

# 악관절 단층촬영시의 두경부 주요 기관의 흡수선량

조봉혜

부산대학교 치과대학 치과방사선학교실

## Absorbed Doses in Organs of the Head and Neck from Conventional Temporomandibular Joint Tomography

Bong-Hae Cho

Department of Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Pusan National University

**Purpose** : This study was done to evaluate the absorbed doses in organs of the head and neck for the conventional temporomandibular joint tomography.

**Materials and Methods** : Dosimetry was performed with 32 LiF thermoluminescent dosimeters, which were placed in a tissue-equivalent phantom when the temporomandibular joint was examined by both lateral and frontal temporomandibular joint tomography.

**Results** : For lateral tomography, parotid gland and preauricular area towards tube showed relatively high absorbed dose of 1056.9  $\mu\text{Gy}$  and 519.9  $\mu\text{Gy}$  respectively. For frontal tomography, the two largest absorbed doses were 259.2  $\mu\text{Gy}$  in orbit towards tube and 212.0  $\mu\text{Gy}$  in lens towards tube.

**Conclusion** : Conventional temporomandibular joint tomography showed relatively low absorbed doses on critical organs. Thus, responsible use of it may not be limited. (*J Korean Oral Maxillofac Radiol* 1999;29:411-416)

**Key words** : radiography, dental; tomography; radiation dosage; temporomandibular joint

### I. 서론

악관절 단층촬영법은 편평화, 침식, 경화, 골 증식체등 악관절의 골 변화를 관찰하는데 유용한 촬영법이다<sup>1-14)</sup>. 특히, 골 변화가 많이 나타나는 중등도 이상의 퇴행성 질환의 평가에 널리 이용되며<sup>15)</sup>, 관절와내에서의 하악과두 위치를 파악하는데 도움을 주기도 한다<sup>16-18)</sup>.

악관절 단층촬영시의 흡수선량 연구는 비교적 드문 편인데, 1971년 Hollender와 Lysell<sup>19)</sup>이 안구, 뇌하수체, 갑상선, 임파절에 대한 흡수선량을, Sitzmann<sup>20)</sup>이 안구에 대한 선량을 보고하였다. Borglin 등<sup>21)</sup>과 Brooks 등<sup>22)</sup>은 일반 악관절

촬영법과 단층촬영법시의 흡수선량을, 田口 등<sup>23)</sup>은 일반 단층촬영법과 CT 촬영법의 흡수선량에 대하여 보고하였다.

흡수선량 연구는 선량계의 민감도와 촬영조건에 따라 매우 다양한 결과가 나올 수 있다. 특히 단층촬영의 경우는 관전압, 관전류, 노출시간 등의 조건외에 단층운동 종류, collimator 크기, 단면 두께, 단면 수 등 그 변수가 더욱 많아서 일률적으로 적용하기가 어렵다.

본 연구는 악관절의 측방 및 전방 단층촬영시의 흡수선량을 계측하고자 시도되었으며, 현재 부산대학교 병원에서 주로 촬영되는 조건을 그대로 적용하여 실제 환자의 피폭선량을 알아보려 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 측정부위 및 촬영

선량측정은 22지점의 내부 구조물과 13지점의 피부 표면에 대하여 시행되었다(표1).

촬영기는 CommCAT IS-2000(Imaging Sciences International Inc., Philadelphia, USA)을 사용하였으며 먼저 이하두정방사선 사진을 촬영하여 하악과두의 위치를 파악한 후 열형광선량계를 위치시켜 좌측 악관절의 개별화 단층촬영을 20회 연속 시행하였다. 촬영조건은 측방촬영의 경우 68kVp, 5mA, 조사야 2.0x2.0 인치, 단면수 4, 단면 두께 2.0mm였으며, 전방촬영의 경우 60kVp, 5mA, 조사야 3.0x3.0 인치, 단면수 3, 단면두께 2.0mm였고 hypocycloidal 운동으로 촬영하였다.

**Table 1.** Dosimeter locations for dose measurements

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

### 선량측정

흡수선량은 ART-210 Head and Neck phantom(Radiology Support Devices, USA)과 열형광선량계(한국원자력연구소, 대전, 한국)를 이용하여 측정하였다. 본 연구에 사용된 열형광선량계는 LiF:Mg,Cu,Na,Si 분말로  $^{137}\text{Cs}$  선을 조사하여 최대 민감도 변이 10%의 것을 선택하였다. 열형광선량계는 400°C에서 2시간 가열한 후 80°C에서 24시간 열처리하였다. 열형광선량계의 흡수선량 측정을 위하여 표준조사위치에서 0.01, 0.1, 1 rad의  $^{137}\text{Cs}$ 을 조사하여 각 열형광선량계의 기준흡수선량을 얻었다. 매 회 방사선 조사 24시간 후 System 310 TLD Reader(Teledyne Brown Engineering, Alabama, USA)로 흡수선량을 측정하였다. 각 선량계당 3회 측정하여 평균값을 구하여 이를 20으로 나눠 1회 흡수선량을 얻었다. 또한 Frederiksen 등의 연구<sup>24)</sup>에 준하여 주요 기관 및 조직의 유효선량을 구하였다.

## III. 연구결과

측방 단층촬영시 가장 높은 흡수선량을 보인 곳은 x-선관 쪽의 우측 이하선으로 1056.9  $\mu\text{Gy}$ 를 나타내었으며 우측 귀전방 부위가 519.9  $\mu\text{Gy}$ 로 비교적 높은 흡수선량을 보였다. 뇌하수체 및 좌측 이하선 내부에서 각각 92.7  $\mu\text{Gy}$ 와 77.1  $\mu\text{Gy}$ 의 미약한 흡수선량을 나타내었으며, 두개골, 하악골 및 갑상선 등에서는 흡수선량이 전혀 검출되지 않았다(표2).

전방 단층촬영시의 흡수선량은 x-선관 쪽의 좌측 안구와 수정체에서 259.2  $\mu\text{Gy}$ 와 212.0  $\mu\text{Gy}$ 로 비교적 높았다. 뇌하수체, 두개골, 하악골, 척추와 갑상선 등에서는 흡수선량이 전혀 검출되지 않았다(표3).

유효선량은 측방촬영의 경우 타액선 7.1  $\mu\text{Sv}$ , 골수 0.1  $\mu\text{Sv}$ , 피부 2.1  $\mu\text{Sv}$ 였으며 전방촬영의 경우 피부 1.5  $\mu\text{Sv}$  타액선 0.2  $\mu\text{Sv}$ 로 아주 낮았다.

**Table 2.** Absorbed doses from lateral tomography.

	Site	Dose( $\mu$ Gy)
Internal site	Calvarium(Rt.)	1.8
	Pituitary gland	92.7
	Orbit(Rt.)	9.4
	Orbit(Lt.)	2.9
	Maxillary sinus(Rt.)	7.7
	Maxillary sinus(Lt.)	3.8
	Parotid gland(Rt.)	1056.9
	Parotid gland(Lt.)	77.1
	Submandibular gland(Rt.)	7.5
	Submandibular gland(Lt.)	2.0
	Vertebrae(Rt.)	7.7
Skin	Preauricular area(Rt.)	519.9
	Preauricular area(Lt.)	29.4

**Table 3.** Absorbed doses from frontal tomography.

	Site	Dose( $\mu$ Gy)
Internal site	Orbit(Rt.)	8.8
	Orbit(Lt.)	259.2
	Maxillary sinus(Rt.)	8.6
	Maxillary sinus(Lt.)	124.2
	Parotid gland(Lt.)	24.3
Skin	Eye(Rt.)	59.8
	Eye(Lt.)	212.0
	Preauricular area(Lt.)	8.9
	Philtrum	96.6
	Submandibular gland	1.9

#### IV. 고찰

치과방사선 촬영시 방사선에 의한 생물학적 위험을 나타낼 수 있는 주요 조직이나 기관으로는 골수, 갑상선, 타액선, 수정체 등이 있다. 본 실험의 결과, 측방 단층촬영시는 x-선관 쪽의 이하선과 귀전방에서 높은 흡수선량을 나타내었는데 특히 이하선의 흡수선량이 귀전방보다 약 2배

나 높게 나타났다. 이것은 악관절 단층촬영의 경우 악관절부위에 회전축이 위치하여 집중적으로 x-선이 지나가므로 인접한 이하선에 노출이 많아 지고, 또한 내부에서 산란선이 발생하기 때문인 것으로 생각된다. 일반인에 대한 피부의 ICRP 1990년 권고치<sup>25)</sup>는 연간 500 mSv이나 본 실험에서 피부중 최고의 흡수선량을 보인 귀전방은 519.9  $\mu$ Gy로 임상적으로 고려할 만한 선량이 아니었다. 수정체는 방사선 감수성이 비교적 높다

고 알려져 있는데, 본 실험결과 전방촬영에서의 검출선량이 212  $\mu\text{Gy}$ 로서 백내장 발생 역치선량인 2 Gy에 훨씬 못 미칠뿐 아니라 일반인에 대한 수정체의 ICRP 1990년 권고치<sup>25)</sup>인 연간 15mSv보다도 매우 낮았다. 그리고 납 유리 보호대를 사용할 경우 획기적으로 수정체에 대한 선량을 줄일 수 있는데, Borglin 등<sup>21)</sup>은 보호대를 착용하였을 경우 수정체에 대한 선량이 1/25 이하로 줄었음을 보고하였다.

본 실험 결과는 전반적으로 과거의 연구에 비하여 훨씬 적은 흡수선량을 보였다<sup>21-23)</sup>. 조건의 상이함으로 인하여 직접적인 비교가 불가능하나 측방촬영에서 비교적 높은 선량을 보이는 x-선 쪽의 이하선의 경우, Borglin 등<sup>21)</sup>은 5 필름 촬영시 6.8 mGy를, Brooks 등<sup>22)</sup>은 grid 없이 1 필름 촬영시 12.0 mrad를, 田中 등<sup>23)</sup>은 5 필름 촬영시 약 2.5 mGy를 보고하였으나 본 실험에서는 1056.9  $\mu\text{Gy}$ 로 나타났다. 전방촬영에서 비교적 높은 선량을 보이는 수정체의 경우, Borglin 등<sup>21)</sup>은 5 필름 촬영시 7.7 mGy를 보고하였으나 본 실험에서는 212.0  $\mu\text{Gy}$ 로 나타났다. Brooks 등<sup>22)</sup>은 측방촬영에서 뇌하수체와 골수에서 많은 선량이 검출되었다고 보고하였으나 본 실험에서는 뇌하수체에서 약간의 산량만이 검출되었고 두개골, 하악골, 갑상선 등에서는 전혀 검출되지 않았다. 이것은 조사야 크기 때문인 것으로 생각되는데, 적절한 collimation을 한다면 조사야 외의 노출을 훨씬 줄일 수 있다는 것을 시사한다. Gilda 등<sup>26)</sup>의 연구에서는 악관절 촬영시 pin-hole 시준기를 사용한 경우에 본 연구 결과보다 훨씬 적은 이하선 선량을 보였으며, 시준기를 사용하지 않은 경우에는 악하선이나 상부 갑상선에서도 높은 선량이 검출됨을 보고하였다.

치과방사선은 저선량으로 흡수선량 측정시 약간의 변수에도 상당히 다른 결과를 나타낸다. 그러므로 촬영 조건 및 기종 뿐 아니라 측정 물질이나 방법 또한 상당한 영향을 미치는 것으로 생각된다. 본 연구에 사용된 LiF:Mg,Cu,Na,Si 분말은 열형광 감도가 비교적 높다고 알려진 기존

상용제품인 LiF:Mg,Cu,P(GR-200) 보다 약 2 배 정도 높은 감도를 가진 것으로<sup>27)</sup>, <sup>137</sup>Cs을 이용한 calibration에서 저선량 영역의 선량의존도를 나타내었다. 본 실험에서는 calibration을 위하여 <sup>137</sup>Cs을 이용하였는데, <sup>60</sup>Co 이용시 보다 저선량의 치과방사선 분야의 선량 측정에 더 민감할 것으로 생각된다.

Preece<sup>28)</sup>는 진단용 방사선에 의한 위험도 평가시 핵폭발등의 고선량을 이용하여 발암율을 추정하는 것은 문제가 있으며 흡수선량이 10 mGy 일 경우 발암가능성은  $10^{-15}$ 이라는 Hofman 등<sup>29)</sup>의 보고를 인용하면서 치과방사선 영역에서의 잠재적 위험도는 거의 없다고 주장하였다. 본 실험의 결과 악관절 단층촬영시 방사선 감수성 조직 및 기관에 임상적으로 유의할 만한 선량이 검출되지 않았으므로 작은 크기의 collimator와 희토류 증감지 사용등 적절한 주의를 기울인다면 임상적인 촬영에 제한을 두지 않아도 될 것으로 생각한다.

## V. 결론

열형광선량계를 이용하여 측방 및 전방 악관절 단층촬영시의 흡수선량을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 측방 단층촬영시 비교적 높은 흡수선량을 보인 곳은 x-선관 쪽의 우측 이하선과 귀전방으로 각각 1056.9  $\mu\text{Gy}$ , 519.9  $\mu\text{Gy}$ 였다. 전방 단층촬영시의 흡수선량은 x-선관 쪽의 좌측 안구와 수정체에서 259.2  $\mu\text{Gy}$ 와 212.0  $\mu\text{Gy}$ 로 비교적 높았다. 측방 및 전방 단층촬영시 두개골, 하악골 및 갑상선 등에서는 흡수선량이 전혀 검출되지 않았다. 결론적으로 악관절 단층촬영은 두경부 주요 기관 및 조직에 대한 흡수선량이 미약하므로 적절한 방호를 한다면 임상사용에 제한을 두지 않아도 좋을 것으로 생각한다.

## 참고문헌

1. Akerman S, Kopp S, Rohlin M. Macroscopic and microscopic appearance of radiologic findings in temporomandibular joints from elderly individuals : an autopsy study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:58-63.
2. Bezuur JN, Habets LLMH, Jimenez Lopez V, Naeije M, Hansson TL. The recognition of craniomandibular disorders: a comparison between clinical and radiographic findings in eighty-nine subjects. *J Oral Rehabil* 1988;15:215-21.
3. Eliasson S, Isacson G. Radiographic signs of temporomandibular disorders to predict outcome of treatment. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 1992; 6:281-7.
4. Habets LLMH, Bezuur JN, Jimenez Lopez V, Hansson TL. The OPG: an aid in TMJ diagnostics. III: A comparison between lateral tomography and dental rotational panoramic radiography (Orthopantomography). *J Oral Rehabil* 1989;16:401-6.
5. Hansson LG, Hansson T, Petersson A. A comparison between clinical and radiologic findings in 259 temporomandibular joint patients. *J Prosthet Dent* 1983;50:89-94.
6. Ichikawa W, Laskin DM, Rosenberg HM. Transcranial radiographic and tomographic analysis of the lateral and midpoint inclined planes of the articular eminence. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;70:516-22.
7. Jumean F, Hatjigiorgis CG, Neff PA. Comparative study of two radiographic techniques to actual dissections of the temporomandibular joint. *Cranio* 1988; 6:141-7.
8. Leary JM, Johnson WT, Harvey BV. An evaluation of temporomandibular joint radiographs. *J Prosthet Dent* 1988;60:94-7.
9. Markovic MA, Rosenberg HM. Tomographic evaluation of 100 patients with temporomandibular joint symptoms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976;42: 838-46.
10. Mongini F. The importance of radiography in the diagnosis of TMJ dysfunctions: a comparative evaluation of transcranial radiographs and serial tomography. *J Prosthet Dent* 1981;45:186-98.
11. Tanimoto K, Petersson A, Rohlin M, Hansson LG, Johansen CC. Comparison of computed with conventional tomography in the evaluation of temporomandibular joint disease : a study of autopsy specimens. *Dentomaxillofac Radiol* 1990;19:21-7.
12. Dibbets JMH, van der Weele LTh. Prevalence of structural bony change in the mandibular condyle. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 1992;6:254-9.
13. Westesson PL. Structural hard-tissue changes in temporomandibular joints with internal derangement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;59:220-4.
14. Brand JW, Whinery JG Jr, Anderson QN, Keenan KM. The effects of temporomandibular joint internal derangement and degenerative joint disease on tomographic and arthrotomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;67:220-3.
15. Dixon C. Diagnostic imaging of the temporomandibular joint. *DCNA* 1991;35: 53-74.
16. Aquilino SA, Matteson SR, Holland GA, Phillips C. Evaluation of condylar position from temporomandibular joint radiographs. *J Prosthet Dent* 1985;53:88-97.
17. Knoernschild KL, Aquilino SA, Ruprecht A. Transcranial radiography and linear tomography: a comparative study. *J Prosthet Dent* 1991;66:239-50.
18. Pullinger A, Hollender L. Assessment of mandibular condyle position: a comparison of transcranial radiographs and linear tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;60:329-34.
19. Hollender L, Lysell G. Radiation doses during tomography of various parts of the head. *Odontol Revy* 1971;22:291-296. cited from 21
20. Sitzmann F. Measurement of X-ray

- exposure of ocular lens in dento-maxillofacial radiography. *Dentomaxillofacial Radiol* 1973;2:88-92.
21. Borglin K, Petersson A, Rohlin M, Thapper K. Radiation dosimetry in radiology of the temporomandibular joint. *Brit J Radiol* 1984;57:997-1007.
  22. Brooks SL, Lanzetta ML. Absorbed doses from temporomandibular joint radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1985; 59:647-652.
  23. 田口 明, 藤田 實, 末井良和 et al. 顎關節 特殊撮影に伴う患者被曝線量の測定-X線斷層撮影及びCT撮影について- 齒放, 日本 1989;29:363-374.
  24. Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. Effective dose and risk assessment from film tomography used for dental implant diagnostics. *Dentomaxillofac Radiol* 1994;23:123-127.
  25. ICRP publication 60. Radiation protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press, 1990.
  26. Gilda JE, Maillie HD. Dosimetry of absorbed radiation in radiographic cephalometry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;73:638-43.
  27. 남영미 : LiF:Mg, Cu, Na, Si Teflon TLD의 특성 및 응용에 관한 연구. 박사학위논문, 부산대학교 1997
  28. Preece JW. Isn't it about time we changed our perception of diagnostic radiation risks? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1997;84:329.
  29. Hofman W, Katz R. Track structure analysis of radiation carcinogenesis at low doses. In: Booz J, Ebert HG, editors. *Radiation protection 8th symposium on microdosimetry.* Eur 8395:Harwood Academic: 1983. P.565-73, cited from 28.

Address : Prof. B.H. Cho, Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Pusan National University, Pusan, Korea 602-739  
 Tel : 051-240-7595 Fax : 051-245-8388  
 E-mail : bhjo@hyowon.pusan.ac.kr