

Study on the Measurement of Entrance Surface Dose to the Thyroid and Both Eyes in Dental Panoramic Radiography

Jung-Hoon Lee*

Department of Radiological Science, Shinhan University

Received: October 27, 2024. Revised: November 28, 2024. Accepted: November 30, 2024.

ABSTRACT

Panoramic radiography is a technique that captures high-resolution images of the oral and dental areas of a patient, providing comprehensive information about the patient's entire dental condition in a single image. While panoramic radiography uses much less radiation compared to cone-beam CT (CBCT), the issue of patient radiation exposure cannot be overlooked. This study aimed to measure the entrance surface dose of radiation-sensitive tissues, such as the thyroid and eyes, during panoramic radiography, and to calculate the equivalent dose and effective dose from the measured absorbed dose to compare and analyze it with the dose limits. The experiment was conducted using the Rayscan α -OCL (Ray Co., Ltd. Gyeonggi-do, Korea) dental panoramic X-ray system. The phantom used was a head and neck phantom (Model PH-47, Kyoto Kagaku, Japan), which has an attenuation coefficient similar to that of human tissue. During panoramic radiography, the entrance surface dose was measured for radiation-sensitive tissues like the thyroid and lens. The entrance surface dose measured were 31.36 μ Gy for the thyroid, 25.70 μ Gy for the left lens, and 25.13 μ Gy for the right lens, respectively. To verify the differences in radiation doses for each site, a one-way ANOVA was performed, and a significant difference between groups was confirmed. A post-hoc test classified the left and right lenses into the same group, while the thyroid was classified into a different group. From the measured entrance surface dose, the equivalent doses for the left and right lenses were calculated to be 27.50 μ Sv and 27.13 μ Sv, respectively. The equivalent dose and effective dose for the thyroid were 31.36 μ Sv and 1.2544 μ Sv, respectively.

KeyWords: Panoramic Radiography, Entrance Surface Dose, Dental Radiography, Thyroid Dose, Eye Dose

I. INTRODUCTION

파노라마 방사선촬영(panoramic radiography)은 환자의 구강 및 치아 영역을 고해상도 영상으로 촬영하는 기술로, 한 장의 사진으로 환자의 전체 치아 상태에 대한 정보를 제공해 주는 특징을 가진다. 이러한 영상은 구강 해부학의 이해, 이상 발견, 특히 치아 및 교정 관련 문제를 파악하는 데 중요한 정보를 제공한다^[1-3]. 또한 파노라마 방사선촬영에서 얻을 수 있는 소견으로는 매복치, 치근단 병소, 상악동 이상, 하악과두 이상, 치아 이상 등 전체 치아의 병변 및 구조를 알 수 있다. 이와 같은 질병들은 육안으로 검진이 불가능한 병변이라는 점에서 파노라마 방사선촬영은 장점을 갖고 있다^[4-6]. 대한

민국 질병관리청의 2022년 진단용 방사선 안전관리 통계에 따르면 국내 의료기관에서 설치·운영되고 있는 진단용 방사선 발생장치는 총 101,646대이며, 치과진단용 엑스선 발생장치는 23%에 해당하는 24,014대이다. 그중 파노라마 방사선장치는 6,731대로, 6.6%를 차지한다^[7]. 또한 대한민국 국민의 연간 진단용 의료방사선 검사 건수는 2023년 3억 9,800만여 건으로, 국민 1인당 연간 의료방사선 평균 검사 건수는 7.7건이다. 그중 치과 촬영은 두 번째로 많은 46,447,237건(11.6%)을 차지한다^[8]. 이처럼 파노라마 방사선촬영은 단일 이미지로 구강 전체를 진단할 수 있는 장점으로 인해 치과 병원에서 가장 빈번하게 사용되고 있다. 파노라마 방사선 촬영은 Cone beam CT 촬영에 비해 훨씬 적은 양의

* Corresponding Author : Jung-Hoon Lee E-mail: jhlee11@shinhan.ac.kr Address: 95, Hoam-ro, Uijeongbu, Gyeonggi-do 11644, Republic of Korea

방사선이 사용되지만, 환자 피폭에 관련된 사항은 고려하지 않을 수 없다. 미국 국립 연구위원회(National Research Council, NRC)의 방사선 생물학적 영향 보고서에 따르면 저 선량 영역에서의 암 발생 위험은 문턱 값(threshold value) 없이 증가되며, 최소 선량에서도 인간에 대한 추가 위험성이 발생될 수 있다고 보고하였다¹⁹⁾. 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)에서는 의료 영상을 목적으로 수행하는 검사에서 환자의 피폭 선량 저감을 위하여 진단참고수준(diagnostic reference level, DRL)을 적용하도록 권고함으로써 의료피폭에서 방어의 최적화를 달성하도록 하고 있다¹⁰⁾.

따라서 본 연구는 파노라마 방사선촬영에서 갑상선과 안구와 같은 방사선 감수성이 높은 조직의 입사표면선량(entrance surface dose, ESD)을 측정하고, 측정된 흡수선량으로부터 등가 선량과 유효 선량을 구하여 분석해 보고자 하였다.

II. MATERIALS AND METHODS

1. 연구 재료

본 실험은 치과 파노라마 X선 촬영 장비인 Rayscan α -OCL(Ray Co., Ltd. Gyeonggi-do, Korea)을 이용하였고 그 제원은 초점은 0.5mm, 관전류는 4~17 mA, 관전압은 60~90 kVp의 장비이다. 본 실험에서 촬영 조건은 74 kV, 13 mA, 14 sec으로 사용하였다. 이 조건은 한국의 질병관리본부 질병예방센터에서 2019년 9월 발간한 “진단참고수준 가이드라인; 치과 촬영(구내, 파노라마, CBCT)”에서 조사 및 분석한 126개 치과의료 기관의 성인 평균 촬영 조건에 근거로 하였다¹¹⁾. 실험에 사용한 팬텀은 인체조직과 유사한 조직 감쇠계수를 가지고 있는 두경부 인체 팬텀(Model PH-47, Kyoto Kagaku, Japan)을 사용하였다(Fig. 1). 팬텀은 파노라마촬영을 위한 팬텀으로 개발되었으며, 내부에는 비강, 상악동, 하악 치조, 상악 치조, 경추 및 설골, 그리고 치아가 존재한다. 재료는 연조직으로 우레탄 수지(비중 1.06)와 합성뼈로는 에폭시 수지(비중 1.31)가 사용되었다. 팬텀의 크기는 가로 20 x 세로 21 x 높

이 25 [cm]이었다. 또한 각각의 치아는 법랑질, 상아질, 치수강의 3층 구조로 개별적으로 모델링되었다.

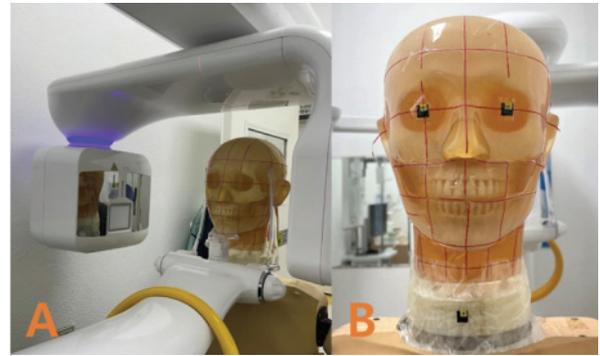


Fig. 1. A shows the positioning of the PH-47 phantom in dental panoramic radiography equipment. B shows the PH-47 phantom with the OSLD (optically stimulated luminescence dosimeter) attached.

2. 입사표면선량 측정

입사표면선량 측정을 위해 원하는 작은 부위에 선량계를 위치시킬 수 있는 광자극발광선량계(Optically Stimulated Luminescent Dosimeter, OSLD)를 사용하였다. OSLD는 TLD에 비해 거의 실시간 선량률과 흡수 선량을 측정할 수 있으며, TLD보다 훨씬 빠르면서 정확도와 정밀도가 높은 선량계이다. 선량 측정은 팬텀을 기준으로 좌, 우 수정체 표면과 갑상선 중앙 피부 표면에 총 3개의 OSLD 선량계를 부착하여 측정하였다. Fig. 1 - (B)와 같다. 긴 촬영 시간 동안 파노라마 장치의 움직임으로 인한 영향을 최소화하기 위해 팬텀은 지지대를 사용하여 하부를 고정하였다. 또한 팬텀은 병원에서 실제 환자들이 촬영을 위한 자세와 동일한 위치에서 촬영되었다. 백그라운드 선량을 배제하고 정확한 입사표면선량 측정을 위해 1개의 OSLD 선량계에 연속 5회 촬영을 실시하였고, 같은 방법으로 각 부위별로 총 8회를 반복 진행하였다. 노출된 선량계를 판독하여 측정된 평균 흡수 선량과, 그에 따른 표준편차를 산출하였다.

3. 등가선량(equivalent dose) W_T

등가선량이란 인체가 방사선에 노출되었을 때

같은 흡수선량이어도 방사선의 종류에 따라 인체가 받는 영향이 다른 것을 고려한 것이다. 방사선에 노출된 조직 및 기관의 평균 흡수선량에 방사선가중계수를 곱하여 구하며, 등가선량의 단위는 시버트(sievert, Sv)이다. 광자선, 베타선 입자의 노출일 경우 방사선 가중치가 1.0이므로 흡수선량과 등가선량은 같은 값이다.

4. 유효선량(effective dose) E

유효선량은 조직별 방사선 감수성이 다른 특성을 반영하여 조직별 상대 위해를 가장 평균한 양인 조직가중치를 등가선량에 곱하여 얻어진 값이다. 식으로 나타내면 아래와 같다.

$$E = \sum_T W_T H_T = \sum_T W_T \sum_R W_R D_{T,R} \quad (1)$$

여기서 는 조직 T의 등가선량, W_T 는 조직가중치를 의미한다. ICRP 103에서 권고하는 조직가중치는 table 1과 같으며, 조직가중치의 총합은 1이다 (Table 1). 유효선량의 SI단위는 Sv이다. ICRP 103에서 수정체에 대한 조직가중치는 부여되지 않았는데, 수정체에 대한 선량한도는 등가선량을 기준으로 설정하는 것이 최적이기 때문이다. 수정체는 결정적 영향의 장기지만, 방사선 노출 후 장시간 뒤에 부작용이 발생하는 경우들이 보고되면서 확률적 영향에 의한 발생 가능성이 제기되고 있다.

Table 1. ICRP103 Recommended tissue weighting factors

Tissue	W_T	ΣW_T
Bone-marrow(red), Colon, Lung, Stomach, Breast, Remainder tissues*	0.12	0.72
Gonads	0.08	0.08
Bladder, Oesophagus, Liver, Thyroid	0.04	0.16
Bone surface, Brain, Salivary glands, Skin	0.01	0.04
Total		1.00

*Remainder tissues: Adrenals, Extrathoracic(ET) region, Gall bladder, Heart, Kidneys, Lymphatic nodes, Muscle, Oral mucosa, Pancreas, Prostate, Small intestine, Spleen, Thymus, Uterus/cervix.

5. 통계

통계는 IBM SPSS Statistics 23을 이용하였다. 기술통계를 이용하여 입사표면선량에 대한 부위별 평균과 중위 수, 최소값과 최대값을 알아보았다. 그리고 선량 데이터에 대한 정규성 검정을 위하여 Kolmogorov-Smirnov 검정과 Shapiro-Wilk 검정을 실시하였고, 부위별 입사표면선량에 대한 차이를 확인하고자 one-way ANOVA를 실시하여 통계적 유의성을 분석해 보았다. 또한 Thyroid, Lt. Lens, Rt. Lens의 집단 간 차이를 확인하고자 사후 검정인 다중비교를 실시하였고, 각 부위별 방사선 입사표면선량 값에 대한 그래프는 box plot을 이용해 나타냈다.

III. RESULT

OSLD로 측정된 입사표면선량은 다음과 같다. Thyroid는 평균 31.36 μGy (± 2.43), 중위수는 31.5 μGy , 최소값은 27.73 μGy 이었고 최대값은 35.24 μGy 의 선량 분포를 보였다. Lt. Lens는 평균 25.70 μGy (± 1.62), 중위수는 25.34 μGy , 최소값은 23.85 μGy 이었고 최대값은 28.27 μGy 의 선량 분포를 보였다. Rt. Lens는 25.13 μGy (± 1.93), 중위수는 25.15 μGy , 최소값은 22.34 μGy 이었고 최대값은 27.87 μGy 의 선량 분포를 보였다. Table 2와 같다. 그리고 Thyroid, Lt. Lens, Rt. Lens의 선량 데이터에 대한 정규성 검정을 위하여 Kolmogorov-Smirnov 검정과 Shapiro-Wilk 검정을 실시하였다. Thyroid에서의 입사표면선량에 대한 데이터는 Kolmogorov-Smirnov 검정에서 유의확률이 0.2이었고, Shapiro-Wilk 검정에서는 0.996으로 모두 정규분포를 보였다. 또한 Lt. Lens에서도 Kolmogorov-Smirnov 검정의 유의확률은 0.2이었고 Shapiro-Wilk 검정은 0.427로 정규분포를 보였다. 마지막으로 Rt. Lens는 Kolmogorov-Smirnov 검정의 유의확률은 0.2이었고 Shapiro-Wilk 검정은 0.773으로 정규분포를 갖는다는 것을 알 수 있었다. Table 3과 같다. 부위별 입사표면선량에 대한 차이를 확인하고자 one-way ANOVA를 실시하였다. 분산의 동질성 검정 결과 유의확률이 0.569로 유의수준 5% 이하를 만족하지 않으므로 등분산을 가정할 수 있었다.

Table 2. Radiation exposure dose to thyroid gland, left eye, and right eye

Radiation dose (μGy)	Mean	SD	Median	Minimum	Maximum	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk
Thyroid	31.36	2.43	31.50	27.73	35.24	> .2	> .996
Lt. Lens	25.70	1.62	25.34	23.85	28.27	> .2	> .427
Rt. Lens	25.13	1.93	25.15	22.34	27.87	> .2	> .773

Table 3. One-way ANOVA results of radiation exposure dose for the thyroid, left lens, and right lens

Source of variance	SS	df	MS	F	p	Post-hoc comparison
Between Groups	189.739	2	94.870	23.152	< .0001**	Thyroid > Lt Lens, Rt Lens
Within Groups	86.052	21	4.098			
Total	275.791	23				

**p < .01

그리고 분산분석 결과 검정통계량인 F값이 23.152이었고, 유의확률이 0.000으로 유의수준 5% 이하에서 통계적으로 집단 간 차이는 유의미했으며 크기가 다른 집단이 하나 이상 있음을 알 수 있었다. 이러한 집단 간 차이를 확인하고자 사후 검정인 다중비교를 실시하였다.

Scheffe의 결과를 보면, Thyroid와 Lt. Lens의 평균차이는 5.66이고 유의확률은 0.000으로 이들 집단 간 입사표면선량에는 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 Thyroid와 Rt. Lens의 평균차이는 6.23이고 유의확률은 0.000으로 이들 집단 간 선량도 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 하지만 Lt. Lens와 Rt. Lens의 평균차이에 대한 유의확률은 0.852로 이들 집단 간 선량은 유의한 차이가 없음을 알 수 있었다. 동질적 부분집합에 대한 Duncan과 Scheffe의 결과를 보면, Lt. Lens와 Rt. Lens는 유의차가 없는 동일한 집단으로 분류하였고 Thyroid는 다른 집단군으로 분류하였다(Table 4). 측정된 입사표면선량으로부터 등가선량과 유효선량을 계산하였다. Thyroid의 등가선량은 31.36 μSv 이었고, Lt. Lens와 Rt. Lens의 등가선량은 각각 27.50 μSv , 27.13 μSv 이었다. 그리고 Thyroid의 유효선량은 1.2544 μSv 이었다. Table 4와 같다.

Thyroid, Lt. Lens, Rt. Lens의 방사선 입사표면선량 값에 대한 그래프는 Fig. 2와 같다. box plot을 이용해 나타냈다.

Table 4. Equivalent dose and effective dose of the thyroid, and equivalent dose of the left and right lenses

Radiation dose (μSv)	W_T	$H_T(\text{Mean})$	E
Thyroid	0.04	31.36	1.2544
Lt. Lens		25.70	
Rt. Lens		25.13	

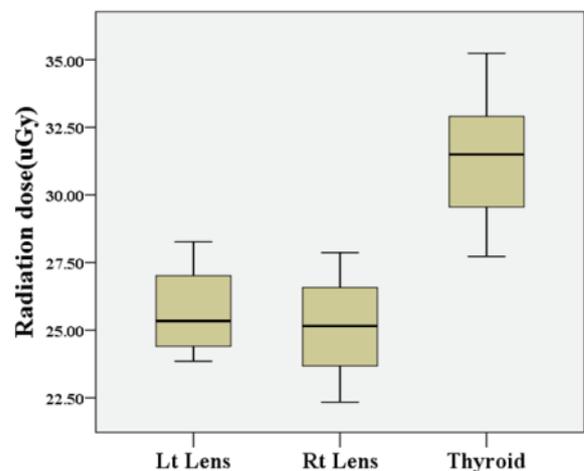


Fig. 2. Radiation exposure dose to thyroid gland, left eye, and right eye.

IV. DISCUSSION

우리는 치과에서 주로 검사가 이루어지는 파노라마방사선촬영에서의 방사선 입사표면선량이 얼마나 되는지 알아보았다. 파노라마 방사선촬영에서 방사선 감수성이 높은 조직인 갑상선과 수정체의

입사표면선량을 측정하였다. Thyroid은 평균 31.36 μGy 이었고, Lt. Lens은 평균 25.70 μGy , Rt. Lens은 평균 25.13 μGy 의 표면 선량 값을 측정할 수 있었다. 각 부위별 입사표면선량에 대한 차이를 확인하고자 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였고, 집단 간 유의미한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 사후 검정을 통하여 Lt. Lens와 Rt. Lens는 동일한 집단으로 분류하였고 Thyroid는 다른 집단군으로 분류할 수 있었다. 이는 Lt. Lens와 Rt. Lens의 각각 입사표면선량의 평균은 25.70 μGy , 25.13 μGy 로 비슷하였으나 Thyroid는 31.36 μGy 로 확연한 차이를 보였기 때문이다. Thyroid의 등가선량은 31.36 μSv , 유효선량은 1.2544 μSv 이었고, Lt. Lens와 Rt. Lens의 등가선량은 각각 27.50 μSv , 27.13 μSv 이다.

2021년 기준 대한민국의 방사선 발생장치 중 21%에 해당하는 21,468대의 장치가 치과에서 사용되고 있다^[7]. 치과 파노라마촬영은 다양한 치과 병리 진단에 사용되는 기본적인 진단 X-선 절차이다^[13,14]. 단일 영상으로 치아, 상악골, 하악골, 측두하악 관절 및 전체 구강 진단에 사용할 수 있는 넓은 해부학적 정보와 병리학적 정보를 제공해 줄 수 있다^[12,14]. 또한 장애로 입을 벌리기 어려운 환자나 구강 질환을 앓고 있는 환자에게 적용하여 비교적 쉽고 편리하게 질병에 관한 정보를 제공해 주고 있다^[15]. 특히, 임플란트 시술이 시작된 이후 파노라마 촬영은 더욱 증가하는 추세이다^[16]. 이와 같은 여러 가지 이점에도 불구하고 파노라마촬영은 방사선 피폭으로 인한 제한적 사용과 잠재적인 건강 위험에 대해 주의를 기울여야 한다. 방사선에 민감한 기관인 눈의 수정체, 갑상선, 이하선 등이 X-선에 노출되므로 피폭에 대한 위험이 있으며, 전리 방사선으로 인한 평생 암 발병 위험을 증가시키는 등 잠재적인 건강 위험을 수반하게 된다^[17,18]. 따라서 파노라마촬영으로 인한 환자가 받게 되는 방사선량에 대한 정확한 정보를 알고 있어야 하며 그로 인한 잠재적 위험 정도를 평가해 볼 필요가 있다. 하지만 치과 X-선 촬영으로 인한 방사선 피폭에 대한 관심과 관리를 할 수 있는 전문가는 매우 드문 실정이다. 일부 대학병원을 제외하고 치과병의원에서 근무하는 방사선사의 수가 현저히 적고, 방사선 피폭에 대한 충분한 지식을 가지고 선량 관리를 해

나갈 수 있는 방사선 안전관리 전문가가 현저히 부족하다. 이에 우리는 파노라마 촬영에서 양쪽 안구와 갑상선에서의 입사표면선량을 측정하였고, 이로부터 등가 선량과 유효 선량을 구하여 분석하였다.

본 연구에서는 입사표면선량 측정 및 등가선량, 유효선량을 계산하였고 나아가 진단참고수준(DRL)의 선량한도와 비교를 하고자 하였으나 장치 기능의 한계로 하지는 못하였다. IEC 60601-2-63 치과용 구강의 엑스선 장치의 기본 안전과 필수 성능에 관한 개별 요구사항에 따르면 치과용 엑스선 장치는 면적 선량의 지시가 제공되어야 하며, 공기 커마 및 면적 선량의 지시값의 전반적인 불확도는 50%를 초과하지 않아야 한다고 명시되어 있다. 치과 파노라마 촬영은 영상 획득 동안 beam이 환자 주의를 계속 움직이기 때문에 선량 측정이 어렵고, 환자의 해부학적인 상태, 스캔 궤도 등에 따라 환자선량이 달라지게 되는데, 이를 극복하기 위해 DAP 측정기를 사용하여 측정의 정확도를 높일 수 있다. 하지만 질병관리본부에서 발행된 치과촬영에서의 진단참고수준 자료에 의하면 전체 파노라마 장치 125대 중 59대(47%)에서 방사선 촬영 시 DAP 값을 보여주지 않았고, 30% 이상의 오차를 보이는 장치는 19대, 50% 이상의 오차를 보이는 장치는 4대라고 밝혔다. 따라서 DAP값 표시 기능을 제공하는 장치가 많이 없을 뿐만 아니라 기능이 있다 하더라도 큰 오차를 보이는 경우도 있었다^[11].

V. CONCLUSION

우리는 치과에서 빈번하게 사용되는 파노라마촬영에서 환자가 받는 입사표면선량을 측정하였다. 감수성이 높아 방사선에 민감한 기관인 양쪽 안구와 갑상선에 대한 선량을 측정하였고, 각 부위별 입사표면선량에 대한 차이는 one-way ANOVA를 통해 유의차를 확인할 수 있었다. 측정된 입사표면선량으로부터 등가 선량과 유효 선량을 구하였다. 등가선량과 유효선량은 연평균 자연방사선 피폭선량 3.08 mSv와 비교해도 작은 값이었다. 치과 방사선촬영은 질병의 진단 및 치료에 많은 도움을 주지만 방사선 사용으로 인한 피폭 위험도를 수반하므로 진단참고수준을 초과하지 않도록 주의해야 하

며, 환자의 방사선량을 최소화하고 방사선 방어와 안전에 주의를 기울여 검사가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Reference

- [1] A. Suomalainen, E. E. Pakbaznejad, R. Soraya, "Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT", *Insights into imaging*, Vol. 6, pp. 1-16, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13244-014-0379-4>
- [2] S. C. White, M. J. Pharoah, "The Evolution and Application of Dental Maxillofacial Imaging Modalities", *Dental Clinics of North America*, Vol. 52, No. 4, pp. 689-705, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.006>
- [3] B. Molander, "Panoramic radiography in dental diagnostics", *Swedish dental journal. Supplement*, Vol. 119, pp. 1-26, 1996.
- [4] M. M. Alattar, R. A. Baughman, W. K. Collett, "A survey of panoramic radiographs for evaluation of normal and pathologic findings", *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, Vol. 50, No. 5, pp. 472-478, 1980. [https://doi.org/10.1016/S0030-4220\(80\)80017-X](https://doi.org/10.1016/S0030-4220(80)80017-X)
- [5] D. MacDonald, W. Yu, "Incidental findings in a consecutive series of digital panoramic radiographs", *Imaging Science in Dentistry*, Vol. 50, No. 1, pp. 53-64, 2020. <https://doi.org/10.5624/isd.2020.50.1.53>
- [6] A. M. DelBalso, "An approach to the diagnostic imaging of jaw lesions, dental implants, and the temporomandibular joint", *Radiologic Clinics of North America*, Vol. 36, No. 5, pp. 855-890, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0033-8389\(05\)70067-1](https://doi.org/10.1016/S0033-8389(05)70067-1)
- [7] J. H. Won, S. K. Song, J. W. Gil, E. O. Bang, "Status of Diagnostic X-ray Equipment in the Republic of Korea, 2022", *Public Health Weekly Report*, Vol. 17, No. 2, pp. 61-71, 2024. <https://doi.org/10.56786/PHWR.2024.17.2.3>
- [8] Korea Disease Control and Prevention Agency, "2023 National Medical Radiation Assessment Yearbook", pp. 1-47, 2024. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a203050500&bid=0003&tag=&act=view&list_no=725970
- [9] I. Park, W. Jeung, H. Hwang, S. Lim, D. Lee, I. Im, J. Lee, H. Park, B. Kwak, Y. Yu, "A Study on the Patient Exposure Doses from the Panoramic Radiography using Dentistry", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 7, No. 1, pp. 17-24, 2013. <https://doi.org/10.7742/jksr.2013.7.1.017>
- [10] H. Park, Y. W. Kim, J. S. Jeon, "Reference levels for patient Radiation Dose in interventional radiological procedures", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 6, No. 1, pp. 11-17, 2012. <https://doi.org/10.7742/jksr.2012.6.1.011>
- [11] "Korea Disease Control and Prevention Agency. Diagnostic reference level guidelines (dental radiography-oral, panoramic, CBCT, adult and pediatric)", pp. 1-23, 2019. Available from: <https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a203050500&bid=0003>
- [12] Dalah, Entesar Zawam. "Quantifying dose-creep for Skull and chest radiography using dose area product and entrance surface dose: Phantom study", *Radiation Physics and Chemistry*, Vol. 167, pp. 108231, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.03.035>
- [13] A. C. Subbulakshmi, N. Mohan, R. Thiruneervannan, S. Naveen, S. Gokulraj, "Positioning errors in digital panoramic radiographs: A study", *Journal of Orofacial Sciences*, Vol. 8, No. 1, pp. 22-26, 2016. <https://doi.org/10.4103/0975-8844.181922>
- [14] K. Yamanel, N. Arhun, S. Arikan, "Assessment of 3,031 panoramic radiographs in an urban Turkish population: a community survey", *Oral Radiology*, Vol. 25, No. 1, pp. 30-36, 2009. <https://doi.org/10.1007/s11282-009-0006-0>
- [15] A. Chaparian, F. Dehghanzade, "Evaluation of radiation-induced cancer risk to patients undergoing intra-oral and panoramic dental radiographies using experimental measurements and Monte Carlo calculations", *International Journal of Radiation Research*, Vol. 15, No. 2, pp. 197-205, 2017. <https://doi.org/10.18869/acadpub.ijrr.15.2.197>
- [16] E. Moudi, S. HaghaniFar, H. Hadian, A. Shabestani Monfared, G. Deilam, N. Bahemmat, "Assessment of radiation exposure of Head and Neck during panoramic radiography in different age groups", *Science Journal of Clinical Medicine*, Vol. 3, No. 1,

pp. 10-14, 2014.

<https://doi.org/10.11648/j.sjcm.20140301.13>

- [17] T. M. T. Bahreyni, F. Akbari, "Diagnostic Reference Level Arising from Dental Panoramic Radiography", *Iranian Journal of Medical Physics*, Vol. 9, No. 3, pp. 161-167, 2012.
<https://doi.org/10.22038/ijmp.2012.144>
- [18] H. Zamani, F. Falahati, R. Omid, R. Abedi-Firouzjah, M. H. Zare, F. Momeni, "Estimating and comparing the radiation cancer risk from cone-beam computed tomography and panoramic radiography in pediatric and adult patients", *International Journal of Radiation Research*, Vol. 18, No. 4, pp. 885-893, 2020.
<https://doi.org/10.52547/ijrr.18.4.885>

치과 파노라마촬영에서의 갑상선과 양쪽 눈의 표면 선량 측정에 대한 연구

이정훈*

신한대학교 방사선학과

요 약

파노라마 방사선 촬영(panoramic radiography)은 환자의 구강 및 치아 영역을 고해상도 영상으로 촬영하는 기술로, 한 장의 사진으로 환자의 전체 치아 상태에 대한 정보를 제공해 주는 특징을 가진다. 파노라마 방사선 촬영은 Cone beam CT 촬영에 비해 훨씬 적은 양의 방사선이 사용되지만, 환자 피폭에 관련된 사항은 고려하지 않을 수 없다. 본 연구는 파노라마방사선촬영에서 갑상선과 안구와 같은 방사선 감수성이 높은 조직의 입사표면선량을 측정하고, 측정된 흡수선량으로부터 등가 선량과 유효 선량을 구하여 선량한도와 비교 분석해 보고자 하였다. 본 실험은 치과 파노라마 X선 촬영 장비인 Rayscan α-OCL(Ray Co., Ltd. Gyeonggi-do, Korea)을 이용하여 실험을 진행하였다. 사용한 팬텀은 인체조직과 유사한 조직 감쇠계수를 가지고 있는 두경부 인체팬텀(Model PH-47, Kyoto Kagaku, Japan)을 사용하였다. 파노라마방사선촬영 시에 방사선 감수성이 높은 조직인 갑상선과 수정체에서 입사표면선량을 측정하였고, 각각 Thyroid는 평균 31.36 μGy이었고, Lt. Lens는 평균 25.70 μGy, Rt. Lens는 평균 25.13 μGy의 선량 값을 측정할 수 있었다. 각 부위별 입사표면선량에 대한 차이를 확인하고자 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였고, 집단 간 유의미한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 사후 검정을 통하여 Lt. Lens와 Rt. Lens는 동일한 집단으로 분류하였고 Thyroid는 다른 집단군으로 분류할 수 있었다. 측정된 입사표면선량으로부터 Lt. Lens와 Rt. Lens의 등가선량은 각각 27.50 μSv, 27.13 μSv이었고, Thyroid의 등가 선량과 유효선량 값이 각각 31.36 μSv, 1.2544 μSv임을 알 수 있었다.

중심단어: 파노라마촬영, 입사표면선량, 치과 방사선, 갑상선 선량, 양쪽 눈의 선량

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	이정훈	신한대학교 방사선학과	조교수