

Orthopos[®] 파노라마방사선촬영기의 각종 프로그램에 따른 흡수선량

서울대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실, 두뇌한국21 및 치학연구소
최 순 철 · 이 설 미

The absorbed doses from each exposure program of the Orthopos[®] panoramic machine

Soon-Chul Choi, Sul-Mi Lee

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, BK21 & Dental Research Institute, College of Dentistry, Seoul National University

ABSTRACT

Purpose : The objective of this study was to estimate the radiation absorbed doses in certain critical organs in the head and neck region with 16 imaging programs available on the Orthopos[®] panoramic machine.

Materials and Methods : A Rando phantom and LiF TLD chips were used for dosimetry. The absorbed doses were measured at the thyroid gland, the submandibular gland, the parotid gland, the mouth floor, the maxillary sinus, the brain, the mandibular body, the mandibular ramus, the 2nd cervical spine and the skin over TMJ area.

Results : The overall absorbed doses with imaging programs available on the Orthopos[®] panoramic machine were much less than that of standard program (program 1) except program 8, 11, and 16. Generally, the absorbed doses to the bone marrow of the mandibular ramus and the parotid gland were high, but the absorbed doses to the bone marrow in the mandibular body, brain, maxillary sinus, and, especially, the thyroid gland were very low.

Conclusion : The modified imaging programs available on the Orthopos[®] panoramic machine can be effectively used in aspect of radiation protection. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2001; 31 : 215-9)

KEY WORDS : radiation; dosage; dosimetry; radiography, panoramic

서 론

치과 임상에서 주 관심이 되는 부위는 치아와 악골이며 이러한 부위에 발생한 질환을 진단하기 위해서 주로 사용하는 방사선촬영법은 치근단방사선사진촬영법과 표준 파노라마방사선사진촬영법이다. 그러나 경우에 따라 치아와 악골 이외에 인접 구조물인 상악동이나 측두하악관절부를 관찰하거나 악골의 일부분만을 관찰할 필요가 있는데 이를 위해 몇몇 파노라마방사선촬영기에는 여러 가지 프로그램이 내장되어 있다. 이중 Orthopos[®] 파노라마방사선촬영기 (Siemens, Erlangen, Germany)는 16가지의 프로그램을 갖고 있어 다양한 목적에 맞추어 사용할 수 있다. 이렇게 기술적인 발달에 의해 새로운 영상을 얻게 됐을 때 고려

해야 할 사항으로는 여러 가지를 들 수 있으나 대표적으로 새로운 영상의 진단능과 촬영시 환자에게 흡수되는 흡수선량을 들 수 있다.

그 동안 많은 학자들이¹⁻¹⁴ 파노라마방사선사진촬영시에 여러 가지 기관이나 조직에 노출되는 선량이나 흡수선량에 대해 연구하였다. 이중 파노라마방사선사진촬영기종 간의 차이를 연구한 경우에는 Nelson과 Rupp¹⁵이 같은 기종의 촬영기 3대를 이용하여 비교한 바 있으며 Altonen 등,¹⁶ Manson-Hing과 Greer,¹⁷ Wall 등,¹⁸ Stenström 등,¹⁹ Gibbs 등,²⁰ Underhill 등²¹은 여러 가지 종류의 촬영기를 이용하여 노출량이나 흡수선량을 비교 연구하였다.

국내에서도 김 등,²² 조 등,²³ 최²⁴가 여러 가지 파노라마방사선촬영기종을 이용하여 두경부 여러 부위의 흡수선량을 연구한 바 있으나 특별한 목적으로 고안된 프로그램으로 촬영시의 선량에 대한 연구는 Lecomber과 Faulkner,²⁵ Lecomber 등²⁶이 있을 뿐 국내외적으로 매우 드문 실정이다. 이에 저자는 두부 모형을 이용하여 Orthopos[®] plus 기종의 16가지 프로그램으로 촬영시 두경부 여러 부위, 특히 방사선에 의한 위해 효과가 크다고 알려진 부위에 흡수되

이 논문은 1999년도 서울대학교병원 임상연구비 (01-1999-068-0) 지원에 의해 이루어진 것임.
접수일 : 2001년 9월 5일 채택일 : 2001년 10월 16일
Correspondence to : Prof. Soon-Chul Choi
Department of Oral and Maxillofacial Radiology College of Dentistry, Seoul National University 28, Yongon-Dong, Chongno-Gu Seoul, 110-749, KOREA
Tel) 82-2-760-3498, Fax) 82-2-744-3919
E-mail) raychoi@snu.ac.kr

는 선량을 비교하고자 하였다.

내용 및 방법

1. 방사선사진 촬영

사람의 견조두개골에 인체 연조직의 방사선감쇠 정도와 유사한 방사선감쇠계수를 갖는 isocyanate rubber를 입혀 만든 2.5 cm 두께의 10개의 절단면으로 구성된 선량측정용 Rando phantom (Humanoid System Co., USA)을 이용하였다.

Table 1. Description of each of the 16 Orthopos® plus programs

Program number	Description	Number of exposure
1	Complete standard exposure	1
2	Standard exposure, restricted to the teeth	1
3	Maxillary sinus	2
4	TMJ, lateral	2
5	TMJ, posterior-anterior	2
6	TMJ, lateral, with closed and open mouth	4
7	TMJ, posterior-anterior, with closed and open mouth	4
8	Multi-layer exposures of TMJ, lateral	6
9	Multi-layer exposures of TMJ, posterior-anterior	6
10	Standard exposure (Status), for children	1
11	Standard exposure, with 1.25-fold magnification	1
12	Display of the anterior teeth area	1
13	Paranasal tomographic exposure	1
14	Standard exposure, left half side	1
15	Standard exposure, right half side	1
16	Multi-layer exposures in the buccal teeth area	6

Table 2. Exposure parameters for each program

Program number	Tube potential (kVp)	Tube current (mA)	Exposure time (s)
1	73	15	14.1
2	73	15	11.8
3	73	15	16.1
4	73	15	8.1
5	77	14	10.0
6	77	14	12.5
7	77	14	18.5
8	77	14	25.2
9	77	14	22.7
10	73	15	11.3
11	77	14	14.3
12	84	13	4.8
13	90	12	14.3
14	73	15	8.1
15	73	15	8.1
16	84	13	21.2

방사선 노출은 Orthopos® plus로 소아 촬영용 프로그램인 P10의 경우에 22 mm × 1.5 mm의 slit collimator를 사용한 외에는 필름 크기 5인치 × 12인치에 맞추어진 43 mm × 1.5 mm slit collimator를 사용하여 각각 16가지의 프로그램에 맞추어 촬영하였다. 프로그램의 종류와 노출조건은 Table 1과 Table 2와 같다. 촬영은 모두 10회씩 시행하였으며 같은 과정을 3회 반복하였다.

2. 흡수선량 측정

열형광선량계로는 가로 1/8인치, 세로 1/8인치, 두께 0.035인치의 LiF TLD-100 chip (Harshaw Co., USA)을 사용하였으며 3개씩 chip container에 넣어 각각의 방사선사진 촬영 전에 Rando phantom의 갑상선부위, 우측 악하선 부위, 우측 이하선부위, 구강저, 우측 상악동, 뇌부위, 우측 하악체골수부위, 우측 하악지 골수 부위, 제 2 경추 골수 부위에 위치시켰으며 우측 측두하악관절 피부 부위에도 하나의 chip container를 부착시켰다.

모든 TLD chip은 결정 내에 남아 있을 수 있는 에너지를 모두 방출시키기 위해 실험 전에 400°C에서 1시간 소성(annealing)한 후 실온에서 식힌 다음 다시 100°C에서 2시간 소성하였다. 방사선 노출 후 각각의 chip을 TLD reader (Harshaw Co., USA)로 측정된 후 측정된 전하량(nC)을 calibration curve를 이용하여 mR 단위의 노출량으로 변환시켰다. 이때 매 소성 후 같은 조건에서 따로 보관한 3개의 TLD chip으로 배경방사선의 양을 구한 후 개개 측정치에서 빼 주었다. calibration curve는 이미 알고 있는 양의 방사선에 노출시킨 TLD chip의 전하량을 측정된 후 노출된 방사선의 양과 측정된 전하량을 상호 연관시켜 얻었다(Fig. 1). 이렇게 얻어진 값은 노출량이므로 이를 흡수선량으로 환산하기 위하여, 즉 mR을 µGy로 환산하기 위하여 correction factor 9.05를 곱하였다.²⁷

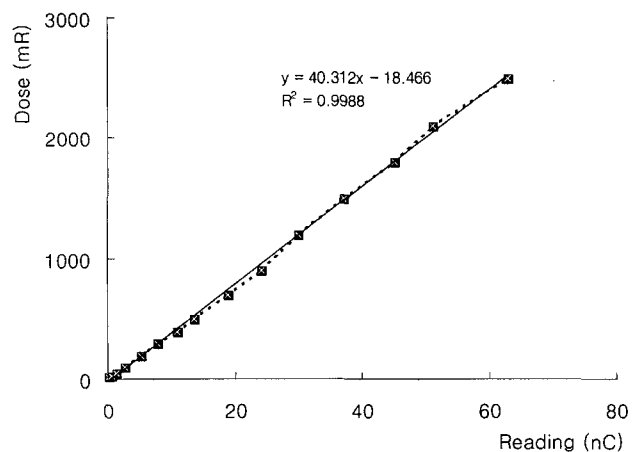


Fig. 1. Calibration curve.

결 과

프로그램 1과 비교했을 때 프로그램 2에서의 흡수선량은 상 영역에 포함되지 않는 부위를 중심으로 전반적으로 감소되었으나 구강저 부위에서는 오히려 증가하였다. 프로그램 3에서도 전반적으로 현저한 감소를 보였으나 뇌 부위에서는 오히려 크게 증가하였다. 프로그램 4와 5에서는 TMJ 피부 부위의 선량이 크게 증가하였고 이하선 부위의 선량이 증가하였으나 다른 부위에서는 전반적으로 감소하였다. 다만 프로그램 5에서 상악동 부위의 선량이 증가하였다. 프로그램 6에서는 제 2 경추 골수, 뇌, 이하선 부위에서 선량이 다소 증가한 외에는 다른 부위에서는 전반적으로 감소하였다. 프로그램 7에서는 TMJ 피부, 뇌, 상악동, 이하선 부위의 선량이 크게 증가하였으며 골수, 구강저, 이하선 부위에서는 감소하였다. 프로그램 8에서는 제 2 경추 골수, 뇌, 이하선 부위의 선량이 크게 증가하였으며 하악지와 하악체 골수, 구강저, 악하선 부위에서는 크게 감소하였다. 프로그램 9에서는 TMJ 피부, 상악동, 이하선 부위의 선량이 크게 증가하였으며 골수, 구강저, 악하선 부위의 선량은 감소하였다. 프로그램 10에서는 모든 부위의 선량이 감소하였다. 프로그램 11에서는 구강저 부위를 제외하고는 모든 부위에서 약간씩 증가하였다. 프로그램 12에서는 제 2 경추 골수 부위의 선량이 다소 증가된 외에는 다른 부위에서는 현저히 감소하였다. 프로그램 13에서는 TMJ 피부 부위와 뇌 부위의 선량이 프로그램 중 최고치를 나타내었으나 다른 부위에서는 매우 낮았다. 다만 상악동 부위에서는 크게 증가하였다. 프로그램 14와 15에서는 구강저 부위를 제외하고는 전반적으로 감소하는 양상을 나타내었다. 특히 프로그램 15에서는 프로그램 14에 비해 하악지 골수,

이하선, 악하선 부위의 선량이 크게 감소하였다. 프로그램 16에서는 제 2 경추 부위를 제외하고는 전반적으로 증가하였으며 특히 하악지 골수, 하악체 골수, 상악동, 이하선, 악하선 부위에서는 16개 프로그램 중 최고치를 나타내었다 (Table 3 참조).

총괄 및 고안

TMJ 부위와 하악지의 후연을 제외하고 주로 치아를 평가하기 위한 프로그램 2의 경우 흡수선량이 전반적으로 감소하여 전 장기를 고려하면 약 58%가 감소하였다. 이 결과는 Lecomber와 Faulkner²⁵가 보고한 85% 감소에는 미치지 않았으나 치아 검사를 목적으로 할 경우에는 방사선 방어 측면에서 흡수선량을 감소시킬 수 있어 추천할 만한 프로그램이라고 할 수 있다. 주로 소아 환자를 대상으로 개발된 프로그램 10의 경우도 역시 모든 기관에서 흡수선량이 감소하여 전 기관을 고려하면 약 91%가 감소하였다. 그러나 이 때 사용된 모형이 소아 모형이 아니라 성인 모형이었기 때문에 실제 흡수선량과는 다소 차이가 있을 수 있음을 고려하여야 한다. 주로 임플란트 영상을 위해 고안된 균일한 1.25배 확대상을 얻기 위한 프로그램 11의 경우에는 그 정도가 크지는 않았으나 구강저를 제외하고는 전부 증가하여 전반적으로 감소하였다는 Lecomber와 Faulkner²⁵의 보고와 상반된다. 주로 상악동을 평가하기 위한 프로그램인 프로그램 3과 프로그램 13의 경우에는 뇌 부위에서의 현저한 증가 외에는 전 기관을 고려했을 때 각각 약 1/5과 1/3 이상 감소하였다. 특히 프로그램 3인 경우에는 노출도 2번 시키고 노출시간도 2초가 긴 데도 불구하고 흡수선량이 현저한 감소를 보여 흡수선량을 좌우

Table 3. Absorbed doses to critical organ from each program (microgray)

	Skin (TMJ area)	Bone marrow A	Bone marrow B	Bone marrow C	Brain	Maxillary sinus	Mouth floor	Parotid gland	Submand. gland.	Thyroid gland
Program 1	29	280	2363	109	9	64	452	597	327	29
Program 2	-	223	931	83	-	32	583	512	323	8
Program 3	16	222	47	-	113	63	11	386	21	-
Program 4	468	55	179	-	-	35	7	731	30	-
Program 5	512	32	383	1	-	184	4	659	16	-
Program 6	18	391	120	-	27	13	12	694	34	-
Program 7	710	77	688	63	45	350	33	1,269	67	14
Program 8	59	2,328	133	17	126	40	37	2,237	73	16
Program 9	191	95	1,151	41	27	258	39	1,991	64	9
Program 10	-	208	856	48	-	7	384	490	219	4
Program 11	31	313	2,871	121	13	75	360	694	351	35
Program 12	-	337	14	11	1	2	93	35	39	6
Program 13	729	27	23	-	257	183	-	30	4	-
Program 14	16	195	810	52	-	26	488	493	302	14
Program 15	-	206	31	58	-	27	477	34	121	14
Program 16	106	119	5,128	351	12	411	557	3,379	1,059	32

-: undetected, A: 2nd cervical area, B: mandibular ramus, C: mandibular body

하는 주요 요인은 노출 조건보다도 상층을 형성할 때 중요 역할을 하는 회전축의 위치임을 나타내고 있다.

Orthopos® 기종의 16가지 프로그램 중 TMJ 부위를 평가하기 위한 프로그램은 모두 6가지인데 측방 투사를 하는 프로그램이 프로그램 4, 6, 8이고 후전방 투사를 하는 프로그램이 프로그램 5, 7, 9이다. 좌우 각각 한 번씩 노출시키는 프로그램 4와 5의 경우 표준 촬영시보다는 전 기관의 흡수선량이 각각 1/2 이하로 감소하였다. 좌우의 개구시와 폐구시 각각 2번씩 노출시키는 프로그램 6과 7의 경우에도 표준 촬영시보다 전 기관의 흡수선량이 감소하였으며 특히 측방 투사를 하는 프로그램 6의 경우 현저히 감소하였다. 이렇게 측방 투사시 보다 전후방 투사시에 흡수선량이 높은 이유로는 일단 노출시간이 6초나 길고 노출시 중요 장기가 보다 많이 포함되기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 프로그램 6과 7의 경우 사용된 모형이 개구를 할 수 없는 모형이므로 개구 상태도 폐구 상태로 놓고 촬영하였기 때문에 실제 흡수선량은 다소 차이가 있을 것으로 생각된다. 폐구 상태에서 좌우 각각 3개씩의 TMJ 단면을 얻는 프로그램인 프로그램 8과 9의 경우 측방 투사하는 프로그램 8인 경우에는 표준 촬영시보다 흡수선량이 약 20% 정도 증가하였으나 전후방 투사하는 프로그램 9인 경우에는 약 10% 정도 감소하였다. 그러나 관전압과 노출시간을 비교해 보면 표준 촬영시보다 4배가 높고 노출 시간도 11.1초와 8.6초가 긴 것을 고려하면 증가량은 미미한 편인데 이는 역시 노출시 포함되는 중요 장기가 다르기 때문으로 생각된다. 특징적으로 프로그램 8의 경우 제 2경추 골수 부위에서 2328 μGy 가 측정되어 다른 프로그램에서보다 많게는 86배, 적게는 6배 정도로 나타났으며 이하선 부위에서도 2237 μGy 가 측정되어 다른 프로그램보다 월등히 높게 나타났다.

Orthopos® 프로그램 중에는 독특하게 악안면부의 일부를 평가할 수 있는 프로그램이 있는데 전치부 만을 평가할 수 있는 프로그램 12와 좌, 우 각각 한 쪽만을 평가할 수 있는 프로그램 14와 15가 있다. 이러한 프로그램은 실제 임상에서 특정 부위만을 평가하고 싶을 때 유용하게 이용할 수 있는데 흡수선량도 표준 촬영시에 비해 약 1/2에서 1/8까지 감소되어 방사선 방어 측면에서도 좋은 효과를 얻을 수 있다. 프로그램 14와 15의 경우 이론적으로는 흡수선량에 큰 차이가 없어야 하나 실제로는 약 2.5배나 차이가 있는데 이는 실험시 TLD chip을 우측에만 위치시켰기 때문이다. 따라서 프로그램 15의 흡수선량은 과소 평가된 것으로 보아야 하며 프로그램 14와 같은 정도로 보면 될 것으로 생각한다. 흥미롭게도 영상이 나타나는 쪽 조직에 흡수되는 선량보다 반대쪽 조직에 흡수되는 선량이 컸는데 이 역시 X선이 통과하는 부위보다는 방사선원의 회전축 부위에서 흡수가 많다는 것을 나타내고 있다.

마지막으로 프로그램 16의 경우는 구치부의 절단면을

각각 3개씩 얻는 프로그램인데 요즘은 더욱 정교한 촬영기종의 발달로 실제로는 잘 이용되고 있지 않다. 더욱이 중요 장기의 흡수선량도 모든 프로그램 중 가장 많아 표준 촬영시 보다 2.6배나 되어 방사선 방어 측면에서도 바람직하지 않은 프로그램이다.

장기별 흡수선량을 비교해 보면 표준 촬영인 프로그램 1인 경우 회전축이 집중된 곳으로 알려진 이하선 부위와 하악지 골수 부위에서 흡수선량이 많았다. 응용프로그램의 경우 이하선 부위 흡수선량은 TMJ 평가 프로그램인 프로그램 7, 8, 9에서 증가하였고 프로그램 12와 13에서 현저히 감소하였다. TMJ 피부 부위의 선량은 예상할 수 있는데로 TMJ 평가 프로그램에서 크게 증가하였으며 이 밖에 상악동 평가 프로그램인 프로그램 13에서 크게 증가하였다. 제 2경추 골수 부위에서는 프로그램 8에서 크게 증가한 외에는 전반적으로 균일한 흡수선량을 나타내었으며 하악체 골수 부위, 뇌, 상악동, 구강저, 악하선 부위에서는 전반적으로 프로그램에 관계없이 표준 촬영시 보다 낮게 나타났다. 갑상선 부위에서는 모든 기관 중 가장 낮게 나타나 파노라마방사선촬영시에는 큰 문제가 되지 않음을 알 수 있었다.

결론적으로 프로그램 16을 제외하고는 방사선 방어 측면에서 평가하고자 하는 부위와 목적에 맞게 Orthopos® 프로그램을 사용하는 데는 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Jung T. Gonadal doses resulting from panoramic x-ray examinations of the teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965; 19: 745-53.
2. van Aken J, van der Linden LWJ. The integral absorbed dose in conventional and panoramic complete-mouth examinations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966; 22: 603-16.
3. Kuba RK, Beck Jr JO. Radiation dosimetry in Panorex roentgenography. Part III. Radiation dose measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1968; 25: 393-404.
4. Weissman DD, Longhurst GE. Comparative absorbed doses in periapical radiography. II. Panorex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 33: 661-8.
5. Bushong SC, Glaze SA, Foster JK, Copley RL, Miller JT. Panoramic dental radiography for mass screening? *Health Phys* 1973; 25: 489-94.
6. Takahashi J, Todokoro T, Nishikawa S, Shiojima M, Kikuchi A. Patient exposures from full mouth roentgenography, orthopantomography and panagraphy. *Proceedings of the 3rd International Congress of Maxillofacial Radiology. Kyoto: 1974. p. 199-202.*
7. Block AJ, Goepf RA, Mason EW. Thyroid radiation dose during panoramic and cephalometric dental x-ray examinations. *Angle Orthod* 1977; 47: 17-24.
8. Sakamaki K, Ida M, Inoue T, Takeda M, Hirayama Y, Fusayasu K, et al. Measurement of integral absorbed dose by chemical dosimeter in panoramic tomography. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 1978; 25: 109-12.
9. Nilsson L, Rohlin M, Thapper K. Exposure distribution, absorbed doses, and energy imparted for panoramic radiography using Ortho-

- pantomograph model OP 5. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 59 : 212-9.
10. 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* 1987; 16 : 11-5.
 11. Bristow RG, Wood RE, Clark GM. Thyroid dose distribution in dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68 : 482-7.
 12. Myers DR, Shoaf HK, Wege WR, Carlton WH, Gilbert MA. Radiation exposure during panoramic radiography in children. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1978; 46 : 588-93.
 13. Bankvall G, Engström H, Engström C, Hollender L. Absorbed doses in the craniofacial region during various radiographic and radiotherapeutic procedures. *Dentomaxillofac Radiol* 1985; 14 : 19-24.
 14. Whitcher BL, Gratt BM, Sickles EA. A leaded apron for thyroid dose reduction in panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49 : 467-70.
 15. Nelson RC, Rupp TD. Phantom depth dose distributions from Panorex dental x-rays. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 32 : 982-9.
 16. Altonen M, Heikkilä M, Mattila K. A comparative study of radiation doses received during examinations with the Pantomograph, Orthopantomograph, Panorex, Status-X and conventional roentgen apparatus. *Proc Finn Dent Soc* 1974; 70 : 67-74.
 17. Manson-Hing LR, Greer DF. Radiation exposure and distribution measurements for three panoramic x-ray machines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977; 44 : 313-21.
 18. Wall BF, Fisher ES, Paynter R, Hudson A, Bird PD. Doses to patients from pantomographic and conventional dental radiography. *Br J Radiol* 1979; 52 : 727-34.
 19. Stenström B, Julin P, Richter S. Comparison between panoramic radiographic techniques. III. Radiation absorbed doses with Status-X, Orthopantomograph Model OP5, and Panelête. *Dentomaxillofac Radiol* 1982; 11 : 107-16.
 20. Gibbs SJ, Pujol A, McDavid WD, Welander U, Tronje G. Patient risk from rotational panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1988; 17 : 25-32.
 21. Underhill TE, Chilvarquer I, Kimura K, Langlais RP, McDavid WD, 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.
 22. 김병삼, 최갑식, 김진수. 파노라마 촬영시 두경부 주요기관에 대한 흡수선량 분포. *대한구강악안면방사선학회지* 1990; 20 : 253-63.
 23. 조봉혜, 나경수, 이에련. 파노라마 촬영시의 두경부 주요기관의 등가선량, 유효선량 및 위험도. *대한구강악안면방사선학회지* 1995; 25 : 437-45.
 24. 최순철. 파노라마방사선촬영기종에 따른 흡수선량 차이. *대한구강악안면방사선학회지* 2000; 30 : 11-5.
 25. Lecomber AR, Faulkner K. Dose reduction in panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1993; 22 : 69-73.
 26. Lecomber AR, Downes SL, Mokhtari M, Faulkner K. Optimisation of patients doses in programmable dental panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29 : 107-12.
 27. Johns HE, Cunningham VR. *The physics of radiology*. Springfield, Illinois: Charles C Thomas; 1969. p. 736.