

교합방사선사진 촬영시의 흡수선량 계측

경북대학교 치과대학 치과방사선학 교실

유영아·최갑식·이상한

I. 서 론

방사선사진 검사는 육안으로 검사할 수 없는 골변화등에 대한 정보를 제공하는 유용한 방법으로 이의 사용이 계속 증가하고 있으나 방사선 사진 촬영시에 야기될 수 있는 위해효과에 대해서는 아직까지 명확히 알려져 있지 않다.

방사선 피폭이 두경부에 한정될 경우 방사선 촬영으로 인하여 위해효과가 나타날 수 있는 것으로 알려진 기관으로는 갑상선, 활동성 골수, 뇌와 타액선이 있으며¹⁾ 선학들^{2,3)}은 구내 방사선사진·촬영이나 파노라마방사선사진 촬영 등 여러가지 방사선사진 촬영에 따른 방사선 피폭 정도를 연구하여 가장 적은 양의 방사선으로 가장 좋은 방사선 사진을 얻으려고 노력해 왔다.

구내방사선사진 촬영시의 방사선량 계측에 관한 연구는 1953년 Nolan과 Patterson⁴⁾에 의해 시도된 이래 여러 학자에 의해 연구되어 왔는 바 그 유형을 대별하여 보면 노출조건 즉 관전압, 관전류 혹은 노출시간을 변화시켜 방사선량을 계측하거나 방사선원-피부간 거리를 변화시켜 계측한 연구⁵⁻⁹⁾가 많았으며, 또한 조사통에 따른 변화 즉 원통형 조사통, pointed plastic 조사통, rectangular 조사통을 사용하였을 경우의 방사선량을 측정하거나^{5,8,10-12)}, 여과정도를 변화시켰을 때의 방사선량을 측정^{13,14)}하였다.

촬영방법에 따른 흡수량 계측에서, Brooks 등¹⁵⁾은 여러 악관절 촬영 방법을 이용하여 두

경부에 받은 방사선 흡수량을 측정하였고, Priv.-Doz¹⁶⁾, Aken과Linden¹⁷⁾, Kuba 등^{18,19)}, Manson-Hing과 Greer²⁰⁾, Whitcher 등²¹⁾, Hayami 등²²⁾은 파노라마사진 촬영시의 방사선 흡수량을 측정하였으며, Myers 등²³⁾은 아동에서 파노라마 사진촬영시의 방사선 흡수량을 조사하였다. 교합사진 촬영시 방사선 흡수량에 관한 연구는 Weissman³⁾이 시행한 상하악 4부위 촬영시의 흡수량 연구와 Berge와 Wϕhni^{24,25)}가 상악 촬영시의 조사된 흡수량에 대한 연구뿐이었다.

이러한 방사선 흡수량의 측정은 환자에서 직접 시행하는 방법과 방사선 흡수량상이 인체와 유사한 phantom을 사용하는 방법이 있으나 전자의 경우는 측정의 한계가 있다^{26,27)}. 그리고 이때 측정에 이용되는 TLD(thermoluminescent dosimeter)에 대한 연구^{28,29)}도 계속되고 있다.

이에 저자는 방사선원-피부간 거리와 노출시간을 고려하여 임상적으로 많이 사용되고 있는 교합촬영 술식별에 따른 두부 각 부위의 방사선 흡수량을 phantom상에 TLD를 부착시켜 측정하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

본 연구에 사용된 phantom은 각 부위에 선

량계측부를 포함하고 있는 2.5cm 두께를 가진 10개의 절편으로 구성되어 있고 일차선과 분산 방사선의 양상을 조사하기 위해 각 층사이에 필름판을 놓을 수 있도록 수평으로 절단되어 있으며 X-선의 흡수와 분산에 대해서 두부의 연조직과 유사한 합성고무재를 사용하여 제작한 phantom(RT-210 Humanoid Head & Neck Section[®], Humanoid Systems Co., U.S.A.)이었으며, 두부 각 부위의 방사선 흡수량을 측정하기 위하여 사용된 TLD는 황산 칼슘(CaSO₄)에 불순물 Dysprosium(Dy)을 0.1mol% 첨가한 물질을 열발광선량계(Thermoluminescent dosimeter, TLD)²⁹⁾로서 사용하였다.

2. 방 법

열발광선량계를 방사선 조사전에 최적 열처리 조건으로 600°C에서 2시간 동안 소성한 후, 235°C에서 발광점(glow peak)을 보인 시료(CaSO₄:Dy)를 polyethylene관에 담아 phantom 내부의 중요한 해부학적 구조물인 양측안구, 양측상악동, 뇌하수체, 양측이하선, 양측악하선, 갑상선이 위치한 부위와 일차선의 전체출력을 연구하기 위하여 조사통 끝의 중앙, 피부표면 흡수량을 측정하기 위하여 일차선이 지나가는 피부표면등, 총 12부위에 위치시켰다.

촬영방법은 임상에서 많이 사용하는 상악 전치부와 구치부의 부분악교합촬영, 하악 전치부와 구치부의 단면교합촬영 및 부분악교합촬영을 각각 지름 2.75인치로 시준된 open-end cylinder 8인치와 16인치 조사통으로 시행하였고, 구치부는 좌측에서 촬영했으며 진단적 가치를 지니는 방사선사진을 얻기위해 8인치 조사통에서는 1/4초, 16인치 조사통에서는 1초의 노출시간을 주어 본 실험을 시행하였다(Fig. 1).

각 촬영방법에 따른 조건은 Table 1과 같다.

사용된 필름은 5×7cm(size 4) speed group D(Dentus M2[®], AGFA-Geveart, Belgium)교

합필름을 교환면에 위치시켜 70kVp, 15mA 상태에서 2.5mm 알루미늄여과판을 사용한 구내방사선촬영기(Ritter[®], Sybron Co., U.S.A.)로써 연속 20회 노출시키고, 시료를 백금 planchette에 담아 세라믹 열판으로 가열하여 이때 방출되는 열발광을 광증배관(Model R268, Hamamatsu Co., Japan)과 열발광 분석기(Model 2001S, Top Electronics Co., Japan)로 방사선 흡수량을 측정정한 후 평균치를 취하여 각 부위의 흡수량으로 표시하였다.

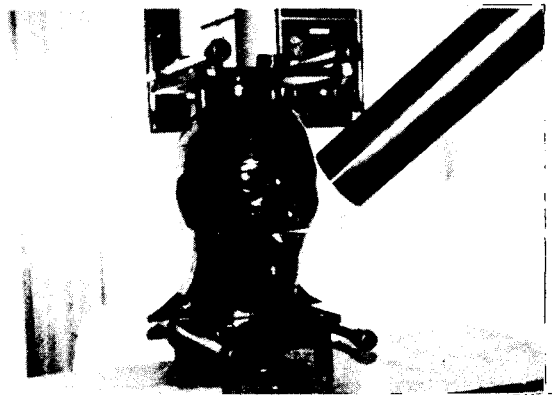


Fig. 1. Phantom head positioned in intraoral X-ray unit

III. 성 적

열발광분석기의 측정오차 5%를 감안하여 산출된 실험결과는 Table 2와 같다. 가장 높은 방사선 흡수량을 보인 부위는 피부표면으로써 3264mrad에서 4073mrad 범위에 있었으며 각 촬영방법에서의 차이는 크지 않았다.

피부표면을 제외한 다른 부위의 방사선 흡수량을 살펴보면, 8인치 조사통의 상악전치부 부분악교합촬영에서는 양측안구, 양측상악동, 뇌하수체부위에서 다른 부위에 비하여 많은 방사선 흡수량을 나타내었고 특히 양측안구부위에서 높게 나타났으며, 16인치 조사통의 상악전치부 부분악교합촬영에서는 8인치 조사통과 유사하게 나타났으나 우측안구부위에서 좌측안구부위보다 높게 나타났다. 8인치 및 16인치 조

Table 1. The factors of each projection and projection area

Methods	Kvp	Time (sec)	mA	FSD	Angle of beam
8" Max. Ant. (T)	70	1/4	15	8 inch	45° to film through nose tip.
16" Max. Ant. (T)	70	1	15	16 inch	45° to film through nose tip.
8" Max. Post. (T)	70	1/4	15	8 inch	45° to film through 2cm below outer canthus
16" Max. Post. (T)	70	1	15	16 inch	45° to film through 2cm below outer canthus
8" Mn. Ant. (C)	70	1/4	15	8 inch	90° to film through chin
16" Mn. Ant. (C)	70	1	15	16 inch	90° to film through chin.
8" Mn. Post. (C)	70	1/4	15	8 inch	90° to film through mand. inferior border
16" Mn. Post. (C)	70	1	15	16 inch	90° to film through mand. inferior border
8" Mn. Ant. (T)	70	1/4	15	8 inch	45° to film through chin.
16" Mn. Ant. (T)	70	1	15	16 inch	45° to film through chin
8" Mn. Post. (T)	70	1/4	15	8 inch	45° to film through 2cm above mand. inferior border
16" Mn. Post. (T)	70	1	15	16 inch	45° to film through 2cm above mand. inferior border

C; cross-sectional technique

T; topographic technique

Table 2. Absorbed dose of occlusal radiography

*unit mrad

Areas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Methods												
8" Max. Ant. (T)	4061	878	910	284	319	165	61	35	38	38	12	3771
16" Max. Ant. (T)	3486	963	568	325	200	110	38	35	84	35	23	3449
8" Max. Post. (T)	3791	380	768	160	339	47	79	18	47	9	12	3389
16" Max. Post. (T)	4044	363	1058	165	264	52	35	12	18	18	6	3786
8" Mn. Ant. (C)	3560	136	55	23	15	12	9	9	23	23	44	3305
16" Mn. Ant. (C)	4319	145	44	18	12	9	9	18	17	15	12	4026
8" Mn. Post. (C)	3681	21	131	12	67	18	21	12	35	41	50	3258
16" Mn. Post. (C)	3945	15	244	12	87	18	9	12	17	35	21	3600
8" Mn. Ant. (T)	4217	35	38	131	96	67	58	47	128	108	87	3812
16" Mn. Ant. (T)	4334	18	26	35	130	90	35	44	70	100	56	4073
8" Mn. Post. (T)	3870	58	25	38	87	67	35	32	100	148	76	3264
16" Mn. Post. (T)	4232	102	38	47	43	26	24	15	50	61	41	3896

1. standard, 2. eyeball (Rt.), 3. eyeball (Lt.), 4. max. sinus (Rt.) 5. max. sinus (Lt.) 6. pituitary gland, 7. parotid gland (Rt.), 8. parotid gland (Lt.), 9. submandibular gland (Rt.), 10. submandibular gland (Lt.), 11. thyroid gland, 12. skin surface. C; cross-sectional technique

T; topographic technique

사통의 상악구치부 부분악교합촬영에서는 특징적으로 조사측안구부위에서 반대측안구부위보다 높게 나타났으며 16인치 조사통의 상악구치부 부분악교합촬영시 갑상선에서 6mrad의 흡수량을 나타내었다.

8인치 및 16인치 조사통의 하악전치부 단면교합촬영에서는 우측이하선에서 각각 9mrad의 흡수량을 나타내어 다른 부위에 비하여 적었고, 하악구치부 단면교합촬영시에는 조사측안구와 조사측상악동부위에서 다른 부위에 비하여 흡수량이 많았다.

그리고 8인치 및 16인치 조사통의 하악전치부 부분악교합촬영에서는 양측악하선과 갑상선부위에서 상악부분악교합촬영과 하악단면교합촬영에서 나타난 흡수량보다 높았으며, 8인치 조사통의 하악구치부 부분악교합촬영에서는 조사측악하선부위가 148mrad로써 다른 부위에 비하여 높게 나타났고 16인치 조사통에서는 반대측안구부위에서 다른 부위보다 흡수량이 많았다.

각 부위별로 상대적인 방사선 흡수량을 비교하기 위하여 얻어진 각 수치에 사용대수를 취하여 도표로 나타내었다.

전반적으로 피부표면에서 가장 높은 흡수량을 보였으며, 상악부분악 교합촬영시에는 우측안구, 우측상악동, 뇌하수체부위는 상악전치부 촬영시 상악구치부 촬영보다 상대적으로 흡수량이 높았고 전반적으로 안구, 상악동, 뇌하수체부위가 다른 부위에 비하여 더 높은 흡수량을 보였으며 갑상선부위는 상대적으로 낮은 흡수량을 보였다(Fig. 2).

하악단면교합촬영시에는 우측안구부위는 하악전치부촬영시 하악구치부촬영보다 상대적으로 흡수량이 높았으며 좌측안구와 좌측상악동부위는 하악구치부촬영시에 하악전치부촬영보다 상대적으로 높게 나타났다(Fig. 3).

하악부분악교합촬영시에는 우측안구부위는 구치부촬영시 전치부촬영보다 상대적으로 흡수량이 높았고 우측상악동부위에서는 8인치 하악전치부촬영시 상대적으로 높은 흡수량을 나타내었으며 좌측상악동과 뇌하수체부위에서는 전치부 촬영시 구치부촬영보다 높았다(Fig. 4).

상하악전치부 교합촬영시의 상대적인 방사선 흡수량을 비교해 보면 양측안구부위는 상악전치부 부분악교합촬영시 상대적으로 흡수량이 높았고 상악동, 뇌하수체, 이하선부위에서는 상악전치부와 하악전치부 부분악교합촬영시 하악전치부 단면교합촬영보다 높았으며 악하선과 갑상선부위는 하악전치부 부분악교합촬영에서 상대적으로 다른 촬영에서보다 흡수량이 높았다(Fig. 5).

구치부 교합촬영시에는 안구와 상악동부위는 상악구치부촬영에서 다른 촬영보다 흡수량이 높았고 조사측안구와 조사측상악동에서 더 높은 흡수량을 보였으며 악하선과 갑상선부위에서는 8인치 조사통의 하악구치부 부분악교합촬영에서 상대적으로 높게 나타났다(Fig. 6).

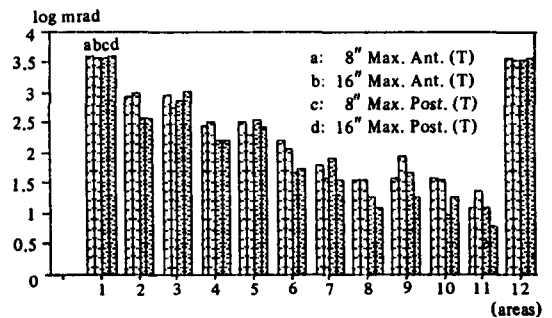


Fig. 2. Relative absorbed doses on the maxillary projections. 1. standard, 2. eyeball (Rt.), 3. eyeball (Lt.), 4. Max. sinus (Rt.) 5. Max. sinus (Lt.), 6. pituitary gland, 7. parotid gland (Rt.) 8. parotid gland (Lt.), 9. submandibular gland (Rt.), 10. submandibular gland (Lt.), 11. thyroid gland, 12. skin surface.

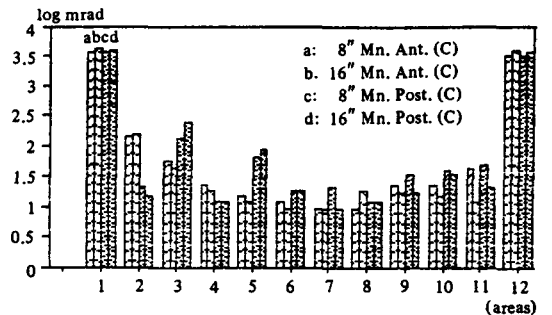


Fig. 3. Relative absorbed doses on mandibular cross-sectional occlusal projections

IV. 고 찰

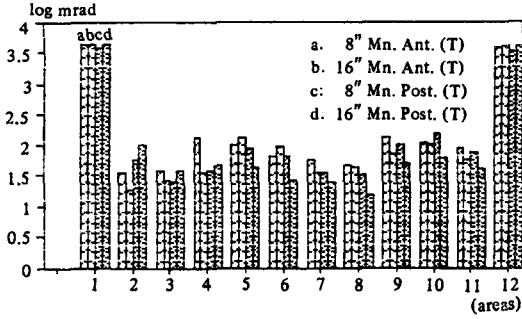


Fig. 4. Relative absorbed doses on mandibular topographic occlusal projections

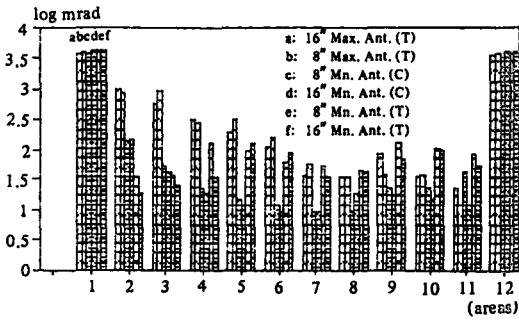


Fig. 5. Relative absorbed doses on maxillary, mandibular anterior occlusal projections

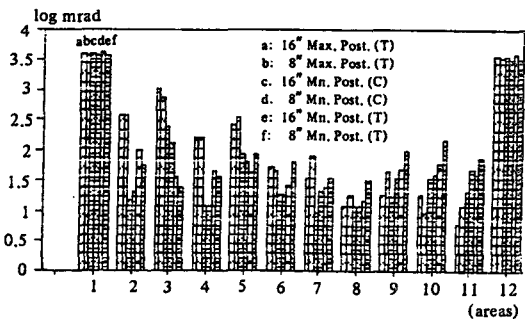


Fig. 6. Relative absorbed doses on maxillary, mandibular posterior occlusal projections

방사선이 현대의학에 기여한 바는 지대한 것이나 잠재적인 위험과 생물학적 위해효과에 대해서도 많은 보고³⁰⁻³⁶가 있어 왔다. 그러나 실제적으로 치과방사선사진촬영시 체내에 전달되는 방사선 흡수량에 대해서는 아직 완전히 정립되어 있지 않다.

이온화 방사선으로 인하여 백내장과 수정능력 장애와 같은 급성 위해효과와 발암현상, 기형현상, 돌연변이현상등의 만성 위해효과가 보고된 바 있고, 방사선 흡수량이 증가될수록 그 위험도는 피폭된 집단에서 증대되었으며 치과방사선촬영에서도 이온화 방사선에 피폭될 경우 일차적인 체내위험으로서 백혈병이 유발될 수 있었다고 하였다³⁰.

Modan³¹, Whitcher³², Kaffe³³은 두경부에 있는 기관들 중에서 갑상선이 발암에 가장 민감하며 갑상선암이 6.5rad 정도에서도 유도될 수 있다고 하여 방사선 피폭과 발암현상과의 직접적인 관계에 대해 언급하였다.

그리하여 방사선 흡수량을 줄이기 위하여 faster X-ray film, small beam diameter, 조사통 시준, 여과의 부가, 방사선원-피부간 거리증가, leaded apron, 평행촬영법등을 사용하여야 하며³⁴ Block³⁵, Palmer³⁶은 구내방사선사진 촬영시 갑상선 흡수량을 감소시키기 위해 lead shield의 필요성을 역설하였다.

방사선 흡수량에 영향을 미치는 요인에 대한 좀더 상세한 연구로서 Frey와 Wuehrmann^{5,6}은 구내방사선사진 촬영술식에서 두부 내부에 기록되는 X-선의 형태를 연구하여 낮은 관전압과 짧은 거리일 때가 높은 관전압과 먼 거리일 때보다 피부와 내부에 전달되는 방사선량이 더 많다고 하였고, 높은 관전압과 먼 거리일 경우 심부 조직에서 흡수량이 증가한다고 하였으며 TLD를 이용하여 측정된 결과 피부입사 흡수량은 낮은 관전압과 plastic cone에서 높았고 교익필름 표면에서의 방사선량은 70.35-79.95mrad 범위에 있었다고 보고하면서 결

론적으로 방사선원-피부간 거리, 시준, 여과, 노출시간, 관전압등이 흡수량에 직접 영향을 끼친다고 하였다.

1953년 Nolan³⁷⁾은 전악 구내방사선사진 촬영시 총피폭량은 315R이고 필름당 12.6R이라고 보고하였으나 21년 후에는 총피폭량이 3.130-9.905R 범위에 있었고 필름당 평균 174-550mR이었다고 보고되고¹⁴⁾ 있어 방사선 시험이 약 1/300정도로 줄었다.

Alcox와 Jameson⁹⁾은 구내방사선촬영시 피부에서 필름당 200-300mR의 방사선 피폭량을 나타낸다고 보고하였으나 Lee⁷⁾는 910mR이었다고 보고하였다. 본 연구에서는 피부표면에서 3-4rad의 높은 방사선 흡수량을 나타냈는 바 이러한 차이는 주로 교합촬영법으로 인한 노출시간 증가, phantom의 차이, 방사선촬영기의 차이에 기인한다고 사료된다.

Brooks등¹⁵⁾은 여러 종류의 악관절 방사선 촬영법에서의 흡수량을 연구한 결과 입사점부위의 해부학적 구조물은 모든 술식에서 가장 많은 방사선 흡수량을 나타내었다고 하였으며 Weissman³⁾, Antoku³⁸⁾등도 같은 보고를 하였다. 본 연구에서도 일차선이 지나가는 피부표면에서 3-4rad의 방사선 흡수량을 나타내었고, 상악교합촬영시에는 안구와 상악동부위에서, 하악단면교합촬영시에는 좌측안구에서, 하악부분악교합촬영시에는 악하선과 감상선부위에서 상대적으로 높은 흡수량을 나타내었는 바 선학들의 보고와 일치함을 알 수 있었다. 그러나 16인치 조사통의 상악전치부 촬영에서 8인치 조사통으로 촬영한 것보다 우측안구가 좌측안구보다 높은 흡수량이 측정된 것은 조사

길이에 따른 일차선의 성질 때문인 것으로 사료되고, 또한 8인치 및 16인치 하악전치부 단면교합촬영에서 우측안구가 좌측안구보다 높게 측정된 것은 조사통 길이에 관계없이 안구 전방에 위치시에는 일차선이 통과되나 내부에 위치시에는 일차선이 통과되지 않는 것에 기인한다고 사료된다.

그리고 Nolan과 Patterson⁴⁾은 8인치 조사통을 사용할 때는 16인치 조사통에서보다 환자에게 전달되는 방사선량이 3-4배 증가된다고 하

였으며 환자에게 전달되는 방사선량을 같게하기 위해서는 노출시간을 1/4로 줄여야 한다고 하였다. 본 실험에서도 비슷한 진단적가치를 지니는 방사선사진을 얻기 위해서 inverse square law를 적용하여 8인치에서의 노출시간을 16인치에서의 1/4로 하였으며 8인치 조사통과 16인치 조사통에서의 방사선 흡수량은 16인치 조사통 사용시 모든 부위에서 다소 높게 나타났으나 현저한 차이는 없었다.

1973년 Weissman³⁾은 처음으로 4종류의 구내교합사진 촬영시 Calcium fluoride TLD로써 12부위 해부학적 위치의 피폭정도와 방사선 흡수량을 측정하여 상악전치 및 구치부촬영에서는 각막과 제1대구치 부위에서, 상악전치부 촬영에서는 각막과 인중부위에서, 하악전치부 촬영에서는 악하선부위와 뇌하수체부위에서보다 높은 흡수량을 나타내었으며 하악촬영에서도 악하선부위가 가장 높게 나타났다고 보고하였다. 이것은 일차선이 직접 지나가는 곳의 해부학적 구조물에서 큰 흡수량을 나타낸 바 본 연구에서도 상악전치부 촬영시 안구와 상악동부위에서 높은 흡수량을 보였고 상악구치부 촬영시 조사측안구와 조사측상악동부위에서 높은 흡수량을 보였으며 뇌하수체부위는 상악전치부 촬영과 하악전치부 부분악교합촬영시 상대적으로 높은 흡수량을 보였다. 또한 하악부분악교합촬영시 악하선과 감상선부위에 상대적으로 높은 흡수량이 나타났는 바 Weissman의 연구³⁾와 유사함을 보여주고 있다.

Berge와 Wϕhni²⁵⁾는 상악의 4가지 표준화 교합촬영시 두경부 여러기관에 전달되는 흡수량을 TLD를 사용하여 측정하였는데 axial incisa촬영 및 tubel촬영으로부터의 피부흡수량은 26.6mGy와 31.9mGy로써 본 연구에서 측정된 피부흡수량과 거의 유사한 범위에 있었으며 안구부위에서도 11.4mGy-2.5mGy로써 본 연구의 상악부 촬영과 유사한 흡수량을 나타내었다.

이와같이 선학들의 연구와 비교해본 결과 구체적인 방사선 흡수량은 다소 차이가 있었으며 이는 촬영방법, 노출시간, 관전압, 방사선원-피부간 거리, 촬영기종, phantom의 종류등

의 여러 조건변화에 따른 차이인 것으로 사료되며 각 교합촬영법에 따른 관전압, 관전류, 노출시간의 변화에 따른 흡수량의 차이에 대해서도 계속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 요 약

임상적으로 많이 사용하고 있는 교합촬영시의 두부 각 부위의 방사선 흡수량을 평가하기 위하여 황산칼슘(CaSO_4) 열발광선량계를 phantom(RT-210 Head & Neck Section^R, Humanoid Systems Co., U.S.A.) 내부의 중요한 해부학적 구조물 10부위를 포함한 총 12부위에 위치시켜 70kVp, 15mA 상태 하에서 8인치 조사통에서는 1/4초, 16인치 조사통에서는 1초 동안 X-선을 노출시켜 상악 전치부 및 구치부의 부분악교합촬영, 하악전치부 및 구치부의 단면교합촬영과 부분악교합촬영시의 방사선 흡수량을 조사하여 아래와 같이 결과를 얻었다.

1. 전체적으로 가장 높은 방사선 흡수량을 보인 부분은 피부표면으로써 3264mrad에서 4073mrad 범위에 있었으며 각 촬영법에서의 차이는 크지 않았다.

2. 상악전치부 부분악교합촬영시 안구, 상악동, 뇌하수체부위가 다른 부위에 비해 방사선 흡수량이 많았으며 편측 상악구치부 부분악교합 촬영에서는 조사측안구와 조사측상악동부위에 많은 방사선 흡수량을 보였다.

3. 하악전치부 단면교합촬영시 안구부위를 제외한 모든 부위에서 비교적 낮은 방사선 흡수량을 보였다.

4. 편측 하악구치부 단면교합촬영시 조사측 안구부위와 조사측상악동 부위에서 다른 부위에 비하여 상대적으로 높은 방사선 흡수량을 보였다.

5. 하악전치부 부분악교합촬영시 양측상악동, 양측악하선, 감상선부위에서 다른 부위에 비하여 높은 방사선 흡수량을 보였다.

6. 편측 하악구치부 부분악교합촬영시 조사

측악하선부위에서 다른 부위에 비하여 높은 방사선 흡수량을 나타내었고 반대측안구에서도 상대적으로 높은 방사선 흡수량을 보였다.

REFERENCES

1. Underhill, T.E.: Radiobiologic risk estimation from dental radiography. Part 1. Absorbed doses to critical organs, *Oral Surg.*, 66:111-120, 1988.
2. Richard, A.G.: Roentgen-ray doses in dental roentgenography, *J.A.D.A.*, 56:351-369, 1958.
3. Weissman, D.D.: Comparative absorbed doses in dental radiography. III. Special projections, *J. Dent. Res.*, 52:366-370, 1973.
4. Nolan, W.E. and Patterson, H.W.: Radiation hazards from the use of dental X-ray units, *Radiology*, 61:625-629, 1953.
5. Frey, N.W. and Wuehrmann, A.H.: Radiation dosimetry and intraoral radiographic techniques. I. X-ray beam pattern within head, *Oral Surg.*, 38:151-160, 1974.
6. Frey, N.W. and Wuehrmann, A.H.: Radiation dosimetry and intraoral radiographic techniques. II. Internal and external dose measurements, *Oral Surg.*, 38:639-652, 1974.
7. Lee, W.: Comparative radiation doses in dental radiography, *Oral Surg.*, 37:962-968, 1974.
8. Greer, D.F.: Determination and analysis of absorbed doses resulting from various intraoral radiographic techniques, *Oral Surg.*, 34:146-162, 1972.
9. Alcox, R.W. and Jameson, W.R.: Patient exposures from intraoral radiographic examinations, *J.A.D.A.*, 88:568-579, 1974.

10. White, S.C. and Rose, T.C.: Absorbed bone marrow dose in certain dental radiographic techniques, *J.A.D.A.*, 98:553-558, 1979.
11. Winkler, K.G.: Influence of rectangular collimation and intraoral shielding on radiation dose in dental radiography, *J.A.D.A.*, 77:95-101, 1968.
12. Weissman, D.D. and Sobkowski, F.J.: Comparative thermoluminescent dosimetry of intraoral periapical radiography, *Oral Surg.*, 29:376-386, 1970.
13. Baily, N.A.: Patient exposure to ionizing radiation in dental radiography, *Radiology*, 69:42-45, 1957.
14. Richard, A.G. and Colquitt, W.N.: Reduction in dental X-ray exposures during the past 60 years, *J.A.D.A.*, 103:713-718, 1981.
15. Brooks, S.L. and Lanzetta, M.L. Absorbed doses from temporomandibular joint radiography, *Oral Surg.*, 59:647-652, 1985.
16. Priv-Doz, T.J.: Gonadal doses resulting from panoramic X-ray examinations of the teeth, *Oral Surg.*, 19:745-753, 1965.
17. Aken, J. and Linden, L.W.J.: The integral Absorbed dose in conventional and panoramic complete-mouth examinations, *Oral Surg.*, 22:603-617, 1966.
18. Kuba, R.K. and Beck, Jr., J.O.: Radiation dosimetry in panorex roentgenography. Part II. Pattern of radiation distribution, *Oral Surg.*, 25:386-392, 1968.
19. Kuba, R.K. and Beck, Jr., J.O.: Radiation dosimetry in panorex roentgenography. Part III. Radiation dose measurement, *Oral Surg.*, 25:393-404, 1968.
20. Manson-Hing, L.R. and Greer, D.F.: Radiation exposure and distribution measurements for three panoramix X-ray machines, *Oral Surg.*, 44:313-321, 1977.
21. Whitcher, B.L., Gratt, B.M. and Sickles, E.A.: A leaded apron for use in panoramic dental radiography, *Oral Surg.*, 49:467-470, 1980.
22. Hayami, A.: The integral dose in panoramic intraoral X-ray tube radiography, *Oral Surg.*, 56:98-102, 1983.
23. Myers, D.R.: Radiation exposure during panoramic radiography in children, *Oral Surg.*, 46:588-593, 1978.
24. Berge, T.I. and Wøhni, T.: Absorbed doses to discrete organs of the head and neck from four maxillary occlusal projections, *Dento-maxillofacial Rad.*, 10:77-84, 1981.
25. Berge, T.I. and Wøhni, T.: Red bone marrow doses, integral absorbed doses, and somatically effective dose equivalent from four maxillary occlusal projections, *Oral Surg.*, 57:212-218, 1984.
26. Richard, A.G. and Webber, R.L.: Constructing phantom heads for radiation research, *Oral Surg.*, 16:683-690, 1963.
27. Kuba, R.K. and Beck, Jr., J.O.: Radiation dosimetry in panorex roentgenography. Part I. Use of phantoms in dental radiation dosimetric research, *Oral Surg.*, 25:380-385, 1968.
28. Worton, R.G. and Holloway, A.F.: Lithium fluoride thermoluminescence dosimetry, *Radiology*, 87:938-948, 1966.
29. 최태진 : C₂SO₄ : Dy 열발광선량계의 제작과 물리적 특성. *새물리*, 26 : 506-512, 1986.
30. White, S.C. and Frey, N.W.: An estimation of somatic hazards to the united states population from dental radiography, *Oral Surg.*, 43:132-159, 1977.
31. Modan, B.: Radiation-induced head and neck tumors, *Lancet*, 23:277-279, 1974.
32. Whitcher, B.L., Gratt, B.M., and Sickles, E.A.: Leaded shields for thyroid dose

- reduction in intraoral radiography, *Oral Surg.*, 48:567-570, 1979.
33. Kaffe, I.: Efficiency of the cervical lead shield during intraoral radiography, *Oral Surg.*, 62:732-736, 1986.
 34. Sikorski, P.A. and Taylor, K.W.: The effectiveness of the thyroid shield in dental radiology, *Oral Surg.*, 58:225-236, 1984.
 35. Block, A.J., Goepf, R.A., and Mason, E.W.: Thyroid radiation dose during panoramic and cephalometric dental X-ray examination, *Angle Orthod.*, 47:17-24, 1977.
 36. Palmer, J.A., Mustard, R.A., and Simpson, W.J.: Irradiation as an etiologic factor in tumors of the thyroid, parathyroid and salivary glands, *Can. J. Surg.*, 23:39-42, 1980.
 37. Nolan, W.E.: Radiation hazards to the patient from oral roentgenography, *J.A.D.A.*, 47:681-684, 1953.
 38. Antoku, S.: Doses to critical organs from dental radiography, *Oral Surg.*, 41:251-260, 1976.

— ABSTRACT —

ESTIMATION OF ABSORBED DOSE IN OCCLUSAL RADIOGRAPHY

Young Ah Yoo, D.D.S., Karp Shik Choi

Department of Dental Radiology College of Dentistry, Kyungpook National University

Sang Han Lee, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

*Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry,
Kyungpook National University*

The purpose of this study was to estimate absorbed dose of each important anatomic site of phantom (RT-210 Head & Neck Section^R, Humanoid Systems Co., U.S.A.) head in occlusal radiography. X-radiation dosimetry at 12 anatomic sites in maxillary anterior topography, maxillary posterior topography, mandibular anterior cross-section, mandibular posterior cross-section, mandibular anterior topographic, mandibular posterior topographic occlusal projection was performed with calcium sulfate thermoluminescent dosimeters under 70 Kvp and 15 mA, 1/4 second (8 inch cone) and 1 second (16 inch cone) exposure time.

The results obtained were as follows:

Skin surface produced highest absorbed dose ranged between 3264 mrad and 4073 mrad but there was little difference between projections.

In maxillary anterior topographic occlusal radiography, eyeballs, maxillary sinuses, and pituitary gland sites produced higher absorbed doses than those of other sites. In maxillary posterior topographic occlusal radiography, exposed eyeball site and exposed maxillary sinus site produced high absorbed doses.

In mandibular anterior cross-sectional occlusal radiography, all sites were produced relatively low absorbed dose except eyeball sites.

In mandibular posterior cross-sectional occlusal radiography, exposed eyeball site and exposed maxillary sinus site were produced relatively higher absorbed doses than other sites.

In mandibular anterior topographic occlusal radiography, maxillary sinuses, submandibular glands, and thyroid gland sites produced high absorbed doses than other sites.

In mandibular posterior topographic occlusal radiography, submandibular gland site of the exposed side produced high absorbed dose than other sites and eyeball site of the opposite side produced relatively high absorbed dose.