



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](#)

2
0
1
0
년

2010년 2월
석사학위논문

2
월

석사
학위
논문

조사
야에
따른
CBCT
의
흡수
선량
비교

조사야에 따른 CBCT의 흡수선량 비교

조선대학교 대학원

치 의 학 과

서 요 섭

서
요
섭

조사야에 따른 CBCT의 흡수선량 비교

Comparison of Absorbed doses of CBCT
according to different fields of view

2010년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

서 요 섭

조사야에 따른 CBCT의 흡수선량 비교

지도교수 김 진 수

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2009년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

서 요 섭

서요섭의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 치의학박사 김재덕 인

위 원 조선대학교 교수 치의학박사 김진수 인

위 원 조선대학교 교수 치의학박사 임성훈 인

2009년 11월 일

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	iv
I. 서 론	1
II. 연구 재료 및 방법	3
III. 연구결과	6
IV. 총괄 및 고안	8
V. 결 론	10
참고문헌	11

표 목 차

Table 1. Exposure factors of CBCT in different fields of view and central region	4
Table 2. Mean absorbed doses(μGy) to various tissues for different fields of view	6
Table 3. Mean absorbed doses(μGy) to various tissues for the different positions of the central ray with same size of field of view	7

도 목 차

Fig. 1 CB MercuRay (Hitachi medical corporation, Tokyo, Japan)	3
Fig. 2 Model 606 Dental head phantom(CIRS, USA).	3
Fig. 3 UD-716AGL(Panasonic Industrial, USA)	3

Abstract

Comparison of absorbed doses of CBCT according to different fields of view

Seo Yo Seob

Advisor : Prof. Kim Jin-Soo D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Dental science

Graduate School of Chosun University

Objectives: To compare the absorbed doses of cone beam computed tomography (CBCT) in different fields of view (FOV).

Methods: To measure the absorbed doses of CBCT (CB MercuRay, Hitachi medical corporation, Tokyo, Japan), we placed TLD chips at the both submandibular and parotid gland, esophagus, tongue and thyroid gland regions in dental head phantom (CIRS, USA). We used three image acquisition modes with different sizes of field of view : Panoramic mode (P mode), Implant mode (I mode), Dental mode (D mode). And two different dental mode scanings were performed. One was scanning of the right upper molar region (D1), and the other was scanning of left lower molar region (D2).

Results: The avarage of absorbed doses was least in D mode (average of D1 and D2, 4272.1 μGy) ($p < 0.05$). And although the avarages of absorbed doses between D1 and D2 showed no significant difference ($p > 0.05$), the absorbed doses of esophagus (D1 756.9 μGy , D2 2938.2 μGy) and thyroid gland (D1 344.6 μGy , D2 880.1 μGy) displayed difference between D1 and D2.

Conclusions: Because the avarage of absorbed doses was least in smallest FOV, when taking CT, we must try to select the FOV as small

as possible, followed by careful diagnosis.

Keywords: thermoluminescent dosimetry; Cone-Beam Computed Tomography; radiation dosage

I. 서론

콘빔형 전산화단층촬영장치(CBCT)는 기존 CT보다 상대적으로 낮은 선량과 가격, 실용성 등의 이유로¹ 삼차원적 영상진단을 필요로 하는 치과 병·의원에 급속도로 보급되고 있다. 그 활용 분야는 근관치료, 악안면 수술, 치주, 보존수복, 교정, 보철, 안면 및 교합 발달과 기형의 치료 등 구강악안면 영역에 관련한 모든 진단과 치료, 연구에 걸쳐 매우 다양하다.²⁻¹⁰ 또한 임플란트 시술이 일반화 되고 임플란트 시술 전 골 조직의 질병 유무와 식립 부위 골의 질과 양의 평가가 치료결과를 좌우한다고 인식되면서 진단과 치료계획을 수립하는데 삼차원적 영상진단을 더욱 필요로 하게 되었고,¹¹ CBCT의 사용과 그에 대한 연구도 증가하고 있다.¹²⁻¹⁵

현재 다양한 CBCT 촬영기들이 시판되고 있으며, 이들은 파노라마 영상, 단면 영상 뿐 아니라 다평면 영상, 삼차원 영상 등을 제공한다. 제공되는 영상은 촬영시 환자의 자세, 조사시간, 방사선 조사량 등의 변수에 의해 영향을 받는데,¹⁶ 이 때 환자가 받는 흡수선량도 함께 영향을 받을 것으로 생각된다.

환자에 대한 영상의학적 검사를 시행할 경우, 술자는 이를 통해 얻게 되는 진단 정보와 방사선에 노출됨으로써 발생될 수 있는 환자의 신체적 장해에 대해 정확한 검토를 하여야 하는데, 진단목적의 방사선 노출은 가시적인 신체 변화를 유발시키는 경우가 거의 없으며, 신체적 장해가 발생되더라도 회복 가능한 변화이므로 영상 진단 시 방사선 방어에 대한 고려를 소홀히 하는 경향이 있다.^{17,18} 그러나 진단목적의 방사선 노출이라도 암 발생, 유전에 의한 돌연변이 발현 등의 확률적 효과가 나타날 수 있으므로 환자와 술자에 대한 방사선 방어가 반드시 이루어져야 한다.¹⁷

흡수선량에 대한 연구는 방사선 방어에 대한 기초 자료가 되며 이에 대한 선행들의 연구로는 파노라마방사선 촬영 장치, 이동형 구내 방사선 촬영 장치, 나선형 일반 단층촬영장치, 전산화단층촬영장치, CBCT 등 다양한 촬영 장치에 대한 연구가 있었다.^{16,19-24} 흡수선량은 촬영 장치의 종류에 따라 그리고 촬영 방법에 따라 차이가 존재하므로,^{16,19,20,25-28} 이를 보완하기 위해 여러 촬영 장치에 대해 다양한 방식으로의 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 최근 치과 임상에서 이용이 급속히 증가하고 있는 CBCT의 한 종류인 CB MercuRay(Hitachi medical corporation, Tokyo, Japan) 촬영시 조사야(field of view, FOV)의 크기에 따라, 그리고 동일 크기의 FOV일 때 중심선의

위치 변화에 따라 구강악안면 영역의 주요 부위의 흡수선량을 측정, 비교함으로써 환자에 대한 방사선 방어를 위한 자료로 이용할 수 있도록 하고자 한다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료



Fig. 1. CB MercuRay (Hitachi medical corporation, Tokyo, Japan).



Fig. 2. Model 606 Dental head phantom(CIRS, USA).

CBCT 촬영 장치로는 CB MercuRay를 이용하였고(Fig. 1), 흡수선량의 측정을 위해 Model 606 Dental Head Phantom(CIRS, USA)을 사용하였다(Fig. 2). 선량계로는 Lithium teraborate(${}^7\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) 성분의 열발광선량계인 UD-807(Panasonic Industrial, USA)을, 선량계 판독장비로는 UD-716AGL (Panasonic Industrial, USA)을 사용하였다(Fig. 2, 3).

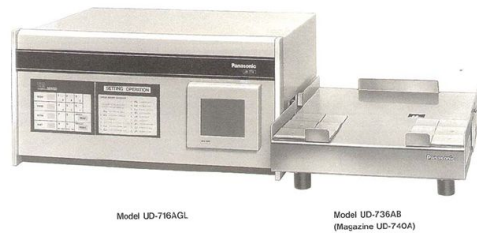


Fig. 3. UD-716AGL(Panasonic Industrial, USA)

2. 연구방법

(1) 촬영조건 및 방법

CBCT 촬영 시에는 각기 다른 크기의 FOV를 갖는 panoramic mode(P mode), implant mode(I mode), dental mode(D mode)를 사용하였다. P mode와 I mode는 각각 직경 150 mm, 102.4 mm의 구의 촬영 범위를, D mode는 51.2 mm의 정육면체의 촬영 범위를 가지고 있다.

촬영 방법은 P mode에서는 상·하악 악궁 및 코와 턱을, I mode에서는 상하악 악궁을 FOV에 포함시켜 촬영하였고 D mode에서는 상악 우측 대구치를 촬영한 경우(D1 mode)와 하악 좌측 대구치를 촬영한 경우(D2 mode) 두 가지 경우로 촬영하였다. 촬영조건은 P, I, D mode 모두 관전압 120kVp, 관전류 15mA, 노출시간 9.8s로 동일하였다(Table. 1).

Table 1. Exposure factors of CBCT in different fields of view and central region.

mode	FOV	central ray	kVp	mA	exposure time
P	150 mm	oral cavity	120	15	9.8 sec
I	102.4 mm				
D	D1	right upper molar			
	D2	left lower molar			

P; panoramic mode, I; implant mode, D; Dental mode

(2) 흡수선량의 측정

흡수선량을 측정하기 위하여 dental head phantom의 좌·우 악하선, 좌·우 이하선, 식도, 혀 배면, 갑상선 부위 모두 일곱 부위를 선정하였다. 각 부위에 2~3개의 열발광선량계를 위치시키고, CBCT 촬영 장치인 CB Mercuray에 dental head phantom을 고정시킨 후 각 mode 별로 15회 연속 촬영하였다. 흡수선량은 UD-716AGL을 사용하여 측정하였다. 따로 보관된 열발광선량계로 배경방사선을 측정하여 흡수선량에서 빼주어 배경방사선을 배제한 후 1회 촬영값으로 환산하였고 그 평균값을 평균흡수선량으로 하였다.

(3) 통계

FOV의 크기 변화 및 동일 크기의 FOV일 때 중심선의 변화에 따른 평균흡수선량의 차이에 대한 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS(ver. 12.0; SPSS Inc., Chicago, USA)에서 Mann-Whitney test를 시행하였고 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

흡수선량의 측정을 위해 dental head phantom의 좌·우 악하선, 좌·우 이하선, 식도, 혀 배면, 갑상선 부위에 열발광선량계를 위치시키고, CBCT 촬영 장치인 CB MercuRay에 dental head phantom을 고정시킨 후 촬영하여 Table 2, 3과 같은 결과를 얻었다.

1. FOV의 크기에 따른 흡수선량 분석

FOV의 크기에 따른 흡수선량의 평균은 P mode에서 6257.2 μGy , I mode에서 6087.4 μGy , D mode는 D1, D2 mode의 평균값인 4272.1 μGy 였고 P와 D, I와 D 간에는 유의한 차이가 있었으나($p < 0.05$), P와 I간에는 유의한 차이가 없었다. (Table 2).

Table 3. Mean absorbed doses(μGy) to various tissues for different fields of view.

		Scan mode	P	I	D
Salivary gland	Submandibular	left	6409.3	6191.9	5615.8
		right	6612.3	6728.2	5405.7
	Parotid	left	7532.5	7119.5	5438.3
		right	7967.4	6655.7	4844.0
Esophagus			6380.3	7228.2	1847.6
Tongue			7315.2	7119.5	6141.2
Thyroid gland			1583.1	1568.5	612.4
Avarage			6257.2	6087.4	4272.1

P; panoramic mode, I; implant mode, D; Dental mode(mean doses of D1 and D2)

2. 동일 크기의 FOV로 촬영시 중심선의 위치 변화에 따른 흡수선량의 분석

동일한 크기의 FOV로 상악 우측 구치부를 촬영한 D1과 하악 좌측 구치부 D2의 평균 흡수선량은 각각 4071.9 μGy , 4472.4 μGy 였고 유의한 차이를 보이지 않았다

($p > 0.05$)(Table 3).

D1, D2 사이의 평균 흡수선량은 유의한 차이가 없었으나 식도(D1; 756.9 μ Gy, D2; 2938.2 μ Gy)와 갑상선(D1; 344.6 μ Gy, D2; 880.1 μ Gy) 부위에서는 흡수선량에 큰 차이가 있었다.

Table 4. Mean absorbed doses(μ Gy) to various tissues for the different positions of the central ray with same size of field of view.

		Scan mode	D1	D2
Salivary gland	Submandibular	left	5394.8	5836.9
		right	5641.2	5170.1
	Parotid	left	4952.7	5923.8
		right	5387.5	4300.5
Esoophagus		756.9	2938.2	
Tongue		6025.3	6257.1	
Thyroid gland		344.6	880.1	
Avarage			4071.9	4472.4

D1; D1 mode, D2; D2 mode

IV. 총괄 및 고안

CBCT 촬영기는 대부분 여러 가지 크기의 FOV를 제공하는데 FOV가 작아질수록 voxel size가 작아져 고해상도의 영상을 얻을 수 있으므로 촬영시 이를 고려하여 적절한 크기의 FOV를 선택하여야 한다.

CBCT 촬영시 FOV는 환자가 받는 유효선량에 영향을 미치는 요소 중 하나로 FOV가 확대됨에 따라 흡수선량이 증가한다.^{19,20} 본 연구에서 FOV의 크기를 변화시켜가며 흡수선량을 측정된 결과 Mode별 평균흡수선량은 P mode 6257.2 μGy , I mode 6087.4 μGy , D mode 4272.1 μGy (D1, D2 mode의 평균)로 FOV의 크기 순서대로 높았으나, 각 평균흡수선량의 차이에 대한 유의성 검증시에는 P, I mode에 대해 D mode만이 유의한 차이를 보이고($p < 0.05$), P mode와 I mode 사이에는 유의한 차이가 없었다(Table 2). 본 연구에서 구강악안면 영역의 중요 부위의 흡수선량을 측정하였기 때문에 P, I mode의 FOV의 크기에 의한 흡수선량 차이를 충분히 나타내기에는 측정 범위가 좁았을 것으로 생각된다.

동일한 크기의 FOV로 중심선의 위치를 변화시켜 촬영한 D1, D2 mode의 평균흡수선량은 D1 4071.9 μGy , D2 4472.4 μGy 로 유의한 차이가 없었으나($p > 0.05$) (Table 3), 식도(D1; 756.9 μGy , D2; 2938.2 μGy)와 갑상선(D1; 344.6 μGy , D2; 880.1 μGy) 부위에서는 흡수선량에 큰 차이가 있었다. D1 mode 보다 D2 mode의 중심선이 아래쪽에 위치하여 식도와 갑상선 부위에 더 가깝기 때문으로 생각된다. 또한 악하선과 이하선의 흡수선량의 좌측과 우측을 비교할 때 D1 mode에서는 우측 부위가 더 크고, D2 mode에서는 좌측 부위가 더 크게 나타났는데 D1 mode에서는 우측 부위가 D2 mode에서는 좌측 부위가 중심선에 더 가깝기 때문일 것으로 여겨진다.

각 mode에서의 최고흡수선량은 P mode에서는 우측 이하선 부위에서 7967.4 μGy , I mode에서는 식도 부위에서 7228.2 μGy , D1, D2 mode에서는 혀 배면 부위에서 각각 6025.3 μGy , 6257. 1 μGy 로 측정되었고 갑상선 부위의 피부 부위는 P mode에서 1583.1 μGy , I mode에서 1568.5, D1 mode에서 344.6 μGy , D2 mode에서 880.1 μGy 로 각 mode에서 가장 낮게 측정되었다. 본 연구에서 사용된 CB MercuRay와 동일한 촬영 장비를 사용한 Ludlow 등²⁶은 120 kVp, 15 mA로 192.5 mm의 FOV를 가지는 facial mode 촬영시 좌측 악하선 11450 μGy , 우측 악하선

11115 μGy , 좌측 이하선 13765 μGy , 우측 이하선 14535 μGy , 식도 6215 μGy , 갑상선 8880 μGy 라 하였고, 본 연구의 D1 mode와 유사부위를 촬영한 Lee¹⁶등은 Implagraphy(Vatech Co., Korea)을 사용하여 85 kVp, 5 mA, 8 X 5 cm FOV의 조건으로 상악 우측 대구치를 촬영하였을 때 좌측 약하선 2274.6 μGy , 우측 약하선 1808.2 μGy , 좌측 이하선 1772.5 μGy , 우측 이하선 2644.4 μGy , 식도 975.6 μGy , 갑상선 825.7 μGy 라 하였다. 연구 재료 및 방법 등에 의한 차이로 본 연구에서 측정된 흡수선량과는 차이가 존재한다.

유효선량은 부분적인 방사선 노출을 전신적으로 노출되었을 때 발생할 수 있는 효과를 나타내는 선량이므로, 서로 다른 방사선촬영법 간의 직접 비교가 가능하여²¹ 많은 연구자들이 선량연구에서 유효선량을 산출한다.^{16,20,25-29} 유효선량은 국제방사선방호위원회의 권고를 따라 조직가중계수를 적용시켜 계산하는데 1990년, 2005년, 2007년 권고사항을 살펴보면 제시되는 조직 및 조직가중계수가 변화함을 알 수 있고 이는 시대에 따라 산출하는 유효선량의 값이 변할 수 있음을 시사한다.³⁰⁻³² 또한 이 등¹⁶은 여러 연구자들이 유효선량을 계산할 때 동일한 방법을 사용하지 않아 오차가 생길 가능성이 많은 것으로 생각되어 유효선량의 절대값은 대략적인 참고용으로 생각하는 것이 바람직하다 하였다. 이에 본 연구에서는 이 등¹⁹의 연구와 같이 유효선량에 대한 비교보다는 직접적인 흡수선량에 대한 비교를 시행하였다.

국제방사선방호위원회에서는 방사선 방호의 목표를 이루기 위해서 행위의 정당화, 방호의 최적화, 선량한도에 대한 방사선 방호 체계를 준수하도록 권고하였다. 방호의 최적화는 정당화된 행위에 관련된 어느 특정 선원으로부터 경제적 및 사회적 요인을 고려하여 개인의 피폭 선량, 피폭되는 인원수, 피폭가능성을 합리적으로 달성될 정도로 낮게 유지하는 것이고 이를 위해 방사선촬영장비의 정도관리, 촬영조건의 최적화, 촬영장비의 개선 등을 통해 영상의 질 향상과 함께 방사선 선량감소가 이루어져야 한다.³⁰ CBCT 촬영시 작은 크기의 FOV를 가지는 mode로 촬영하는 것이 환자의 흡수선량을 줄일 수 있으므로 환자의 흡수선량 감소를 위해 CBCT 촬영시 세심한 진단을 통해 촬영해야 할 부위와 범위를 좁혀 작은 크기의 FOV를 사용하여야 할 것이다. 또한 Kostas 등³³은 갑상선과 경추 부위에 납 방어 장치를 적용하여 해당 부위에 흡수선량을 줄일 수 있었다고 하였다. 촬영에 방해가 되지 않는 범위에서 납 방어복, 갑상선 보호대 등을 적절히 사용하는 것이 바람직하리라고 여겨지며 CBCT 촬영시 적용 가능한 다양한 형태의 방사선 방어 장비가 개발되어야 할 것이다.

V. 결 론

CB MercurRay를 이용하여 dental head phantom에 열발광선량계를 좌·우 악하선, 좌·우 이하선, 식도, 혀, 갑상선 부위에 위치시키고 흡수선량을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. CBCT 촬영시 FOV의 크기에 따른 평균흡수선량은 P mode 6510.8 μGy , I mode 6087.4 μGy , D mode 4272.1 μGy (D1, D2 mode의 평균흡수선량)였고 FOV의 크기가 가장 작은 D mode에서 평균흡수선량이 가장 작았다($p < 0.05$).
2. CBCT 촬영시 동일한 크기의 FOV로 중심선의 위치를 변화시킨 D1, D2 mode의 평균흡수선량은 4071.9 μGy , 4472.4 μGy 로 유의한 차이가 없었으나 ($p > 0.05$), 식도(D1; 756.9 μGy , D2; 2938.2 μGy)와 갑상선(D1; 344.6 μGy , D2; 880.1 μGy) 부위에서는 흡수선량에 큰 차이가 있었다.

이상을 종합해 보면, CBCT 촬영시 가장 작은 크기의 FOV를 가지는 mode로 촬영하는 것이 환자의 흡수선량을 줄일 수 있으므로 CBCT 촬영시 세심한 진단을 통해 촬영해야 할 부위와 범위를 좁혀 작은 크기의 FOV를 갖는 mode로 촬영하는 것이 바람직 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Pinsky HM, Dyda1 S, Pinsky RW, Misch KA, Sarment DP. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35 : 410-6.
2. Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD. Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: “low-dose cone-beam” CT analysis of the pathway and its anatomic variations. *J Endod* 2003; 29 : 773-5.
3. Nakagawa Y, Kobayashi K, Ishii H, Mishima A, Ishii H, Asada K, et al. Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002; 31 : 322-6.
4. Sato S, Arai Y, Shinoda K, Ito K. Clinical application of a new cone beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants: case reports. *Quintessence Int* 2004; 35 : 525-8.
5. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for pre- surgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc* 2003; 31 : 825-33.
6. Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res* 2003; 6(Suppl. 1) : 95-101.
7. Hamada Y, Kondoh T, Noguchi K, Iino M, Isono H, Ishii H, et al. Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: a preliminary report. *Cleft Palate Craniofac J* 2005; 42 : 128-37.
8. Lee JH, Han WJ, Choi YH, Kim EK. Measurement of maxillary sinus volume and available alveolar bone height using computed tomography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2003; 33 : 35-41.
9. Kim JD, Seo YS, Kim JS. Basal cell nevus syndrome: 2 case reports. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2008; 38 : 109-15.

10. Lee BH, Kim JD, Chung CH. Positional change of the condylar heads after wearing complete denture on dental cone beam CT. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2008; 38 : 23-7
11. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol* 1998; 8 : 1558-64.
12. Kim SE, Kim JS, Kim JD. Comparison of the buccolingual inclination in alveolar bone and tooth using dental CBCT. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2008; 38 : 17-22.
13. Goo JG, Kim JS, Kim JD. Quantitative assessment of periimplant bone density (HU) on CBCT image. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2008; 38 : 1-5.
14. Kim MS, Kim JD, Kang DW. Measurement of hard tissue density of head phantom based on the HU by using CBCT. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2009; 39 : 115-20.
15. Kim JD, Kim KW, Lim SH. CBCT analysis of three implant cases for treatment planning. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2007; 37 : 171-80.
16. 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.
17. White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology; principles and interpretation*. 5th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 2004. p. 25-68.
18. ICRP publication 60. *Radiation protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Pergamon Press; 1990. p. 68.
19. Lee ET, Kim GT, Choi YS, Hwang EH. Radiation absorbed doses of cone beam computed tomography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2007; 37 : 87-92.
20. Kim SY, Han JW, Park IW. Comparison of cone beam CT and conventional CT in absorbed and effective dose. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2008; 38 : 7-15.
21. 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.
22. Choi SC. Difference in radiation absorbed dose according to the panoramic radiographic machines. Korean J Oral Maxillofac Radiol. 2000; 30 :11-15.
 23. Hong BH, Han WJ, Kim EK. Absorbed and effective dose from spiral and computed tomography for the dental implant planning. Korean J Oral Maxillofac Radiol. 2001; 31 :165-173.
 24. Choi SC, Lee SM. The absorbed doses from each exposure program of the Orthopos(R) panoramic machine. Korean J Oral Maxillofac Radiol. 2001 Dec;31(4):215-219. Korean.
 25. 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.
 26. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Meceray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol 2006; 35 :219-26.
 27. Silva MA, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning; A radiation dose evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008; 133 :640.e1-5.
 28. Ohman A, Kull L, Andersson J, Flygare L. Radiation doses in examination of lower third molars with computed tomography and conventional radiography. Dentomaxillofacial Radiology. 2008; 37 :445-52.
 29. 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 :930-8.
 30. International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission of Radiological Protection, ICRP Publication 60. Ann ICRP 1990; 21 :1-201.
 31. Draft document 2005 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP. <http://www.icrp.org> [accessed 29 November 2006].

32. Valentin J. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103. Ann ICRP 2007; 37 :1-332.
33. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakias CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. Eur J Radiol. 2005; 56 :413-7.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20087248	과 정	석사
성 명	한글: 서요섭 한문 : 徐要燮 영문 : Seo Yo-Seob				
주 소	광주광역시 동구 서석동 428-4				
연락처	E-MAIL : moresys@naver.com				
논문제목	한글 : 조사야에 따른 CBCT의 흡수선량 비교 영어 : Comparison of absorbed doses of CBCT according to different fields of view				

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(0) 반대()

2010년 2월

저작자: 서 요 섭 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하