















2

우리나라의 구내 치근단 및 파노라마방사선촬영의 진단참고수준

¹단국대학교 치과대학 영상치의학교실, ²서울대학교 치의학대학원 영상치의학교실,
³전북대학교 치과대학 영상치의학교실, ⁴원광대학교 치과대학 영상치의학교실,
⁵조선대학교 치과대학 영상치의학교실, ⁶전남대학교 치의학전문대학원 구강악안면방사선학교실,
⁷부산대학교 치의학전문대학원 영상치의학교실, ⁸경희대학교 치과대학 영상치의학교실,
⁹연세대학교 치과대학 영상치의학교실, ¹⁰강릉원주대학교 치과대학 영상치의학교실,
¹¹경북대학교 치과대학 영상치의학교실

김은경¹, 한원정¹, 최진우¹, 허민석², 이삼선², 김경아³, 이완⁴, 김진수⁵, 윤숙자⁶,
 정연화⁷, 김규태⁸, 전국진⁹, 한진우¹⁰, 안서영¹¹

ORCID ID

Eun-Kyung Kim,  <https://orcid.org/0000-0003-1816-2545>
 Won-Jeong Han,  <https://orcid.org/0000-0003-0866-9887>
 Jin-Woo Choi,  <https://orcid.org/0000-0002-5515-5320>
 Min-Suk Heo,  <https://orcid.org/0000-0003-3406-0645>
 Sam-Sun Lee,  <https://orcid.org/0000-0001-7223-9262>
 Kyoung-A Kim,  <https://orcid.org/0000-0001-8237-8311>
 Wan Lee,  <https://orcid.org/0000-0002-3140-0563>
 Jin-Soo Kim,  <https://orcid.org/0000-0002-1847-3741>
 Suk-Ja Yoon,  <https://orcid.org/0000-0001-9975-255X>
 Yun-Hoa Jung,  <https://orcid.org/0000-0003-4431-6763>
 Gyu-Tae Kim,  <https://orcid.org/0000-0002-2075-3136>
 Kug Jin Jeon,  <https://orcid.org/0000-0002-5862-2975>
 Jin-Woo Han,  <https://orcid.org/0000-0002-8604-7330>
 Seo-Young An,  <https://orcid.org/0000-0001-6711-5986>

Corresponding Author

Eun-Kyung Kim, DDS, MSD, PhD, Professor
 Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Dankook University, 119 Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan,
 Chungnam 31116, Korea
 Tel : 82-41-550-0219 / E-mail : ekkim@dankook.ac.kr

ACKNOWLEDGEMENT 본 연구는 질병관리본부 용역연구사업 연구비를 지원받아 수행되었습니다(연구사업번호 #2018E380600).

www.kci.go.kr

ABSTRACT

Diagnostic reference levels for intraoral periapical and panoramic radiography¹Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Dankook University²Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Seoul National University³Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Jeonbuk National University⁴Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Wonkwang University⁵Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Chosun University⁶Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Chonnam National University⁷Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Pusan National University⁸Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyung Hee University⁹Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Yonsei University¹⁰Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University¹¹Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyungpook National University

Eun-Kyung Kim¹, Won-Jeong Han¹, Jin-Woo Choi¹, Min-Suk Heo², Sam-Sun Lee², Kyoung-A Kim³, Wan Lee⁴, Jin-Soo Kim⁵,
Suk-Ja Yoon⁶, Yun-Hoa Jung⁷, Gyu-Tae Kim⁸, Kug Jin Jeon⁹, Jin-Woo Han¹⁰, Seo-Young An¹¹

Objective : The objective of this study was to suggest the diagnostic reference levels for intraoral and panoramic radiography through the nationwide survey at regular intervals in South Korea.

Study Design : One hundred twenty-six dental institutions from all regions of South Korea were visited. Information on radiographic equipment and clinical exposure parameter was recorded at 118 intraoral and 125 panoramic equipment. Patient entrance dose (PED) and dose-area product (DAP) in intraoral radiography and DAP in panoramic radiography were measured using a DAP meter.

Results : Third quartile PED and DAP of intraoral radiography in adults were 1.5 mGy and 46.0 mGy cm², those in 12-year-old children 1.2 mGy and 37.1 mGy cm² and those in 6-year-old children 1.0 mGy and 29.9 mGy cm². Third quartile DAP of panoramic radiography in adults, 12, and 6-year-old children were 227 mGy cm², 175 mGy cm², 163 mGy cm², respectively. The median exposure parameters of intraoral radiography in adults were 60kV, 6mA, and 0.23 seconds and those in 12-year-old children 60kV, 6mA, and 0.16 seconds and those in 6-year-old children 60kV, 6mA, and 0.15 seconds. The median exposure parameters of panoramic radiography in adults were 74kV, 10mA, and 13.6 seconds and those in 12-year-old children 67kV, 10mA, and 13.2 seconds and those in 6-year-old children 67kV, 8mA, and 12.0 seconds.

Conclusion : As the national DRLs for intraoral radiography and panoramic radiography in Korea, we recommended 1.5 mGy and 227 mGy cm² for adults, 1.2 mGy and 175 mGy cm² for 12-year-old children, and 1.0 mGy and 163 mGy cm² for 6-year-old children, respectively.

Key Words : Radiation Protection; Radiation Dosage; Radiography, Dental; Radiography, Panoramic

I. 서론

의료방사선에 의한 피폭은 인공방사선에 의한 피폭의 대부분을 차지하고 있다. 진단용 의료방사선에 의한 피폭은 작은 양이기는 하나, 그로 인한 확률적 영향은 역치선량 없이 선량 증가에 따라 장애 발생률이 증가한다¹⁾. 따라서 영상의학검사에서 방사선 피폭은 불가피한 측면이 있으나 최적의 선량으로 진단가치를 극대화하기 위한 최적화를 위한 노력은 지속적으로 이루어져야 한다. 최적화는 방사선 방어의 3대 원칙인 정당화, 최적화 및 선량제한 중 하나로, 진단참고수준(Diagnostic Reference Level, DRL)을 활용하여 이루어질 수 있다.

국제방사선방어위원회는 진단방사선 영역에서 합리적으로 달성할 수 있을 만큼 가장 낮게 선량을 유지하도록, 각 국가가 국가적 진단참고수준을 사용할 것을 요구한다²⁾. 국가적 진단참고수준은 전국의 의료기관에서 시행한 진단영상검사의 부위별 촬영조건과 환자피폭선량을 조사하고, 선량 분포의 75%(삼사분위) 값으로 설정된다. 진단참고수준을 설정하게 되면, 그보다 높은 상위 25%의 환자피폭선량을 보이는 의료기관은 그 원인을 찾는 과정에서 선량 감소가 이루어진다³⁾. 일정 기간(일반적으로 5년)이 지난 후 다시 전국조사를 통해 진단참고수준이 낮아진 것이 확인되면 환자 피폭선량의 저감화가 이루어지고 있다는 것을 알 수 있으며, 새로운 진단참고수준을 다시 설정하게 된다.

치과에서 주로 촬영하는 구내 및 파노라마방사선촬영은 환자가 받는 선량이 의과영역에서의 방사선촬영보다 현저히 낮기는 하나, 국내에 많은 구내방사선촬영기와 파노라마방사선촬영기가 보급⁴⁾되어 사용횟수가 급격히 증가하고 있어 주의가 요구된다. 특히 방사선감수성이 높은 소아에서 치과질환 진단이나 교정치료 등을 위한 반복 촬영 횟수가 높기 때문에, 소아에서의 진단참고수준 마련도 중요하다.

우리나라에서는 2007년도부터 전국 조사를 통해 의료방사선촬영의 각 장치별 진단참고수준을 설정하고 있다. 치과방사선촬영의 경우 2009년도에 치과파노라마촬영, 세팔로방사선촬영, 구내치근단촬영을 전국적 조사를 통해 기준을 마련하였고⁵⁾, 2013년과 2014년도에 걸쳐 전국적 조사를 통해 치과파노라마촬영의 연령별 기준을 설정한 바 있다⁶⁾. 진단참고수준을 설정하면 주기적인 진단참고수준 재설정 로드맵에 따라 피폭선량 전국 분포 조사 및 진단참고수준 재설정을 추진하여 환자 피폭선량을 저감화할 필요가 있다.

이에 본 연구는 질병관리청의 의료방사선과의 지원을 받아 치과방사선촬영의 주기적인 진단참고수준 재설정을 위해 2018년 9월부터 2019년 3월까지 전국적으로 치과의료기관을 방문 조사하여 성인 및 소아에서 구내 및 파노라마 방사선촬영에 대한 연령별 진단참고수준(안)을 마련하기 위해서 수행되었다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

치과방사선촬영 시 환자 피폭선량 데이터 수집 대상기관은 시도별 종별 요양기관현황, 의료장비 현황을 조사 참고하여, 17개 시도 지역별로 전국에 걸친 국내 치과대학병원, 종합병원 치과, 치과병원, 치과의원 급을 포함한 126개의 치과의료기관의 118대 구내치근단촬영기, 125대 파노라마촬영기를 조사 대상으로 하여, 2018년 9월부터 2019년 3월까지 방문 조사하였다.

2. 구내 및 파노라마방사선촬영의 진단영상 정보 조사 및 환자선량 측정

구내 치근단 및 파노라마방사선촬영 시 임상 촬영조건을 포함한 진단영상 정보를 조사하고, 성인 및 소아의 촬영조건을 이용하여 피폭선량 측정조사를 실시하였다. 이때 구내 치근단방사선촬영의 환자선량은 기존에 보고된 국내외의 진단참고수준^{3,5-14)}과 비교하기 위해 두 가지 선량 즉 Patient Entrance Dose (PED)와 Dose-Area Product (DAP) 값을 측정하였다. PED는 구내촬영시 후방산란 없이 방사선촬영기 cone의 끝에서 측정된 흡수선량이며³⁾, DAP는 그 흡수선량과 조사면적을 곱하여 산출한 선량이다¹²⁾. PED와 DAP는 DAP 측정기의 이온챔버를 방사선촬영기 cone의 끝에 위치시켜, 환자나 팬텀을 위치시키지 않은 상태에서 하악 대구치의 치근단방사선촬영 조건으로 노출하여 측정하였다^{8,12)}. 파노라마방사선촬영은 역시 환자나 팬텀을 위치시키지 않고 DAP 측정기의 이온챔버를 엑스선 관두부의 1차 시준기에 부착하여

DAP값을 측정하였다^{5,6,12)}. 선량 측정을 시작하기에 앞서 DAP meter (DIAMENTOR M4-KDK, PTW, Freiburg, Germany)를 한국표준과학원에서 calibration 하였으며, 다음과 같은 방법으로 환자의 피폭선량을 측정하고 진단영상 정보를 수집하였다.

1) 구내 치근단방사선촬영

치과방사선촬영기 cone의 끝에 후방산란 방사선이 도달하지 않도록 DAP 측정기의 이온챔버를 위치(Fig. 1)시켜 DAP와 PED를 측정하였다. 노출 조건은 각 의료기관에서 실제 성인 남자 및 6세, 12세 소아 환자의 하악 대구치에서 사용하는 치근단촬영 조건을 그대로 사용하여 3회씩 DAP와 PED를 측정하고, 온도와 기압을 측정하여 보정계수를 구하여 보정한 후에 평균값을 구했다.

치과의료기관 규모, 영상획득장치 종류 (DR type, CR type, Film type), 이동형 또는 고정형, 촬영조건(관전압, 관전류, 조사시간, 초점-피부 거리), 촬영기 데이터(제조사, 제조년도) 등을 조사하였다.



Figure. 1. The ionization chamber of DAP meter was positioned at the end of the exit cone of the intraoral X-ray machine for the PED and DAP measurement.

2) 파노라마방사선촬영

파노라마촬영기의 1차 시준기 전면에 DAP 측정기의 이온챔버를 위치(Fig. 2)시킨 후 전 노출시간에 걸쳐 DAP를 측정하였다. 노출 조건은 각 의료기관에서 실제 성인 남자 및 6세, 12세 소아 환자에서 사용하는 파노라마 촬영 조건을 그대로 사용하여 3회씩 DAP를 측정하고, 온도 와 기압을 측정하여 보정계수를 구하여 보정한 후에 평균 값을 구했다.

치과의료기관 규모, 영상획득장치 종류 (DR type, CR type, Film type), 촬영조건(관전압, 관전류, 조사시간), 촬영기 데이터(제조사, 제조년도, 부가여과) 등을 조사하였다.

3. 데이터 분석

구내 치근단 및 파노라마방사선촬영 시 측정, 조사한 촬영조건과 환자 피폭선량을 비교 분석하였다.

III. 결과

Table 1, 2는 126개의 치과의료기관을 방문하여 조사, 측정한 118대 구내치근단촬영기, 125대 파노라마촬영기의 수를 치과의료기관의 규모별, 지역별로 보여 준다.

구내 치근단 및 파노라마방사선촬영 시 조사된 촬영장비의 촬영조건 및 측정된 환자선량 데이터를 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 구내치근단방사선촬영

(1) 연령별 촬영조건 비교

구내 치과 방사선촬영장치 118대에 대하여 각 의료기관에서 성인 남자 치근단방사선촬영 조건을 조사하여 평가한 결과, 관전압은 60 ~ 70 kV, 관전류는 1 ~ 10 mA, 노출시간은 0.05 ~ 1.05초까지 사용하고 있었으며, 중앙값은 각각 60 kV, 6 mA, 0.23초 였다(Table 3).

12세 소아 촬영을 하는 115대 장치에 대하여 각 의료



Figure. 2. The ionization chamber of DAP meter was positioned at the tube side of panoramic radiographic machine for the DAP measurement.

Table 1. Number of dental institution and intraoral X-ray machine surveyed in the study according to an administrative district in South Korea

Administrative district	University dental hospital	Dental hospital	Dental clinic	No. of dental institution
Seoul	3 (5)	1 (1)	23 (23)	27 (29)
Busan	0 (0)	0 (0)	8 (8)	8 (8)
Daegu	1 (1)	1 (1)	5 (5)	7 (7)
Incheon	0 (0)	1 (1)	3 (3)	4 (4)
Gwangju	2 (3)	1 (1)	6 (6)	9 (10)
Daejeon	0 (0)	1 (1)	3 (3)	4 (4)
Ulsan	0 (0)	1 (1)	1 (1)	2 (2)
Gyeonggi	0 (0)	1 (1)	15 (15)	16 (16)
Gangwon	1 (1)	0 (0)	2 (2)	3 (3)
Chungbuk	0 (0)	0 (0)	3 (3)	3 (3)
Chungnam	1 (5)	0 (0)	5 (5)	6 (10)
Jeonbuk	2 (2)	0 (0)	5 (5)	7 (7)
Jeonnam	0 (0)	0 (0)	3 (3)	3 (3)
Gyeongbuk	0 (0)	1 (1)	4 (4)	5 (5)
Gyeongnam	1 (2)	0 (0)	2 (2)	3 (4)
Jeju	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)
Sejong	0 (0)	1 (1)	1 (1)	2 (2)
Total	11 (19)	9 (9)	90 (90)	110 (118)

Number in () is the number of intraoral X-ray machine.

기관에서 12세 소아의 구내치근단방사선촬영 조건을 조사하여 평가한 결과, 관전압은 60 ~ 70 kV, 관전류는 1 ~ 10 mA, 노출시간은 0.05 ~ 1.0초 까지 사용하고 있었으며, 중앙값은 각각 60 kV, 6 mA, 0.16초 였다(Table 3).

6세 소아 촬영을 하는 114대 장치에 대하여 각 의료기관에서 6세 소아의 구내치근단방사선촬영 조건을 조사하여 평가한 결과, 관전압은 60 ~ 70 kV, 관전류는 1 ~ 10 mA, 노출시간은 0.05 ~ 1.0초까지 사용하고 있었으며, 중앙값은 각각 60 kV, 6 mA, 0.15초 였다(Table 3).

(2) 연령별 환자선량 비교

Table 4는 성인, 12세, 6세의 촬영조건에서 측정한 환자선량의 최소값, 최대값, 평균값, 1사분위값, 중앙값, 3사분위값을 보여준다. 성인의 환자선량 중앙값은 26.5 mGy cm²와 1.0 mGy로, 12세, 6세의 선량 중앙값인 21.2 mGy cm²와 0.7 mGy, 19.0 mGy cm²와 0.7 mGy 보다 높았다. 성인, 12세, 6세 환자선량 3사분위값은 각각 46.0 mGy cm²와 1.5 mGy, 37.1 mGy cm²와 1.2 mGy, 29.9 mGy cm²와 1.0 mGy였다. Fig. 3, 4는 성인에서 구내치근단방사선촬영시 방사선량 분포 및 3사분위값을 보여준다. Fig. 5, 6은 12세 소아에서 구내치근단방사선촬영

Table 2. Number of dental institution and panoramic machine surveyed in the study according to an administrative district in South Korea

Administrative district	University dental hospital	Dental hospital	Dental clinic	No. of dental institution
Seoul	3 (4)	2 (2)	28 (28)	33 (34)
Busan	0 (0)	0 (0)	7 (7)	7 (7)
Daegu	1 (1)	1 (1)	5 (5)	7 (7)
Incheon	0 (0)	0 (0)	4 (4)	4 (4)
Gwangju	2 (3)	1 (1)	6 (6)	9 (10)
Daejeon	0 (0)	1 (1)	3 (3)	4 (4)
Ulsan	0 (0)	1 (1)	1 (1)	2 (2)
Gyeonggi	0 (0)	1 (1)	16 (16)	17 (17)
Gangwon	1 (1)	0 (0)	2 (2)	3 (3)
Chungbuk	0 (0)	0 (0)	5 (5)	5 (5)
Chungnam	1 (3)	1 (1)	5 (5)	7 (9)
Jeonbuk	2 (2)	0 (0)	5 (5)	7 (7)
Jeonnam	0 (0)	0 (0)	4 (4)	4 (4)
Gyeongbuk	0 (0)	1 (1)	4 (4)	5 (5)
Gyeongnam	1 (1)	0 (0)	2 (2)	3 (3)
Jeju	0 (0)	0 (0)	2 (2)	2 (2)
Sejong	0 (0)	1 (1)	1 (1)	2 (2)
Total	11 (15)	10 (10)	100 (100)	121 (125)

Number in () is the number of panoramic machine.

Table 3. Exposure parameters for adult mandibular molar intraoral periapical radiography according to age

	Adult (N=118)			12-year-old child (N=115)			6-year-old child (N=114)		
	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Exposure time (sec)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Exposure time (sec)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Exposure time (sec)
Minimum	60	1	0.05	60	1	0.05	60	1	0.05
Maximum	70	10	1.05	70	10	1.00	70	10	1.00
Mean	63	6	0.29	62.8	6.0	0.22	62.8	6	0.19
1st quartile	60	3	0.2	60	3	0.1	60	3	0.10
Median	60	6	0.23	60	6	0.16	60	6	0.15
3rd quartile	65	10	0.30	65	10	0.25	65	10	0.20

Table 4. Patient doses for mandibular molar intraoral periapical radiography according to age

	Adult (N=118)		12-year-old child (N=115)		6-year-old child (N=114)	
	DAP (mGy cm ²)	PED (mGy)	DAP (mGy cm ²)	PED (mGy)	DAP (mGy cm ²)	PED (mGy)
Minimum	10.0	0.4	5.9	0.2	5.9	0.2
Maximum	117.1	5.6	115.0	4.1	115.0	4.1
Mean	37.1	1.3	29.0	1.0	25.1	0.9
1st quartile	18.9	0.7	13.6	0.5	12.7	0.4
Median	26.5	1.0	21.2	0.7	19.0	0.7
3rd quartile	46.0	1.5	37.1	1.2	29.9	1.0

DAP : Dose-area Product, PED: Patient Entrance Dose

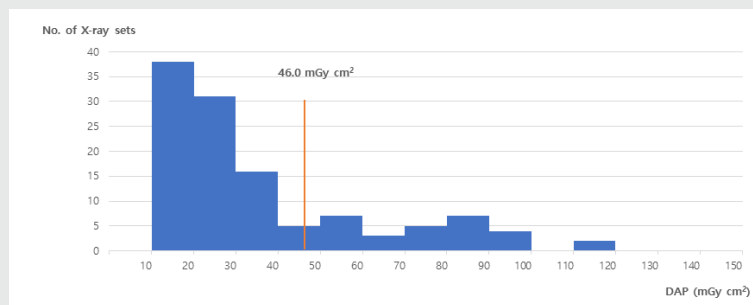
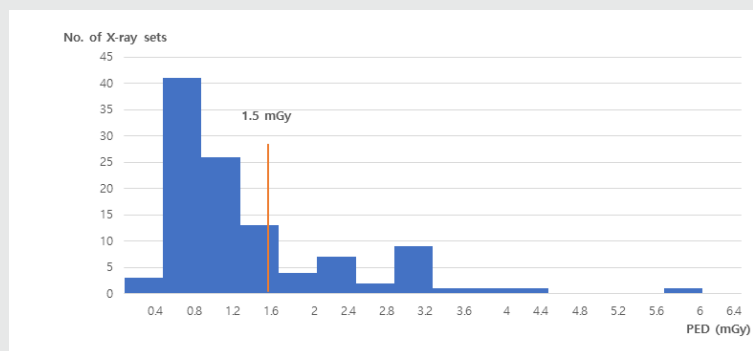
Figure 3. Distribution of measured DAP value and 3rd quartile value for intraoral radiography in adult. The 3rd quartile DAP values was 46.0 mGy cm².

Figure 4. Distribution of measured PED value and 3rd quartile value for intraoral radiography in adult. The 3rd quartile PED values was 1.5 mGy.

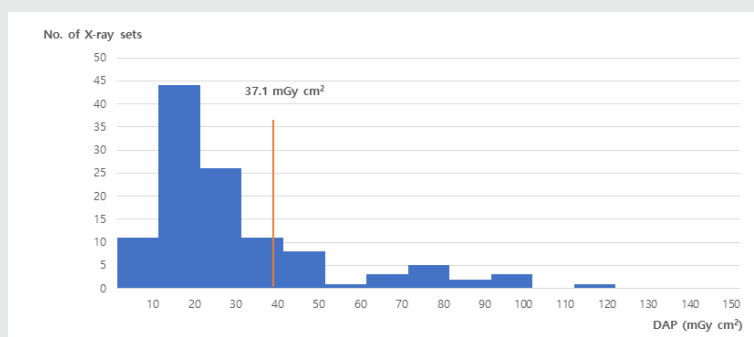


Figure. 5. Distribution of measured DAP value and 3rd quartile value for intraoral radiography in 12 year-old child. The 3rd quartile DAP values was 37.1 mGy cm².

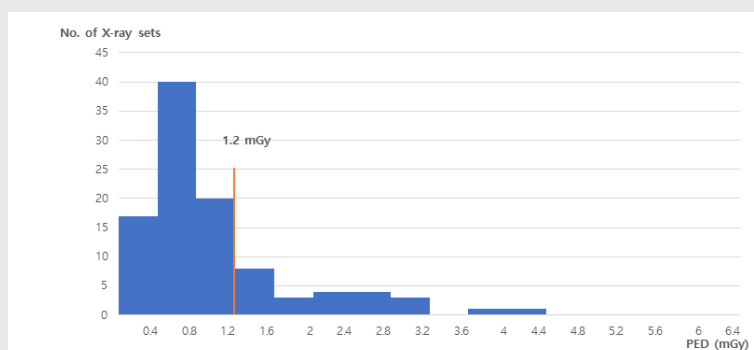


Figure. 6. Distribution of measured PED value and 3rd quartile value for intraoral radiography in 12 year-old child. The 3rd quartile PED values was 1.2 mGy.

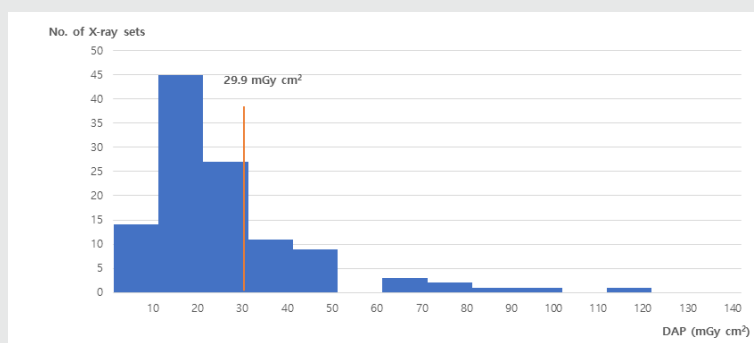


Figure. 7. Distribution of measured DAP value and 3rd quartile value for intraoral radiography in 6 year-old child. The 3rd quartile DAP values was 29.9 mGy cm².

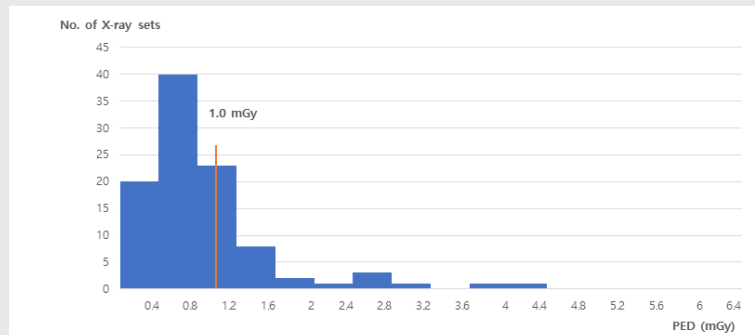


Figure. 8. Distribution of measured PED value and 3rd quartile value for intraoral radiography in 6 year-old child. The 3rd quartile PED values was 1.0 mGy.

영시 방사선량 분포 및 3사분위값을 보여준다. Fig. 7, 8은 6세 소아에서 구내치근단방사선촬영시 방사선량 분포 및 3사분위값을 보여준다.

2) 파노라마방사선촬영

(1) 연령별 촬영조건 비교

파노라마방사선촬영장치 125대에 대하여 각 의료기관에서 성인 남자의 파노라마방사선촬영 조건을 조사하여 평가한 결과, 관전압은 65 ~ 94 kV, 관전류는 4 ~ 15 mA, 노출시간은 10.8 ~ 20초까지 사용하고 있었으며, 중앙값은 각각 74 kV, 10 mA, 13.6초였다(Table 5).

12세 소아 촬영을 하는 122대 장치에 대하여 각 의료기관에서 12세 소아의 파노라마방사선촬영 조건을 조사하여 평가한 결과, 관전압은 62 ~ 94 kV, 관전류는 4 ~ 13 mA, 노출시간은 10.2 ~ 20초까지 사용하고 있었으며, 중앙값은 각각 67 kV, 10 mA, 13.2초였다(Table 5).

6세 소아 촬영을 하는 118대 장치에 대하여 각 의료기관에서 6세 소아의 파노라마방사선촬영 조건을 조사하여 평가한 결과, 관전압은 62 ~ 94 kV, 관전류는 4 ~ 11 mA, 노출시간은 10.2 ~ 20초까지 사용하고 있었으며, 중앙값

은 각각 67 kV, 8 mA, 12.0초였다(Table 5).

(2) 연령별 환자선량 비교

Table 6은 성인, 12세, 6세의 촬영조건에서 측정한 환자선량의 최소값, 최대값, 평균값, 1사분위값, 중앙값, 3사분위값을 보여준다. 성인의 환자선량 중앙값은 142 mGy cm²로, 12세, 6세의 선량 중앙값인 89 mGy cm², 72 mGy cm²보다 높았다. 성인, 12세, 6세 환자선량 3사분위값은 각각 227 mGy cm², 175 mGy cm², 163 mGy cm²였다.

Fig. 9는 성인에서, Fig. 10은 12세 소아에서, Fig. 11은 6세 소아에서 각각 파노라마방사선촬영시 방사선량 분포 및 3사분위값을 보여준다.

IV. 고찰

본 연구에서 17개 시, 도 지역별로 전국에 걸친 126개 치과의료기관의 118대 구내치근단촬영기, 125대 파노라마촬영기를 대상으로 측정, 조사하여, 구내 및 파노라마방사선촬영시 연령별로 진단참고수준(안)이 도출되었다.

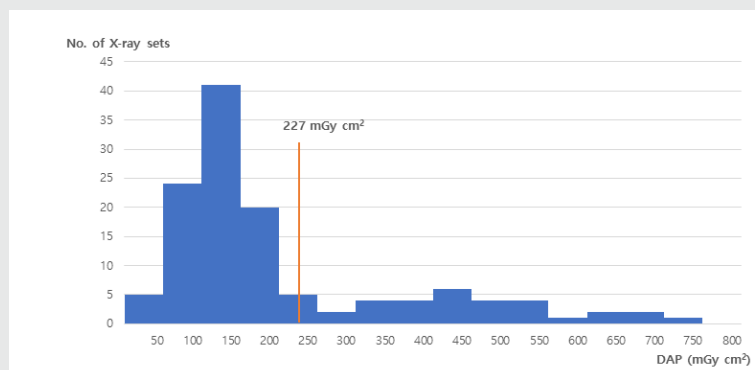
Table 5. Exposure parameters for panoramic radiography according to age

	Adult (N=125)			12-year-old child (N=122)			6-year-old child (N=118)		
	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Exposure time (sec)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Exposure time (sec)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Exposure time (sec)
Minimum	65	4	10.8	62	4	10.2	62	4	10.2
Maximum	94	15	20.0	94	13	20.0	94	11	20.0
Mean	74	10	14.2	70	9	13.5	69	9	13.3
1st quartile	70	10	13.5	67	8	11.5	66	7	11.5
Median	74	10	13.6	67	10	13.2	67	8	12.0
3rd quartile	75	12	15.8	71	10	14.3	69	10	14.2

Table 6. Patient doses for panoramic radiography according to age

	(DAP: mGy cm ²)		
	Adult (N=125)	12-year-old child (N=122)	6-year-old child (N=118)
Minimum	16	16	12
Maximum	748	624	624
Mean	205	154	142
1st quartile	105	59	58
Median	142	89	72
3rd quartile	227	175	163

DAP : Dose-area Product

Figure. 9. Distribution of measured DAP value and 3rd quartile value for panoramic radiography in adult. The 3rd quartile DAP values was 227 mGy cm².

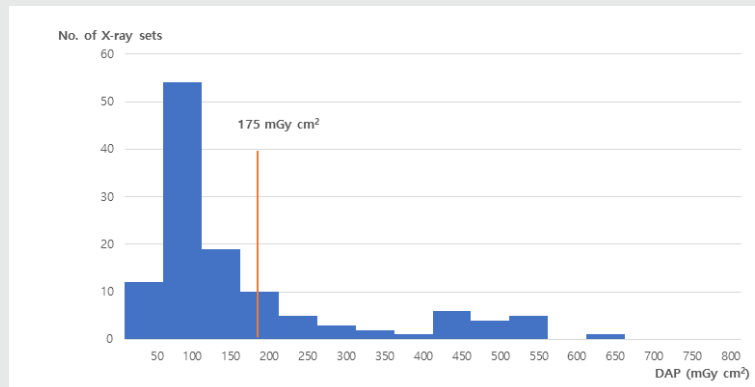


Figure 10. Distribution of measured DAP value and 3rd quartile value for panoramic radiography in 12 year-old child. The 3rd quartile DAP values was 175 mGy cm².

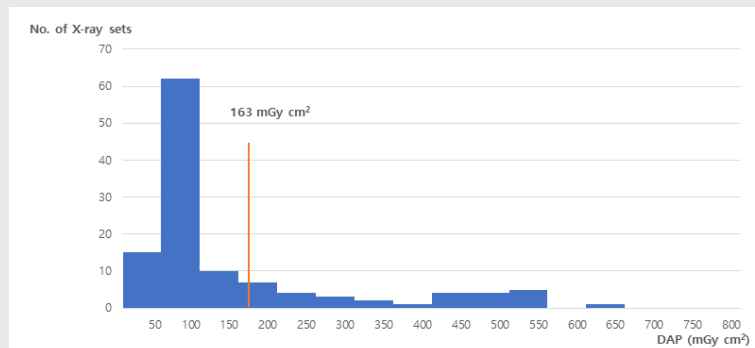


Figure 11. Distribution of measured DAP value and 3rd quartile value for panoramic radiography in 6 year-old child. The 3rd quartile DAP values was 163 mGy cm².

Table 7은 주요국 치과방사선촬영의 보고된 진단참고수준과 본 연구 결과를 보여 준다. 우리나라에서는 치과방사선촬영의 경우 2009년에 성인의 구내치근단방사선촬영, 파노라마방사선촬영에 대한 진단참고수준을 마련하였고⁵⁾, 2014년에 성인과 소아에서 파노라마방사선촬영의 기준을 설정한 바 있다⁶⁾.

2009년 설정된 성인의 하악 대구치의 구내치근단방사

선촬영의 진단참고수준은 DAP, PED값으로 87.4 mGy cm², 3.1 mGy였다^{5,15)}. 그에 비해 본 연구에 의해 조사된 환자선량 분포의 3사분위 DAP, PED값은 46 mGy cm², 1.5 mGy로, 현저히 저하된 것을 알 수 있다. 2009년의 진단참고수준은 102대의 촬영기에서 얻은 선량을 기초로 설정되었으며, DR type이 55%, Film type이 42%, CR type이 3%로 구성된 반면^{5,15)}, 본 연구에서는 전체 118

Table 7. Comparison the result of this study with the previously proposed DRLs in other country and Korea

Country	published year	DRLs	
		Intraoral periapical radiography	Panoramic radiography
the UK (PHE) ^{8,9)}	2012, 2018	adult 1.7 mGy child 0.7 mGy	adult 93 mGy cm ² child 67 mGy cm ²
USA (NCRP 172) ¹⁴⁾	2012	1.6 mGy	100 mGy cm ²
Greece (Tierris et al.) ¹³⁾	2004	62 mGy cm ² (mean DAP at 60kV)	adult 117 mGy cm ² child 77 mGy cm ²
France ¹¹⁾	2014		200 mGy cm ²
Finland (STUK) ¹¹⁾	2014	5 mGy	120 mGy cm ²
South Korea ⁵⁾	2009	3.1 mGy, 87.4 mGy cm ²	
South Korea ⁶⁾	2014		adult 151 mGy cm ² , 10-year-old child 105 mGy cm ² 5-year-old child 97 mGy cm ²
this study	2019	adult 1.5 mGy 12-year-old child 1.2 mGy 6-year-old child 1.0 mGy	adult 227 mGy cm ² 12-year-old child 175 mGy cm ² 6-year-old child 163 mGy cm ²

대 중 DR type이 81%, Film type이 5%, CR type이 14%로 DR type이 현저히 증가하고, Film type의 수는 현저히 감소하였다¹⁷⁾. 2009년에 DR type의 평균 DAP 선량은 39 mGy cm²로 Film type의 84 mGy cm²보다 낮았으며^{5,15)}, 본 연구에서도 DR type의 평균 DAP 선량은 31 mGy cm²로 Film type의 83 mGy cm²보다 낮았다¹⁷⁾. 따라서 구내치근단촬영의 경우 Film type이 지금까지의 추세대로 계속 감소한다면 향후 더욱 선량 저감화가 이루어질 수 있을 것으로 생각된다.

다만 이동형(포터블) 장비의 보급이 증가되었는데, 2009년 15% 정도 차지하던 이동형 장비가 본 연구에서는 26%로 증가되었으며, 평균 DAP 선량은 2009년에 이동형과 고정형이 각각 51 mGy cm², 61 mGy cm²이었는데^{5,15)}, 본 연구에서는 각각 44 mGy cm², 35 mGy

cm²로 다 감소하였다¹⁷⁾. 이와 같이 선량이 감소된 이유는 이동형과 고정형 구내방사선촬영장비가 모두 필름 대신 DR의 디지털 센서나 CR의 영상판을 사용하는 경우가 증가했기 때문으로 생각된다. 그러나 촬영자가 직접 손으로 들고 촬영하는 이동형 장비는 고정형 장비보다 환자선량이 낮아 촬영자가 받는 선량은 미미하다고 제조사들이 광고하고 있는 것과는 달리, 본 연구결과¹⁷⁾ 이동형의 평균 환자선량이 44 mGy cm²로, 고정형의 35 mGy cm²보다 높게 나와 주의가 요구된다. 2017년 3월 기준 치과용 방사선촬영기 보급현황(질병관리본부 의료방사선과 자료)에 따르면 구내방사선촬영기 총 22,237대 중 이동형 장비가 8,494대로 38%를 차지하고 있어, 실제로는 본 연구에서의 구성비보다 더 높은 보급률을 보이고 있다. 앞으로도 이동형 장비의 증가 추세는 계속되리라 생각되기 때

문에, 환자 및 술자선량을 줄이기 위해서 더욱 이동형 장비의 승인 요건을 국제 규격에 맞추고 철저한 관리가 필요한 것으로 생각된다.

본 연구에서 구내치근단방사선촬영시 성인의 환자선량 분포의 3사분위 DAP, PED값은 46.0 mGy cm²와 1.5 mGy로, 미국의 1.6 mGy¹⁴⁾, 영국의 1.7 mGy^{8,9)}, 그리스 62 mGy cm²¹³⁾, 핀란드 5 mGy¹¹⁾보다 낮았다. 단지 소아의 경우 6세는 1.0 mGy, 12세는 1.2 mGy로 영국의 0.7 mGy^{8,9)} 보다 다소 높았다. 성인은 낮은 환자선량을 보이는데 소아가 다소 높은 선량을 보인 이유로, 6세와 12세 소아를 촬영할 때 성인과 동일한 촬영조건을 주거나, 6세 소아 촬영시 12세와 동일한 조건으로 촬영하는 경우가 많아 영향을 미친 것으로 생각된다. 향후 연령에 맞게 적절히 촬영조건을 수정한다면 더욱 선량 저감화가 이루어질 것이다.

한편 파노라마방사선촬영의 경우, 2014년 17개 시도 지역별로 전국에 걸친 242대 파노라마촬영기를 대상으로 하여 설정된 성인의 진단참고수준은 151 mGy cm²^{6,16)} 였는데 반해, 본 연구에서는 125대 파노라마촬영기를 대상으로 하여 조사된 환자선량 분포의 3사분위값은 227 mGy cm²로 상당히 증가된 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 샘플 수가 적었지만 두 연구 모두 17개 시도 지역별로 전국에 걸친 치과의료기관의 지역별 비율에 맞추어 선정하여 비교가 가능할 것으로 사료되었다. 이러한 선량 증가의 원인을 찾아보기 위해 여러 측면에서 이전 연구의 내용과 비교, 분석해 보았다. 2014년 진단참고수준 연구에 포함된 촬영기 중 DR type이 90%, Film type이 3%, CR type이 7%로 구성⁶⁾된 반면, 본 연구에서는 125대 중 DR type이 97%, CR type이 3%로 구성되었다¹⁷⁾. 즉 DR type은 증가하고, Film type은 한 대도 없었다. 2014년 DR type의 평균선량은 144 mGy cm²로 Film type, CR type 보다 높았는데¹⁶⁾, 본 연구에서 DR type의 평균 선량값, 중앙 선량값은 209 mGy cm², 143 mGy cm²로, CR

type의 87 mGy cm², 85 mGy cm² 보다 현저히 높았으며, DR type의 평균 선량은 2014년도의 평균 선량보다도 높은 값을 보여 주었다¹⁷⁾. 2014년 이후 치과의료기관에서 노후 파노라마방사선장비 교체시 대부분 DR type의 장비를 설치한 것으로 보이며, DR type의 장비는 이전 연구에서도 높은 선량을 보였는데, 이번 연구에서는 더욱 높은 선량을 보이는 것을 알 수 있었다.

이전보다 DR type 장비의 평균 선량값, 중앙 선량값이 높은 원인을 알아보기 위해, 파노라마촬영장비 제조사별 선량을 비교해 보았다. 2014년 연구에서 국외장비는 42%, 국내장비 58%였는데⁶⁾, 본 연구에서는 국외장비는 26%로 감소하고 국내장비가 74%로 증가하였다. 2014년 국내장비의 평균 DAP는 280 mGy cm²로, 국외장비의 평균 DAP 102 mGy cm² 보다 높았으며, 본 연구에서도 국내장비의 평균 DAP는 310 mGy cm²로 국외장비의 평균 DAP 100 mGy cm² 보다 높았다¹⁷⁾.

2017년 3월 기준 치과용방사선촬영기 보급현황(질병관리본부 의료방사선과 자료)에 따르면, 파노라마방사선장비가 10,631대, Cone-beam CT 장비가 8,180대 보급되어 있다. 대부분의 Cone-beam CT 장비는 파노라마 겸용 장비이므로, 실제 국내에 보급되어 있는 파노라마촬영 장비는 18,000여 대로 볼 수 있다. 파노라마장비 10,631대 중 국내장비는 5,301대, 국외장비는 5,330대이며, Cone-beam CT장비 8,180대 중 국내장비는 7,650대, 국외장비는 530대로, 실제 파노라마촬영을 하는 장비 중 국내 장비는 약 13,000대 (69%), 국외장비는 약 5,800대(31%) 정도로 추산된다. 국내장비의 경우 평균 환자선량이 국외장비보다 높게 나타났으며, 최근 출시되는 장비도 제조사에 따라 여전히 높은 선량을 보이는 경우가 많았다¹⁷⁾. 국내 제조사들이 고화질이면서 낮은 선량의 좋은 제품을 만들게 하기 위해서, 치과 의사들의 저선량 장비에 대한 많은 관심이 필요하다. 장비를 구입하는 치과 의사들이 저선량 장비를 선호할 때, 제조사들은 선량을 낮추기

위한 방법을 찾으려고 노력할 것이다. 또한 DR장비는 적정 선량보다 높은 선량으로 촬영해도, 화질에 큰 영향이 없어 고선량으로 조사되었는지 모르는 경우가 많다. 따라서 치과 의사가 적절한 촬영조건을 찾지 않고 별 생각 없이 높은 선량 조건으로 고정하여 촬영하는 경우가 많아, 이에 대한 교육과 홍보가 절실히 필요하다^{17,18)}. 또한 장비 제조사가 촬영조건 설정에 참여하는 경우가 많아 장비 제조사, 정도관리업체 등에 진단참고수준 홍보를 하는 것도 매우 중요하다¹⁸⁾.

진단참고수준이란 방사선 방어의 3대 원칙 중 하나인 최적화를 위한 기본적인 방법으로, 진단참고수준을 설정해야 하는 이유는 동일 방사선영상검사의 환자선량이 병원마다 다르기 때문이다. 진단참고수준은 강제성이 없는 값으로 자발적인 저감 활동을 유도한다. 동일 검사의 전국적인 선량 분포조사에서 75%값을 진단참고수준으로 설정하면, 이를 초과하는 기관은 자발적으로 선량 저감화를

위해 노력하게 되고 이 과정을 통해 선량의 최적화가 이루어지게 된다. 이때 주의해야 할 점은 진단참고수준을 임상에 적용시 최적화를 통해 전반적으로 선량이 감소되는 효과를 가질 수 있으나, 영상의 질이 저하되는 경우가 발생할 수 있기 때문에 환자선량과 영상의 질에 대한 지속적인 검토가 필요하다¹⁸⁾.

본 연구에서는 17개 시, 도 지역별로 전국에 걸친 126개 치과 의료기관의 118대 구내촬영기, 125대 파노라마촬영기를 대상으로 측정 조사하여, 구내치근단방사선촬영은 성인, 12세, 6세에서 전체 조사된 환자 선량분포의 3사분위값인 46 mGy cm²와 1.5 mGy, 37 mGy cm²와 1.2 mGy, 30 mGy cm²와 1.0 mGy를, 파노라마촬영은 성인, 12세, 6세에서 각각 227 mGy cm², 175 mGy cm², 163 mGy cm²를 국가적 진단참고수준(안)으로 제안한다.

참 고 문 헌

1. 대한영상치의학교수협의회. 영상치의학. 제5판. 나래출판사. 2015.
2. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann ICRP 2007; 37(2-4): 125-132.
3. Napier I. Reference doses for dental radiography. Br Dental J 1999; 186: 392-396.
4. 국가통계포털. 요양기관종별 의료장비 현황. [cited 2021 July 15]. Available from <http://kosis.kr/index/index.do>
5. 김은경. 치과X선 검사에서의 환자선량 권고량 마련을 위한 연구. 식품의약품안전청 용역연구개발과제보고서. 2009.
6. 김은경. 치과 파노라마 촬영에서의 연령별 환자선량 평가 및 가이드라인 마련 연구. 식품의약품안전청 용역연구개발과제보고서. 2014.
7. HPA-RPD-029. Doses to patients from radiographic and fluoroscopic x-ray imaging procedures in the UK - 2005 review. [Internet]. Chilton: HPARPD; 2007. [cited 2021 July 15]. Available from <https://www.gov.uk/government/publications/radiographic-and-fluoroscopic-x-rays-patient-doses>
8. HPA-CRCE-034. Dose to patients from radiographic and fluoroscopic x-ray imaging procedures in the UK - 2010 review. [Internet]. Chilton: HPARPD; 2012. [cited 2021 July 15]. Available from <https://www.gov.uk/government/publications/radiographic-and-fluoroscopic-x-rays-patient-doses>
9. National DRLs for dental radiography. Guidance National Diagnostic Reference Levels: 22 January 2016 to 14 November 2018. [Internet]. [cited 2021 July 15]. Available from <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/national-diagnostic-reference-levels-ndrls#national-drls-for-dental-radiography>
10. Poppe B, Loox HK, Pfaffenberger A, Eenboom F, Chofor N, Sering M, Ruhmann A, Poplawski A, Willborn K. Radiation exposure and dose evaluation in intraoral dental radiology. Radiat Prot Dosimetry 2007; 123: 262-267.
11. Radiation protection No. 180. Diagnostic reference levels in thirty-six european countries. Part 2/2. European Commission, 2014, [cited 2021 July 15]. Available from <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/RP180%20part2.pdf>.
12. Helmrot E, Alm Carlsson G. Measurement of radiation dose in dental radiology. Radiat Prot Dosimetry 2005; 114: 168-171.
13. Tierris CE, Yakoumakis EN, Bramis GN, Georgiou E. Dose area product reference levels in dental panoramic radiology. Radiat Prot Dosimetry 2004; 111: 283-287.
14. NCRP Report No. 172. Reference levels and achievable doses in medical and dental imaging: Recommendations for the United States. Bethesda: 2012. [cited 2021 July 15]. Available from <http://www.ncrppublications.org/Reports/172>
15. Kim EK, Han WJ, Choi JW, Jung YH, Yoon SJ, Lee JS. Diagnostic reference levels in intraoral dental radiography in Korea. Imaging Sci Dent 2012; 42: 237-242.
16. 김은경, 한원정, 김경아, 이완, 윤숙자, 황익환, 김규태, 허민석, 안창현, 안서영, 한진우, 정연화. 성인과 소아에서 치과 파노라마방사선검사의 환자선량. 대한치과의사협회지 2017; 55: 516-526.
17. 김은경. 환자 촬영종류별 진단참고수준 마련: 치과촬영장치(구내, 파노라마, Cone beam CT). 질병관리본부 용역연구개발과제보고서. 2019.
18. 도경현. 환자 촬영종류별 진단참고수준 마련: 유방 및 일반촬영 12개 종류 추가. 질병관리본부 용역연구개발과제보고서. 2019.