

전악 치근단 방사선사진 촬영시 촬영조건에 따른 흡수선량 변화에 대한 연구*

서울대학교 치과대학 구강악안면방사선학 교실

강미애·박태원

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

고선량의 방사선 조사시 인체에 미치는 영향에 관해서는 잘 알려져 왔으나 치과 방사선사진 촬영시 인체에 흡수되는 정도의 저선량 방사선 조사에 대한 위험도는 아직까지 명확하게 밝혀지지 않았다. 저선량의 방사선 피폭으로 인해서 유방암¹⁾, 백혈병²⁾, 백내장³⁾이 발생되었다는 보고가 있고, 어린 시절에 방사선을 조사받은 후에 갑상선 종양 발생 빈도가 증가했다⁴⁾는 보고도 있다. 즉, 아무리 작은 양의 방사선이라도 인체에 축적되고 이것으로 인해 장애를 일으킬 수 있으므로 가능한 한 방사선 흡수선량을 감소시켜야 한다. 이에 따라 국제 방사선 방어 위원회(ICRP)에서는 '비확률적인 위해작용을 방지하고 확률적 위해작용은 가능한 한 적게 발생하도록 적은 양의

로 방사선 촬영을 해야 한다(ALARA : as low as reasonably achievable)'라는 방사선 방어의 기본 목표를 제시하였다⁵⁾.

방사선사진 촬영시 환자에 대한 흡수선량은 환자가 받는 선량을 측정하여 평가하거나^{9,11)} 두경부 모형(phantom)을 이용하여서 측정한다^{8,10, 18-21)}. 1953년 Nolan⁶⁾이 전악 구내방사선사진 촬영시 여러 촬영조건을 변화시켜 환자에 대한 총조사량을 측정한 이래 Richard와 Webber⁷⁾는 전리함(ionization chamber)을 이용하여서 관전압 차이에 따른 흡수선량을 측정 비교하였고, Winkler⁸⁾는 직사각형 시준기와 구강내에 차폐물을 부착한 경우의 흡수선량을 비교 연구하였으며, Weissman과 Sobkowski⁹⁾, Greer¹⁰⁾, Alcox¹¹⁾, Goepf¹²⁾, Ice 등¹³⁾, Kircos 등¹⁴⁾은 조사통의 길이, 조사야의 모양에 따른 흡수선량을 비교 연구하였다. 국내에서는 김과 최¹⁵⁾가 파노라마 촬영시 두경부 주요기관에 대한 흡수선량을 측정하였으며 같은 해에 김과 나¹⁶⁾는 구내 표준 촬영시 등각촬영법과 평행촬영법의 흡수선량을 측정 비교하여 평행촬영법에서의 흡수선량이 등각촬영법에 비해 유의성있게 감소함을 보고하였다.

이상의 선학들의 연구에서 보면 흡수선량을 감소시킬 수 있는 이상적인 구내방사선사진 촬영법의 중요한 요건으로는 긴 피부-촉점간의 거리, 평행촬영법에 의한 촬영, 작은 조사야로 시준하는 직사각형 시준기를 들 수 있다. 이에 저자는 전악 치근단 방사선사진 촬영시 조사통 길이

*이 연구는 '95년도 서울대학병원 임상연구비 지원에 의한 결과임

Table 1. Exposure time according to the cylinder length and the region(second).

Region	Cylinder length	8 inch	12 inch	16 inch
Maxillary incisors		0.16	0.36	0.64
Maxillary canine and premolar		0.20	0.45	0.80
Maxillary molar		0.32	0.72	1.28
Mandibular incisors		0.10	0.23	0.40
Mandibular canine and premolar		0.16	0.36	0.64
Mandibular molar		0.20	0.45	0.80

를 변화시키고 원형과 직사각형의 필름유지기구를 사용하여 촬영조건에 따른 흡수선량을 측정, 환자의 흡수선량 감소에 이상적인 촬영법이 어떤 것인가를 조사하기 위해서 이 연구를 시행하였다.

II: 연구재료 및 방법

방사선사진 촬영법

치과용 방사선사진 촬영기(Asahi, Japan)를 이용하였으며, 노출 조건은 반가층 2mm 알루미늄 등가치, 관전압 70kVp, 관전류 10mA였다. 노출 시간은 8인치 조사통 사용시를 기준으로 역제곱 법칙에 따라 12인치 조사통 사용시와 16인치 조사통 사용시의 노출시간을 결정하였다(Table 1). 조사통의 직경은 모두 6cm였으며, 원형 필름유지기구로는 XCP(Rinn Co., U.S.A.)를 직사각형 필름유지기구로는 Precision Instrument (Masel Orthodontics Inc., U.S.A.)를 이용하였다. 조사통 길이와 필름유지기구의 조합을 아래와 같이 5가지로 하여 촬영하였다.

촬영법 1: 8인치 조사통, 등각촬영법

촬영법 2: 12인치 조사통, 원형 필름유지기구 사용

촬영법 3: 12인치 조사통, 직사각형 필름유지기구 사용

촬영법 4: 16인치 조사통, 원형 필름유지기구 사용

촬영법 5: 16인치 조사통, 직사각형 필름유지기구 사용

각각의 상태에서 14매의 전악 치근단 방사선사진을 연속해서 5회 촬영하였고, 보다 유의성있는 자료를 얻기 위해 같은 과정을 10회 반복하였다.

흡수선량 측정

열형광 선량계로는 LiF로 만들어진 가로 1/8인치, 세로 1/8인치, 두께 0.035인치의 TLD-100 chip(Harshaw Co., U.S.A.)을 사용하였으며, 실험전에 400℃에서 2시간 소성하여 안정화 상태가 되게한 후 9.56mGy의 방사선을 조사하여 개개 chip의 반응도(mGy/nC)를 측정하였다.

소성된 chip을 chip container에 넣어 선량 측정용 두경부 모형(RT-210 humanoid, Humanoid System Co., U.S.A.)의 뇌, 안구, 하악지 골수, 하악체 골수, 4번 경추 골수, 이하선, 악하선, 구강저, 갑상선 부위에 위치시킨 후, 촬영하였다. 촬영후 각 chip을 TLD reader (TLD system 4000, Harshaw Co., U.S.A.)로 측정한 후 측정된 전하량(nC)에 실험전에 측정한 반응도를 곱하여 mGy단위의 흡수선량을 구하였다.

각 촬영법간의 흡수선량 변화를 비교하기 위하여 SPSS/PC 통계 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석법과 multiple range test중 Scheffe procedure를 시행하였다.

Table 2. Absorbed doses at 9 measurement sites from 14-film full mouth survey(mGy).

Site	Tech 1	Tech 2	Tech 3	Tech 4	Tech 5
Brain	0.118	0.109	0.056	0.096	0.050
Orbit	0.279	0.261	0.107	0.210	0.092
Bone marrow of mandibular ramus	0.656	0.754	0.271	0.622	0.221
Bone marrow of mandibular body	4.451	5.656	3.174	4.978	3.183
Bone marrow of 4th cervical spine	0.755	0.744	0.428	0.656	0.359
Parotid gland	0.488	0.630	0.233	0.649	0.208
Submandibular gland	2.550	2.829	1.552	2.276	1.354
Floor of mouth	3.541	4.600	2.850	4.055	2.853
Thyroid gland	0.621	0.432	0.299	0.378	0.196
Total	13.459	16.015	8.970	13.920	8.516

Tech 1: 8 inch cylinder, bisecting technique
 Tech 2: 12 inch cylinder, XCP
 Tech 3: 12 inch cylinder, Precision Insrtument
 Tech 4: 16 inch cylinder, XCP
 Tech 5: 16 inch cylinder, Precision Instrument

Table 3. Statistical analysis of absorbed dose in brain(mGy).

Mean	Rate of decrease				
	Tech 5	Tech 3	Tech 4	Tech 2	Tech 1
0.050	Tech 5				
0.056	Tech 3	11%			
0.096	Tech 4	48%*	42%*		
0.109	Tech 2	54%*	49%*	12%	
0.118	Tech 1	58%*	53%*	19%*	8%

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease}(\%) = \frac{(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

III. 연구성적

뇌의 중심부에서 측정된 흡수선량은 16인치 조사통과 원형 필름유지기구를 이용한 촬영법 5에서 0.050mGy로 가장 작은 값을 나타냈고 8인치 조사통을 이용하여 등각촬영법으로 촬영한 촬영법 1에서 가장 큰 값(0.118mGy)을 나타냈다(Table 2). 16인치 조사통에서 시준모양에 따른

흡수선량을 비교시 직사각형으로 시준하였을 때에 원형으로 시준하였을 때보다 48% 유의성 있게 감소하였으며(P<0.05), 12인치 조사통에서도 직사각형으로 시준하였을 때 유의성 있게 감소하였다(P<0.05). 같은 필름유지기구 사용시 조사통 길이에 따른 차이는 16인치 조사통에서 12인치 조사통에서보다 흡수선량이 11%-12% 감소하였으나 유의성은 없었다(P>0.05)(Table 3).

Table 4. Statistical analysis of absorbed dose in orbit(mGy).

Mean		Rate of decrease				
		Tech 5	Tech 3	Tech 4	Tech 2	Tech 1
0.092	Tech 5					
0.107	Tech 3	14%				
0.210	Tech 4	56%*	49%*			
0.261	Tech 2	65%*	59%*	20%		
0.279	Tech 1	67%*	62%*	25%*	6%	

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease(\%)} = \frac{(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

Table 5. Statistical analysis of absorbed dose in bone marrow of mandibular ramus(mGy).

Mean		Rate of decrease				
		Tech 5	Tech 3	Tech 4	Tech 1	Tech 2
0.221	Tech 5					
0.271	Tech 3	18%				
0.622	Tech 4	65%*	56%			
0.656	Tech 1	66%*	59%*	59%		
0.754	Tech 2	71%*	64%*	18%	13%	

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease(\%)} = \frac{(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

안구에서 측정된 흡수선량은 촬영법 5에서 가장 작은 값(0.092mGy)을 나타냈고, 촬영법 1에서 가장 큰 값(0.279mGy)을 나타냈다(Table 2). 촬영법 5와 촬영법 4 사이의 흡수선량을 비교해 보면 직사각형으로 시준한 촬영법 5에서 흡수선량이 56% 감소하였다(P<0.05). 촬영법 5와 촬영법 3을 비교해 보면 촬영법 5에서 촬영법 3에 비해 흡수선량이 감소하였지만 유의성은 없었다(P>0.05). 촬영법 1에 비해 촬영법 5, 촬영법 3, 촬영법 4는 흡수선량이 각각 67%, 62%, 25% 감소를 보였다(P<0.05)(Table 4).

하악지 골수에서 측정된 흡수선량은 촬영법 5에서 가장 작은 값(0.221mGy)을 나타냈고, 촬영법 2에서 가장 큰 값(0.754mGy)을 나타냈다(Table 2). 촬영법 4, 촬영법 2, 촬영법 1에 비해 촬영법 5에서 흡수선량이 각각 65%, 71%, 66%

감소하였고 유의성 있는 차이가 났다(P<0.05). 촬영법 3과 촬영법 4를 비교해 보면 촬영법 3에서 흡수선량이 56%정도 감소하였으나 유의성은 없었다(P>0.05)(Table 5).

하악체 골수에서 측정된 흡수선량은 촬영법 3에서 가장 작은 값(3.174mGy)을 나타냈고, 촬영법 2에서 가장 큰 값(5.656mGy)을 나타냈다(Table 2). 촬영법 3에서 촬영법 1, 2, 4에 비해 흡수선량이 감소하였으며 촬영법 5에서 촬영법 2와 4에 비해 흡수선량이 감소하였다(P<0.05)(Table 6).

4번 경추의 골수에서 측정된 흡수선량은 촬영법 5에서 0.359mGy로 가장 값이 작았고, 촬영법 1에서 0.755mGy로 가장 큰 값을 나타냈다(Table 2). 촬영법 5에서 촬영법 1, 2, 4에 비해, 촬영법 3에서 촬영법 1과 2에 비해 흡수선량이 감소하

Table 6. Statistical analysis of absorbed dose in bone marrow of mandibular body(mGy).

Mean		Rate of decrease				
		Tech 3	Tech 5	Tech 1	Tech 4	Tech 2
3.174	Tech 3					
3.183	Tech 5	0.3%				
4.451	Tech 1	29%*	28%			
4.978	Tech 4	36%*	36%*	11%		
5.656	Tech 2	44%*	48%*	21%*	12%	

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease(\%)} = \frac{-(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

Table 7. Statistical analysis of absorbed dose in bone marrow of 4th cervical spine(mGy).

Mean		Rate of decrease				
		Tech 5	Tech 3	Tech 4	Tech 2	Tech 1
0.359	Tech 5					
0.428	Tech 3	16%				
0.656	Tech 4	45%*	35%			
0.744	Tech 2	39%*	43%*	12%		
0.755	Tech 1	52%*	33%*	13%	2%	

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease(\%)} = \frac{-(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

Table 8. Statistical analysis of absorbed dose in parotid gland(mGy).

Mean		Rate of decrease				
		Tech 5	Tech 3	Tech 1	Tech 2	Tech 4
0.208	Tech 5					
0.233	Tech 3	11%				
0.488	Tech 1	57%	52%			
0.630	Tech 2	67%*	63%*	23%		
0.649	Tech 4	68%*	64%*	25%	3%	

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease(\%)} = \frac{-(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

Table 9. Statistical analysis of absorbed dose in submandibular gland(mGy).

Mean		Rate of decrease				
		Tech 5	Tech 3	Tech 4	Tech 1	Tech 2
1.354	Tech 5					
1.552	Tech 3	13%				
2.276	Tech 4	41%*	32%*			
2.550	Tech 1	47%*	39%*	12%		
2.829	Tech 2	52%*	45%*	20%	10%	

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease(\%)} = \frac{(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

Table 10. Statistical analysis of absorbed dose in floor of mouth(mGy).

Mean		Rate of decrease				
		Tech 3	Tech 5	Tech 1	Tech 4	Tech 2
2.850	Tech 3					
2.853	Tech 5	0.1%				
3.541	Tech 1	20%*	20%*			
4.055	Tech 4	30%*	30%*	13%*		
4.600	Tech 2	38%*	38%*	23%*	12%*	

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease(\%)} = \frac{(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

였다(P<0.05)(Table 7).

이하선에서 측정된 흡수선량은 촬영법 5에서 가장 작은 값(0.208mGy)을 나타냈고, 촬영법 4에서 가장 큰 값(0.649mGy)을 나타냈다(Table 2). 촬영법 2와 4에 비해 촬영법 3과 5에서 흡수선량이 감소하였다(P<0.05)(Table 8).

악하선 부위에서 측정된 흡수선량은 촬영법 5에서 가장 작은 값(1.354mGy)을 나타냈고, 촬영법 2에서 가장 큰 값(2.829mGy)을 나타냈다(Table 2). 촬영법 3과 5에서 촬영법 1, 2, 4에 비해 흡수선량이 감소하였다(P<0.05)(Table 9).

구강저 부위에서 측정된 흡수선량은 촬영법 3에서 가장 작은 값(2.850mGy)을 나타냈고, 촬영법 2에서 가장 큰 값(4.600mGy)을 나타냈다(Table 2). 촬영법 3과 촬영법 5에서 촬영법 1, 2, 4에 비해 흡수선량이 감소하였으며 촬영법 1에

서 촬영법 2와 4에 비해, 촬영법 4에서 촬영법 2에 비해 흡수선량이 감소하였다(P<0.05)(Table 10).

갑상선 부위에서 측정된 흡수선량은 촬영법 5에서 0.196mGy로 가장 작은 값을 나타냈고, 촬영법 1에서 0.621mGy로 가장 큰 값을 나타냈다(Table 2). 촬영법 5에서 촬영법 1과 2에 비해, 촬영법 3과 4에서 촬영법 1에 비해 흡수선량이 감소하였다(P<0.05)(Table 11).

전반적으로 16인치 조사통과 직사각형 필름유지기구를 사용한 경우가 흡수선량이 가장 적게 나타났으나, 하악체 골수와 구강저 부위에서는 12인치 조사통과 직사각형 필름유지기구를 사용하였을 때 가장 흡수선량이 적었다. 16인치 조사통과 직사각형 필름유지기구를 이용하여 평행촬영법으로 촬영한 촬영법 5에서 부위별 흡수선량을 비교해 보면 하악체 골수가 가장 흡수선량이

Table 11. Statistical analysis of absorbed dose in thyroid gland(mGy).

Mean		Rate of decrease				
		Tech 5	Tech 3	Tech 4	Tech 2	Tech 1
0.196	Tech 5					
0.299	Tech 3	35%				
0.378	Tech 4	48%	21%			
0.432	Tech 2	55%*	31%	13%		
0.621	Tech 1	69%*	52%*	39%*	30%	

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.050 level.

$$\text{rate of decrease(\%)} = \frac{(\text{rate from Tech A}) - (\text{rate from Tech B})}{\text{doses from Tech A}} \times 100$$

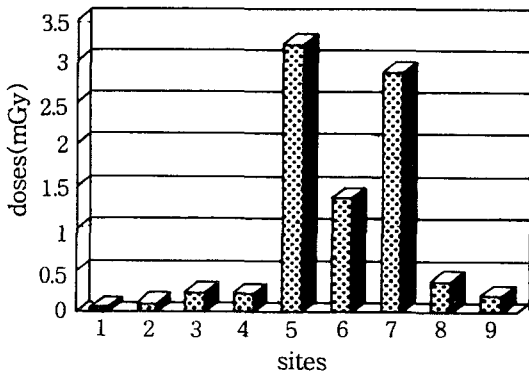


Fig. 1. Radiation absorbed doses of selected phantom exposure with 16 inch cylinder and rectangular collimating film holding device

- site 1: Brain.
- site 2: Orbit.
- site 3: Bone marrow of mandibular ramus.
- site 4: Parotid gland.
- site 5: Bone marrow of mandibular body.
- site 6: Submandibular gland.
- site 7: Mouth floor.
- site 8: Bone marrow of 4th cervical spine.
- site 9: Thyroid gland.

켰고 그 다음으로 구강저 부위가 크게 나타났으며 흡수선량이 가장 적은 부위는 뇌의 중심부였다(Fig.1).

IV. 총괄 및 고안

X선량 측정은 열량계, 전리함, 열형광 선량계,

사진필름 등으로 가능한데 1970년대 이후 대부분의 연구는 LiF 열형광 선량계를 사용하여 구내 표준 촬영시의 선량을 측정하였다. 열형광 선량계는 절연체 또는 반도체의 열형광 현상을 이용한 것이다. 열형광은 절연체 또는 반도체에 방사선을 조사한 후에 가열하면 흡수한 방사선량에 비례하여 빛을 방출하는 현상이다¹⁷⁾. 열형광 선량계는 다른 X선량 측정법에 비해 몇가지 장점이 있다. 첫째, 크기와 형태를 임의로 조절할 수 있어서 다른 X선량 측정기로는 측정 불가능한 인체 부위에서도 사용할 수 있고, 둘째, 측정 영역이 넓고, 셋째, 환경 인자의 영향이 적고 반복 사용이 가능하다는 것이다. 열형광 선량계의 측정 오차는 0.1mGy수준에서는 ±10%, 0.01Gy 범위에서는 3%의 표준오차를 보인다. 이 연구에서는 전악 치근단 방사선사진 촬영시 1회 조사로는 0.1mGy 또는 그 미만을 보이는 부위가 있으리라 생각되어 충분한 양의 방사선을 조사하기 위해 각 촬영 부위마다 반복하여 5회 연속 조사하였다.

구내 방사선사진 촬영시 흡수선량에 영향을 미치는 여러 요인이 존재하는데 기술적인 요인으로는 방사선 촬영기의 전압, 여과, 방사선 조사 형태와 조사야의 크기, 피부 접촉간의 거리, 조사 위치, 필름현상과 필름의 속도 등이 관여하며 조사 받는 부위의 해부학적인 요인들 또한 영향을 미친다. 이들중 특히 기술적인 요인에 관해서는 1953년 Nolan과 Patterson⁶⁾이 두정부 주요기관의 방사선 흡수선량에 관한 연구를 시도한 이래

많은 연구가 있어 왔다. Richard와 Webber⁷⁾는 전리함을 이용하여 관전압차이에 따른 흡수선량 변화를 측정하였고 Ice 등¹³⁾은 환자의 몸에 열형광 선량계를 부착한 후 조사통 길이와 관전압차이에 따른 흡수선량을 비교하여 16인치 길이의 납이장 시준기에서 가장 흡수선량이 감소함을 보고하였다. 또한 Greer¹⁰⁾은 5종류의 조사통을 60kVp, 75kVp, 90kVp의 조건과 조합한 15종류의 촬영조건하에서 인체모형을 이용하여 흡수선량을 비교 측정하여, 60kVp에서 0.2mGy-6.34mGy, 75kVp에서 0.21mGy-6.15mGy, 90kVp에서 0.17mGy-7.39mGy의 선량값을 보고하였고, 하악체, 악하선, 혀, 뇌, 안구 등의 부위에서 5종류의 조사통 사이에 흡수선량이 유의성 있는 차이를 보였으며 또한 악하선과 뇌에서는 3가지 관전압사이에 유의성 있는 차이가 있음을 보고하였다. 그러나, 실제 임상에서 구내 방사선사진 촬영시 관전압을 선택할 때 고려해야 할 중요한 결정 요인으로는 환자의 흡수선량 과다 여부보다 아니라 얻어지는 영상의 질이다. 왜냐하면 관전압은 다른 요인들, 예를 들면 시준기나 피부-촉점간 거리 등에 비해 흡수선량을 감소시키는 효과가 적을 뿐만 아니라 관전압이 증가되면 대조도가 낮아져 영상의 질이 저하되기 때문이다. 따라서 이 연구에서는 관전압을 가장 일반적으로 사용되는 70kVp에 고정시켜 시행하였다.

이밖에 흡수선량에 영향을 미치는 영향으로 피부-촉점간 거리를 들 수 있으며 피부-촉점간 거리가 증가함에 따라 조사받는 조직의 부피가 감소함으로써 환자에서 발생하는 산란선이 감소함으로써 흡수선량이 감소하게 된다. Alcox와 Jameson¹¹⁾은 피부-촉점간 거리가 20cm에서 41cm로 변화되었을 때 70kVp에서는 31%, 90kVp에서는 36%의 피부흡수선량 감소를 보고하였으며, Stenstrom 등²⁵⁾은 피부-촉점간 거리가 20cm에서 35cm로 증가되었을 때 피부흡수선량은 20-25%, 구개부위에서의 선량은 45% 감소되었다고 보고하였다.

이 연구에서 조사야가 원형인 경우에 조사통 길이를 8인치, 12인치, 16인치로 변화시켰을 때 9개 측정부위 중 뇌, 안구, 4번 경추 골수, 갑상선 등 비교적 구강에서 멀리 떨어진 부위에서만

흡수선량이 감소되었을 뿐 일차선이 통과하는 기타 부위에서는 조사통 길이와 관계없이 매우 다양하게 나타났다. 또한 조사야가 직사각형인 경우에 조사통 길이를 12인치와 16인치로 변화시켰을 때도 큰 차이를 볼 수 없었다. 이러한 결과는 이미 예측가능한 것으로 앞에서도 언급했듯이 긴 조사통에 의한 흡수선량 감소는 X선에 조사되는 조직의 부피감소에 의한 것이 아니라 일차선에 포함되는 부위의 흡수선량 감소에 의한 것은 아니기 때문이다. 그러나 이 연구에서는 노출시간을 거리 변화에 따른 역제곱 법칙에 따라 설정하였으므로 실제 필요한 노출보다 더 많은 양이 노출되었을 가능성이 많다. 왜냐하면 역제곱 법칙이 정확하게 적용되기 위해서는 초점이 면적이 아니라 점이 되어야 하는데 실제로는 어느 정도의 면적을 가지므로 역제곱 법칙 적용시 실제 필요한 시간보다 다소 많은 노출 시간이 얻어지게 되기 때문이다. Nolan과 Patterson⁶⁾은 이를 뒷받침해 주는 연구 결과를 발표한 바 있는데 그들에 의하면 조사통 길이가 8 인치일 때의 노출시간이 16인치일 때보다 1/4로 감소하지 않고 단지 35%만 짧았다고 하였다. 따라서 조사통 길이를 바꾼 경우에는 단순히 역제곱 법칙을 적용시키기보다는 번거롭긴해도 실제로 촬영된 방사선사진의 흑화도 정도를 측정해서 결정하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

지금까지 알려진 가장 효과적인 환자의 흡수선량 감소 방법은 조사야의 크기를 감소시키는 것이다. 현재 시판되고 있는 원통형 조사통의 지름은 약 6cm로 환자의 피부표면에서의 조사야 크기는 이보다 다소 증가하게 되며 지름이 6cm라고 가정한 경우에도 이 크기는 No. 2 치근단 필름보다 거의 135%나 크다. 따라서 조사야의 크기를 줄이기 위한 노력이 있어 왔던 바 Van Straaten과 Van Aken²²⁾은 조사통 지름을 6cm에서 4.5cm로 줄였을 때 조사통 가림의 큰 증가없이 환자에 대한 흡수선량이 44% 감소하였다고 보고하였다. 가장 이상적이기는 조사야의 크기가 필름의 크기와 같거나 약간 클 경우이나 조사야를 필름의 크기와 모양에 맞추어 시준하였을 경우에는 필름에 맞추어 X선속을 조정하기가 어렵고 조사통 가림현상이 많이 발생되므로 특별

한 필름유지기구가 개발되어 왔으나 이 연구에서 사용한 Precision Instrument는 필름 끝은 부위에 금속판이 있어 더욱 흡수선량을 감소시킬 수 있으므로 많이 이용되고 있다. 이러한 직사각형 필름유지기구를 사용한 연구결과를 보면 Winkler⁸⁾는 총흡수선량을 64%까지 감소시켰다고 보고하고 있어 이 연구 결과인 56%-61% 감소와 유사하였으며 White와 Rose²¹⁾도 하악골의 7개 부위, 두개골, 2번과 6번 경추 골수에서의 흡수선량이 60%까지 감소되었다고 하여 이번 연구 결과인 54%-60%와 매우 일치하고 있다.

Stenstrom과 Henrikson²³⁾도 필름의 크기와 모양에 맞게 X선속을 시준함으로써 흡수선량이 매우 많이 감소함을 보고하였다. 이밖에 Weissman과 Sobkowski⁹⁾는 등각촬영법과 평행촬영법을 비교하고 시준기의 모양을 비교한 4가지 촬영조건하에서 흡수선량을 측정하여, 안구부위에서 일차방사선을 직사각형으로 시준하고 조사통을 납으로 이장함으로써 97.2% 흡수선량이 감소함을 보고하였으며 Lundeen²⁴⁾은 긴 원통형 조사통을 이용하여 직사각형 필름유지기구를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우를 비교하여 구치부 치근단 방사선사진 촬영시 직사각형 필름유지기구를 사용한 경우에 73%까지 방사선 노출부위를 감소시켰다고 보고하였다.

이상과 같은 적절한 시준과 피부-촉점간의 거리 증가는 환자에 대한 피폭선량을 감소시킬 뿐만 아니라, 방사선원 바깥의 방사선을 줄이고, 환자로부터 산란되는 이차방사선을 줄임으로써 상을 흐리게 하는 반응영 부분을 감소시켜 상의 질을 개선시킬 수 있다.

이번 연구에서 얻어진 각 부위별 흡수선량을 외국 문헌에 보고된 선량값과 비교해 볼때 연구 문헌마다 관전압, 관전류, 여과, 반가층, 조사야의 크기, 촬영한 필름의 수가 다양하고 또한 이용한 두경부 모형, 열형광 선량계의 위치가 다양하여 직접적으로 차이를 비교하기는 어렵다.

Gibbs²⁶⁾는 70kVp, 40cm 조사통, 직사각형 시준기를 사용하였을 때 뇌의 흡수선량은 0.024 mGy였다고 보고하였는데 이 값은 이번 연구의 유사한 조건에서 얻어진 값인 0.050mGy보다 작았다. 그 이유는 이번 연구에서는 두경부 모형을

이용하였기 때문에 Precision Instrument에 부착되어 있는 금속판을 모형에 위치시킬 수 없었기 때문에 흡수선량이 크게 나타난 것으로 생각된다.

안구에서의 흡수선량은 촬영법에 따라 0.092 mGy에서 0.279mGy까지 최고 3배의 차이가 있었다. 안구 흡수선량을 Winkler⁸⁾는 90kVp, 15 mA에서 0.370R, Richard와 Webber⁷⁾는 65kVp에서 0.105R, 90kVp에서 0.106R이었다고 보고하였으나 이번 연구결과와는 관전압의 차이가 있어 비교가 어렵다. 김과 나¹⁶⁾는 8인치 원형 조사통, 등각촬영법으로 촬영시 1.63mGy, 16인치 원형 조사통, 직사각형 시준기, 평행촬영법으로 촬영시 0.08mGy였다고 하였는데 유사한 조건에서 얻어진 이번 연구결과인 0.279mGy, 0.092mGy와 비교시 등각촬영법에서는 큰 차이가 났으나, 16인치 원형 조사통과 직사각형 시준기를 이용하여 평행촬영법으로 촬영시는 매우 유사한 값을 보였다. Weissman과 Sobkowski⁹⁾는 8인치 원형 조사통, 등각촬영법으로 촬영시에 비해 16인치 원형 조사통, 직사각형 시준기 이용, 평행촬영법으로 촬영하였을때 97.2%의 감소효과를 보였다고 하였으나, 이번 연구에서는 67%의 감소를 보였다.

일차선이 통과하지 않는 하악지와 4번 경추 골수에서는 유사하게 낮은 흡수선량을 나타냈으나 일차선이 통과하는 하악체 골수에서는 9개 부위 중 최대의 흡수선량을 나타내었으며 하악지나 4번 경추에 비해 최대 14배 이상의 흡수선량을 나타냈다.

Weissman과 Sobkowski⁹⁾는 이하선 흡수선량이 8인치 조사통, 등각촬영법으로 촬영시 0.90 mGy, 16인치 조사통, 직사각형 시준기 이용, 평행촬영법으로 촬영시 0.31mGy였다고 하였는데 유사한 조건에서 얻어진 이번 연구결과인 0.483 mGy, 0.208mGy와 비교시 다소의 차이를 보였다.

Bjarngard²⁷⁾는 70kVp하에서 약하선에서 2.0 rad를 보고하였으며 Richards와 Webber⁷⁾는 60 kVp하에서 0.139R, 90kVp하에서는 0.159R를 보고하였다. Bjarngard²⁷⁾의 연구에서는 지름 2.05 인치의 조사통을 사용하였으나 이 연구에서는 지름 6cm의 원형 조사통을 사용한 것도 약간의 흡수선량 차이가 난 원인으로 생각할 수 있다.

두경부 모형을 이용하여 실험하였기 때문에 비교적 방사선 조사량이 많으리라 생각되는 혀에서 흡수선량을 측정할수 없어 대신 혀가 위치하고 있는 구강저 부위를 측정 부위로 선택하였다. Greer¹⁰⁾는 환자에게서 직접 흡수선량을 측정하여 혀에서 0.406-0.481rad의 흡수선량을 보고하였다. 이 연구에서 측정한 값과 비교시, 조사통의 길이에 차이가 있기는 하지만 원형 필름유지기구를 사용한 경우와 유사한 흡수선량을 보였다.

구강악안면부의 방사선사진 촬영시 위치적으로 갑상선이 근접해 있어 방사선 보호 측면에서 관심의 대상이 되어 왔다. Antoku 등¹⁹⁾은 지름 6.5cm인 원형의 긴 조사통에서 갑상선 흡수선량을 342mrad라고 보고하였고 Gibbs²⁶⁾는 원형의 짧은 조사통에서 1.5mGy, 원형의 긴 조사통에서 0.83mGy, 직사각형의 긴 조사통에서 0.12mGy였다고 보고하였다. 이러한 결과를 이번 연구결과와 비교하면 조사통 길이에 관계없이 원형 시준기를 사용한 경우에는 0.621mGy와 0.378mGy로 2배 이상 감소되어 나타났으나 직사각형 시준기를 사용한 경우에는 0.196mGy로 다소 크게 나타났다.

하악지 골수와 구강저 부위를 제외한 나머지 7개 조사부위에서는 촬영법 5에서 가장 흡수선량이 적게 나타났다. 촬영법 5에서 흡수선량이 가장 적게 나타난 원인은 첫째, 촬영법 5에서는 필름 크기와 모양에 맞게 X선속을 직사각형(35mm×44mm)으로 적절히 시준하는 필름유지기구를 사용하여 불필요한 조사면적을 줄일 수 있었고, 조사야 크기의 감소로 산란선의 양도 함께 감소하였기 때문이며 둘째, 방사선원과 피부표면간의 거리 증가로 X선속의 분산 각도가 감소됨으로써 불필요한 조사면적 감소와 함께 그에 따른 산란선의 양이 줄어든 결과로 볼 수 있다. 따라서 환자의 상태가 허락하는 한 최소한 12인치 이상의 긴 조사통과 함께 직사각형 시준기를 사용한 평행촬영법을 이용하여 환자의 흡수선량 감소는 물론 양질의 상을 얻을 수 있도록 하여야 한다.

V. 결 론

전악 치근단 방사선사진 촬영시 촬영조건에 따른 흡수선량의 변화를 비교하고자 인체 두경부 모형과 열형광 선량계(TLD-100 chip)를 이용하여 실험한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 두경부 영역의 9개 조사부위중 최고 흡수선량을 나타내는 부위는 하악체 골수였고, 최저 흡수선량을 나타내는 부위는 뇌의 중심부였다.
2. 전반적으로 조사통의 길이가 16인치이고, 직사각형 필름유지기구를 사용한 경우가 흡수선량이 가장 적게 나타났으나, 하악체 골수와 구강저 부위에서는 조사통의 길이가 12인치이고, 직사각형 필름유지기구를 사용하였을 때 가장 흡수선량이 적었다.
3. 직사각형 필름유지기구를 사용하였을 경우가 원형 필름유지기구를 사용했을 때보다 유의성있게 방사선 흡수선량이 감소하였다($P < 0.05$).
4. 조사통의 길이 변화에 따른 흡수선량간에 유의한 차이는 없었다($P > 0.05$).

REFERENCES

1. Boice, G.D. and Land, C.E. : Adult leukemia following diagnostic X-ray, *Am. J. Public Health* 69:137-145, 1979.
2. Gibson, R., Graham, S., Liliensfield, A. and et al.: Irradiation in the epidemiology of leukemia among adults, *J. Natl. Canc. Inst.* 48:301-311, 1972.
3. Sonneveld, P., Peperkamp, E. and Van Bekkum, D.W. : Incidence of cataracts in rhesus monkeys treated with whole body irradiation, *Radiology* 133:227-229, 1979.
4. Silverman, C. and Hoffman, D.A. : Thyroid tumor risk from radiation during childhood, *Prev Med.* 4:100-105, 1975.
5. ICRP-International Commission on Radiological Protection, Publication 26, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Ann ICRP, Pergamon Press, Oxford, 1977.

6. Nolan, W.E. and Patterson, H.W. : Radiation Hazards to the patients from oral roentgenography, J.A.D.A. 47:681-684, 1953.
7. Richard, A.G. and Webber, R.L. : Dental X-ray exposure of sites within head and neck, Oral Surg. 18:752-756, 1964.
8. Winkler, K.G. : Influence of rectangular collimation and intraoral shielding on radition dose in dental radiography, J.A.D.A. 77: 95-101, 1968.
9. Weissman, D.D. and Sobkowski, F.J. : Comparative thermoluminescent dosimetry of intraoral periapical radiography, Oral Surg. 29:376-386, 1970.
10. Greer, D.F. and Ala, B. : Determination and analysis of absorbed doses resulting from various intraoral radiographic techniques, Oral Surg. 34: 146-162, 1972.
11. Alcox, R.W. and Jameson, W.R. : Patient exposures from intraoral radiographic examinations, J.A.D.A. 88: 568-579, 1974.
12. Goepp, R.A., Strandjord, N.M., Hodges, P.C. and Moseley, R.D. : The reduction of unnecessary X-ray exposure during intraoral examinations, Oral Surg. 16:39-45, 1963.
13. Ice, R.D., Updegrave, W.J. and Bogucki, E.I. : Influence of dental radiographic cones on radiation exposure, J.A.D.A. 83:1297-1302, 1971.
14. Kircos, L.T., Lorton, L. and Angin, L.L. : Order of magnitude dose reduction in intraoral radiography, J.A.D.A. 114:344-347, 1987.
15. 김 병삼, 최 갑식 : 파노라마 촬영시 두경부 주요기관에 대한 흡수선량 분포, 대한구강악안면방사선학회지 20:253-263, 1990.
16. 김 애지, 나 경수 : 각이등분법 및 평행법에 의한 전악 구내 표준 촬영시 두경부 피부 흡수선량 비교, 대한구강악안면방사선학회지 20:315-332, 1990.
17. Cameron, J.R. : Radiation dosimeter utilizing the thermoluminescence of lithium fluoride, Science 134:333-334, 1961.
18. Frey, N.W. and Wuehrmann, A.H. : Radiation dosimetry and intraoral radiographic techniques, 2. Internal and external dose measurements, Oral Surg. 38:639-651, 1974.
19. Antoku, S., Kihara, T., Russell, W.J. and Beach, D.R. : Doses to critical organs from dental radiography, Oral Surg. 41:251-260, 1976.
20. Wall, B.F. and Fisher, E.S. : Doses to patients from pantomographic and conventional dental radiography, Br.J. Radiol. 52:727-734, 1979.
21. White, S.C. and Rose, T.C. : Absorbed bone marrow dose in certain dental radiographic techniques, J.A.D.A. 98: 553-558, 1979.
22. Van Straaten, F.J. and Van Aken, J. : The optimum circular field size for dental radiography with intraoral films, Oral Surg. 54:347-359, 1982.
23. Stenstrom, B. and Henrikson, C.O. : Absorbed doses from intraoral radiography with special emphasis on collimator dimensions, Swed. Dent. J. 10:59-71, 1986.
24. Lundeen, R.C. : Rectangular vs. round collimation in intraoral radiography: a volumetric perspective, Dentomaxillofac. Radiol. 18: 93(Abstract), 1989.
25. Stenstrom, B., Henrikson, C.O. and Karlsson, L. : Energy impacted from intraoral radiography, Swed. Dent. J. 10:125-136, 1986.
26. Gibbs, S.J., Pujol, A., Chen, T.S. and James, A. : Patient risk from intraoral dental radiography, Dentomaxillofac. Radiol. 17:15-23, 1988.
27. Bjarngard, B., Hollender, L., Lindahl, B. and Sonneson, A. : Radiation doses in oral radiography, 1. Measurements of doses to Gonads and certain parts of head and neck during full mouth roentgenography, Odontol. Rev. 10:355-366, 1959.

-ABSTRACT-

COMPARISON OF ABSORBED DOSES RESULTING FROM VARIOUS INTRAORAL PERIAPICAL RADIOGRAPHY

Mi-Ae Kang, Tae-Won Park

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Graduate School, Seoul National University.

This study was designed to measure the absorbed dose to organs of special interest from full mouth with intraoral film(14 films) and to compare the five periapical techniques. Thermoluminescent crystals(TLD-100 chip) were located in brain, orbit, bone marrow of mandibular ramus, bone marrow of mandibular body, bone marrow of 4th cervical spine, parotid gland, submandibular gland and thyroid gland. X-ray machine was operated at 70kVp and round collimating film holding device(XCP) and rectangular collimating film holding device(Precision Instrument) were used. The distance from the X-ray focus to the open end of the collimator was 8 inch, 12 inch and 16 inch.

The results were as follows :

1. The absorbed dose was the highest in bone marrow of mandibular body(5.656mGy) and the lowest in brain (0.050mGy).
2. Generally, the lowest absorbed dose was measured from 16 inch cylinder, rectangular collimating film holding device with paralleling technique. But, in bone marrow of mandibular body and the floor of mouth, the highest absorbed dose was measured from 12 inch cylinder, rectangular collimating film holding device with paralleling techniques.
3. Comparing of five intraoral radiographic techniques, it was appeared statistically significant reduction of the absorbed doses measured with rectangular collimating film holding device compared to XCP film holding device ($P < 0.05$).
4. No statistically significant reduction in the absorbed dose was found as cylinder length was changed($P > 0.05$).