대한구강악안면방사선학회지 2007; 37 : 149-56

이동형 구내 방사선촬영기로 촬영한 치근단 방사선사진의 흡수선량 및 유효선량 평가

단국대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
조정연 · 한원정 · 김은경

Absorbed and effective dose from periapical radiography by portable intraoral x-ray machine

Jeong-Yeon Cho, Won-Jeong Han, Eun-Kyung Kim
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dankook University

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study was to measure the absorbed dose and to calculate the effective dose for periapical radiography done by portable intraoral x-ray machines.
Materials and Methods : 14 full mouth, upper posterior and lower posterior periapical radiographs were taken by wall-type 1 and portable type 3 intraoral x-ray machines. Thermoluminescent dosemeters were placed at 23 sites at the layers of the tissue-equivalent ART woman phantom for dosimetry. Average tissue absorbed dose and radiation weighted dose were calculated for each major anatomical site. Effective dose was calculated using 2005 ICRP tissue weighted factors.
Results : On 14 full mouth periapical radiographs, the effective dose for wall-type x-ray machine was 30 Sv; for portable x-ray machines were 30 Sv, 22 Sv, 36 Sv. On upper posterior radiograph, the effective dose for wall-type x-ray machine was 4 Sv; for portable x-ray machines doses were 4 Sv, 3 Sv, 5 Sv. On lower posterior radiograph, the effective dose for wall type x-ray machine was 5 Sv; for portable x-ray machines doses were 4 Sv, 4 Sv, 5 Sv.
Conclusion : Effective doses for periapical radiographs performed by portable intraoral x-ray machines were similar to doses for periapical radiographs taken by wall type intraoral x-ray machines. (***Korean J Oral Maxillofac Radiol 2007; 37 : 149-56***)

KEY WORDS : Radiometry; Radiation Monitoring; Thermoluminescent Dosimetry; Diagnostic Imaging; Radiography, Dental

서 론

구내 방사선사진은 치아와 그 주위조직에 대한 정보를 제공하며 상의 왜곡이 적고 선예도가 우수한 진단영상이다. 또한, 다른 진단영상법에 비해 방사선 노출선량이 적은 영상으로 치과영역에서 많이 이용되고 있다.[1] 고감도 필름 사용, 촬영기의 관두 크기 감소 그리고 사각형 시준기를 사용함으로써 방사선 노출선량은 과거에 비해 많이 감소되었다.[2-4] 하지만 상대적으로 적은 노출선량일지라도 술자는 방사선에 의해 발생될 수 있는 위해가 적도록 방사선 촬영장비 및 관련기기의 관리와 환자의 노출에 대한 지속적인 관리가 필요하다.[5]

방사선 노출정도는 표적 장기의 흡수선량으로부터 암 발생 위험도를 구하여 나타낼 수 있으며, 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiologic Protection, ICRP)는 방사선에 의해서 발생되는 특정장기에서의 치명적 발암 위험도를 보고하였다.[6] Wall 등[7]은 구내 방사선사진촬영, 구외 방사선사진촬영, 파노라마 방사선사진촬영의 경우 인구 백만명 당 각각 0.33명, 0.5명, 1.3명의 발암 위험도를 갖는다고 보고하였다. Underhill 등[6]은 치과에서 방사선에 의한 발암 위험도는 매우 적지만 원형 시준기를 사용한 20매 전악 방사선사진촬영에서의 발암 위험도가

접수일 : 2007년 3월 6일; 심사일 : 2007년 3월 7일; 채택일 : 2007년 5월 25일
Correspondence to : Prof. Won-Jeong Han
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dankook University, San 7-1, Shinboo-dong, Cheonan, Choongnam 330-716, Korea
Tel) 82-41-550-1922, Fax) 82-41-556-7127, E-mail) wjhan@dku.edu

파노라마 방사선사진촬영이나 직사각형 시준기를 사용한 전악 방사선사진촬영보다 높았다고 하였다. White[2]는 D-speed 필름과 원형시준기를 사용하여 전악 구내 방사선사진를 촬영한 경우 인구 백만명 당 2.5명에서 발암 위험도가 있다고 하였다.

1990년 국제방사선방호위원회에서는 방사선 방어 측면에서 방사선 위해(radiation detriment) 개념을 공지하였다. 방사선 위해는 방사선 조사받은 군에서 발생되는 모든 장애를 의미하며, 유효선량(effective dose, E)으로 측정된다. 유효선량은 방사선에 노출된 각 조직 및 기관의 조직 가중계수(tissue weighted factor)와 방사선 가중선량(radiation weighted dose)의 곱을 모두 합하여 구한다.[8] 조직 가중계수는 전체 방사선 위험도에 대한 조직 또는 기관의 상대적인 기여도를 나타내며, 국제방사선방호위원회에서 1990년 12개 조직 및 기관과 10개 기타조직(remainder)에 대한 조직 가중계수를 공지하였고,[8] 2005년 뇌, 신장, 타액선이 추가된 15개 조직 및 기관과 14개 기타조직에 대한 조직 가중계수를 개정 공지하였다.[9] 방사선 가중선량은 노출된 조직 및 기관의 평균 흡수선량에 방사선 가중계수를 곱해준 선량이다. 노출된 조직 및 기관의 평균 흡수선량은 전체 조직에 대한 조사된 조직의 비율(percentage)을 곱하여 구한다. 그러므로 유효선량은 신체 일부에 조사된 방사선량이 전신에 조사되어 발생되는 방사선 위해를 나타내고 다른 촬영법간의 직접 비교가 가능한 선량이다.

임플란트 및 근관치료 과정에서 이동이 가능한 구내 방사선촬영기가 최근 사용되고 있다. 이동형 방사선촬영기는 정해진 공간에서 촬영이 불가능한 전쟁지역이나 환자의 움직임이 곤란한 수술장에서 주로 사용되는 장비이다. 장비의 편리성 때문에 일반 진료실에서 사용이 점차 증가되고 있으나 방사선위해에 대한 구체적인 보고가 이루어지고 있지 않다. 그러므로 본 연구에서는 이동형 구내 방사선촬영기(portable intraoral x-ray machine)를 이용하여 치근단 방사선사진촬영시 환자에 대한 방사선 노출정도를 알아보고자 주요장기의 흡수선량를 측정하고 유효선량을 구하여 벽걸이형 구내 방사선촬영기(wall type intraoral x-ray machine)로 촬영한 경우와 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

인조 두개골에 연조직과 방사선 감쇄계수가 유사한 재료로 제작된 ART-woman phantom (Radiology Support Devices, Inc., Long Beach, USA)를 연구대상으로 하였다. phantom은 2.5 cm 두께로 절단된 10개의 단면으로 구성된 방사선 선량측정용 두경부 마네킨이다(Fig. 1). 각 절단면에는 20개의 구멍(hole)이 있으며, 선량측정시 원하는 구멍에 TLD chip을 위치시켰다.

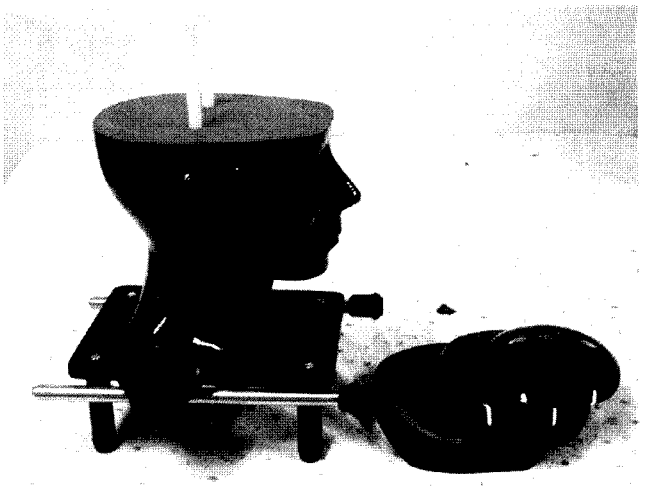

Fig. 1. Tissue-equivalent ART woman phantom consisted of ten 2.5 cm horizontal sections which numbered from 1 to 9.

1/8″ × 1/8″ × 0.035″의 LiF TLD chip (Thermoluminescent dosemeter TLD-100 Li F chip, Harshaw Chemical Co., USA)과 TLD reader (model 5500 reader, Harshaw Chemical Co., USA)를 이용하여 선량을 측정하였다(Fig. 2).

치근단 방사선사진촬영은 1종의 벽걸이형 구내 방사선촬영기(wall type intaoral x-ray machine)와 3종의 이동형 구내 방사선촬영기(portable intraoral x-ray machine)를 이용하여 시행하였다. 3종의 이동형 구내 방사선촬영기는 각각 이동형 A, 이동형 B, 이동형 C로 명명하였다. 벽걸이형 구내 방사선촬영기는 관전압 70 kV, 관전류 8 mA였고, 이동형 A는 관전압 70 kV, 관전류 3 mA, 이동형 B는 관전압 60 kV, 관전류 1 mA, 이동형 C는 관전압 60 kV, 관전류 10 mA였다.

2. 연구방법

1) 측정 준비

방사선에 노출시키기 전 TLD chip에 남아 있는 에너지를 모두 방출시키기 위해서 furnace (Model F47920, Barnstead/Thermolyne, USA)에 TLD chip을 넣고 400°C에서 1시간 소성(annealing)한 후 다시 100°C에서 2시간 소성하였다. 사용하고자 하는 TLD chip의 재현성을 평가하기 위해서 TLD reader 5500에서 element correction coefficient (ECC) 값을 구하였다. 이 값의 오차범위가 5% 이상은 불량 TLD chip으로 간주하여 연구에 사용하지 않았다.

각 촬영 전에 TLD chip을 소성한 후 phantom의 23부위에 chip을 위치시켰다(Table 1). 23부위는 치근단 방사선사진촬영시 방사선 노출에 감수성이 있는 부위로 선택하였다.[10] 좌, 우 빰부위의 피부와 안구의 좌, 우 렌즈 부위는 TLD chip을 테이프를 이용하여 phantom의 해당 표면에

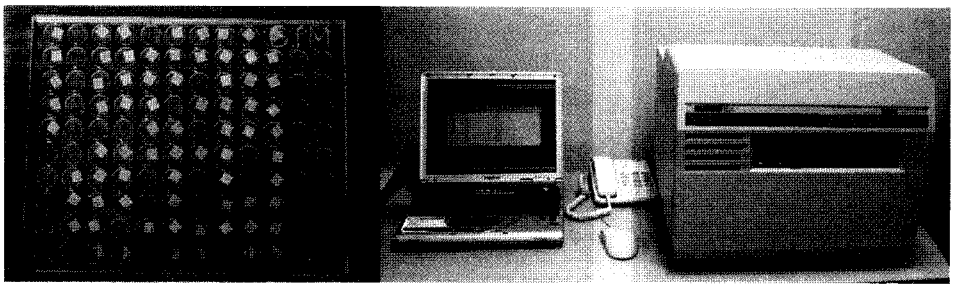

Fig. 2. 1/8″ × 1/8″ × 0.035″ LiF TLD (Thermoluminescent dosemeter) chips for placement within and on the phantom and Harshaw TLD 5500 reader system.

Table 1. Location of TLD chips on the phantom

Organ	Location	Phantom level
Bone marrow	Anterior calvarium	2
	Posterior calvarium	2
	Right mandibular ramus	6
	Left mandibular ramus	6
	Right mandibular body	6
	Left mandibular body	6
	Central cervical spine	6
Thyroid	Midline thyroid	9
Oesophagus	Oesophagus space	9
Skin	Right cheek	5
	Left cheek	5
Eyes	Right lens	4
	Left lens	4
	Right orbit	4
	Left orbit	4
Salivary gland	Right parotid gland	5
	Left parotid gland	5
	Right submandibular gland	6
	Left submandibular gland	6
	Right sublingual gland	7
	Left sublingual gland	7
Brain	Mid brain	2
	Pituitary fossa	3

Table 2. Exposure parameter for the 14 full mouth periapical radiographes

	Wall type	Portable type		
		A	B	C
kV	70	70	60	60
mA	8	3	1	10
Second	0.55-0.62/UP	0.15/UP	0.7-1/UP	0.2-0.3/UP
	0.42/UA	0.12/UA	0.5/UA	0.15/UA
	0.35-0.42/LP	0.12/LP	0.7-1/LP	0.2-0.3/LP
	0.35/LA	0.1/LA	0.5/LA	0.15/LA

UP: upper posteiror teeth; UA: upper anterior teeth; LP: lower posterior teeth; LA: lower anterior teeth

Table 3. Exposure parameter for the periapical radiograph

	Wall type	Portable type		
		A	B	C
kV	70	70	60	60
mA	8	3	1	10
Second	0.62/UP	0.15/UP	1/UP	0.3/UP
	0.42/LP	0.12/LP	1/LP	0.3/LP

UP: upper posteiror teeth; LP: lower posterior teeth

고정시켰고, 그 외 부위는 TLD holder을 이용하여 phantom 절단면의 해당 구멍에 위치시켰다.

2) 치근단 방사선사진촬영

치근단 방사선사진촬영은 방사선촬영기의 초점과 phantom 피부까지 거리를 20 cm로 하고 원형 조사통을 이용하여 등각 치근단 방사선사진촬영법의 통상적인 수직각도와 수평각도를 주어 촬영하였다. 14매의 전악 치근단 방사선사진촬영은 동일 부위에서 5회 시행하였다. 1매의 우측 상악 치근단 방사선사진촬영과 우측 하악 치근단 방사선사진촬영은 동일부위에서 30회 시행하였다. 1종의 벽걸이형과 3종의 이동형 구내 방사선촬영기의 촬영조건은 F-speed 필름를 이용하여 임상에서 적용가능한 적절한 흑화도와 대조도를 갖는 조건으로 설정하였다(Table 2, 3).

3) 흡수선량 측정과 유효선량 계산

방사선에 노출된 부위에 위치시킨 23개 TLD chip에서 각 부위의 흡수선량을 구하였다. 얻어진 각 부위의 흡수선량을 μGy로 환산한 후, 각 조직 및 기관의 평균 흡수선량을 구하였다. 골수의 평균 흡수선량은 하악골, 두개골, 경추로 나누어 계산하였다. 하악골부위의 골수는 좌, 우 하악지와 좌, 우 하악체부위에서 측정된 선량의 평균값으로 계산하였고 두개골부위의 골수는 전, 후방 두개골부위에서 측정된 선량의 평균값으로 계산하였다. 피부의 평균 흡수선량은 좌, 우 빰부위와 좌, 우 안구렌즈부위에서 측정된 선량의 평균값으로 계산하였다. 골표면의 평균 흡수선량은 골수의 평균 흡수선량에 4.64를 곱하여 구하였다.[11] 타액선의 평균 흡수선량은 이하선, 악하선, 설하선부위에서 측정된 선량의 평균값으로 구하였다. 뇌의 평균 흡수선량은 중간 뇌부위와 뇌하수체부위에서 측정된 선량의 평균값으로 구하였다. 기타(remainder)조직에 대한 평균 흡수선량은 Ludlow 등[10]의 방법으로 각각 구하였다.

구해진 각 조직 및 기관의 평균 흡수선량에 전체 조직에 대한 방사선에 조사된 조직의 비율(Table 4)을 곱하여

Table 4. Estimated percentage of tissue irradiated used to calculated mean absorbed dose to a tissue or organ

Tissue/Organ		Fraction irradiated (%)
Bone marrow		16.5
	Mandible	1.3
	Calvaria	11.8
	Cervical spin	3.4
Thyroid		100
Oesophagus		10
Skin		5
Bone surface		16.5
	Mandible	1.3
	Calvaria	11.8
	Cervical spin	3.4
Salivary gland		100
Brain		100
Remainder		
	Adipose	5
	Connective tissue	5
	Lymphatic nodes	5
	Muscle	5
	Extrathoracic airway	100

Table 5. Tissue weighted factors for calculation of effective dose; 2005 draft recommendations

Tissue	2005 W_T
Bone marrow	0.12
Breast	0.12
Colon	0.12
Lung	0.12
Stomach	0.12
Bladder	0.05
Oesophagus	0.05
Gonads	0.05
Liver	0.05
Thyroid	0.05
Bone surface	0.01
Brain	0.01
Kidneys	0.01
Salivary glands	0.01
Skin	0.01
Remainder tissue*	0.10

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

방사선 가중선량을 구하였다.[10] 조사된 두경부 골수의 비율은 하악골부위의 골수는 전체 골수의 1.3%, 두개골부위의 골수는 11.8%, 경추부위의 골수는 3.4%로 계산하여 방사선 가중선량을 구하였다. 조사된 식도의 비율은 전체 식도의 10%로 계산하였고, 조사된 피부의 비율은 Ludlow 등[13]의 연구방법에서 언급한 것처럼 5%로 계산하여 방사선 가중선량을 구하였다. 갑상선, 타액선, 뇌부위는 조사된 비율을 100%로 계산하여 방사선 가중선량을 구하였다. 기타 조직에 대한 방사선 가중선량도 Ludlow 등[13]의 연구방법으로 구하였다.

Table 6. Absorbed dose for full mouth periapical radiographes using 14 films and intraoral x-ray machines (μGy)

Tissue	Wall type	Portable type		
		A	B	C
Bone marrow				
Anterior calvaria	225	186	170	173
Posterior calvaria	192	176	172	170
Right mandibular ramus	383	299	182	435
Left mandibular ramus	504	284	206	642
Right mandibular body	673	477	336	862
Left mandibular body	722	506	369	939
Central cervical spin	296	254	177	310
Thyroid				
Thyroid surface	193	287	179	326
Oesophagus				
Oesophagus space	189	254	181	270
Skin				
Right cheek	1,183	866	633	1,617
Left cheek	1,098	691	549	2,021
Eye				
Right lens of eye	663	344	189	353
Left lens of eye	271	390	218	380
Right orbit	539	307	226	486
Left orbit	213	263	202	347
Salivary gland				
Right parotid gland	271	278	218	289
Left parotid gland	236	253	190	277
Right submandibular gland	744	413	374	646
Left submandibular gland	688	436	389	691
Right sublingual gland	740	444	351	699
Left sublingual gland	803	460	352	744
Brain				
Mid brain	209	179	172	173
Pituitary fossa	203	186	175	176

구해진 각 조직 및 기관의 방사선 가중선량에 해당 조직 가중계수를 곱하고 그 합으로 유효선량을 구하였다. 조직 가중계수는 전체적인 방사선 위험도에 대한 조직 및 기관의 상대적인 기여도를 나타내며, 2005년에 개정 공지된 15개 조직과 14개의 기타조직의 계수를 이용하였다(Table 5). 치근단 방사선사진촬영시 방사선에 직접 노출되지 않는 8개 조직 및 기관인 유선, 결장, 폐, 위, 방광, 생식선, 간, 신장과 9개의 기타조직은 제외하고 유효선량을 구하였다.

결 과

1. 흡수선량 비교

1) 14매 전악 치근단 방사선사진촬영

전악 치근단 방사선사진촬영에서 벽걸이형 구내 방사선

Table 7. Absorbed dose for periapical radiograph of right upper molar using 1 film and intraoral x-ray machines (μGy)

Tissue	Wall type	Portable type		
		A	B	C
Bone marrow				
Anterior calvaria	28	30	29	34
Posterior calvaria	28	29	27	30
Right mandibular ramus	37	65	33	50
Left mandibular ramus	32	30	37	38
Right mandibular body	36	46	36	61
Left mandibular body	39	32	36	39
Central cervical spin	29	31	35	35
Thyroid				
Thyroid surface	29	31	28	32
Oesophagus				
Oesophagus space	30	31	28	32
Skin				
Right cheek	465	148	217	403
Left cheek	39	41	31	64
Eye				
Right lens of eye	49	48	33	370
Left lens of eye	34	39	35	142
Right orbit	71	104	37	343
Left orbit	34	40	27	85
Salivary gland				
Right parotid gland	35	43	31	35
Left parotid gland	33	32	32	38
Right submandibular gland	56	40	41	57
Left submandibular gland	42	35	37	48
Right sublingual gland	66	43	39	69
Left sublingual gland	50	39	35	59
Brain				
Mid brain	28	30	28	33
Pituitary fossa	28	30	27	33

Table 8. Absorbed dose for periapical radiograph of right lower molar using 1 film and intraoral x-ray machines (μGy)

Tissue	Wall type	Portable type		
		A	B	C
Bone marrow				
Anterior calvaria	35	30	28	31
Posterior calvaria	33	28	29	32
Right mandibular ramus	45	84	29	49
Left mandibular ramus	41	35	31	39
Right mandibular body	291	120	139	291
Left mandibular body	49	42	40	53
Central cervical spin	34	36	32	42
Thyroid				
Thyroid surface	37	41	30	34
Oesophagus				
Oesophagus space	38	33	31	33
Skin				
Right cheek	53	58	32	336
Left cheek	36	34	28	47
Eye				
Right lens of eye	34	35	29	36
Left lens of eye	32	35	29	36
Right orbit	32	34	30	34
Left orbit	32	33	30	38
Salivary gland				
Right parotid gland	35	39	29	34
Left parotid gland	51	40	32	47
Right submandibular gland	117	64	65	124
Left submandibular gland	63	49	45	70
Right sublingual gland	103	61	57	112
Left sublingual gland	74	48	46	80
Brain				
Mid brain	33	30	27	31
Pituitary fossa	32	30	28	32

촬영기로 촬영한 경우, 흡수선량은 좌, 우 빰부위의 피부에서 1,098 μGy, 1,183 μGy로 다른 부위보다 높게 측정되었다. 이동형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우에는 이동형 A, B, C 모두 좌, 우 빰부위의 피부에서 691 μGy, 866 μGy, 549 μGy, 633 μGy, 2,021 μGy, 1,617 μGy로 다른 부위보다 높게 측정되었다(Table 6).

2) 1매 치근단 방사선사진촬영

(1) 우측 상악 구치부 치근단 방사선사진촬영

우측 상악 구치부 치근단 방사선사진촬영에서 벽걸이형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우, 흡수선량은 우측 빰부위의 피부에서 465 μGy로 다른 부위보다 높게 측정되었다. 이동형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우에도 이동형 A, B, C 모두 우측 빰부위의 피부에서 148 μGy, 217 μGy, 403 μGy로 다른 부위보다 높게 측정되었다(Table 7).

(2) 우측 하악 구치부 치근단 방사선사진촬영

우측 하악 구치부 치근단 방사선사진촬영에서 벽걸이형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우, 흡수선량은 우측 하악체의 골수부위에서 291 μGy로 다른 부위보다 높게 측정되었다. 이동형 A, B로 촬영한 경우도 우측 하악체 골수부위에서 120 μGy, 139 μGy로 가장 높게 측정되었고, 이동형 C는 우측 빰부위의 피부에서 336 μGy로 가장 높게 측정되었다(Table 8).

2. 유효선량 비교

1) 14매 전악 치근단 방사선사진촬영

전악 치근단 방사선사진촬영에서 방사선 가중선량은 벽걸이형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우, 타액선이 580 μSv 가장 높았으며, 이동형 A, B, C 모두 타액선이 각각 381 μSv, 312 μSv, 558 μSv로 높았다.

유효선량은 벽걸이형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우, 30 μSv였고, 이동형 A, B, C로 촬영한 경우가 각각 30 μSv, 22 μSv, 36 μSv였다(Table 9).

Table 9. Radiation weighted dose and effective dose for full mouth periapical radiographes using 14 films and intraoral x-ray machines (μSv)

Tissue/Organ	Wall type	Portable type		
		A	B	C
Bone marrow	42	35	30	40
Thyroid	193	287	179	326
Oesophagus	19	25	18	27
Skin	29	27	20	55
Bone surface	195	163	138	186
Salivary gland	580	381	312	558
Brain	206	183	174	174
Remainder				
Adipose tissue	29	19	16	28
Connective tissue	29	19	16	28
Lymphatic nodes	29	19	16	28
Muscle	23	17	16	24
Extrathoracic airway	464	330	248	476
Effective dose	30	30	22	36

Table 10. Radiation weighted dose and effective dose for periapical radiograph of right upper molar using 1 film and intraoral x-ray machines (μSv)

Tissue/Organ	Wall type	Portable type		
		A	B	C
Bone marrow	5	5	5	6
Thyroid	29	31	28	32
Oesophagus	3	3	3	3
Skin	7	3	4	12
Bone surface	23	24	23	26
Salivary gland	47	39	36	51
Brain	28	30	28	33
Remainder				
Adipose tissue	2	2	2	3
Connective tissue	2	2	2	3
Lymphatic nodes	2	2	2	3
Muscle	2	2	2	5
Extrathoracic airway	47	48	34	104
Effective dose	4	4	3	5

2) 1매 치근단 방사선사진촬영

(1) **우측 상악 구치부 치근단 방사선사진촬영**

우측 상악 치근단 방사선사진촬영에서 기타조직을 제외하고 방사선 가중선량은 벽걸이형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우 타액선이 47 μSv로 가장 높았으며, 이동형 A, B, C도 타액선이 39 μSv, 36 μSv, 51 μSv로 가장 높았다.

유효선량은 벽걸이형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우, 4 μSv였고 이동형 A, B, C로 촬영한 경우가 각각 4 μSv, 3 μSv, 5 μSv였다(Table 10).

(2) **우측 하악 구치부 치근단 방사선사진촬영**

우측 하악 치근단 방사선사진촬영에서 방사선 가중선량은 벽걸이형 구내 방사선촬영기와 이동형 A, B, C 모두 타액선이 74 μSv, 50 μSv, 46 μSv, 78 μSv로 가장 높았다.

Table 11. Radiation weighted dose and effective dose for periapical radiograph of right lower molar using 1 film and intraoral x-ray machines (μSv)

Tissue/Organ	Wall type	Portable type		
		A	B	C
Bone marrow	7	6	5	7
Thyroid	37	41	30	34
Oesophagus	4	3	3	3
Skin	2	2	1	6
Bone surface	30	26	24	30
Salivary gland	74	50	46	78
Brain	33	30	28	32
Remainder				
Adipose tissue	4	3	2	4
Connective tissue	4	3	2	4
Lymphatic nodes	4	3	2	4
Muscle	3	2	2	3
Extrathoracic airway	52	41	38	58
Effective dose	5	4	4	5

유효선량은 벽걸이형 구내 방사선촬영기로 촬영한 경우 5 μSv였고 이동형 A, B, C로 촬영한 경우가 각각 4 μSv, 4 μSv, 5 μSv였다(Table 11).

고 찰

국제방사선방호위원회에서는 방사선 방호의 목표를 이루기 위해서 행위의 정당화, 방호의 최적화, 선량한도에 대한 방사선방호 체계를 준수하도록 권고하였다. 방호의 최적화란 정당화된 행위에 관련된 어느 특정 선원으로부터 경제적 및 사회적 요인을 고려하여 개인의 피폭 선량, 피폭되는 인원수, 피폭 가능성(잠재피폭)을 합리적으로 달성될 정도로 낮게 유지하는 것이다.[8]

해상도가 우수한 치근단 방사선사진촬영은 다른 방사선사진촬영에 비해서 방사선 노출선량이 적지만, 치과에서의 전체 이용률이 많기 때문에 총선량(collective dose)이 크고 촬영조건 및 이용 장비의 특성 차이로 방사선 노출선량 차이가 크다.[14] 그러므로 구내 방사선사진촬영에 대한 참고선량(reference dose), 촬영장비의 정도관리(quality assurance),[14-16] 방사선 노출선량 감소를 위한 연구가 이루어지고 있다.[17]

방사선 노출정도는 조직 및 기관의 흡수선량, 표적 장기의 암발생 위험도, 유효선량으로 나타낸다. 김 등[18]은 전악 치근단 방사선사진촬영시 피부 흡수선량 연구에서 등각촬영법과 평행촬영법 모두 하악 소구치부위에서 가장 높았으며, 갑상선부위에서 가장 낮았다고 하였다. 최 등[19]은 뇌중심부, 측두하악관절의 피부부위, 이하선, 하악체 골수, 갑

상선의 5부위에서 흡수선량을 비교한 결과 전악 치근단 방사선사진촬영은 하악체 골수에서 가장 높게 측정되었고 파노라마 방사선사진촬영에서는 이하선에서 가장 높게 측정되었다고 하였다. Underhill 등[20]이 구내 방사선사진촬영시 14부위에서 흡수선량을 측정한 결과 전반적으로 타액선에서 높게 측정되었고 그 중에서 악하선이 가장 높았으며, 하악골에서는 제3대구치부위 골수에서 가장 높게 측정되었다고 하였다. Avendanio 등[11]은 27부위에서 15매의 전악 구내 방사선사진촬영시 흡수선량을 측정한 결과, 하악 제3대구치와 소구치 골수부위, 턱과 인중의 피부에서 흡수선량이 높았다고 하였다. 본 연구에서도 벽걸이형 구내 방사선촬영기와 이동형 방사선촬영기 모두에서 하악체 골수부위와 타액선부위가 다른 부위보다 흡수선량이 높게 측정되었다. 또한, 본 연구에서는 뺨의 피부에서 흡수선량이 높게 측정되었는데, 그 이유는 측정위치가 상, 하악 구치부 교합평면부위로 방사선사진촬영시 중심방사선이 여러 번 지나가는 부위였기 때문인 것으로 생각되었다. 강 등[21]의 촬영조건에 따른 흡수선량 변화에 대한 연구에서 16″ 길이의 조사통에 직사각형 시준기를 사용하여 평행촬영법으로 촬영한 경우에서 흡수선량이 가장 낮았다고 하였으며, 직사각형 시준기의 사용은 흡수선량을 감소시키지만 조사통의 길이는 흡수선량 감소와 관계없다고 하였다. Underhill 등[20]도 원형 시준기를 사용한 경우가 직사각형 시준기를 사용한 경우보다 타액선의 평균 흡수선량이 2.5배 많았다고 하였다. 그러므로 치근단 방사선사진촬영시 직사각형 시준기은 효과적으로 흡수선량을 감소시킬 수 있는 방법이다. 그러나 벽걸이형 구내 방사선촬영기와 이동형 구내 방사선촬영기로 촬영시 하악체 골수부위 흡수선량은 698 μSv와 582 μSv, 타액선의 흡수선량은 580 μSv와 417 μSv로 큰 차이를 보이지 않았으므로, 이동형 방사선촬영기 사용이 흡수선량 감소에 큰 영향을 미치지 않는다고 볼 수 있다.

유효선량은 부분적인 방사선 노출을 전신적으로 노출되었을 때 발생될 수 있는 효과를 나타내는 선량이므로, 서로 다른 방사선촬영법간의 직접 비교가 가능하다. Danforth 등[22]은 파노라마 방사선사진촬영시 유효선량을 구하고, 기존에 보고 된 구내 방사선사진촬영시의 유효선량과 비교한 결과 유효선량이 D-speed 필름, 원형 시준기로 20매 치근단 방사선사진촬영의 5%, E-speed 필름, 원형 시준기로 20매 치근단 방사선사진촬영의 5%, E-speed 필름, 직사각형 시준기로 20매 치근단 방사선사진촬영의 12%라고 하였다. White[2]는 D-speed 필름과 원형시준기를 이용한 전악 치근단 방사선사진촬영의 평균 유효선량이 84 μSv라고 하였다. 본 연구에서 벽걸이형 방사선촬영기로 촬영한 경우 유효선량은 30 μSv였고 3종의 이동형 방사선촬영기로 촬영한 경우 평균 유효선량은 29 μSv였다. White[2]의 연구와 본 연구의 유효선량 차이는 사용한 필름매수와 필름 speed에 의한 것으로 생각된다. White[2]의 연구에서 사용한 필름매수는 20매이고 본 연구에서 사용한 필름매수는 14매로 더 적었다. Avendanio 등[11]은 E-speed 필름의 필요 노출량은 D-speed 필름의 필요 노출량보다 1/2로 적다고 하였으므로 본 연구에서 사용한 F-speed의 필요 노출량은 White[2]의 연구에서 사용한 D-speed의 필요 노출량 보다 1/2 이상 적었다. 그러므로 사용한 필름매수와 필요 노출량이 적었기 때문에 본 연구에서의 유효선량이 더 적었다고 볼 수 있다. 이는 과거에 비하여 노출선량이 감소되었다는 White[2], Honer 등[3], Freeman 등[4]의 의견과도 일치한다. 하지만 벽걸이형 구내 방사선촬영기와 이동형 구내 방사선촬영기의 유효선량 차이는 적었다.

간편하게 이동시킬 수 있다는 장점 때문에 이동형 구내 방사선촬영기가 전쟁지역에서 유용하다는 연구결과[23]가 있었고, 이러한 장점때문에 일반 치과 진료실에서 이용 빈도가 점점 증가하고 있다.

이 등[24]은 치과 방사선촬영기의 표면선량변화 연구에서 같은 규격의 방사선촬영기에서도 표면선량이 3배에서 14배까지 차이가 있었다고 하면서 방사선촬영기에 대한 정도관리의 중요성에 대하여 언급하였다.

본 연구에서도 최근 많이 이용되고 있는 벽걸이형 방사선촬영기의 방사선 노출정도를 알아보고자 벽걸이형 구내 방사선촬영기와 흡수선량 및 유효선량의 차이 여부를 알아본 결과, 두 촬영기간에 흡수선량과 유효선량의 큰 차이는 없었다. 그러므로 이동형 구내 방사선촬영기도 벽걸이형 구내 방사선촬영기와 동일한 방사선방호 및 촬영장비의 정도관리가 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Association of Korean Professors of Oral and Maxillofacial Radiology. Oral and maxillofacial radiology. 3rd ed. Seoul: Narae Publishing, Inc.; 2001. p. 213-5.
2. White SC. 1992 Assessment of radiation risk from dental radiography. Dentomaxillofac Radiol 1992; 21 : 118-26.
3. Horner K. Review article: radiation protection in dental radiology. Br J Radiol 1994; 67 : 1041-9.
4. Freeman JP, Brand JW. Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994; 77 : 285-9.
5. 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.
6. Underhill TE, Kimura K, Chilvarquer I, McDavid WD, Langlais RP, Preece JW, et al. Radiobiologic risk estimation from dental radiology. Part II. Cancer incidence and fatality. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988; 66 : 261-7.
7. Wall BF, Kendall GM. Collective doses and risks from dental radiology in Great Britain. Br J Radiol 1983; 56 : 511-6.
8. International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission of Radiological Pro-

tection, ICRP Publication 60. Ann ICRP 1990; 21 : 1-201.
9. Draft document 2005 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP http://www.icrp.org [Accessed 29 November 2006].
10. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol 2006; 35 : 219-26.
11. Avendanio B, Fredericksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. Effective dose and risk assessment from detailed narrow beam radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996; 82 : 713-9.
12. White SC, Rose TC. Absorbed bone marrow dose in certain dental radiographic techniques. J Am Dent Assoc 1979; 98 : 553-8.
13. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging device: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. Dentomaxillofac Radiol 2003; 32 : 229-34.
14. Hatziioannou K, Psarouli E, Papanastassiou E, Kodona H, Kimoundri O, Delichas M. Quality control and diagnostic reference levels in intraoral dental radiographic facilities. Dentomaxillofac Radiol 2005; 34 : 304-7.
15. Stavrianou K, Pappous G, Pallikarakis N. A quality assurance program in dental radiographic units in western Greece. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005; 99 : 622-7.
16. Gonzalez L, Vano E, Fernandez R. Reference doses in dental radiodiagnostic facilities. Br J Radiol 2001; 74 : 153-6.
17. Geist JR, Katz JO. Radiation dose-reduction techniques in North American dental schools. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 93 : 496-505.
18. Kim AJ, Nah KS, Doh SH, Kim HJ, Yoo MJ. Skin absorbed doses from full mouth standard intraoral radiography in bisecting angle and paralleling techniques. Korean J Oral Maxillofac Radiol 1990; 20 : 315-33.
19. Choi SC, Choi HM. Absorbed dose in the full-mouth periapical radiography, panoramic radiography, and zonography. Korean J Oral Maxillofac Radiol 1999; 29 : 255-60.
20. Underhill TE, Chilvarquer I, Kimura K, Langlais RP, McDavid D, Preece JW, et al. Radiobiologic risk estimation from dental radiology. Part I. absorbed doses to critical organs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988; 66 : 111-20.
21. Kang MA, Park TW. Comparison of absorbed doses resulting from various intraoral periapical radiography. Korean J Oral Maxillofac Radiol 1995; 25 : 297-308.
22. 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.
23. Thomas CW, Ungersma JA. The value of dental radiographic equipment in a navy field hospital. Mil Med 1992; 157 : 539-42.
24. Lee JS, Kang BC, Yoon SJ. The survey of the surface doses of the dental x-ray machines. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2005; 35 : 87-90.