

파노라마 촬영시의 두경부 주요기관의 등가선량, 유효선량 및 위험도

부산대학교 치과대학 치과방사선학 교실, 소아치과학 교실*

조 봉 혜 · 나 경 수 · 이 애 련*

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구결과
- IV. 고 찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

파노라마는 치아와 악골의 전반적인 구조를 평가하는데 매우 유용한 촬영법으로, 일회의 촬영으로 전 치아와 악골의 상을 얻을 수 있어 정기 검진이나 일차적인 검사시에 자주 이용되며¹⁾, 특히 부정교합 예측을 위하여 혼합치열기의 환자에서 정기적으로 촬영된다²⁾. 파노라마는 1954년 도입된 이래 그 이용이 증가 추세에 있으며³⁾, 소아나 청소년기 환자에게 종종 촬영되고, 정기적인 촬영으로 한 개인이 일생에 수회 노출될 수 있으므로 방사선 방호에 관심을 기울여야한다.

1960년대 이래로 파노라마 촬영시의 방사선 흡수선량에 관한 연구들이 많이 행하여졌지만 기술적인 발전과 기종의 차이로 인하여 파노라마 촬영시의 흡수선량 혹은 위험도에 관한 보고는 매우 다양하다^{3, 14)}.

Kuba 등^{4, 5)}은 panorex 촬영시의 두경부와 생

식선의 흡수선량을, Manson-Hing 등⁶⁾은 Panorex, Orthopantomograph와 Panelipse촬영기의 방사선 노출 및 분포를 측정하였고, Wall 등⁷⁾은 파노라마와 일반 치과방사선 촬영시의 흡수선량을 보고하였다. Bankvall 등²⁾은 파노라마, 두부규격사진, 교합사진 촬영시의 흡수선량과 에너지를 평가하여 세 촬영에 의하여 전달된 에너지는 모두 5mJ로 파노라마가 57%, 두부규격사진이 33%, 교합사진이 10%를 차지한다고 하였다. Bartolotta 등³⁾은 여러가지 파노라마 촬영기의 흡수선량을, Nilson 등⁸⁾은 Orthopantomograph model OP5의 흡수선량 및 에너지를, Stenström 등⁹⁾은 Orthopantomograph model OP10의 흡수선량 및 에너지를 보고하였다.

Underhill 등^{10, 11)}은 파노라마를 포함한 치과방사선촬영시의 흡수선량 및 위험도를 평가하였는데, 전악구내촬영시 가장 위험도가 높았고, 파노라마 촬영은 4장의 교익촬영과 유사한 흡수선량을 나타내었다고 보고하였다. White¹²⁾는 과거 보고를 종합하여 치과방사선의 위험도를 평가하였으며, Hayakawa 등¹³⁾은 constant potential generator를 가진 파노라마 촬영기와 희토류 증감지를 사용하였을때의 흡수선량 감소를 보고하였다. 국내에서는 김 등¹⁴⁾이 파노라마 촬영시의 두경부 주요기관에 대한 흡수선량을 보고하였다.

본 연구는 성인 혹은 소아 환자에 따라 노출부위가 조절되도록 프로그램화된 촬영기를 사용하여 파노라마 촬영을 시행하였을때 등가선량, 유효

Table 1. Dosimeter locations for dose measurement

Internal site	External site
Calvarium(Right, Left, Ant., Post.)	Eye(Right, Left)
Pituitary gland	Preauricular area(Right, Left)
Orbit(Right, Left)	Philtrum
Maxillary sinus(Right, Left)	Submandibular area(Right, Left)
Parotid gland(Right, Left)	Chin
Submandibular gland(Right, Left)	Anterior neck
Mandibular molar area(Right, Left)	Posterior neck
Mandibular premolar area(Right, Left)	
Vertebra(Right, Left)	
Nasopharynx	
Thyroid gland(Right, Left)	

효선량 및 위험도를 비교하고자 실시하였다.

II. 연구재료 및 방법

1) 열형광선량계

흡수선량은 ART-210 Head and Neck phantom(Radiology Support Devices, U.S.A.)과 열형광 선량계를 이용하여 측정하였다. 본 연구에 사용된 열형광선량계는 TLD 1000 LiF-N rod (1x1x6mm)와 chip (3x3x0.8mm)(Teledyne Isotopes,U.S.A.)으로 10 Rad ^{60}Co γ 선을 조사하여 최대 민감도 변이(maximum sensitivity variation) 10%의 것을 선택하였다. 열형광선량계는 방사선 조사전에 제조자의 제안에 따라 400°C에서 2시간 가열한 후 80°C에서 24시간 열처리하였다. 열형광선량계의 흡수선량 측정을 위하여 표준조사위치에서 10, 50, 100 Rad의 ^{60}Co γ 선을 조사하여 각 열형광선량계의 기준 흡수선량을 얻었다. 매회 방사선 조사 24시간후 System 310 TLD Reader(Teledyne Isotopes, U.S.A.)로 열형광선량계의 반응을 측정하였다.

2) 선량 측정 및 촬영방법

선량 측정은 인체두부모형의 22지점의 내부구조물과 13지점의 피부표면에서 시행되었으며(표 1), 각각 5개씩의 rod 와 chip을 이용하여 방사선 배경 선량을 측정하였다. 파노라마 촬영은 PM 2002 CC Panoramic X-ray Unit(Planmeca, Finland)를 이용하여 성인 및 소아모드로

30회 연속촬영하였으며, 촬영조건은 성인은 74 Kvp, 7mA, 18sec였고, 소아에서는 74Kvp, 7mA, 15sec였다. 또한 PM 2002 CC Panoramic x-ray unit의 회전축의 노출부위를 확인하기위하여 phantom의 6번과 7번 slice 사이에 필름을 위치시켜 성인모드로 한 장의 사진을 촬영하였다.

3) 결과분석

열형광선량계에서 측정한 기준 흡수선량에 74kVp에 대한 보정인자 0.884를 적용하여¹⁶⁾ 각 실험부위에 대한 흡수선량을 구하여 두경부 주요 장기 및 조직의 등가선량 및 유효선량을 얻었다. (유효선량의 계산에서 전체 적색골수에 대하여 하악 1.3%, 두개골 11.8%, 경추 3.4%로, 전 신체피부에 대하여 두경부의 피부를 9.0%로 간주하였다. 또한 Frederiksen의 연구^{17,18)}와 같이 기타의 조직가중계수 0.05중 타액선에 0.025를 배정하고 나머지 10개 장기에 0.025를 배정하였다.)

또한 확률적 효과의 발생 가능성과 특정기관의 치명적 암 발생위험도도 구하였다.

III. 연구결과

PM 2002 CC Panoramic X-ray Unit(Planmeca, Finland)의 회전축의 노출부위는 <그림 1>과 같다.

성인 및 소아모드로 파노라마를 촬영하였을때 두경부 주요 장기 및 조직의 등가선량은 내부구조물의 경우, 성인모드의 이하선(1070 μSv)과

Table 2. Equivalent doses for adult and child mode in panoramic radiography(μ Sv)

Internal site	Equivalent dose		External site	Equivalent dose	
	adult	child		adult	child
Calvarium			Eye		
Right	0	0	Right	0	0
Left	0	0	Left	10	0
Anterior	0	0	Average	5	0
Posterior	0	0	Preauricular area		
Average	0	0	Right	21	15
Pituitary gland	60	54	Left	21	10
Orbit			Average	21	13
Right	90	60	Philtrum	75	48
Left	94	66	Submandibular area		
Average	92	63	Right	104	69
Maxillary sinus			Left	113	75
Right	217	164	Average	109	72
Left	259	187	Chin	81	37
Average	238	176	Anterior neck	37	15
Parotid gland			Posterior neck	43	26
Right	1163	342			
Left	977	388			
Average	1070	365			
Submandibular gland					
Right	607	555			
Left	601	561			
Average	604	558			
Mandible					
Molar					
Right	227	194			
Left	250	210			
Average	239	202			
Premolar					
Right	195	164			
Left	208	158			
Average	202	161			
Second vertebra					
Right	624	526			
Left	590	573			
Average	607	550			
Nasopharynx	371	233			
Thyroid gland					
Right	158	83			
Left	158	66			
Average	158	75			

Table 3. The mean equivalent(H_T) and effective(E) doses to critical organs and tissues for adult and child mode in panoramic radiography(μSv)

Site	W_T	adult		child	
		H_T	E	H_T	E
Thyroid gland	0.050	158	7.90	75	3.75
Bone marrow	0.120	23	2.79	21	2.52
Bone surface	0.010	108	1.08	98	0.98
Skin	0.010	5	<0.01	3	<0.01
Remainder					
Salivary glands	0.025	837	20.93	462	11.54
Other remainder	0.025	6*	1.50	5**	1.25
Total			34.21		20.14

* H_T to the brain was $60\mu\text{Sv}$. This value($6\mu\text{Sv}$) represents the mean of ten remainder organs

** H_T to the brain was $54\mu\text{Sv}$. This value($5\mu\text{Sv}$) represents the mean of ten remainder organs

Table 4. Risk of fatal cancers per million panoramic examinations

	Fatal probability coefficient(10^{-4}Sv^{-1})*	Adult	Child
		Bone marrow	0.12
Bone surface	5	0.05	0.05
Skin	2	-	-
Thyroid gland	8	0.13	0.06

* Table B-17 Lifetime mortality in a population of all ages from specific fatal cancer after exposure to low doses from ICRP 1990

The remainder in this paper was composed of salivary and pituitary glands -, <0.001

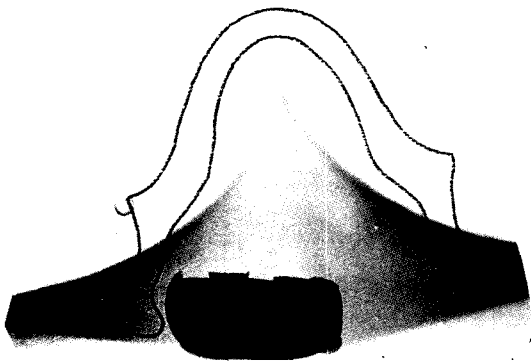


Fig. 1. The exposure of the rotational axis

악하선($604\mu\text{Sv}$), 소아모드의 악하선($558\mu\text{Sv}$)과 이하선($365\mu\text{Sv}$)에서 높게 나타났으며, 피부

의 경우에는 악하부에서 가장 높은 선량을 보였는데 성인 및 소아모드에서 각각 $109\mu\text{Sv}$ 와 $72\mu\text{Sv}$ 였다(표 2).

파노라마 촬영시의 두경부 주요 장기 및 조직의 평균 등가선량은 성인모드의 타액선($837\mu\text{Sv}$)과 갑상선($158\mu\text{Sv}$), 소아모드의 타액선($462\mu\text{Sv}$)과 골표면($98\mu\text{Sv}$)에서 높게 나타났다.

파노라마 촬영시의 유효선량은 성인모드의 타액선($20.93\mu\text{Sv}$)과 갑상선($7.90\mu\text{Sv}$)에서 높았고, 소아모드에서도 타액선($11.54\mu\text{Sv}$)과 갑상선($3.75\mu\text{Sv}$)에서 높은 유효선량을 나타내었다. 두경부 주요 장기 및 조직에서 측정된 총 유효선량은 성인 및 소아모드에서 각각 $34.21\mu\text{Sv}$, $20.14\mu\text{Sv}$ 으로, 총 확률적 효과의 발생가능성은 각각 2.50×10^{-6} , 1.47×10^{-6} 이었다(표 3).

파노라마 촬영에 의한 특정기관의 치명적 암

발생에 의한 사망위험도를 <표 4>에 나타내었다.

IV. 고 찰

진단목적의 방사선 노출은 총 노출의 11% 정도이며 이 중 1%, 즉 총 노출의 0.1% 정도만이 치과방사선에 의한 것으로 보고되고있다¹⁹⁾. 치과 방사선에 의한 방사선 피폭량은 낮지만, 저선량의 이온화 방사선에 의한 발암 위험도가 이전에 평가된 것보다 훨씬 클 수도 있다는 주장이 최근 여러 연구^{15,20,21)}에서 제기되고 있음을 고려할때 방사선의 생물학적 효과 및 방호에 주의를 기울여야한다.

방사선의 생물학적 효과는 크게 신체적 효과와 유전적 효과로 대별되는데 저선량의 방사선에 노출된 개체에 있어 가장 중요한 신체적 영향은 악성 종양의 발생이다¹²⁾. 10 mSv의 방사선 노출에 따른 백만명당 발암위험도에 관하여 International Commission on Radiological Protection(ICRP)의 ICRP 60(1990)은 500명, the United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation(UNSCEAR)의 1988년 보고는 절대위험모델에서는 400-500, 상대위험모델에서는 700-1100명, the Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations(BEIR)의 BEIR V(1990)에서는 790명을 보고하고 있는데 이 수치는 십여년 전에 비하여 상당히 높아진 것이다.

유전적 효과는 방사선에 조사된 개체의 자손에서 나타나는 영향으로, 인체에 대한 유전적 효과는 자료의 부족으로 명백하게 규명되지는 않았지만 전악방사선 촬영시의 생식선 흡수선량이 성인여성 0.01 μ Sv²⁶⁾, 성인 남성 10 μ Sv²⁷⁾로 아주 낮으므로 치과방사선으로 인한 유전적 효과는 신체적 효과에 비하여 무시할만하다고 한다¹²⁾.

치과방사선 촬영시의 흡수선량은 측정부위의 선택, 파노라마 기종, 선량계 종류에 따라 다양한 결과를 나타낼 수 있지만 과거에 비하여 많은 감소를 보이고 있다. 치과방사선 영역에서 고려해야 할 방사선 감수성 기관은 타액선, 갑상선, 골

수, 뇌, 수정체등이 있다²⁾.

타액선

본 연구에서 가장 높은 등가선량을 보인 기관이 타액선으로 Underhill 등¹⁰⁾의 연구와 일치하였다. 이것은 또한 본 연구에 사용한 PM 2002 cc Panoramic x-ray unit의 회전축의 위치와 관계 있는 것으로 생각되는데, 본 실험에서 phantom의 6번과 7번 slice 사이에 필름을 위치시켜 촬영하여 회전축의 노출부위를 확인한바, 이하선과 악하선 부위가 상당히 포함되어 있었다(그림 1).

이하선과 악하선 중 성인모드에서는 이하선에서, 소아모드에서는 악하선에서 높은 등가선량을 나타내었는데 이는 소아모드의 수직노출이 성인에서보다 낮아져 이하선 부위가 일차선의 경계에 위치했기때문으로 생각된다. Nilsson 등⁸⁾도 넓은 시준을 하였을때 이하선의 전방부에서 가장 높은 흡수선량을 나타내었고, 좁은 시준을 하였을 경우 선량을 2-3배 감소시킬 수 있다고 보고하고있다. 타액선의 등가선량 및 유효선량이 가장 높아 파노라마 촬영시 총 확률효과의 발생가능성 및 기타 장기의 치명적 암으로 인한 사망 위험도에 타액선이 상당한 영향을 미쳤음을 알 수 있었다.

갑상선

본 연구에서의 갑상선 등가선량은 성인 및 소아모드에서 각각 158 μ Sv와 75 μ Sv로 Stenström 등⁹⁾의 0.03 - 0.1 mGy와 유사한 선량을 나타내었으나, Underhill 등¹⁰⁾의 연구 47 μ Gy보다는 많았다. 성인 및 소아모드에서 갑상선 암이 발생할 위험도는 각각 0.13과 0.6이었는데, White¹²⁾가 이전에 행해진 연구들을 표준화하여 고찰한 갑상선 암의 발생 위험도는 대부분 0.03 - 0.10의 범위내에 있어, 본 연구에서 더 높은 위험도를 보였다. 본 연구에서 성인 대 소아모드의 전체 유효선량비는 1.7 : 1인데 비하여 갑상선의 유효선량비는 2.1 : 1로 소아모드에서 많은 선량 감소를 나타내는 것으로 보아 갑상선의 방호를 위하여 좁은 시준이 요구된다 하겠다. Myers 등²²⁾은 갑상선의 흡수선량 감소를 위하여 갑상선 납 가리개(thyroid shield)의 사용을 추천하고 있

으나 납 칼라는 파노라마 상 형성을 방해할 수 있으므로 그다지 바람직하지 않다⁸⁾.

골수

적색골수의 방사선 노출후에 백혈병이 발생할 수 있다. 본 연구의 결과는 성인 및 소아모드에서 골수에 대한 방사선 등가선량은 거의 차이가 없음을 보여는데, 이것은 적색골수가 포함된 부위가 조사야의 감소에 그렇게 영향받지 않는 위치에 있기때문으로 생각된다. 골수의 유효선량이 갑상선에 비하여 상당히 낮음에도 불구하고 거의 유사한 치명적 암의 발생위험도를 보인 것은 ICRP에서 조직가중계수를 부여할때 반올림을 한 것에 기인한다¹²⁾. 본 연구에서는 서양인 기준의 phantom을 사용하여 두경부의 적색골수도 두개관 11.8%, 하악 1.3%, 경추 3.4%로 계산하여 총 16.5%로 간주하였는데, Hashimoto 등²³⁾이 일 본인의 적색골수를 조사한 결과, 두개관 7.27%, 하악 0.24%, 경추 2.92% 총 10.43%로 상당히 다른 분포를 나타내어 동일한 조사량을 받더라도 동·서양인에서 골수의 흡수선량이 상당히 차이가 날 수 있음을 시사한다.

기타 조직

본 연구에서는 뇌의 유효선량 측정을 위하여 phantom의 3번 슬라이스의 뇌하수체를 선택하여 파노라마 촬영시 조사야의 경계부위나 벗어난 곳에 위치할 것으로 생각되었는데 예상외로 많은 선량이 측정된 것은 산란선의 영향인 것으로 생각된다. 파노라마 촬영에서는 뇌의 대부분이 조사야를 벗어나 있으므로 뇌하수체 측정만으로 뇌의 선량을 측정하였을때 그 위험도는 다소 과대평가될 수 있다.

본 연구에서 골 표면의 유효선량은 상당히 낮았다. 골 내·외막의 방사선 조사시 골육종의 발생을 고려해야하나 실제로 저선량의 방사선 조사로 인한 골육종은 아주 드물다고 보고되므로 진단 방사선 영역에서 그렇게 염려할 것은 못된다¹²⁾.

파노라마 촬영시의 피부의 등가선량은 매우 낮아 방사선 위험도를 거의 나타내지 않았으며, 수정체의 등가선량도 아주 저선량이었다.

White¹²⁾가 여러 문헌을 표준화하여 파노라마 촬영시의 치명적 암발생 위험도를 보고하였는데, 대부분의 항목에서 본 연구의 결과가 더 큰 위험도를 나타내었다. 이것은 희토류계 증감지 사용을 전제로하여 텅스텐화 칼슘 증감지 사용시에는 그 흡수선량의 1/2로 계산하였다. 그러나 희토류 증감지도 종류에 따라 상당한 흡수선량의 차이를 나타내는데¹³⁾, 대부분의 연구에서 Lanex Regular 증감지(Eastman Kodak Company, Rochester, Newyork)를 사용하는데 반하여 본 연구에서는 Curix ortho medium 증감지(Agfa, German)를 사용하여 실험하였기 때문으로 생각된다.

PM 2002 CC 파노라마 촬영기에서 소아모드를 선택하면 수직 및 수평 조사야가 감소하여 필름 노출이 성인모드에서보다 약 30% 감소하게 된다²⁴⁾. 본 연구에서 확률효과의 발생가능성이 성인 및 소아모드에서 각각 2.50×10^{-6} 과 1.47×10^{-6} 으로, 소아모드에서 약 1/2의 위험도를 나타내었는데, 이 실험에서는 성인의 phantom을 사용하였으므로 그 결과를 소아환자에 그대로 적용시키기는 어렵다. 또한 본 연구에서는 두경부 조직외에 신체 다른 부위의 선량측정은 시행하지 않았는데, Gibbs 등²⁶⁾의 연구에 따르면 나머지 신체부위에서의 선량은 아주 낮아 위험도에 큰 영향을 미치지 않으나, 산란선을 받을 수 있는 식도(Oesophagus)에서의 선량을 $17-24 \mu\text{Gy}$ 로 보고하고있어 전체 위험도가 약간 더 높아지리라 추측할 수 있다.

파노라마 촬영에 따른 위험도는 상당히 낮지만 소량의 흡수선량이 전혀 위험하지않다는 증거가 없으므로 가능한한 방사선 노출을 줄일 수 있도록 노력하여야한다. 근래들어 희토류 증감지의 사용으로 상당한 흡수선량의 감소를 이루었고, constant potential generators의 개발¹³⁾과 원하는 부분만 노출되도록 프로그램화된 시준등으로 환자에 대한 방사선 노출을 더욱 감소시킬 수 있다.

V. 결 론

성인 혹은 소아 환자에 따라 노출부위가 조절

되도록 프로그램화된 촬영기를 사용하여 파노라마 촬영을 시행하였을때의 두경부 주요 기관의 등가선량, 유효선량 및 위험도를 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 성인 및 소아모드 공히 타액선에서 가장 높은 등가선량과 유효선량을 나타내었는데, 성인모드는 각각 $837 \mu\text{Sv}$, $20.93 \mu\text{Sv}$ 였으며, 소아모드는 각각 $462 \mu\text{Sv}$, $11.54 \mu\text{Sv}$ 였다.
2. 두경부 주요기관에서 측정된 총 유효선량은 성인 및 소아모드에서 각각 $34.21 \mu\text{Sv}$ 와 $20.14 \mu\text{Sv}$ 로 확률적 효과의 발생가능성은 2.50×10^{-6} , 1.47×10^{-6} 이었다.
3. 특정기관에서 치명적 암을 유발시킬 수 있는 위험도는 기타 기관에서 백만명당 성인과 소아모드에서 각각 4.5명, 2.7명으로 가장 높았고, 골수와 갑상선에서는 백만명당 성인 및 소아모드에서 약 0.1명이었다.

REFERENCES

1. Goaz PW., White SC. : Oral radiology 3rd ed., Mosby, P 242-243, 1994.
2. Bankvall G., Håkansson HAR. : Radiation-absorbed doses and energy imparted from panoramic tomography, cephalometric radiography, and occlusal film radiography in children, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 53 : 532-540, 1982.
3. Bartolotta A., Calenda E., Calicchia A., Indovina PL. : Dental Orthopantomography : Survey of Patient Dose, Radiology, 146 : 821-823, 1983.
4. Kuba RK., Beck JO. : Radiation dosimetry in panorex roentgenography. II. Pattern of radiation distribution, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 25 : 386-392, 1968.
5. Kuba RK., Beck JO. : Radiation dosimetry in panorex roentgenography. III. Radiation dose measurements, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 25 : 393-404, 1968.
6. Manson-Hing LR., Greer MS. : Radiation exposure and distribution measurements for three panoramic x-ray machines, Oral Surg., 44 : 313-321, 1977.
7. Wall BF., Fisher ES., Paynter R., Hudson A., Bird PD. : Doses to patients from pantomographic and conventional dental radiography, British J. of Radiol., 52 : 727-734, 1979.
8. Nilsson L., Rohlin M., Thapper K. : Exposure distribution, absorbed doses, and energy imparted for panoramic radiography using Orthopantomograph model OP 5, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 59 : 212-219, 1985.
9. Stenström B., Julin P., Karlsson L. : Comparison between panoramic radiographic techniques, Part IV. Absorbed doses and energy imparted from the Orthopantomograph model OP 10, Dentomaxillofac. Radiol., 16 : 11-15, 1987.
10. Underhill TE., Chilvarquer I., Kimura K., Langlais RP., McDavid WD., Preece JW., Barnwell G. : Radiobiologic risk estimation from dental radiology, Part I. Absorbed doses to critical organs, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 66 : 111-20, 1988.
11. Underhill TE., Kimura K., Chilvarquer I., McDavid WD., Langlais RP., Preece JW., Barnwell G. : Radiobiologic risk estimation from dental radiology, Part II. Cancer incidence and fatality, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 66 : 261-267, 1988.
12. White SC. : 1992 Assessment of radiation risk from dental radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 21 : 118-26, 1992.
13. Hayakawa Y., Kobayashi N., Kousuge Y., Fufimori H., Harada K., Kuroyanagi K. : Absorbed Dose Reduced by the Use of Rare-Earth Intensifying Screens in Rotational Panoramic Radiography with Constant Potential Generator, Oral Radiol., 9 : 49-55,
14. 김병삼, 최갑식, 김진수 : 파노라마 촬영시 두경부 주요 기관에 대한 흡수선량 분포, 대한 구강악안면방사선 학회지 20 : 253-263, 1990.
15. ICRP Publication 60. Radiation protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford : Pergamon Press, 1990.
16. Hubben JH., Isotope 33, International journal of applied radiation, 1296, 1982.
17. Frederiksen NL., Benson BW., Sokolowski TW. : Effective dose and risk assessment from film tomography used for dental implant diagnostics, Dentomaxillofac. Radiol., 23 : 123-127, 1994.
18. Frederiksen NL., Benson BW., Sokolowski TW. : Effective dose and risk assessment from computed tomography of the maxillofacial complex, Dentomaxillofac. Radiol., 24 : 55-58, 1995.

19. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD : NCRP Report 93, 1987; 94, 1987; 95, 1987; 100, 1989.
20. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. NewYork : United Nations, 1988.
21. National Research Council. Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. BEIR V. Washiton D.C. National Academy Press, 1990.
22. Myers DR., Shoaf HK., Wege WR., Carlton WH., Gilbert MA. : Radiation exposure during panoramic radiology in children, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 46 : 588-593, 1978.
23. Hashimoto M., Yamaka K. : Distribution of red bone marrow and its weight, anual report of scientific research grants, (1963), Ministry of Education, 1964.
24. PM 2002 cc panoramic x-ray unit user's manual
26. Gibbs SJ., Pujol A., McDavid WD., Welander U., Tronje G. : Patient risk from rotational panoramic radiography, Dentomaxillofac. Radiol., 17 : 25-32, 1988.
27. Weissman D., Sobkowski F. : Comparative thermo-luminescent dosimetry of intraoral periapical radiography, Oral Surg. Oral Med. Oral Pahtol., 29 : 376-86, 1970.

-ABSTRACT-

EQUIVALENT DOSE, EFFECTIVE DOSE AND RISK ASSESSMENT FROM PANORAMIC RADIOGRAPHY TO THE CRITICAL ORGANS OF HEAD AND NECK REGION

Bong-Hae Cho, Kyung-Soo Nah*, Ae-Ryeon Lee**

* *Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Pusan National University*

** *Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University*

The purpose of this study was to evaluate the equivalent and effective dose, and estimate radiation risk to the critical organs of head and neck region from the use of adult and child mode in panoramic radiography.

The results were as follows.

1. The salivary glands showed the highest equivalent and effective dose in adult and child mode. the equivalent and effective dose in adult mode were $837 \mu\text{Sv}$ and $20.93 \mu\text{Sv}$, those in child mode were $462 \mu\text{Sv}$ and $11.54 \mu\text{Sv}$, respectively.
2. Total effective doses to the critical head and neck organs were estimated $34.21 \mu\text{Sv}$ in adult mode, $20.14 \mu\text{Sv}$ in child mode. From these datas, the probabilities of stochastic effect from adult and child mode were 2.50×10^{-6} and 1.47×10^{-6} .
3. The other remainder showed the greatest risk of fatal cancer. The risk estimate were 4.5 and 2.7 fatal malignancies in adult and child mode from million panoramic examinations. The bone marrow and thyroid gland showed about 0.1 fatal cancer in adult and child mode from these examinations.