

# 전악치근단방사선사진촬영, 파노라마방사선사진촬영 및 협각단층촬영시의 흡수선량

최순철 · 최항문

서울대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실 및 치학연구소

## Absorbed Dose in the Full-mouth Periapical Radiography, Panoramic Radiography, and Zonography

Soon-Chul Choi, Hang-Moon Choi

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

**Purpose:** The objective of this study was to evaluate the possibility of substitution of the zonography for the full-mouth periapical radiography in aspect of radiation protection.

**Materials and Methods:** Rando phantom and LiF TLD chips were used for dosimetry. The absorbed doses at brain, skin above the TMJ, parotid gland, bone marrow in the mandibular body, and thyroid gland during the full-mouth periapical radiography, panoramic radiography, and zonography were measured.

**Results:** From the zonography, the absorbed doses to the brain, the skin over the TMJ, and the parotid gland were relatively high, but the absorbed doses to the bone marrow in the mandibular body and, especially, the thyroid gland were very low.

**Conclusion:** The zonography can be an alternative to the full-mouth periapical radiography in aspect of radiation protection. (*J Korean Oral Maxillofac Radiol 1999;29:253-258*)

**Key words :** absorbed dose, dosimetry, TLD, zonography

### I. 서론

진단영상법을 이용하여 구강악안면 영역에 발생하는 제질환을 진단하고자 할 때 가장 적합한 진단영상법을 선택하는 데는 여러 가지 사항을 고려해야 하나 특히 각 진단영상법의 진단능과 함께 환자의 흡수선량을 고려해야 한다. 왜냐하면 어떤 진단영상법이 아무리 진단능이 우수하다고 하더라도 환자의 흡수선량이 과도하다면 진단영상법으로 선택하기가 어려워진다.

일반적으로 치아와 치아주위조직에 발생한 병변을 진단하는데 가장 널리 사용되고 있는 진

단영상법은 치근단방사선사진촬영법이다. 그러나 치근단방사선사진은 해상력이 뛰어나 매우 높은 진단능을 나타내나 촬영술식이 다소 복잡하며 환자에게 많은 불편감을 준다. 따라서 치근단방사선사진촬영법을 파노라마방사선사진촬영법과 협각단층촬영법으로 대체하고자 하는 시도가 이루어져 왔다<sup>1,2)</sup>.

전악치근단방사선사진 촬영시나 파노라마방사선사진 촬영시의 흡수선량에 대한 연구는 국외에서는 꾸준히 계속되어 왔으나 국내에서는 매우 드문 상태이며<sup>3,4)</sup> 특히 협각단층촬영시의 흡수선량에 대한 연구는 국내외적으로 매우 드물다<sup>5)</sup>.

지금까지의 연구 결과로는 전반적으로 파노라마 방사선사진 촬영시의 흡수선량이 전악치근단방사선사진 촬영시의 흡수선량보다 월등히 적은 것으로 알려져 있다<sup>7-16)</sup>. 협각단층촬영시에는 X선의 조사야를 파노라마방사선사진 촬영시와는 달리 치열과 치조골 부위에 국한시킬 수 있으므로 파노라마방사선사진 촬영시보다도 흡수선량이 적을 것으로 예상된다. 따라서 이 연구에서는 전악치근단방사선사진 촬영, 파노라마방사선사진 촬영, 협각단층 촬영시의 흡수선량을 비교하여 협각단층사진을 임상에서 이용할 수 있는 방사선 방어 측면에서의 근거를 얻고자 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 방사선사진 촬영

사람의 건조두개골에 인체 연조직의 방사선 감쇠 정도와 유사한 방사선감쇠계수를 갖는 isocyanate rubber를 입혀 만든 선량측정용 phantom인 Rando phantom(Humanoid System Co., USA)을 이용하여 다음과 같이 방사선사진을 촬영하였다.

전악치근단방사선사진 촬영은 구내방사선사진촬영기(G.E., USA)로 통상의 촬영조건(관전압 70 kVp, 관전류 10 mA)에서 16 인치 조사통과 직사각형 필름유지기구인 Precision Instrument (Masel Orthodontics Inc., USA)를 이용하여 14 매의 치근단방사선사진을 연속해서 5 회 촬영하였고 같은 과정을 3 회 반복하였다.

파노라마방사선사진 촬영은 Orthopos 촬영기(Siemens, Germany)로 관전압 73 kVp, 관전류 15 mA에서 모두 10 회 촬영하였으며 같은 과정을 3 회 반복하였다.

협각단층사진 촬영은 Sectograph(Quint, USA)를 이용하여 상하악 양측 구치부는 68-70 kVp와 300 mAs, 상하악 전치부는 76 kVp와 600 mAs 조건에서 치아와 치아주위조직이 적절히 포함되도록 부가로 장착된 collimator의 크기를 상하 0.8 mm, 좌우 1.0 mm가 되도록 하여

총 6 부위를 모두 5 회 촬영하였으며 같은 과정을 3 회 반복하였다.

### 흡수선량 측정

열형광선량계로는 가로 1/8 인치, 세로 1/8 인치, 두께 0.035 인치의 LiF TLD-100 chip(Harshaw Co., USA)을 사용하였으며 3 개씩 chip container에 넣어 각각의 방사선사진 촬영전에 Rando phantom의 갑상선부위, 우측 하악 체골수부위, 우측 이하선부위, 뇌부위에 위치시켰으며 우측 측두하악관절 피부부위에도 하나의 chip container를 부착시켰다.

모든 TLD chip은 결정내에 남아 있을 수 있는 에너지를 모두 방출시키기 위해 실험전에 400°C에서 1 시간 소성(annealing)한 후 실온에서 식힌 다음 다시 100°C에서 2 시간 소성하였다.

방사선사진 촬영후 각각의 chip을 TLD reader(Harshaw Co., USA)로 측정후 측정된 전하량(nC)을 calibration curve를 이용하여 mR 단위의 노출량을 구하였다. 이때 매 소성후 같은 조건에서 따로 보관한 3 개의 TLD chip으로 배경방사선의 양을 구한 후 개개 측정치에서 빼 주었다. calibration curve는 이미 알고 있는 양의 방사선에 노출시킨 TLD chip의 전하량을 측정후 노출된 방사선의 양과 측정된 전하량을 상호 연관시켜 얻었다(Fig. 1). 이렇게 얻어진 값은 노출량이므로 이를 흡수선량으로 환산하기 위하여, 즉 mR을  $\mu\text{Gy}$ 로 환산하기 위하여 correction factor 9.05를 곱하였다.<sup>16)</sup>

## III. 연구결과

뇌의 중심부에서는 협각단층촬영 시에만 53  $\mu\text{Gy}$ 의 흡수선량을 나타냈으며 전악치근단방사선사진촬영 시와 파노라마방사선사진촬영 시에는 측정되지 않았다. 측두하악관절부위의 피부에서는 협각단층촬영시에 203  $\mu\text{Gy}$ 로 가장 컸으며 전악치근단방사선사진촬영 시에 27  $\mu\text{Gy}$ 이었고

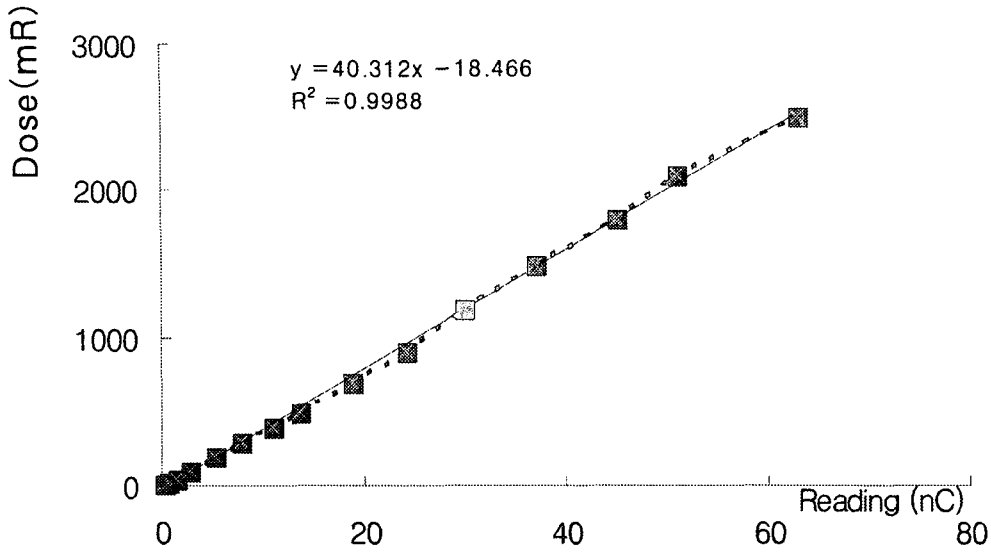


Fig. 1. Calibration curve.

Table 1. Absorbed doses to critical organs (micrograys)

Location	Full mouth intraoral radiography	Panoramic radiography	Zonography
Brain	-	-	53
Skin (TMJ area)	27	8	203
Parotid gland	270	559	1117
Bone marrow (mandibular body)	4588	82	193
Thyroid gland	251	26	4

- : undetected

파노라마방사선사진촬영 시에 8  $\mu$ Gy로 가장 작았다. 이하선에서는 역시 협각단층촬영 시에 1117  $\mu$ Gy로 가장 컸으며 파노라마방사선사진촬영 시에 559  $\mu$ Gy, 전악치근단방사선사진 촬영 시에 270  $\mu$ Gy이었다. 하악체에서 측정된 골수의 흡수선량은 전악치근단방사선사진촬영 시에 4588  $\mu$ Gy로 가장 컸으며 협각단층촬영 시에 193  $\mu$ Gy, 파노라마방사선사진촬영 시에 82  $\mu$ Gy이었다. 갑상선에서는 전악치근단방사선사진촬영 시에 251  $\mu$ Gy로 가장 컸으며 파노라마방사선

사진촬영 시에 26 $\mu$ Gy, 협각단층촬영 시에 4  $\mu$ Gy이었다(Table 1).

#### IV. 총괄 및 고안

전리방사선을 이용하는 모든 진단영상법의 목적은 최소의 방사선을 이용하여 환자에 대한 최대의 정보를 얻고자 함이다. 따라서 방사선측정은 방사선방어란 측면에서 진단영상 영역에서 빼놓을 수 없는 중요한 부분을 차지하고 있다.

Roentgen이 X선을 발견한 이듬해인 1896 년에 X선에 의한 화상(burn) 현상이 알려져 방사선의 양을 확인한 필요성이 생겨 환자의 피부반응을 방사선량 정도를 측정하는 indicator로 사용하기 시작하여 그후 여러 방법이 강구되어 왔으나 많은 문제점을 안고 있었다. 1910 년대 후반부터 알려지기 시작한 전리방사선에 의한 공기의 전리(ionization) 현상은 1920 년대부터 본격적으로 방사선측정에 이용되기 시작하여 1928 년에는 Roentgen이라는 방사선측정단위가 만들어졌다.<sup>17)</sup> 요즘에는 X선필름을 이용하여 방사선사진 정확도로 방사선의 양을 측정하는 방법과 전리함(ionization chamber)을 이용하는 방법 외에 열형광선량계(thermoluminescent dosimetry: TLD)를 이용하는 방법이 있다.

X선이 열형광선량계에 사용되는 lithium fluoride(LiF)같은 열형광인(thermoluminescent phosphor)을 통과할 때 valence band 전자가 conduction band로 이동하는 여기(excitation) 현상이 일어나며 이렇게 "trapped" 된 전자들은 적절한 양의 열이 가해지면 다시 valence band로 되돌아가면서 빛을 방출한다. LiF는 방사선의 종류와 에너지 크기에 크게 영향을 받지 않기 때문에 많이 사용된다.

구강악안면영역에 사용되는 여러 가지 진단 영상법에 대한 그 동안의 많은 방사선측정에 관한 연구 결과를 직접 비교하기는 매우 어렵다. 왜냐하면 측정 위치, 파노라마방사선사진 촬영기나 구내방사선사진 촬영기의 종류, 선량측정 system, 전악구내방사선사진촬영 시는 사용된 필름 수, 촬영각도, 사용된 phantom 등이 매우 다양하기 때문이다. 따라서 이번 연구에서도 전악구내방사선사진촬영 시와 파노라마방사선사진촬영 시의 흡수선량으로 기존의 연구 결과를 사용하지 않고 동일한 조건하에서 세 가지 진단영상법을 비교하기 위하여 모두 새롭게 측정해 보았다.

뇌의 흡수선량은 협각단층촬영 시에만 53  $\mu$  Gy로 나타났으며 전악구내방사선사진과 파노라

마방사선사진촬영 시에는 측정되지 않았는데 Gibbs 등<sup>9)</sup>은 전악구내방사선사진촬영 시에 26  $\mu$  Gy, 파노라마방사선사진촬영 시에 촬영기종에 따라 37-55  $\mu$ Gy이었다고 하였으며 강과 박<sup>5)</sup>은 전악구내방사선사진촬영 시에 50  $\mu$ Gy이었다고 하여 차이를 보였다. 따라서 전반적으로 협각단층촬영 시의 뇌의 흡수선량은 통상적인 촬영법과 큰 차이가 없는 것으로 생각되었다.

측두하악관절부위 피부에서의 흡수선량은 협각단층촬영 시에 203  $\mu$ Gy로 가장 크게 나타났고 파노라마방사선사진촬영 시에 8  $\mu$ Gy로 가장 적게 나타났으나 Bushong 등<sup>18)</sup>은 파노라마방사선사진촬영 시에 33 mR(299  $\mu$ Gy), Nilsson 등<sup>19)</sup>은 파노라마방사선사진촬영 시에 50  $\mu$ Gy이었다고 하여 차이를 보였다. 이러한 차이는 70 년대에서 90 년대에 이르면서 계속적으로 파노라마 촬영기종이 개발되어 왔기 때문에 점점 환자에 대한 노출이 감소되어 왔기 때문으로 생각된다.

이하선의 흡수선량은 예상과 다르게 파노라마방사선사진촬영 시의 559  $\mu$ Gy보다 협각단층사진촬영 시에 1117  $\mu$ Gy로 가장 컸는데 이는 협각단층촬영법으로 상악이나 하악 구치부를 촬영할 때 일차선 영역에 이하선이 포함되기 때문으로 생각된다. 전악구내방사선사진촬영 시에 이번 연구에서는 270  $\mu$ Gy의 흡수선량을 나타냈는데 이를 다른 연구 결과와 비교해 보면 Richards와 Webber<sup>20)</sup>는 339  $\mu$ Gy, Stenström 등<sup>21)</sup>은 500  $\mu$  Gy, Underhill 등<sup>13)</sup>은 859  $\mu$ Gy, 강과 박<sup>5)</sup>은 208  $\mu$ Gy 였다고 하였다. 이러한 결과는 흡수선량의 측정 조건이 매우 다양하고 크기가 큰 이하선이라 측정부위가 많이 차이가 났을 것을 고려하면 별로 큰 차이를 보이고 있지 않다. 반면에 파노라마방사선사진촬영 시에는 연구별로 다양한 결과를 나타내었는데 Kuba와 Beck<sup>22)</sup>은 3204  $\mu$ Gy, Weissman과 Longhurst<sup>23)</sup>는 2320-2380 $\mu$ Gy, Wall 등<sup>24)</sup>은 1000  $\mu$ Gy, Nilsson 등<sup>19)</sup>은 이하선의 전방부에서는 2400-3200  $\mu$ Gy, 후방부에서는 1000-1500  $\mu$ Gy이었다고 하여 이번 연구 결과인 559  $\mu$ Gy보다 크게 나타났으며 Manson-Hing과

Greer<sup>25)</sup>는 촬영기종에 따라 72-561  $\mu\text{Gy}$ , Stenström 등<sup>26)</sup>은 300  $\mu\text{Gy}$ , Underhill 등<sup>13)</sup>은 670  $\mu\text{Gy}$  였다고 하여 이번 연구 결과와 유사하거나 작게 나타났다. 이러한 차이는 앞에서도 언급한 바 있는 파노라마촬영기종의 발달에 따른 차이와 함께 촬영기종에 따라 회전증심측과 이하선의 측정 부위간의 거리가 다양하였기 때문인 것으로 생각된다.

하악체에서 측정한 골수의 흡수선량은 전악구내방사선사진촬영 시에 4588  $\mu\text{Gy}$ 로 매우 크게 나타났으나 협각단층촬영시에는 193  $\mu\text{Gy}$ , 파노라마방사선사진촬영 시에는 82  $\mu\text{Gy}$ 로 작게 나타났다. 하악체 부위는 세 가지 촬영법에서 모두 일차선에 포함된다고 생각하여 흡수선량이 클 것으로 예상하였으나 증감지용 필름을 사용하며 방사선원-필름간 거리가 먼 파노라마방사선사진과 협각단층사진촬영 시에 흡수선량이 매우 작게 나타나 이러한 요인들이 관련됐을 것으로 생각된다. 유사한 조건에서 연구한 강과 박<sup>5)</sup>도 전악구내방사선사진촬영 시 하악체 골수의 흡수선량이 3183  $\mu\text{Gy}$ 로 이번 연구에서처럼 최고치를 기록했다고 보고하였다.

갑상선 흡수선량은 협각단층촬영시 4  $\mu\text{Gy}$ 로 매우 작게 나타났다. 전악구내방사선사진 촬영 시에는 251  $\mu\text{Gy}$ 로 나타났으며 이는 Richards와 Webber<sup>20)</sup>의 443  $\mu\text{Gy}$ , Stenström 등<sup>21)</sup>의 120  $\mu\text{Gy}$ , Underhill 등<sup>13)</sup>의 269  $\mu\text{Gy}$ , Gibbs 등<sup>9)</sup>의 110  $\mu\text{Gy}$ , 강과 박<sup>5)</sup>의 196  $\mu\text{Gy}$ 와 크게 다르지 않았다. 파노라마방사선사진촬영 시에는 26  $\mu\text{Gy}$ 로 매우 작게 나타났는데 이는 지금까지의 연구결과 중 가장 낮았다. 즉 Kuba와 Beck<sup>22)</sup>은 335  $\mu\text{Gy}$  이었다고 하였으며 Manson-Hing과 Greer<sup>25)</sup>는 촬영기종에 따라 45-118  $\mu\text{Gy}$ , Bankvall과 Hakansson<sup>27)</sup>, Stenström 등<sup>25)</sup>은 30  $\mu\text{Gy}$ , Underhill 등<sup>13)</sup>은 47  $\mu\text{Gy}$ , Gibbs 등<sup>9)</sup>은 촬영기종에 따라 43-120  $\mu\text{Gy}$  였다고 보고하였다.

이번 연구 결과를 토대로 보면 협각단층사진 촬영 시 이하선에 대한 흡수선량이 다소 높게 나타난 것을 제외하고는 방사선 방어에서의 중요 장기인 골수와 갑상선의 흡수선량은 작게 나타나

방사선 방어 측면에서 협각단층사진을 전악치근단방사선사진의 대체 진단영상법으로 사용할 수 있으리라 생각된다.

## 참고문헌

1. Tammissalo T, Luostarinen T, Rosberg J, Vahatalo K, Tammissalo EH. A comparison of detailed zonography with periapical radiography for the detection of periapical lesions. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24:114-120.
2. Tammissalo T, Luostarinen T, Vahatalo K, Rosberg J, Tammissalo EH. Radiographic detectability of periodontal diseases. A comparison of periapical radiography with detailed zonography. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24:185-190.
3. 강미애, 박태원. 전악 치근단 방사선사진 촬영시 촬영조건에 따른 흡수선량 변화에 대한 연구. *치과방사선* 1995;25:297-308.
4. 김병삼, 최갑식. 파노라마 촬영시 두경부 주요기관에 대한 흡수선량 분포. *치과방사선* 1990; 20:253-263.
5. 김애지, 나경수. 각이등분법 및 평행법에 의한 전악구내 표준 촬영시 두경부 피부 흡수선량 비교. *치과방사선* 1990;20:315-332.
6. Hayakawa Y, Kohsuge Y, Fujimori H, Kuroyanagi K. Absorbed doses from zonographic and conventional tomographic examination of the temporomandibular joint. *Bull Tokyo Dent Coll* 1992;33:39-44.
7. Bristow RG, Wood RE, Clark GM. Thyroid dose distribution in dental radiography. *Oral Surg* 1989;68:482-487.
8. Freeman JP, Brand JW. Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys. *Oral Surg* 1994;77:285-289.
9. Gibbs SJ, Pujol A, McDavid WD, Welander U, Tronje G. Patient risk from rotational panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1988;17:25-32.
10. Gröndahl K, Ekestubbe A, Gröndahl H-G. Radiography in oral endosseous prosthetics. *Skandia Tryckeriet*, 1996.
11. Jerman AC, Kinsley EL, Morris CR.

- Absorbed radiation from panoramic plus bitewing exposures vs full-mouth periapical plus bitewing exposures. *JADA* 1973;86:420-423.
12. Tammissalo EH, Karbuvaara YS. Radiation exposure in jaw orthopantomography. *Suom Hammaslääk Toim* 1964; 60:128-137.
  13. Underhill TE, Chilvarquer I, Kimura K, et al. Radiobiologic risk estimation from dental radiology. Part I. Absorbed doses to critical organs. *Oral Surg* 1988; 66:111-120.
  14. van Aken J, van der Linden LWJ. The integral absorbed dose in conventional and panoramic complete-mouth examinations. *Oral Surg* 1966;22:603-616.
  15. White SC, Rose TC. Absorbed bone marrow dose in certain dental radiographic techniques. *JADA* 1979;98: 553-558.
  16. Johns HE, Cunningham VR. The physics of radiology. Springfield, Illinois: Charles C Thomas, 1969:736.
  17. Altemeyer KP. Dosimetry in dental radiology. *Bull Hist Dent* 1992;40:73-77.
  18. Bushong SC, Glaze SA, Foster JK, Copley RL, Miller JT. Panoramic dental radiography for mass screening? *Health Phys* 1973;25:489-494.
  19. Nilsson L, Rohlin M, Thapper K. Exposure distribution, absorbed doses, and energy imparted for panoramic radiography using Orthopantomograph model OP 5. *Oral Surg* 1985;59:212-219.
  20. Richards AG, Webber RL. Dental x-ray exposure of sites within head and neck. *Oral Surg* 1964;18:752-756.
  21. Stenström B, Henrikson CO, Holm B, Richter S. Absorbed doses from intraoral radiography with special emphasis on collimator dimensions. *Swed Dent J* 1986;10:59-71.
  22. Kuba RK, Beck Jr JO. Radiation dosimetry in Panorex roentgenography. Part III. Radiation dose measurements. *Oral Surg* 1968;25:393-404.
  23. Weissman DD, Longhurst GE. Comparative absorbed doses in periapical radiography. II. Panorex. *Oral Surg* 1972;33:661-668.
  24. Wall BF, Fisher ES, Paynter R, Hudson A, Bird PD. Doses to patients from pantomographic and conventional dental radiography. *Br J Radiol* 1979;52:727-734.
  25. Manson-Hing LR, Greer DF. Radiation exposure and distribution measurements for three panoramic x-ray machines. *Oral Surg* 1977;44:313-321.
  26. 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;16:11-15.
  27. Bankvall G, Håkansson HAR. Radiation-absorbed doses and energy imparted from panoramic tomography, cephalometric radiography, and occlusal film radiography in children. *Oral Surg* 1982;53:532-540.

Address : Prof. Soon-Chul Choi, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Seoul National University, 28, Yeongun-Dong, Chongno-Ku Seoul, 110-749, KOREA  
 Tel : 02-760-3498 Fax : 02-744-3919  
 E-mail : raychoi@snu.ac.kr