



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2010년

2010년 2월
석사학위논문

2월

석사학위논문

직·간접디지털 파노라마
방사선촬영시 흡수선량과 유효선량

이
근
선

직·간접디지털 파노라마
방사선촬영시 흡수선량과 유효선량

조선대학교 대학원

치 의 학 과

이 근 선

직·간접디지털 파노라마
방사선촬영시 흡수선량과 유효선량

Absorbed and effective dose in direct and indirect
digital panoramic radiographs

2010년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

이 근 선

직·간접디지털 파노라마
방사선촬영시 흡수선량과 유효선량

지도교수 김 재 덕

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2009년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

이 근 선

이근선의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 이학박사 정문진 인

위 원 조선대학교 교수 치의학박사 김재덕 인

위 원 조선대학교 교수 치의학박사 김진수 인

2009년 11월 일

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	iv
I. 서 론	1
II. 실험재료 및 방법	3
III. 실험결과	7
IV. 총괄 및 고안	9
V. 결 론	13
참고문헌	14

표 목 차

Table I. Estimated percentage of tissue irradiated	5
Table II. Tissue weighting factors for calculation of effective dose ICRP 1990, 2005, and 2007 draft recommendations	6
Table III. Absorbed dose averages from indirect and direct digital panoramic radiographys	7
Table IV. Equivalent dose (H_T) to tissues/organs in the maxillofacial region and effective doses for indirect and direct digital panoramic radiographys	8
Table V. Comparison of effective doses for panoramic radiographys	12

도 목 차

Fig. 1. Dental head phantom 3

Abstract

Absorbed and effective dose in direct and indirect digital panoramic radiographys

Lee Gun Sun D.D.S.

Advisor : Prof. Kim Jae Duk Ph.D.

Department of Dental Science

Graduate School of Chosun University

Objectives: In this study, we evaluated the absorbed doses to the organs which had known heavy damaging effect by radiation and calculated the effective doses when using the digital panoramic radiographys for diagnosis in major organs of patient's oral and maxillofacial region.

Methods: The absorbed dose averages in major organs of oral and maxillofacial region were measured using the Dental head phantom (CIRS Co., USA), ${}^7\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ TLD chip (Thermoluminescent dosimeter UD-807, Matsushita Electric Industrial Co., JPN) and UD-716AGL dosimeter (Matsushita Electric Industrial Co., JPN) when performing indirect and direct digital panoramic radiographys. Effective doses were calculated from correspond to ICRP 2007 recommendations for indirect and direct digital panoramic radiographys

Results: 1. The absorbed dose average on indirect and direct digital panoramic radiographys was highest in parotid glands as measured 1259.6 μGy and 680.7 μGy respectively. Absorbed dose average in another organs were high in order of esophagus, submandibular gland, tongue and thyroid gland on both types of digital panoramic radiographys.
2. The absorbed dose average was higher on indirect type than direct one ($p < 0.05$).

3. The effective dose was higher on indirect type than direct one as measured $13.28\mu\text{Sv}$ and $8.70\mu\text{Sv}$ respectively.

Conclusions: Taken together, the absorbed doses in salivary gland and oral mucosa were higher than in thyroid gland. However, thyroid gland demands the attention on radiography due to radiation weighting factor of tissue is high in spite of showed the low absorbed dose.

Keywords: radiography, panoramic; radiation dosage

I. 서론

구내디지털영상시스템, RadioVisioGraphy(RVG)가 Dr. Frances Mouyens¹에 의해 처음 개발되었다. 디지털방사선사진 시스템은 storage phosphor(SP) 영상판 시스템으로 영상을 획득한 다음 이를 별도 장치를 이용하여 영상화하는 간접방식과 charge-coupled device(CCD)에 기초한 시스템으로 CCD에 의해 디지털 영상이 획득되고 그 센서는 직접 컴퓨터에 케이블로 연결되어 있어 촬영 즉시 영상을 모니터 화면에서 볼 수 있는 직접방식이 있다.^{2,3} 이러한 디지털방사선시스템은 영상의 대조도와 흑화도를 적절히 조절할 수 있고 상강화 및 저장이 가능하며 매우 적은 방사선노출로도 양질의 상을 얻을 수 있는 장점이 있다고 알려졌다.⁴⁻⁷ 이어 파노라마방사선사진 영상장치도 디지털화되었고, 디지털파노라마 방사선영상의 질에 관한 연구에 의해 직접(CCD) 및 간접(SP) 디지털파노라마 방사선영상 모두 만족할 만한 노출감소⁸⁻¹⁰와 측정의 정확성^{11,12}, 하악지치의 위치와 형태, 치아이상 및 병적상태의 발생빈도¹³ 등 전반적 진단적 가치를 갖고 있음¹⁴이 밝혀져 최근 치과 진단에서 일반화되어 이용되고 있다.

진단목적의 방사선 노출이라도 암 발생, 유전에 의한 돌연변이 발현 등에 대한 확률적 효과가 나타날 수 있으므로 환자와 술자에 대한 방사선 방어가 반드시 이루어져야 한다.¹⁵ 술자는 방사선에 의해 발생될 수 있는 위해가 적도록 방사선촬영장비 및 관련기기의 관리와 환자의 노출에 대한 지속적인 관리가 필요하다.¹⁶ 진단용 방사선과 같은 저선량의 국소노출에 의한 위험도를 나타내기 위해 피부표면선량(entrance surface dose)와 DAP(dose area product)¹⁷, 흡수선량(absorbed dose)^{18,19}등 다양한 측정척도가 사용되어왔다. 1990년 ICRP²⁰에서는 특정장기나 조직에서의 확률적효과의 가능성과 방사선량과의 관계를 규정하여 유효선량(effective dose ; E)의 단위를 도입하였다. 이러한 유효선량은 서로 다른 방사선에 의해 나타난 위해효과를 전신적으로 표현되는 등가위해효과(equivalent detriment)로 비교하기 위해 사용되며²¹, 또한 유효선량은 방사선이 신체 일부에 노출되어 나타난 위해효과를 전신적으로 표현되는 등가위해효과(equivalent detriment)로 표현하는 선량이므로 서

로 다른 방사선촬영법간의 위해도를 직접 비교하는데 사용된다.²² 이러한 유효선량을 계산하기 위해 방사선에 노출된 각 조직/장기에서의 평균흡수선량(absorbed dose average), 조직등가선량(tissue-equivalent dose) 또는 방사선가중선량(radiation weighted dose)을 계산하는데 필요한 방사선가중계수(radiation weighting factor)와 노출조직의 전신조직에 대한 백분율(percentage)²³ 그 다음으로 조직가중계수(tissue-weighting factors)등이 차례로 사용된다.^{20,24}

이들 중 유효선량 산출시 사용되는 노출조직의 전신 백분율과 조직가중계수에 대하여 2007년 ICRP²³에서 새롭게 개정된 값을 발표하였고 이로 인해 구강악안면영역 방사선검사 시 유효선량의 상승이 초래될 수 있다.²¹

일반 파노라마방사선장치에 대한 흡수선량 또는 유효선량에 관한 평가로는 2000년에 Locomber 등¹⁸과 2001년에 Choi 등¹⁹이 한 기종의 파노라마방사선장치를 이용해 그 장치의 다양한 촬영프로그램에 따른 유효선량 또는 흡수선량을 보고한 바 있고 Danforth 등²⁵은 PM 2002 CC Proline Planmeca를 이용하여 유효선량을 보고하였다. 디지털 파노라마방사선장치에 대한 유효선량 연구로는 최근 Gijbels 등²⁶이 ICRP에서 2005년²⁷에 제시한 조직가중계수를 이용하여 수종의 장치를 검사한 결과 4.7-14.9 μ Sv의 넓은 유효선량 범위를 보였다고 보고하였다. 그러나 국내에서 일반화되고 있는 직접방식과 간접방식의 디지털 파노라마방사선장치 사용 시 인체 주요부위에서 흡수되는 방사선의 흡수선량과 유효선량에 대한 평가가 아직 미흡하고 또한 국내외적으로 2007년도 새로운 조직가중계수를 이용한 평가도 극히 드문 실정이다.

본 연구에서는 인체와 유사한 조직분포를 가지고 있는 두부모형과 정확한 흡수선량의 측정이 가능한 열형광선량계를 이용하여 직접 및 간접 방식의 두가지 디지털 파노라마방사선장치를 이용한 진단을 행할 시 2007년도 새로운 조직가중계수를 이용한 각 유효선량과 방사선촬영 시 위해효과가 크다고 알려진 구강악안면부 주요 조직/장기에서의 방사선 흡수선량을 알아보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서는 흡수선량의 측정을 위해 인체와 유사한 조직분포를 가지고 있는 두부모형(dental head phantom)(CIRS Co., USA)이 이용되었고, 정확한 흡수선량을 측정하기 위하여 선량 측정 시 원하는 작은 부위에 위치시킬 수 있는 ${}^7\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ TLD 칩(Thermoluminescent dosimeter UD-807, Matsushita Electric Industrial Co., Japan)과 측정범위가 $100\mu\text{Sv} \sim 10\text{Sv}$ 인 선량분석계 UD-716AGL(Matsushita Electric Industrial Co., Japan)가 이용되었다(Fig. 1).

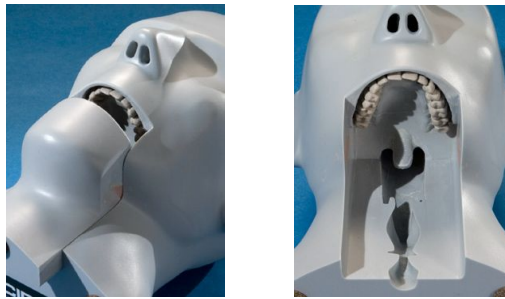


Fig.1 Dental head phantom

디지털 파노라마방사선 영상장치는 직접디지털 파노라마방사선 영상장치(Planmeca promax, Filand)와 간접디지털 파노라마방사선 영상장치(Planmeca XC proline, Filand)를 이용하여 시행하였다. 촬영조건은 직접디지털 파노라마방사선 영상장치는 관전압 70 kV, 관전류 10mA였고, 간접디지털 파노라마방사선 영상장치는 관전압 70 kV, 관전류 12 mA이었고 노출시간은 두 가지 모두 18초였다.

2. 흡수선량의 측정 및 유효선량 계산

흡수선량의 측정을 위해 두부모형의 좌우측 이하선과 좌우측 악하선 부위

와 갑상선 부위와 피부(귀바퀴 앞), 그리고 식도, 혀의 배면에 열발광선량계를 각각 2-3 개 위치시킨 후 각 영상장치로 10회씩 연속 촬영하되 4번 두부 모형을 재 위치시키며 40회씩 촬영을 시행하였으며 촬영 후 각각의 촬영조건에 따라 얻어진 흡수선량은 UD-716AGL 판독기를 이용하여 자동으로 측정되었다. 한편 매 같은 조건에서 따로 보관된 3개의 TLD 칩으로 배경방사선의 양 $59\mu\text{Sv}$ 을 구하여 소정 후 개개 측정치에서 빼 주었다. 이렇게 얻어진 측정치를 각 조직/장기의 흡수선량으로 하고 그 평균값을 구하여 평균흡수선량(μGy)으로 하고 여기에 각 노출조직의 전체조직에 대한 백분율을 곱하여 각 조직/장기의 조직등가선량(방사선가중선량)으로 한 다음 이들을 유효선량 계산에 사용하였다. 유효선량은 다음 식과 같이 각 조직/장기의 조직등가선량에 조직가중계수를 곱한 값의 합으로 계산하였다.

$$E = \sum H_T \times W_T$$

E ; 유효선량(effective dose; μSv)

H_T : 조직등가선량(tissue-equivalent dose)

W_T : 조직가중계수(tissue weighting factors; Table II)

Table I. Estimated percentage of tissue irradiated

	Fraction irradiated
Bone marrow	16.50%
Mandible	1.30%
Calvarium	11.8%
Cervical spine	3.40%
Thyroid	100%
Esophagus	10%
Skin	5%
Bone surface	16.50%
Mandible	1.30%
Calvarium	11.80%
Cervical spine	3.40%
Salivary glands	100%
Parotid	100%
Submandibular	100%
Sulingual	100%
Brain**	100%
Remainder	
Brain*	100%
Lymphatic node**	5%
Muscle* **	5%
Extrathoracic airway**	100%
Oral mucosa**	100%
Pituitary	100%
Eyes	100%

* 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP).²⁰

** 2007 recommendations of the ICRP.²³

파노라마방사선장치로 촬영 시 각 조직/장기의 조직등가선량 계산을 위해 방사선에 노출되는 각 조직/장기의 전신에 대한 백분율 적용은 2007년도에 제시된 백분율에 따라 갑상선과 타액선부위는 100%, 식도는 10%로 계산하였고, 두경부 피부는 인체 전 피부의 5%로 계산하였다. 기타그룹(remainder) 중에서 2007년도 조직가중계수중 악안면영역에서 사용되는 부위로 추가된 구강 점막에 100%, 근육 5%, 림프노드 5%가 조사된 것으로 계산하였다(Table I).

Table II. Tissue weighting factors for calculation of effective dose
ICRP 1990,²⁰ 2005,²⁷ and 2007²³ draft recommendations

Tissue/Organ	Weighting factor		
	1990	2005	2007
Bone marrow	0.12	0.12	0.12
Breast	0.05	0.12	0.12
Colon	0.12	0.12	0.12
Lung	0.12	0.12	0.12
Stomach	0.12	0.12	0.12
Bladder	0.05	0.05	0.04
Esophagus	0.05	0.05	0.04
Gonads	0.2	0.05	0.08
Liver	0.05	0.05	0.04
Thyroid	0.05	0.05	0.04
Bone surface	0.01	0.01	0.01
Brain	Remainder	0.01	0.01
Kidney	Remainder	0.01	Remainder
Salivary glands	–	0.01	0.01
Skin	0.01	0.01	0.01
Remainder tissues	0.05*	0.10**	0.12†

* ; Adrenals, brain, upper large intestine, small intestine, kidney, muscle, pancrease, spleen, thymus, uterus

** ; Adipose tissue, adrenals, connective tissue, extrathoracic airways, gall bladder, heart wall, lymphatic nodes, muscle, pancreas, prostate, SI wall, spleen, thymus, uterus/cervix

† ; Adrenals, *extrathoracic region*, gall bladder, heart, kidneys, *lymphatic nodes, muscle, oral mucosa*, pancreas, prostate, small intestine, spleen, thymus, and uterus/cervix. Italicized text represents remainder tissues used for calculation of maxillofacial dose.

조직가중계수 적용은 ICRP 2007년도 제시 값을 적용하되 타액선, 식도, 갑상선, 피부 그리고 기타그룹 중에서 악안면영역을 위해 새로이 포함된 구강점막, 림프선, 근육을 포함시켰으며 이들은 혀로부터 유추되었고 피부는 귀바퀴 앞 부위로부터 유추되었다(Table II).

통계분석은 SPSS를 이용하여 유의성검증을 위해 T-test를 시행하였다.

III. 실험결과

1. 평균흡수선량

간접방식 과 직접방식의 두 가지 디지털 파노라마방사선장치에 의한 검사에서 측정된 평균흡수선량은 이하선부위에서 간접방식과 직접방식 각각 평균 1259.6 μ Gy, 680.7 μ Gy로 가장 높았으며 식도 513.6 μ Gy, 176.6 μ Gy, 그리고 피부, 악하선, 혀 의 순서로 나타났으며 갑상선이 가장 낮아 47.0 μ Gy, 39.1 μ Gy의 흡수선량을 나타내었다(Table III).

간접방식과 직접방식 두 가지 디지털파노라마영상장치에 의한 전체 장기들의 평균흡수선량을 비교하면 악하선 좌측부의 예외를 제외하고 간접방식이 직접방식보다 평균흡수선량이 통계학적으로 유의하게 높았다($p < 0.05$).

Table III. Absorbed dose averages from indirect and direct digital panoramic radiographys unit; μ Gy

			Indirect	Direct
Salivary gland	Submandibular	Left	189.7	345.1
		Right	195.9	189.7
	Parotid	Left	1323.4	625.0
		Right	1195.7	736.4
Esophagus			513.6	176.6
Tongue	Dorsal surface		198.1	163.6
Thyroid gland			47.0	39.1
Skin	Preauricular	Left	232.4	135.6
		Right	262.8	145.7

2. 유효선량

2007년도에 제시된 전신에 대한 노출백분율과 조직가중계수를 적용하여 얻어진 유효선량은 간접방식 13.28 μ Sv, 직접방식 8.70 μ Sv를 나타내어 간접방

식의 유효선량이 높았다(Table IV). 각 조직당 유효선량 값은 타액선이 가장 높았고 갑상선, 구강점막, 식도의 순으로 나타났다.

Table IV. Equivalent dose (HT) to tissues/organs in the maxillofacial region and effective doses for indirect and direct digital panoramic radiographys

W_T ; tissue weighting factors(2007)²³, unit; μ Sv

	W_T	H_T		$W_T \times H_T$		
		Indirect	Direct	Indirect	Direct	
Salivary glands	0.01	726.18	474.05	7.26	4.74	
Esophagus	0.04	51.36	17.66	2.05	0.71	
Thyroid gland	0.04	47.00	39.10	1.88	1.56	
Oral mucosa	0.009	198.10	163.60	1.78	1.47	
Remainder	Lymph nodes	0.009	9.91	8.18	0.09	0.07
	Muscle	0.009	9.91	8.18	0.09	0.07
Skin	0.01	12.38	7.03	0.12	0.07	
Effective dose				13.28	8.70	

IV. 총괄 및 고안

1990년 국제방사선방호위원회(ICRP)에서는 방사선방어 측면에서 방사선 위해(radiation detriment) 개념을 공시하고 이온화방사선의 생물학적효과를 방사선방어목적의 물리량으로 표현하였다.²⁰

그 정의를 요약하면 어느 장기 또는 조직에서의 흡수선량은 그 장기나 조직에 흡수된 선량의 평균치로 산출된다. 이러한 각 조직/장기의 평균흡수선량에 방사선가중계수를 곱하여 줌으로써 그 어느 한 조직/장기에 어떠한 방사선이 흡수되었는지 그 방사선의 질이 가중된다. 그 가중된 결과선량을 각 조직/장기의 방사선가중선량 또는 조직등가선량이라 한다. 이 각 조직등가선량들에 ICRP에서 제시한 각 조직가중계수들을 곱한 다음, 그 곱한 값들을 합하여 유효선량으로 정의하며 단위는 μSv 로 표시된다.^{20,24} 조직가중계수는 전신체가 균일한 방사선에 피폭되었을 시 전체 손상에 대한 각 조직/장기의 상대적 기여도를 나타내며 그 합은 1이 된다. 조직가중계수는 특정 조직/장기에 각각 값이 지정되었고 선택적으로 피폭되는 나머지 장기와 조직은 기타그룹으로 지정되었다.^{20,23,27}

본 연구에서는 간접 및 직접방식의 두가지 디지털 파노라마방사선장치를 이용한 검사를 행하여 두경부 주요 조직/장기에서 평균흡수선량을 측정하고 2007년도 ICRP권고²³에 준하여 각 장치의 유효선량을 계산하였다.

먼저 평균흡수선량은 간접 및 직접방식 검사의 이하선부위에서 각각 평균 $1259.6\mu\text{Gy}$, $680.7\mu\text{Gy}$ 로 가장 높았으며 식도, 피부, 악하선, 혀의 순서로 나타났고 갑상선에서 $47.0\mu\text{Gy}$, $39.1\mu\text{Gy}$ 로 가장 낮은 평균흡수선량을 나타내었다.

Choi 등¹⁹은 Orthopos(Siemens, Gemany)를 이용한 파노라마 방사선사진촬영 시 뇌, 피부(측두하악관절부), 이하선, 골수(하악체), 갑상선의 5부위에서 흡수선량을 측정한 결과 이하선에서 $559\mu\text{Gy}$ 로 가장 높게 측정되었고 갑상선에서 $26\mu\text{Gy}$ 가 측정되었다. 이러한 측정치는 본 연구위 구강영역 조직간

흡수량 순서는 유사하였으나 값에서는 크게 차이를 보여 본 연구에서의 값이 높았다. 특히 피부(측두하악관절부)에서 유사 위치임에도 불구하고 본 연구에서 간접방식의 경우 $247.6\mu\text{Gy}$, 직접방식의 경우 $140.7\mu\text{Gy}$ 를 나타내어 이들의 $8\mu\text{Gy}$ 와는 현격한 차이를 나타내었다. 그러나 Ludlow 등²⁸는 직접방식의 디지털 파노라마방사선장치인 Orthophos Plus DS(Sierona, USA)를 이용하여 이하선 $740\mu\text{Gy}$, 갑상선 $50\mu\text{Gy}$ 의 흡수선량을 보고하여 본 연구의 직접방식과 유사하였다

간접방식과 직접방식에 의한 전체 장기들의 평균흡수선량을 비교한 바 이하선 좌측부에서 예외적으로 높은 측정치를 제외하고 간접방식에 의한 경우 직접방식보다 유의하게 높은 평균흡수선량을 나타내었다($p < 0.05$).

신체의 일부가 방사선에 노출되었을 경우 유효선량은 방사선에 노출된 각 조직/장기의 방사선가중선량(조직등가선량)과 조직가중계수의 곱을 모두 합하여 구한다. 이때 각 조직/장기의 흡수선량에 전신조직에 대한 각 조직노출의 백분율을 곱하여 방사선가중선량을 구하는데 이러한 백분율과 조직가중계수에 대하여 ICRP에서 1990년 처음 공시한 이래 2005년에 개정하였고 2007년 또 다시 개정 발표하였다(Table I, II).

1990년 당시는 유용하지 않았던 암 발생빈도에 관한 데이터가 그 유용성이 재고되어 2007년도 조직가중계수들의 개정이 이루어졌을 가능성이 있다. 즉 이제는 암 위험성이 있다고 평가하기에 필수적인 방사선의 암 유발효과에 관한 역학적 정보가 충분히 축적되어있기 때문에 일부 조직가중계수들의 개정은 타당성이 있다.²¹ 그에 따르면 타액선과 뇌는 암 발생 위험성이 기타로 분류되었던 타 조직들보다 훨씬 크다고 판단되었기 때문에 각각 0.01의 조직가중계수가 할당되었고 한편 갑상선과 식도는 조직가중계수가 0.05에서 0.04로 낮게 조정되었다. 이러한 조직가중계수의 적용으로 인해 본 논문에서도 각 조직 유효선량 값은 타액선이 가장 높았으며 갑상선, 구강점막, 식도의 순으로 나타났다. Lee 등²⁹의 ICRP 2005년 기준으로 조직/장기별 조직 가중계수를 곱하여 계산된 유효선량을 보면 일반 파노라마방사선촬영의 경우 갑상선, 타액선 순으로 높아 본 연구와 차이를 나타내었다.

한편 구강점막은 2005년에 기타그룹에도 포함되지 않았으며 기타그룹에 속한 조직들을 위한 합도 0.10의 조직가중계수가 할당되었던 것이 2007년에는 기타그룹에 포함되었고 그들을 위한 합도 0.12로 상향 조정되었으며(Table II) 구강점막의 전신에 대한 노출 백분율에서도 두경부 조사 시 100% 조사 받는 것으로 조정되었다(Table I). 따라서 본 연구에서 각 조직의 유효선량 분포에서 구강점막의 유효선량에 대한 비중이 커졌으며 갑상선과 그 비중이 유사하였다(Table IV).

간접방식과 직접방식 두 가지 디지털 파노라마방사선장치의 비교에서 유효선량은 간접방식 $13.28\mu\text{Sv}$, 직접방식 $8.70\mu\text{Sv}$ 를 나타내어 간접방식의 유효선량이 높았다. Lee 등²⁹은 파노라마 영상장치의 경우에서 타액선 부를 포함하지 않은 ICRP 1990년 기준으로 계산한 유효선량은 $27.16\mu\text{Sv}$ 이었으며 ICRP 2005년 기준으로 계산한 유효선량은 $40.92\mu\text{Sv}$ 이었다고 보고하였다.

표 IV에서 선학들이 발표한 파노라마방사선영상장치에 의한 유효선량을 비교하였다. 이들 중 직접방식의 디지털방사선을 사용한 Ludlow 등²⁸의 값이 본 연구의 직접방식 디지털파노라마의 값과 유사하였다. 나머지 발표된 유효선량들은 아날로그 방식으로서 본 연구의 간접방식에 가깝다고 평가되며 그 범위는 $3.85\text{-}40.92\mu\text{Sv}$ 를 나타내었다. 그러나 이들을 비교하기에는 각기 채택한 장기의 수가 다양하였고 채택된 조직가중계수도 년도에 따라 다양하였다. Darnforth 등²⁵은 골수를 중심으로 구강내의 갑상선만 포함시켜 4개의 장기의 합을 유효선량으로 하였고 Lee 등²⁹은 갑상선, 타액선, 골수, 식도, 피부, 뇌 등 6개 장기에서 흡수선량을 흡수하여 12개 조직/장기에 분배하고 그 합을 유효선량으로 하였다. Ludlow 등²⁸은 6개 장기에서 측정하고 7개의 조직/장기의 합으로 유효선량을 구했다. Lecomber¹⁸는 눈, 폐, 간, 생식기관, 위를 포함하여 15개 조직/장기의 합을 유효선량계산에 사용하였다. 한편 Gijbels 등²⁶은 흉선, 폐 그리고 수정체를 포함시켜 매우 다양하였다. Ohman 등³⁰은 7개 조직/장기를 사용하여 다소 보편적이었으나 향후 이들의 표준화가 필요하다고 생각되었다.

Table V. Comparison of effective doses for panoramic radiographys
unit; μ Sv

	A	B		C	D	E	
		ICRP90	2005			Indirect	Direct
Salivary glands			11.88	[15.9]	[7.4]	7.26	4.74
Esophagus		3.19	3.19			2.05	0.71
Thyroid gland	2.0	16.63	16.63	2.5		1.88	1.56
Oral mucosa						1.78	1.47
Adipose			0.42				
Connective			0.42				
Lymph nodes			0.42			0.09	0.07
Sella	0.045						
Muscle		0.10	0.15			0.09	0.07
Skin		0.15	0.15	0.4		0.12	0.07
Bone marrow	1.3	5.01	5.01	2.3			
Bone surface	0.5	1.94	1.94	0.9			
Brain		0.14	0.29	0.2			
Lungs							
Effective dose	3.85	27.16	40.92	6.2[22.0]	9.0[16.4]	13.28	8.70

A: Danforth et al (2000)²⁵ ;PM 2002 CC Proline Planmeca

B: Lee et al (2007)²⁹ ;Proline XC Planmeca

C: Ludlow et al (2003)²⁸ ;Orthophos Plus DS Serona ;Direct digital []; salivary glands

D: Lecomber et al (2000)¹⁸;Orthophos Siemens, E: Current study.

한편 악골의 파노라마식 방사선검사 시 그 중심축들이 존재하는데 이들 회전중심들은 구치부에서 이하선과 악하선 위치에 해당되고 전방부에서는 설하선부에 해당되어 많은 해부학적 구조물은 일과성으로 조사받는 한편 이들 장기들은 중심에서 연속적인 조사를 받게 된다.²¹ ICRP에서도 두경부 방사선 노출을 평가하기위해 새로이 타액선을 강조하고 갑상선을 낮게 재조정하였으며 구강점막도 강조된 만큼, 향후 두경부 노출에 대한 평가 조직/장기들을 통일하되 두경부에서 100% 노출되는 장기들의 합을 중심으로 하는 것이 추천된다. 향후 이러한 기준 하에서 검사들이 시행되고 비교되는 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

디지털 파노라마방사선 영상장치를 이용하여 진단 시 유효선량과 환자의 구강악안면부 주요장기 부위에 대한 방사선 흡수선량을 알아보고자, 두부모형(CIRS Co., USA)과 ${}^7\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ TLD 칩(Thermoluminescent dosimeter UD-807, Matsushita Electric Industrial Co., Japan) 그리고 그 선량분석계인 UD-716AGL(Matsushita Electric Industrial Co., Japan)를 이용하여 직접 및 간접 방식의 각 디지털 파노라마방사선장치 촬영 시 구강악안면부 주요장기에서의 평균흡수선량을 측정하고 2007년도 ICRP권고에 준하여 각 촬영 시 유효선량을 구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균흡수선량은 간접 및 직접 디지털 파노라마방사선장치에서 이하선 부위가 각각 $1259.6\ \mu\text{Gy}$, $680.7\ \mu\text{Gy}$ 로 가장 높았으며 식도, 악하선, 혀, 갑상선의 순서를 나타내었다.
2. 평균흡수선량은 간접방식이 직접방식보다 유의하게 높았다($p < 0.05$).
3. 유효선량의 경우 간접방식에서 $13.28\ \mu\text{Sv}$, 직접방식에서는 $8.70\ \mu\text{Sv}$ 를 나타내어 간접방식이 높았다.

이상을 종합해보면 타액선과 구강점막은 흡수선량도 높고 유효선량 비중도 갑상선부위보다 높았지만 갑상선부위는 낮은 흡수선량에도 조직 가중계수가 높은 부위이므로 촬영 시 동등한 주의가 요망된다 하겠다.

참고문헌

1. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and Physical evaluation of RadioVisioGraphy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1989; 68 : 238-42.
2. van der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. J Am Dent Assoc 2005; 136 : 1379-87.
3. Parks ET, Williamson GF. Digital radiography: an overview. J Contemp Dent Pract 2002; 15 : 23-39.
4. Cederberg RA, Tidwell E, Frederiksen NL, Benson BW. Comparison of storage phosphor digital imaging and radiographic film. Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod 1998; 85 : 325-8.
5. Hedrick RT, Dove SB, Peters DD, McDavid WD. Radiographic determination of canal length: direct digital radiography versus conventional radiography. J Endod 1994; 20 : 320-6.
6. Montes A, Gencoglu N. Canal length evaluation of curved canals by direct digital or conventional radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 93 : 88-91.
7. Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F. Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. A comparison of conventional film radiographs, digitized film radiographs, and RadioVisioGraphy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1991; 72 : 621-6.
8. Farman TT, Farman AG, Kelly MS, Firriolo FJ, Yancey JM, Stewart AV. Charge-coupled device panoramic radiography: effect of beam energy on radiation exposure. Dentomaxillofac Radiol 1998; 27 : 36 - 40.
9. Dula K, Sanderink G, van der Stelt PF, Mini R, Buser D. Effects of dose reduction on the detectability of standardized radiolucent lesions in digital panoramic radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral

- Radiol Endod 1998; 86 : 227 - 33.
10. Dannewitz B, Hassfeld S, Eickholz P, Muhling J. Effect of dose reduction in digital fect of anoramic radiography on image quality. Dentomaxillofac Radiol 2002; 31 : 50 - 5.
 11. Schulze R, Krummenauer F, Schalldach F, d'oedt B. Precision and accuccuy of measurements in digital panoramic radiography. Dentomaxillofac Radiol 2000; 29 : 52 - 6.
 12. Ramesh A, TyndaeshDA, Ludlow JB. Evaluation of a new digital panoramic sysisi: a comparison with film. Dentomaxillofac Radiol 2001; 30 : 98 - 100.
 13. Benediktsdottir IS, Hintze H, Petersen JK, Wenzel A. Accuracy of digital and film panoramic radiographs for assessment of position and morphology of mandibular third molars and prevalence of dental anomalies and pathologies. Dentomaxillofac Radiol 2003; 32 : 109 - 15.
 14. Molander B, Gro"ndahl HG, Ekestubbe A. Quality of film-based and digital panoramic radiography. Dentomaxillofac Radiol 2004; 33 : 32 - 6.
 15. Association of Korean Professors of Oral and Maxillofacial Radiology. Oral and maxillofacial radiology. 3rd ed. Seoul: Narae Publishing,Inc.; 2001. p. 213-5.
 16. Ogundare FO, Oni OM, Balogun FA. Measurement of x-ray absorbed doses to dental patients in two dental X ray units in Nigeria. Radiat Prot Dosimetry 2002; 102 : 255-8.
 17. Williams JR, Montgomery A. Measurements of dose in panoramicdental radiology. Br J Radiol 2000; 73 : 1002 - 6.
 18. Lecomber AR, Downes SL, MokhtariM, Faulkner K. Optimisation of patient doses in programmable dental panoramic radiography. Dentomaxillofac Radiol 2000; 29 : 107 - 12.
 19. Choi SC, Lee SM. The absorbed dose from each exposure program of the Orthopos panoramic machine. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2001; 31 : 215-9.

20. International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission of Radiological Protection, ICRP Publication 60. Ann ICRP 1990; 21 : 1-201.
21. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 ; 106 : 106-14.
22. Cho JY, Han WJ, Kim EK. Absorbed and effective dose from periapical radiography by portable intraoral x-ray machine. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2007; 37 : 149-56.
23. Valentin J. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103. Ann ICRP 2007; 37 : 1-332.
24. Task Group on Radiation Quality Effects in Radiological Protection, Committee 1 on Radiation Effects, International Commission on Radiological Protection. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (w(R)). A report of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP. 2003; 33 : 1-117
25. Danforth RA, Clark DE. Effective dose from radiation absorbed during a panoramic examination with a new generation machine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000; 89 : 236 - 43.
26. Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: Patient exposure. Dentomaxillofac Radiol 2005; 34 : 145-9.
27. Draft document 2005 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP <http://www.icrp.org> [Accessed 29 November 2006].
28. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. Dentomaxillofac Radiol 2003; 32 : 229-34.

29. Lee JN, Han WJ, Kim EK. Absorbed and effective dose from newly developed cone beam computed tomography in Korea. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2007; 37 : 93-102.
30. Ohman A, Kull L, Andersson J, Flygare L. Radiation doses in examination of lower third molars with computed tomography and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008; 37 : 445-52.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20087260	과 정	석사
성 명	한글: 이근선 한문 : 李根善 영문 : Lee Keun Sun				
주 소	전남 광양시 중동 1420-4 3층				
연락처	E-MAIL : cityatom@hanmail.net				
논문제목	한글 : 직·간접디지털 파노라마 방사선촬영시 흡수선량과 유효선량 영어 : Absorbed and effective dose in direct and indirect digital panoramic radiographys				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(O) 반대()

2010년 2월

저작자: 이 근 선 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하