

파노라마 촬영시 눈과 갑상선에 미치는 표면선량에 관한 연구 - TLD, PLD 중심으로 -

A study on the effects of scattering dose on eyes and thyroid for panoramagraphy
- Focus on TLD and PLD -

동경래*,**

광주보건대학 방사선과*, 조선대학교 원자력공학과**

Dong Kyung-Rae*,**

Department of Radiological Technology,
Gwangju Health College University*

Department of Nuclear Engineering, Chosun
University**

요약

파노라마 촬영 시 눈과 갑상선의 표면선량 실험은 광주지역 10개 병원을 대상으로 열형광선량계(Thermoluminescent dosimeter, TLD)와 형광유리선량계(Photoluminescent dosimeter, PLD)를 이용하여 각각 병원에서 사용하는 조건으로 측정(measurement)하였다. ICRP 60과 ICRP 73에서 권고한 눈에 대한 허용기준은 15mSv, 갑상선에 대한 허용기준은 연간 1mSv이다. 왼쪽 눈(Left Eye)의 TLD와 PLD값은 각각 0.19mSv와 0.24mSv, 오른쪽 눈(Right Eye)의 TLD와 PLD의 값은 0.23mSv와 0.25mSv, 갑상선의 TLD와 PLD의 값은 0.08mSv와 0.25mSv로 허용기준치를 초과하지 않았다. 또한 각 장기에 대한 TLD와 PLD의 비교에서는 왼쪽 눈과 갑상선이 유의한 차이가 있다고 볼 수 있고($p < 0.01$), 오른쪽 눈은 유의한 차이가 없다고 볼 수 있다($p > 0.05$). 각 병원에서 사용하는 파노라마 기기로 눈과 갑상선에 미치는 선량을 TLD와 PLD로 측정 하였을 때 눈과 갑상선의 표면선량은 ICRP 60에서 권고한 선량을 넘지 않았지만, 확률적 영향이 일어날 수 있으므로 모든 준위의 선량에 대해서 고려되어야 한다.

■ 중심어 : | 파노라마촬영 | 열형광선량계 | 형광유리선량계 | 표면선량 |

Abstract

Ten hospitals from the Gwangju area were used to examine shallow dose to eyes and thyroid from panoramagraphy. Thermoluminescent dosimeter (TLD) and Photoluminescent dosimeter (PLD) were used as measurement devices at each hospital. ICRP 60 and ICRP 73 set standards for acceptability for eyes at 15mSv and thyroid at 1mSv per year. Left eye measures with TLD and PLD resulted in 0.19mSv and 0.24mSv respectively. Right eye measures with TLD and PLD resulted in 0.23mSv and 0.25mSv respectively. Thyroid measures with TLD and PLD resulted in 0.08mSv and 0.25mSv respectively with both measures not exceeding standards for acceptance. There was a significant difference in comparing the left eye and thyroid for TLD and PLD ($p < 0.01$). There was no significant difference with the right eye ($p > 0.05$). The absorbed dose measurements for eyes and thyroid using TLD and PLD in regards to panorama devices at each hospital were within the ICRP 60 recommendations; however, with the possibility of stochastic effect, all dose levels were taken into consideration.

■ keyword : | panoramagraphy | TLD | PLD | shallow dose |

I. 서론

치과 파노라마(Panorama)장치 또한 X-선을 이용한 진단 장치로 적은 비용과 간단한 방법으로 전체 치아

및 악골의 상태 등의 정보를 파악하여 치료 및 정기검진 시 매우 용이하게 이용된다. 또한 디지털 시스템의 도입, 전산화 단층촬영(Computer Tomography: CT) 등을 통한 입체적인 영상분석 등 많은 변화가 일어

나고 있으며, 방사선 검사 빈도가 예전에 비해 증가하고 있다. 파노라마 방사선사진 촬영은 악안면 영역에서 질환의 진단, 치료계획의 수립, 치료결과 및 예후를 평가할 수 있는 유용한 방법이나 전리 방사선으로 인하여 인체에 백내장과 수정장해 등의 급성 위해 작용이나 발암현상, 기형현상, 돌연변이현상 등의 만성 위해 작용을 나타낼 수 있다[1]. 특히 두경부에 조사된 소량의 전리 방사선으로 인하여 발암현상이 발생할 수 있으며, 진단용 방사선 촬영 후 백혈병의 발병률이 증가하였다는 보고도 있었다[2]. 호르몬의 생산, 저장의 기능을 하며 이를 통해 인체의 대사 과정을 촉진하는 갑상선이 손상을 입을 경우 성장을 조절하는 균형이 깨져 종양이 형성될 수 있고, 유전자의 돌연변이로 갑상선암이 발생 할 수도 있고 눈에 있는 수정체는 방사선에 취약하고 방사선 피폭에 의해 DNA가 손상돼 세포사멸이나 기능마비, 돌연변이로 인해 피부홍반, 수종, 궤양, 백내장, 암세포 생성 등 부작용이 생길 수 있으므로 피폭되는 선량을 최소한으로 줄이는 노력이 필요하다. 파노라마 촬영에 따른 소량의 표면선량이 전혀 위험하지 않다는 증거가 없으므로 가능한 한 방사선 노출을 줄일 수 있는 노력이 필요하며, 환자가 병원에서 방사선 위험도에 대해 문의를 해올 때 치과의사는 치과 방사선 조사선량이 매우 적은 양이기 때문에 무해하다는 막연한 설명을 하기 보다는 정량적인 방사선의 개념을 가지고 방사선의 위험도에 대해 체계적인 설명을 해주는 것이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 방사선 위험도에 대한 설명 등을 위주로 갑상선과 눈에 대한 선량을 조사하고 ICRP(International Commission on Radiological Protection)에서 권고하는 선량한도의 중요성에 대한 인식을 높이고자 한다.

II. 실험기기 및 방법

1. 실험기기

- 파노라마촬영장치 (Orthoceph OC100, PAX400, VATECH, ORTHOPHOS313C, ORTHOPANTOMOGRAPHO-100, ORTHOPHOS3, dimax3 ceph)
- 열형광선량계(Carot, Japan)
- 형광유리선량계(GD-450, Japan)

- 열형광선량계 자동판독장치(UD-710R, Panasonic, Japan)
- 형광유리선량계 자동판독장치(FGD-650, Japan)
- Phantom
- Phantom 지지대

2. 실험방법

파노라마 촬영 시 눈과 갑상선의 표면선량 실험은 광주·전남지역 10개 병원을 대상으로 열형광선량계(Thermoluminescent dosimeter, TLD)와 형광유리선량계(Photoluminescent dosimeter, PLD)를 이용하여 각각 병원에서 사용하는 조건으로 정확한 표면선량 측정을 위해 각각 100개의 TLD와 PLD를 이용해 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 갑상선에 테이프고 고정시키고 Tube가 왼쪽에서 오른쪽방향으로 촬영될 때 팬텀이 움직이게 되면 많은 오차를 발생시키므로 Phantom 지지대를 사용하여 기기에 팬텀을 고정시킨 후 조건을 주어 촬영하는 과정을 10회 반복하여 표면선량을 측정하여 의료에서의 방사선 방호 및 안전에 관한 ICRP 60의 선량한도와 비교하였다(Table 1).

Table 1. Recommended dose limits in planned exposure situations

Type of limit		Occupational	Public
Effective Dose		20 mSv per year (Averaged over defined periods of 5 years)	1 mSv in a year
Annual equivalent dose in	Leans of eye	150mSv	15mSv
	Skin	500mSv	50mSv
	Hands and feet	500mSv	-

3. 통계처리

자료 분석은 SPSS 통계프로그램 ver. 15.1을 이용하였으며 각 병원별 표면선량은 빈도 및 기술통계를 하였으며 병원에 따른 선량비교는 일원배치분산분석(ANOVA)을 이용하였다. 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 갑상선에 대한 TLD와 PLD의 표면선량비교는 Paired t-test 를 시행하였다. 본 연구에서는 p 값이 0.05미만일 때 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

Ⅲ. 결과

1. 파노라마장치 기기명 및 촬영조건

A병원은 Orthoceph OC100H, B병원은 PAX400,

C와 H병원은 VATECH, D와 J병원은 Orthoceph OC100, E병원은 ORTHOPHOS313C, F병원은 ORTHOPANTOMOGRAPH OP-100, G병원은 ORTHOPHOS3, I병원은 dimax3ceph의 기기를 사용하고 각각의 촬영조건을 나타낸 것이다.

Table 1. The name of Panorama machines, kVp, mA, sec

Hospital	Panorama machines	N	Tube Voltage	Tube current	Sec
A	Orthoceph OC100H	10	70kVp	10mA	17.6
B	PAX400	10	62kVp	5mA	12
C	VATECH	10	66kVp	6mA	13
D	Orthoceph OC100	10	66kVp	4mA	13.9
E	ORTHOPHOS313C	10	70kVp	10mA	11.3
F	ORTHOPANTOMOGRAPH OP-100	10	74kVp	12mA	17.6
G	ORTHOPHOS3	10	76kVp	11mA	11.1
H	VATECH	10	66kVp	8mA	10
I	dimax3ceph	10	66kVp	13mA	16
J	Orthoceph OC100	10	66kVp	3.2mA	17.6
	Total	100			

2. 왼쪽 눈에 대한 TLD와 PLD의 선량값 비교

Table2는 왼쪽 눈의 TLD와 PLD값의 평균을 측정한

값으로, 각각 0.19mSv와 0.24mSv이다. ICRP에서 권고하는 눈의 등가선량 15mSv를 넘지 않았으며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.001$).

Table 2. TLD and PLD's result of left eyes

(unit : mSv)

Item	Classification	N	TLD			PLD		
			GM±GSD	F	p	GM±GSD	F	p
Left eye	A	10	0.13±0.008	12.701	0.000***	0.19±0.045	192.059	0.000***
	B	10	0.13±0.025			0.11±0.002		
	C	10	0.34±0.101			0.29±0.005		
	D	10	0.15±0.015			0.44±0.015		
	E	10	0.10±0.008			0.17±0.006		
	F	10	0.27±0.036			0.27±0.004		
	G	10	0.20±0.034			0.27±0.006		
	H	10	0.17±0.028			0.13±0.004		
	I	10	0.27±0.098			0.30±0.005		
	J	10	0.15±0.015			0.19±0.006		
	Total	100	0.19±0.088			0.24±0.094		

Note) Interaction effect using one-way ANOVA model : *** $p < 0.001$

3. 오른쪽 눈에 대한 TLD와 PLD의 선량값 비교

값으로, 각각 0.23mSv와 0.25mSv이다. ICRP에서 권고하는 눈의 등가선량 15mSv를 넘지 않았으며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<0.001).

Table3은 오른쪽 눈의 TLD와 PLD의 평균을 측정한

Table 3. TLD and PLD's result of right eyes (unit : mSv)

Item	Classification	N	TLD			PLD		
			GM±GSD	F	p	GM±GSD	F	p
Right eye	A	10	0.16±0.067	23.316	0.000***	0.34±0.001	40.769	0.000***
	B	10	0.17±0.019			0.55±0.009		
	C	10	0.35±0.103			0.15±0.002		
	D	10	0.20±0.015			0.27±0.007		
	E	10	0.22±0.097			0.95±0.003		
	F	10	0.14±0.014			0.11±0.003		
	G	10	0.34±0.027			0.11±0.004		
	H	10	0.13±0.013			0.36±0.008		
	I	10	0.45±0.040			0.32±0.008		
	J	10	0.18±0.008			0.21±0.007		
Total	100	0.23±0.040			0.25±0.005			

Note) Interaction effect using one-way ANOVA model : ***p<0.001

4. 갑상선에 대한 TLD와 PLD의 선량값 비교

한 값으로, 각각 0.08mSv와 0.25mSv이다. ICRP에서 권고한 갑상선의 유효선량 연간 1mSv를 넘지 않았으며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<0.001).

Table4는 갑상선의 TLD와 PLD의 값을 평균을 측정

Table 4. TLD and PLD's result of thyroids (unit : mSv)

Item	Classification	N	TLD			PLD		
			GM±GSD	F	p	GM±GSD	F	p
Thyroid	A	10	0.04±0.008	46.088	0.000***	0.25±0.004	38.305	0.000***
	B	10	0.05±0.016			0.30±0.004		
	C	10	0.11±0.020			0.31±0.008		
	D	10	0.05±0.008			0.16±0.001		
	E	10	0.08±0.025			0.22±0.078		
	F	10	0.03±0.008			0.30±0.006		
	G	10	0.17±0.037			0.30±0.005		
	H	10	0.07±0.004			0.33±0.005		
	I	10	0.05±0.005			0.14±0.005		
	J	10	0.18±0.007			0.17±0.005		
Total	100	0.08±0.053			0.25±0.070			

Note) Interaction effect using one-way ANOVA model : ***p<0.001

5. TLD와 PLD의 선량값 비교

균값은 오른쪽 눈>왼쪽 눈>갑상선 순이고, 그 중 왼쪽 눈과 갑상선은 유의한 차이가 있다고 볼 수 있고 (p<0.01), 오른쪽 눈은 유의하지 않은 것으로 나타났다 (p>0.05).

Table 5는 왼쪽 눈, 오른쪽 눈과 갑상선의 TLD와 PLD에 대한 선량값을 Paired t-test로 비교한 결과 평

Table 5. Compare with TLD and PLD

(unit : mSv)

Location	Dosimetry	N	GM±GSD	t	p
Left eye	TLD	100	0.19±0.088	-3.056	0.004**
	PLD	100	0.24±0.094		
Right eye	TLD	100	0.23±0.040	-0.526	0.602
	PLD	100	0.25±0.005		
Thyroid	TLD	100	0.08±0.053	-13.207	0.000***
	PLD	100	0.25±0.070		

Note) Interaction effect using t-test model : **p<0.01, ***p<0.001

IV. 고찰

구내 방사선사진 촬영 시 노출조건과 방사선원-피부 간 거리변화에 따른 방사선 표면선량, 조사량 변화에 따른 방사선 표면선량, 여과 정도의 변화에 따른 방사선 표면선량 등을 측정하는 연구가 있었으며 교합 방사선 사진 촬영시의 방사선 표면선량에 관한 연구도 있었다. 또한 Brooks 등은 악관절 촬영 시 두경부에 받는 표면선량을 측정하였다[3]. 치과 영역에서 사용이 증가되고 있는 파노라마 방사선사진 촬영시의 방사선 표면선량에 관한 연구로는 최초로 1965년 Priv-Doz가 생식선에 피폭되는 선량을 측정하였고[4], Kuba와 Beck은 panorex 촬영시의 두경부 방사선 흡수선량을[5], Manson-Hing과 Greer는 파노라마 촬영기종에 따른 방사선 피폭과 분포를[6] Myers는 아동에서의 방사선 표면선량을[7] Whitcher 등은 Apron 사용에 의한 표면선량 감소를 보고하였다[8]. 또한 Skoczylas는 여러 종류의 증감지 사용에 따른 방사선 표면선량을 비교하였고[9], Updegrave[10], Aken과 Linden[11], Wall[12] 및 White와 Rose[13] 등은 구내촬영법과 비교할 때 파노라마 촬영기술이 검사영역이 넓고 촬영하기 쉬우며 적은 방사선 표면선량을 나타낸다고 보고하였다. 1990년 국제방사선 단위 및 측정위원회(ICRP)에서 권고한 'ICRP publication60' 중 일반인의 연간 갑상선 선량한도량 1mSv[14]과 수주부터 수 년 이내 발생할 수 있는 만성 갑상선염의 발단선량 10Gy를 고려해 볼 때 0.127mGy, 0.062mGy의 발단선량보다는 미비한 수치이다. 하지만 아주 낮은 선량의 방사선 피폭이 인체에 미치는 영향은 아직 제대로 규명되어 있지 않으며, 현재 적용되고 있는 방사선 방호의 개념은 "방사선 피폭은 아무리 작은 양이라도 인체에 해롭다" 는 기본 철학

을 바탕으로 한다. 방사선은 생물학적 효과를 유발 할 수 있기 때문에 무한정 사용되어서는 안 되며, 각 나라와 각 기관마다 선량 제한이 행해지고 있다. 그러나 의료 진단용 방사선량은 강제적으로 선량 제한을 할 수 있는 근거가 없으므로 되도록 적은 방사선량을 사용한 피폭 저감화조치(As Low As Reasonably Achievable: ALARA)에 충실한 것이 바람직하다. 국제방사선방어위원회, 국제 원자력위원회 등 국제적 기구에서는 방사선 방어를 위해 선량 기준을 제시한 바 있고, 1매의 치근단 방사선사진 촬영 시 피부표면선량은 7mGy정도가 적당하다고 하였다. 일반적으로 치근단 방사선사진 촬영 시 발생하는 조사선량과 환자가 받는 표면선량 등은 노출시간, 관전압 이나 관전류, 거리 및 노출된 조직의 위치에 따라 다양하지만 대체적으로 치근단 방사선사진 1매 촬영 당 약 217mR정도의 조사선량이 측정된다고 보고되고 있다[15]. 이번 연구결과로 파노라마 촬영 시 환자의 수정체 및 갑상선에 표면 되는 방사선의 양을 전반적으로 알 수 있으므로 효과적인 파노라마 촬영에 대한 기초자료를 얻을 수 있고 방사선의 수정체 및 갑상선의 촬영 시 참고자료로 사용될 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 팬텀을 이용하여 각 병원에서 사용하는 파노라마 기기로 치아 촬영 시 눈과 갑상선에 미치는 표면 선량값을 ANOVA와 t-test로 비교 분석하여 파노라마 촬영 시 인체에게 미치는 선량을 확인하고자 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 각 병원에서 사용하는 파노라마 기기의 사용조건은 각각 다르다.

2. 왼쪽 눈에서 TLD는 0.34 ± 0.101 로 C병원의 파노라마 기기가 가장 높게 나타났고, PLD는 0.44 ± 0.015 로 D병원의 파노라마 기기가 가장 높게 나타났으며, 각 병원별 왼쪽 눈의 표면선량은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.001$).

3. 오른쪽 눈에서 TLD는 0.45 ± 0.04 로 I병원의 파노라마 기기가 가장 높게 나타났고, PLD는 0.95 ± 0.003 로 E병원의 파노라마 기기가 가장 높게 나타났으며, 각 병원별 오른쪽 눈의 표면선량은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.001$).

4. 갑상선에서 TLD는 0.18 ± 0.007 로 J병원의 파노라마 기기가 가장 높게 나타났고, PLD는 0.33 ± 0.005 로 H병원의 파노라마 기기가 가장 높게 나타났으며, 각 병원별 갑상선의 표면선량은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.001$).

5. TLD와 PLD의 선량을 비교한 결과 왼쪽 눈 과 갑상선에서는 유의한 차이가 있다고 볼 수 있고($p < 0.01$), 오른쪽 눈은 유의하지 않은 것으로 나타났다($p > 0.05$).

이와 같은 결과를 종합하여 볼 때 파노라마기기에 주는 조건에 따라 인체에 미치는 선량이 다르다는 것을 알 수 있었다. 눈과 갑상선의 흡수선량은 ICRP 60에서 권고한 선량을 넘지 않았지만, 확률적 영향이 일어날 수 있으므로 모든 준위의 선량에 대해서 고려되어야 하고, 각 병원은 피폭 저감화조치에 따라 정확하고 적절한 조건으로 파노라마 촬영을 하여 눈과 갑상선 피폭관리에 만전을 기울여야 할 것이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 김병삼, 최갑식, 김진수 "파노라마 촬영시 두경부 주요기관에 대한 표면선량 분포", 대한구강악안면방사선학회지, 제20권, 제2호, pp.253-261, 1990.
- [2] Berge, T. and Wohn, T., "Absorbed dose to discrete organs of the head and neck from 4 maxillary occlusal projections, Dento-maxillofacial Radiology," J. of Oral Surg., Vol. 43, pp. 152-159, 1980.
- [3] Brooks, S. and Lanzetta, M., "Absorbed doses from temporomandibular joint radio-graphy," J. of Oral Surg., Vol. 59, pp. 640-652, 1985.
- [4] Priv.-Doz, T., "Gonadal doses resulting from panoramic X-ray examinations of the teeth," J. of Oral Surg., Vol. 19, pp. 745-753, 1965.
- [5] Kuba, R. and Beck, J., "Radiation dosimetry in panorex roentgenography II: Pattern of radiation distribution," J. of Oral Surg., Vol. 25, pp. 386-392, 1968.
- [6] Manson-Hing, L. and Greer, D., "Radiation exposure and distribution measurements for three panoramic X-ray machines," J. of Oral Surg., Vol. 44, pp. 313-321, 1977.
- [7] Myers, D., "Radiation exposure during panoramic radiography in children," J. of Oral Surg., Vol. 46, pp. 588-593, 1978.
- [8] Whitcher, B. Gratt, B. and Sickles, E., "A lead apron for use in panoramic dental radiography," J. of Oral Surg., Vol. 49, pp. 467-470, 1980.
- [9] skoczylas, L.J., "Comparison of X-radiation doses between conventional and rare-earth panoramic radiographic techniques, J. of Oral Surg., Vol. 68, pp. 776-781, 1989.
- [10] Updegrave, W., "the role of panoramic radiography in diagnosis," J. of Oral Surg., Vol. 22, pp. 49-57, 1966.
- [11] Aken, J. and Linden, L., "The integral ansorbed dose in conventional and panoramic complete-mouth examinations, J. of Oral Surg., Vol. 22, pp. 603-617, 1966.
- [12] Wall, B., "Doses to patient from pantomographic and conventional dental radiography," Br. J. of Radiol., Vol. 52, pp. 727-734, 1979.
- [13] White, S. and Rose, T., "Absorbed bonemarrow dose in certain dental radiographic techniques," J.A.D.A., Vol. 98, pp. 553-558, 1979.
- [14] International Commission on Radiological Protection, Recommendations Annals of the ICRP Publication 60, 1990.
- [15] 이병도 "구내 방사선사진 촬영시 위험도와 방사선 방어에 대한 고찰", 대한치과의사협회지, 제43권, 제11호, 2005.