독립변수로 투입하였다. 적합한 회귀모형은 통계적으로 유의하였으며( $F=15.416$ ,  $p<0.001$ ), 모형의 설명력  $R^2$ 값은 0.285, adj. $R^2$ 은 0.266으로 나타났다.

이 선정된 독립변수 중 안전관리 중요도( $p<0.001$ ), 지역(호남권,  $p<0.01$ ), 경력(16년 이상,  $p<0.001$ ), 지역(영

**Table 4.** Safety management importance according to socio-demographic characteristics

Characteristics	Division	N	Mean $\pm$ SD	t(F)	$p^*$
Gender	Male	17	4.43 $\pm$ 0.66	0.680	0.497
	Female	263	4.31 $\pm$ 0.68		
Age	<25 yrs	62	4.27 $\pm$ 0.61	0.670	0.571
	25-34 yrs	115	4.29 $\pm$ 0.67		
	35-44 yrs	80	4.41 $\pm$ 0.66		
	$\geq$ 45 yrs	23	4.30 $\pm$ 0.95		
Region	Central region	107	4.24 $\pm$ 0.63	2.781	0.064
	Honam	71	4.27 $\pm$ 0.63		
	Yeongnam	102	4.44 $\pm$ 0.74		
Medical institutions	University hospital & general hospital	25	4.59 $\pm$ 0.48	2.105	0.124
	Dental hospital	22	4.28 $\pm$ 0.84		
	Dental clinic	233	4.30 $\pm$ 0.68		
Medical occupations	Dentist	11	4.39 $\pm$ 0.68	1.613	0.187
	Radiological technologist	11	4.55 $\pm$ 0.63		
	Dental hygienist	252	4.32 $\pm$ 0.68		
	Etc.	6	3.87 $\pm$ 0.72		
Career	1-5 yrs	106	4.28 $\pm$ 0.59	1.253	0.291
	6-10 yrs	73	4.25 $\pm$ 0.78		
	11-15 yrs	37	4.49 $\pm$ 0.65		
	$\geq$ 16 yrs	64	4.36 $\pm$ 0.70		
Total		280	4.32 $\pm$ 0.68		

\*by the t-test for two groups or one-way ANOVA

남권,  $p<0.01$ ), 의료기관(대학병원 및 종합병원,  $p<0.01$ ), 의료직종(치과위생사,  $p<0.05$ ), 의료기관(치과병원,  $p<0.05$ ) 순으로 종속변수인 안전관리 실천도에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 안전관리 중요도 인식이 높을수록, 지역이 호남권과 영남권인 경우와 경력이 16년 이상인 경우 의료기관이 대학병원 및 종합병원, 치과병원인 경우, 안전관리 실천도가 높아지고, 의료직종이 치과위생사인 경우 안전관리 실천도가 낮아지는 것을 알 수 있었다.

## 총괄 및 고안

**Table 5.** Safety management practice according to socio-demographic characteristics

Characteristics	Division	N	Mean±SD	t(F)	$p^*$
Gender	Male	17	3.75±0.71	2.931	0.003
	Female	263	3.13±0.80		
Age	<25 yrs	62	2.83±0.71 <sup>a</sup>	12.764	<0.001
	25-34 yrs	115	3.05±0.76 <sup>ab</sup>		
	35-44 yrs	80	3.43±0.76 <sup>bc</sup>		
	≥45 yrs	23	3.74±0.85 <sup>c</sup>		
Region	Central region	107	2.89±0.80 <sup>a</sup>	11.104	<0.001
	Honam	71	3.35±0.80 <sup>b</sup>		
	Yeongnam	102	3.33±0.73 <sup>b</sup>		
Medical institutions	University hospital & general hospital	25	3.72±0.63 <sup>a</sup>	8.459	<0.001
	Dental hospital	22	3.42±0.80 <sup>ab</sup>		
	Dental clinic	233	3.08±0.79 <sup>b</sup>		
Medical occupations	Dentist	11	3.55±0.70 <sup>ab</sup>	3.919	0.009
	Radiological technologist	11	3.84±0.70 <sup>b</sup>		
	Dental hygienist	252	3.12±0.80 <sup>a</sup>		
	Etc.	6	3.27±0.89 <sup>a</sup>		
Career	1-5 yrs	106	2.85±0.79 <sup>a</sup>	14.286	<0.001
	6-10 yrs	73	3.19±0.61 <sup>a</sup>		
	11-15 yrs	37	3.23±0.83 <sup>a</sup>		
	≥16 yrs	64	3.62±0.78 <sup>b</sup>		
Total		280	3.17±0.80		

\*by the t-test for two groups or one-way ANOVA (post-test Scheffe) for three or more groups

**Table 6.** Factors affecting practice of radiation safety management

	B	SE	$\beta$	t	$p^*$	VIF
(Constant)	30.445	5.077		5.997	<0.001	
Region(Honam vs Central)	7.205	1.854	0.223	3.886	<0.001	1.250
Region(Yeongnam vs Central)	6.080	1.695	0.215	3.588	<0.001	1.355
Medical institutions(University hospital vs Dental clinic)	8.089	2.638	0.163	3.066	0.002	1.071
Medical institutions(Dental hospital vs Dental clinic)	5.559	2.566	0.112	2.167	0.031	1.013
Medical occupation(Dental hygienist vs Etc.)	-6.242	2.440	-0.140	-2.558	0.011	1.129
Career(≥16 yrs vs 1-5 yrs)	7.122	1.752	0.219	4.065	<0.001	1.104
Safety management importance	0.304	0.062	0.257	4.900	<0.001	1.038

$R^2=0.285$ ,  $adj.R^2=0.266$ ,  $F=15.416$ ,  $p<0.001$ ,  $DW=1.916$

\*excluded variables: gender, age, career(6-10 yrs, 11-15 yrs), medical occupation(dentist, radiological technologist)

\*by multiple regression analysis

www.kci.go.kr



구강악안면 영역의 방사선촬영 시 중요한 표적장기로는 골수, 갑상선, 생식선 등이 있다. 따라서 이러한 표적장기가 방사선에 피폭될 수 있으므로, 방사선을 취급하는 종사자는 방사선의 특성을 올바로 파악하고 안전관리를 수행할 수 있는 능력이 있어야 한다[16]. 또한 국제적으로도 작업장 피폭에 대해서 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)에 따라 피폭을 최소화할 수 있도록 권고하고 있으며, 이러한 권고사항에 따라 각 국가별로 방사선 피폭 안전조치를 취하도록 하고 있다[17]. 이에 본 연구에서는 치과의료기관의 안전관리 실태 수준을 파악하고, 종사자의 안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인들을 살펴보고자 하였다.

일반적으로 방사선은 인체에 유해한 영향을 미칠 수 있는 전리방사선으로 방사선 사용에 따른 이익은 최대화하고 손해는 최소화할 수 있어야 하며, 이를 위해서는 체계적으로 안전관리를 실시하여야 한다[18]. 이와 관련하여 방사선 안전관리 실태를 살펴본 결과, 방사선 발생장치의 주기 점검 및 수리 교정은 예가 93.6%, 종사자의 개인피폭선량계 착용 및 측정은 예가 73.6%로 비교적 잘 이뤄지고 있었으나, 방사선 피폭관리를 위한 교육 프로그램 운영, Cone beam CT 촬영 시 보호자부축 시 동의서 작성, 방사선 검사 화질평가표 구비, 과다 피폭에 대한 법적기준 인지, 진단참고수준의 인지, 재촬영 원인분석을 위한 회의는 아니오가 모두 70.0% 이상으로 관리가 잘 이뤄지지 않고 있었다. 이와 관련하여 김[9]의 연구에서는 안전관리 교육을 받은 응답자의 82.5%에서 교육이 방사선 안전관리에 도움을 준다고 응답하였다. 또한 간호사를 대상으로 실시한 김[19]의 연구에 의하면 직무교육을 받은 경험이 있는 경우 인식도와 수행도가 높아진다는 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 방사선 피폭관리를 위한 교육 프로그램 운영에서 아니오가 85.0%로 나타나 안전관리 교육의 필요성이 대두되었다. 따라서 종사자에 대한 안전관리 중요도 인식을 높이기 위해서는 무엇보다 지속적이고 반복적인 교육이 필요할 것으로 생각되며, 교육의 효과를 더욱 높일 수 있는 교육 자료의 개발이나 프로토콜의 제시가 필요할 것으로 생각된다. 현재 치과의료기관에서의 방사선 촬영은 대부분 치과위생사에 의해 실시되고 있다[20]. 김 등[21]의 연구에 의하면 치위생(학)과에서 치과방사선학 과목을 이수한 학생들을 대상으로 방사선 질 관리 교육현황을 조사한 결과, 이론수업 시에는 67.3%, 실습수업 시에는 44.4% 만이 관련 교육을 받았다고 응답하였다. 또한 치과위생사를 대상으로 한 김 등[19]의 연구에서는 28.8%만이 방사선 질 관리 교육경험이 있는 것으로 나타났다. 따라서 치위생(학)과 교육과정 중에 방사선 질 관리에 대한 내용이 포함되어야 할 것으로 생각되며, 이를 통해 치과의료기관에서의 적절한 방사선 질 관리가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

일본에서는 또한 일별, 월별, 분기별로 진단용 X선 발생장치의 성능관리를 수행하고 있으며, 의료방사선 검사를 국민이 안심하고 받을 수 있도록 검사 후 검사내용을 기록하는 린트겐 수첩을 배부하여 기록하고 있고, 피폭 저감화를 위하여 방사선 검사에 대한 매뉴얼을 개발하고 의료피폭 가이드라인을 개발하여 권고하고 있다[22]. 또한 영국에서는 신규 종사자에게 방사선 방어교육을 실시하고, 방사선 방어 관련 규정과 가이드라인을 제공하며, 연간 기준선량(6 mSv) 이상 방사선 피폭을 받는 종사자를 따로 분류하여 관리하고 있다[17]. 이와 관련하여 의료기관별로 안전관리 실태를 살펴본 결과, 대부분 치과병원이나 대학병원 및 종합병원에서 안전관리가 비교적 잘 되어 있고, 치과병원에서 미흡한 것으로 나타났다. 또한 의료기관별 관계종사자의 안전관리 실태를 살펴본 결과, 의료기관별로 안전관리 교육이나 질 관리 부분에서 많은 차이를 보이는 것을 알 수 있었다. 그러나 현재 우리나라에서는 치과영역(구내촬영, 파노라마촬영, Cone beam CT 등)에서 자체적으로 개발된 가이드라인이 없고, 2012년 유럽위원회가 공포한 방사선방어 No 172를 대한영상치의학회에서 우리말로 번역한 바 있으나[23], 치과용 콘빔 CT에 한정된 가이드라인이며, 이조차도 현장에서 제대로 활용되지 못하고 있는 상황이다. 따라서 종사자가 쉽게 인지하고 실천

할 수 있도록 안전관리 가이드라인을 마련하고, 의료기관별로 유의한 차이를 보인 부분들을 보다 중점적으로 살펴서 치과의원에서 안전관리가 잘 수행될 수 있도록 보완할 필요성이 있다.

안전관리 중요도는 평균 5점 만점에  $4.32 \pm 0.68$ 점, 안전관리 실천도는  $3.16 \pm 0.89$ 점으로 중요도에 비해 실천도가 낮게 나타났다. 또한 인구사회학적 특성에 따라서 안전관리 중요도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 실천도에서는 성별( $p < 0.01$ ), 연령( $p < 0.001$ ), 지역( $p < 0.001$ ), 의료기관( $p < 0.001$ ), 의료직종( $p < 0.001$ )에 따라 차이를 보였다. 이는 중요도 인식에는 차이를 보이지 않지만 실천도는 차이를 보인다는 것을 의미한다. 따라서 안전관리 실천도를 높이기 위해서는 의료기관별, 의료직종별로 적합한 방사선 안전관리 가이드라인의 개발이 필요하고, 이를 잘 수행할 수 있도록 주관부처의 지속적인 관리가 필요할 것으로 생각된다.

인구사회학적 특성에 따른 안전관리 실천도를 살펴본 결과, 성별은 남성이 여성보다 높았으며( $p < 0.01$ ), 의료직종은 방사선사가 가장 높고, 치과위생사가 가장 낮았으며, 직종 간에 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 이는 김[10]의 연구결과와 유사하였고, 본 연구의 대상이 여성이 93.9%이고, 치과위생사가 89.3%로 대부분을 차지한 것으로 미루어 보았을 때, 방사선사의 경우 남성의 비율이 치과위생사에 비해 높은 것과 관련지어 생각할 수 있었다. 즉, 방사선사가 치과위생사 보다 안전관리 실천도가 높은 것으로 유추할 수 있었으며, 이는 방사선사의 경우 대부분 병원급 의료기관에 근무하여 의료기관의 안전관리 여건이 치과의원과 다르고, 학부 교육이나 직무교육을 통한 반복적인 교육의 효과로 안전관리에 대한 인식이 높기 때문으로 생각된다.

연령은 45세 이상이 높고, 25세 미만이 가장 낮았으며( $p < 0.001$ ), 경력은 16년 이상이 가장 높고, 1-5년이 가장 낮았다( $p < 0.001$ ). 즉, 종사자 연령과 경력이 길수록 안전관리 실천도가 높은 것을 알 수 있었으며, 엄과 김[24]의 연구결과와 유사하였고, 나[15]의 연구와는 차이를 보였다.

안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인을 살펴본 결과, 안전관리 중요도 인식이 높을수록( $p < 0.001$ ), 지역이 호남권( $p < 0.01$ )과 영남권인 경우( $p < 0.01$ )와 경력이 16년 이상인 경우( $p < 0.001$ ), 의료기관이 대학병원 및 종합병원( $p < 0.01$ ), 치과병원( $p < 0.01$ )인 경우, 안전관리 실천도가 높아지고, 의료직종이 치과위생사( $p < 0.05$ )인 경우 안전관리 실천도가 낮아지는 것을 알 수 있었다. 따라서 대학병원 및 종합병원, 치과병원 등의 병원급 기관들이 치과의원보다 안전관리를 체계적으로 잘 수행하고 있는 것을 알 수 있었으며, 상급 의료기관이 치과의원보다 방사선 방어행위 인식이 높고, 치과방사선 방어시설이 안전관리 수행도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타난 나[15]의 연구 결과와 유사하였다. 그러나 이와 반면에 김[9]의 연구에서는 안전관리 인식이 높을수록 방사선에 대한 방어를 잘하지 않는 것으로 나타나 차이를 보였다. 또한 종사자 중에서는 치과위생사가 안전관리 실천도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 의료기관 중 치과의원의 안전관리 실천도가 가장 낮았던 것과 관련지어 생각할 수 있었으며, 이에 따라 치과위생사가 안전관리를 잘 수행할 수 있도록 지속적인 안전관리 교육을 통한 인식 개선과 법적 지침 마련의 필요성이 요구되었다.

본 연구의 제한점은 일부 치과의료기관의 종사자들만을 표본으로 삼았고, 치과의료기관의 특성 상 치과의원이 대부분을 차지하고 치과의원에서 방사선촬영의 업무를 하고 있는 인력이 대부분 치과위생사인 관계로 표본의 치우침이 큰 한계점이 있는 것이다. 이에 따라 조사 결과를 일반화하는데 신중을 기하여야 하겠지만, 전국 치과의료기관의 의료기관 종별 안전관리 실태를 살펴보고, 종사자의 인구사회학적 특성과 중요도 인식이 안전관리 실천도에 미치는 영향을 살펴보았다는 데 그 의의가 있다고 하겠다. 이에 후속연구에서는 조사대상을 보다 확대하고, 방사선 촬영조건 등의 실태조사를 병행 조사함으로써 합리적으로 치과의료기관에서 활용할 수 있는 방사선 안전관리 가이드라인을 마련할 수 있도록 해야 할 것이다.

## 결론

본 연구는 치과의료기관의 방사선 안전관리 강화 기반을 마련하고자 2018년 7월부터 12월까지 약 6개월 동안 전국 치과의료기관의 종사자들을 대상으로 안전관리 실태 수준을 파악하고, 종사자의 안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인들을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 의료기관별로 방사선 안전관리 실태를 살펴본 결과, 진단용 방사선 발생장치의 프로토콜 마련과 내부교육( $p<0.01$ ), 방사선검사 재촬영 기록부 구비 여부( $p<0.01$ ), Cone beam CT 촬영기록부 구비여부( $p<0.01$ ), 진단참고수준(DRL)의 인지 여부( $p<0.01$ ), Cone beam CT 촬영 시 보호자에 대한 방사선 피폭의 위험성에 대한 설명과 이해동의서 작성 여부( $p<0.05$ ), 환자(보호자 포함)의 방어용 기구 착용 여부( $p<0.001$ ) 등에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

2. 의료기관별 방사선관계종사자의 안전관리 실태를 살펴본 결과, 종사자의 방사선 촬영 시 개인피폭선량계 착용 및 주기적으로 피폭선량 측정 여부( $p<0.05$ ), 의료 방사선피폭에 따른 위험성( $p<0.001$ ), 피폭선량 측정기의 착용위치( $p<0.01$ ), 방어앞치마 착용 시 피폭선량 측정기의 착용위치( $p<0.001$ ), 과다 피폭에 대한 법적기준 인지여부( $p<0.001$ )와 방사선 피폭관리를 위한 교육 프로그램 운영여부( $p<0.001$ ) 등에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

3. 방사선 안전관리 중요도에 대한 인식은 5점 만점에  $4.32\pm 0.68$ 점으로 나타났으며, 안전관리 실천 필요성 인식은  $3.16\pm 0.89$ 점으로 나타났다. 인구사회학적 특성에 따른 안전관리 실천도를 살펴본 결과, 성별에서는 남성이( $p<0.01$ ), 연령에서는 45세 이상이( $p<0.001$ ), 지역에서는 호남권이( $p<0.001$ ), 의료기관은 대학병원 및 종합병원이( $p<0.001$ ), 의료직종은 방사선사가( $p<0.001$ ), 경력에서는 16년 이상( $p<0.001$ )이 가장 높은 것으로 나타났다.

4. 방사선 안전관리 중요도와 실천도와의 상관관계를 살펴본 결과, 양의 상관관계를 나타내었다( $r=0.304$ ,  $p<0.01$ ). 또한 방사선 안전관리 실천도에 영향을 미치는 요인을 살펴본 결과, 지역(호남권,  $p<0.01$ ), 지역(영남권,  $p<0.01$ ), 의료기관(대학병원 및 종합병원,  $p<0.05$ ), 안전관리 중요도( $p<0.001$ )는 종속변수인 안전관리 실천도에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 살펴보면 치과의료기관 종별로 방사선 안전관리 실태에 차이가 크고, 안전관리 중요도 인식이 높은 경우 안전관리 실천도도 높은 것을 알 수 있었다. 따라서 방사선 안전관리에 대한 교육이 강화될 필요가 있으며, 치과의료기관에 합리적으로 적용할 수 있는 방사선 안전관리 가이드라인을 개발하고, 이를 잘 실천할 수 있도록 관련 규제나 법적 지침이 마련되어야 할 것이다.

## Acknowledgements

본 연구는 2018년도 정부(질병관리본부)의 재원으로 정책연구용역사업 연구비 지원에 의하여 수행된 결과임(No.2018E3806000)

## Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

www.kci.go.kr

## References

- [1] Bae HS, Heo MS, Kim CH, Kim JS, Moon HJ, Park IW, et al. Oral and maxillofacial radiology. 2nd ed. Seoul: DaehanNarae Publishing, 2014: 293, 317.
- [2] White SC, Pharoah MJ. Oral radiology - principles and interpretation. 4th ed. St. Louis: Mosby Inc; 2000: 205-12.
- [3] Lee WG. Design of dental panoramic & CT system[Master's thesis]. Busan: Univ. of Pusan National, 2009.
- [4] Rules about safety management of diagnostic radiation devices, Article 32-2 of the Medical Service Act of the Republic of Korea, 1995.
- [5] Jeong BS. The analysis of factors influencing on radiation safety management behavior in dental hygienists[Master's thesis]. Incheon: Univ. of Gachon, 2013.
- [6] Lee MH, Yu YS, Lee JS, Im IC. Research on the actual condition of the radiation safety management(RSM) for the educated training of the dental diagnostics X-ray generators. J Korean Soc Radiol 2014;8(7):467-77. <https://doi.org/10.7742/jksr.2014.8.7.467>
- [7] Han OS, Woo SH, Kim SY. The knowledge and attitude toward radiation safety management in dental clinic worker. J Korean Soc Dent Hyg 2014;14(6):849-57. <https://doi.org/10.13065/jksdh.2014.14.06.849>
- [8] Lee KH, Byun AR, Kim SK. Impact of dental radiography awareness on radiation exposure and concern among adults. J Korean Soc Dent Hyg 2014;14(4):527-37. <https://doi.org/10.13065/jksdh.2014.14.04.527>
- [9] Lee SY, Kim JR, Lee JH, Park CW. A study on development of guideline on writing technical document for electrical medical devices: dental X-ray equipment. J Radio Sci Tech 2016;39(4):651-60. <https://doi.org/10.17946/JRST.2016.39.4.23>
- [10] Lee KH, Kim SR, Kim CJ, Ki EJ, Park HL, Jung EY. Interest levels of adults in dental radiology education and factors affecting dental radiography in adults. J Korean Soc Dent Hyg 2017;17(6):1095-107. <https://doi.org/10.13065/jksdh.2017.17.06.1095>
- [11] Kim SJ. An inquire into dental personnel's knowledge, attitude and behavior about the defense against dental radiation. J Korean Soc Dent Hyg 2004;4(1):15-29.
- [12] Park IS, Lee KH. A study on the environmental condition and safety in dental radiography room. J Korean Soc Dent Hyg 2004;4(1):49-64.
- [13] Yeo JD, Ko IH. A study on perception by examines of the radiology department about exposure to radioactivity. J Korean Soc Radiol 2013;7(5):320-31. <https://doi.org/10.7742/jksr.2013.7.5.321>
- [14] Kang EJ, Hyeong JH. Current status of dental intraoral imaging devices and radiographic safety management. J Korean Soc Dent Hyg 2016;16(2):205-14. <https://doi.org/10.13065/jksdh.2016.16.02.205>
- [15] Na HH. Awareness and performance on the protection behaviors dental radiation and infection management in the radiographic room[Master' thesis]. Busan: Univ. of Dong-eui, 2015.
- [16] Shin GS, Kim YH, Lee BR, Kim SY, Lee GW, Park CS, et al. The actual state and the utilization for dental radiography in Korea. J Radio Sci Tech 2010;33(2):109-19.
- [17] Kim HS. Study on radiation dose evaluation for radiation workers for 5 years (2008~2012 years). Cheongju: National Institute of Food and Drug Safety Evaluation; 2013: 8-12.
- [18] Kim HK, Kim HY, Park JI, Lim HJ, Hong SM. Knowledge, attitude, and activity of

- dental hygienist about radiographic quality assurance. *J Korean Acad Oral Health* 2010;34(2):273-81.
- [19] Kim HJ. Evaluation on recognition & performance levels for the prevention of nosocomial infection among nurses[Master' thesis]. Asan: Univ. of Soonchunhyang, 2000.
- [20] Lee JS, Kang BC, Yoon SJ. The survey of the surface doses of the dental x-ray machines. *Imag Sci Dent* 2005;35:87-90.
- [21] Kim SH, Hong SM, Lee KO. A comparative study of educators vs, non-educators designed to improve dental radiographic quality control; Focusing on theories of dental radiographic and practical training and clinical practice education. *J Korean Soc Radiol* 2015;6(5):421-6. <https://doi.org/10.7742/jksr.2012.6.5.421>
- [22] Japanese radiological society. Medical exposure guideline committee compilation. Target of medical exposure reduction. 1st ed. Tokyo: Medical Science Publishing co.; 2002: 16-8.
- [23] Horner K, Islam M, Flygare L, Tsiklakis K, Whaites E. Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European academy of dental and maxillofacial radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:187-95. <https://doi.org/10.1259/dmfr/74941012>
- [24] Kim KW, Eom S. Factors to affect dental radiation safety management behaviors. *J Dent Hyg Sci* 2012;12(4):335-41.