# 유리선량계를 이용한 파노라마 검사의 피폭선량 측정

김창규*
*김천대학교 방사선학과

e-mail:radkcg@hanmail.net

# Exposure dose of Dental Panoramagraphy using a Radiophotoluminescent Glass Rod Detector

Chang-Gyu Kim*
*Dept of Radiological Science, Gimcheon University

요 약

치과 진료시 파로라마 장치를 이용한 검사에서 유리선량계를 사용하여 피검자의 피폭선량을 측정하였다. 수정체의 피폭선량 영향을 평가하기 위하여 안경의 재질에 따라 수정체의 피폭선량을 측정하였다. 치아위치별 피폭선량 측정결과 82.4-2,340μSv 선량분포로 나타나 최대 300% 이상의 피폭선량 차이를 보였다. 따라서 효과적이고 정확한 진단과 피폭선량 관리를 위해서는 장치제조시 예열시간 단축 과 차폐등의 조치가 필요할 것으로 생각된다. 안경을 착용하였을 때 착용하지 않았을 때 비하여 수정체의 피폭선량이 안경의 재질에 따라서 1회 검사 시 20-75μSv 증가되는 것으로 측정되었다. 그러므로 피폭선량을 최소화하고 효율적인 검사를 위해 치과 파노라마 검사시 안경을 벗고 검사할 것을 권고 한다.

## 1. 서론

치과 진료시 파노라마 검사는 질병의 치료뿐만 아니라 사회적인 요구와 개인적인 욕구에 따라 성형분야에서도 점차로 이용하는 빈도가 높아지고 있다. 치과 파노라마 검사를 이용하는 연령층도 방사선 감수성이 민감한 청소년 층이 점차로 증가하는 추세이므로 치과 진료분야 이용 방사선에 대한 주의가 요구되고 있다[1,2]

이러한 치과 방사선을 이용한 파노라마 검사는 수정체에 영향을 줄 수 있는데 수정체는 방사선에 매우 민감하여 0.5Gy -2Gy 선량에서 수정체의 불투명을 유발할 수 있고 4Gy를 초과하여 선량을 초과하면 백내장의 원인이 될 수 있다고 보고하고 있다[3,4].

현대문명을 살아가는 우리는 인공 및 자연 방사선 피폭에 노출되어 있다. 평균적으로 피폭받는 선량 중 80% 이상이 자연방사선이며, 최대의 인공 방사선 피폭원은 의료방사선이다[5]. 특히 산업 기술의 발달로 삶이 풍요해지고 경제적으로 여유가 생기고 평균수명이 연장됨에 따라 의료 방사선의 기기 이용 빈도와 피폭선량의 증가 횟수가 증가하고, 의료기관별 장비와 방사선 절차에 의해 환자나 피검자가 받는 선량이 편차를 보인다고 보고한 사실에 관심을 갖을 필요가 있다[6, 7].

의료분야에 종사하는 방사선 종자자들의 피폭선량 관리에 관한 연구[8]와 CT(Computed Tomography)의 검사 프로토콜 변화에 따른 선량감소[9]와 차폐체를 이용한 피폭선량 감소[10]등의 검사장치에 따른의료 피폭에 대한 연구는 국내에서 수행되어 왔으나 치과 영역의 검사부위에 따른 피폭선량 연구는 거의 전무한 실정이다.

이에 방사선 피폭선량을 반복측정이 가능하고 측정 가능한 선량범위가 10μGy -500Gy까지 가능하며 감쇄현상(fading effects)이 적고 방향과 에너지 의존성이 우수한 유리선량계[11, 12]를 이용하여 파노라마 검사시 위치별 피폭선량을 측정하고 안경 착용 유무, 재질에 따른 방사선에 민감한 수정체 피폭선량을 측정하여 치과 검사시 방사선 피폭관리 방법을 제시하고자 한다.

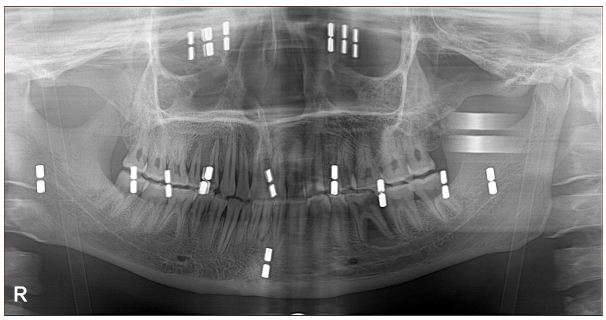
## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 재료 및 장비

치과 파노라마 검사시 피폭선량 분포 측정 장치는 임상에서 일반적으로 사용하는 GENORAY GDP-1

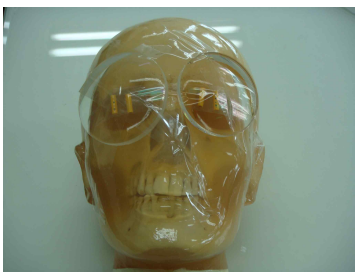
을 이용하여 72kVP 8mA 17sec스캔 조건을 사용하였다. 피검자의 피폭선량을 측정하기위하여 인체등가물질로 구성된 전신용 인체팬텀(Model PBU-31, Kyoto Kagaku, Japan)과 유리선량계인 Dose Ace(Model GD-352M and FGD-1000, Asahi Techno Glass Cooperation, Shizuoka, Japan)를 사용 하였다.

피폭선량 분포의 측정은 치아의 중심을 기준으로 하여 오른쪽방향과 왼쪽 방향으로 각각 4개의 소자를 배치하여 부위별 피폭선량 분포를 측정하였으며, 파노라마 검사시 영향를 미칠 수 있는 수정체의 피폭선량 측정은 안와내의 수정체 위치에 유리형광 소자를 오른족, 왼쪽 각각 3개씩 설치하여 선량을 측정하였다(그림1.)




[그림 1] 유리형광소자 피폭선량 측정 위치

안경 착용 여부에 따른 피폭선량을 측정하고자 유리재질로 제작된 HR HOSTAR ( DONG YANG OPTICAL CO.) 와 플라스틱 재질로 제작된 TN SLIM-LITE U.V( DONG YANG OPTICAL CO.)안경 렌즈를 사용하여 피폭선량을 측정하였다(그림2.)



[그림 2] 안경 착용 여부에 따른 수정체 피폭선량 측정 방법

피폭선량의 측정은 5회 반복하여 조사하고 측정하여 평균값과 표준편차를 산출하였다.

### 2.2 유리선량계 선량 측정

유리선량계의 calibration은 일본 방사선 표준원에서 $^{137}$Cs 표준선원을 이용하여 6mGy 가 조사된 유리소자로 calibration을 시행하여 측정하였다.

소자의 특성을 감안하여 선량 조사전에 Aannealing 과정을 400°C에서 1시간 가열 후 냉각을 거친 후 background값을 측정하여 10-20μGy를 측정하였으며 파노라마 스캔을 시행 한 후 예열과정(pre-heating)을 70°C에서 1시간 가열 후 냉각을 거친 후 소자에 조사된 선량 값을 리더기를 통하여 선량 적산 값을 10회 반복하여 판독하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며 산출된 값에서 background 값을 감산하여 피폭선량 값을 도출하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 파노라마 검사 시 피폭선량 분포

현대를 살아가는 인류에게 영향을 주는 방사선원은 문화적, 지리적인 특성에 다라 약간의 차이는 있지만 의료방사선이라는 것은 주지의 사실이다. 의료상 피폭은 환자 도는 피검자가 의료기관에서 질병의 진료를 위해 방사선을 피폭하는 것을 말하며 이는 의료기관 작업 종사자의 직업상 피폭과 구분되는 것을 말한다[13].

환자나 피검자로서 국민이 의료기관에서 받는 피폭은 건강에 많은 관심을 가지고 비용을 부담하는 능력을 갖춘 선진국가일수록 높아지며, “동일한 검사를 시행하더라도 의료기관의 검사방법과 절차, 장비에 의해서도 피폭선량은 편차를 보인다.“라고 보고되고 있다[14].

의료 방사선 피폭 중에서 치과방사선과 관련된 검사 건수는 2001년 통계기준 17,411,221 건을 넘어서고 점차 검사 건수가 증대되고 있는 실정이다. 치과 방사선 검사 중 파노라마 검사도 2001년 기준 813,482건을 보고하고 있으며, 미모를 취업과 사회 생활의 경쟁력이라고 생각하는 사회풍조와 건강한 삶의 질적 요구에 따라 파노라마 검사 건수가 증가되고 있는 추세이고 파노라마 1회 검사시 유효선량은 0.01mSv로 보고하고 있다[14].

본 실험에서 치과 파노라마 검사시 피폭선량을 치아부위별로 9개 부위로 구분하여 측정한 결과 절치부위, 입의 중심부분에서 피폭선량이 82.4±1.70μGy로 측정되어 가장 낮게 측정되었으며 중심부분에서 오른쪽 혹은 왼쪽의 대구치가 있는 부분으로 향할수록 피폭선량은 증가되는 경향을 보였다[표1].

여기에서 제일 오른쪽 하악체(R1)가 있는 부위에서는 2,340±6.31μGy가 측정되어 검사 부분에서 제일 높은 피폭선량 수치를 보였다. 제일 왼쪽 하악체(L4)가 있는 부분에서는 213.6±1.25μGy가 측정되어 두번째 피폭선량 순위를 보였다. 이러한 현상은 치과 검사용 파

노라마 검사장치의 특성상 오른쪽에서 준비를 하여 충분히 X선관이 예열을 마친 후에 왼쪽 방향으로 회전하면서 X선을 발생하게 되는 특징 때문에 피폭선량이 치아 부위별로 다르게 측정된 것으로 생각된다.

이러한 측정결과는 치과 검사용 파노라마 장치에서 X선관에서 X선을 받아들이는 디텍터에 이르는 경로에서 장치 제조시 X선관 예열 시간의 단축과 누설선의 차폐 구조가 되게 보완 설계하여 불필요한 피폭선량을 받지 않도록 하여야 할 것으로 판단된다.

또한 이러한 선량의 부위별 피폭선량 불균등 현상은 인체조직등가팬텀의 구조적형태 때문에 산란선량 등이 작용한 결과라 생각된다.

보통의 치과방사선 1회 검사시 받게 되는 피폭선량은 T. Wrzosk 등[2]의 연구에 의하면 0.01mrad(0.1μGy)정도이며 5rad(50mGy)를 넘어서지 않는 것으로 알려져 있으며, 권정안 등[14]의 연구에서는 0.01mSv 정도로 보고하고 있는데 최근 디지털 의료영상과 PACS(Picture Archaving Communication System)의 출현과 더불어 진료에 적절한 영상을 획득하기 위한 평균 조사선량이 증가하여 본 실험처럼 피폭선량이 증가된 것으로 생각된다.

[표 1] 파노라마 검사 시 피폭선량 분포

| 구분 | 피폭선량(μGy) | SD |
|---|---|---|
| R1 | 2,340 | 6.31 |
| R2 | 116 | 1.70 |
| R3 | 92 | 1.37 |
| R4 | 87 | 1.62 |
| CENTER | 82.4 | 1.70 |
| L1 | 88 | 1.85 |
| L2 | 93 | 1.16 |
| L3 | 120 | 1.48 |
| L4 | 213.6 | 1.25 |

치과 방사선 검사인 파노라마 검사를 시행 할 때 방사선에 민감한 눈의 수정체에 검사과정에 노출되는 방사선에 피폭을 받게 된다. 눈의 수정체는 방사선에 민감하므로 이유여하를 막론하고 불필요한 방사선의 피폭을 억제하는 것이 바람직할 것이다.

그래서 본 실험에서는 안경을 착용하고 검사하는 경우와 그렇지 않은 경우로 구분하여 수정체의 피폭선량을 측정하여 향후 파노라마 검사시 안경의 착용 유무에 따른 피폭선량을 제시하고 렌즈 등의 착용이 수정체의 피폭선량에 미치는 영향을 파악하여 치과용 파노라마 검사시 최적의 검사방법을 확인하려고 시도하였다.

안경렌즈를 착용하기 전의 피폭선량은 70.2±1.29μGy로 측정되었고 Plastic재질의 안경 렌즈를 착용한 경우 90±1.25μGy로 나타났으며, Glass 재질의 안경렌즈를 착용한 경우 145±1.26μGy의 피폭선량이 측정되어 안경렌즈를 착용하는 것이 착용하지 않는 것에 비교하여 피폭선량이 증가되는 경향을 보였다[표1].

[표 2] 안경 착용과 재질에 따른 수정체 피폭선량 비교

| 구분 | 피폭선량(μGy) | SD |
|---|---|---|
| 착용 전 | 70.2 | 1.29 |
| Plastic 재질 착용 후 | 90: 88 | 1.25 |
| Glass 재질 착용 후 | 145: 91 | 1.26 |

이러한 측정결과는 치과 검사용 파노라마 장치에서 X선관이 머리의 후두부를 회전하며 X선을 발생하고 안면부에서 X선을 검출하는 원리로 되어 있기 때문에 안경과 같은 부착물을 착용하면 두개부를 투과한 X선과 작용 산란선 등을 발생하여 피폭선량이 증가되는 것으로 생각된다.

안경의 재질에 따라서도 피폭선량이 달라지는 결과를 보였는데 유리 재질로 구성된 렌즈가 플라스틱 재질로 구성된 렌즈보다 피폭선량이 증가되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 유리 재질로 구성된 렌즈가 밀도와 원자 번호가 높아서 산란선의 발생이 플라스틱 재질로 구성된 렌즈에 비교하여 증가하여 수정체에 영향을 주는 피폭선량이 증가한 것으로 사료된다.

이러한 실험 결과를 통하여 치과용 방사선 파노라마 검사시 반드시 방사선에 민감한 수정체의 피폭선량을 증가시킬 수 있는 안경이나 렌즈를 분리하고 검사를 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

피폭선량 측정에 사용된 유리선량계는 유리 소자의 은활성 인산염에 전리방사선이 조사되면 전자와 정공 PO4가 생성되고 생성된 전자는 유리소자 내의 Ag+에 포획되어 Ago가되며 정공은 PO4+에 포획되거나 시간이 경과함에 따라서 Ag+로 이행되어 Ag++를 형성한다. 이들 Ago와 Ag++는 보다 안정한 상태인 RPL(Radio Photo Luminescence) 중심을 형성한다. RPL 중심에 자외선을 조사하면 에너지를 받아 여기상태가 되었다가 안정상태로 돌아오면서 주황색의 형광을 방출하게 된다. 이 때 형광을 방출하는 RPL중심의 수는 일정하며 주위환경과 판독과정에서 소멸되지 않으므로 반복 재생 판독이 가능하다. 이러한 특징은 한번의 판독만을 할 수 있는 열형광선량계(TLD:Thermo

Luminescence Dosimeter) 피폭선량 측정기와 비교하였을 때 가장 큰 차이점이라고 할 수 있다. 또한 유리선량계에서 방출되는 형광량의 정도는 조사된 방사선량과 비례하며 400°C에서 1시간 간단한 열처리과정을 통해 축적된 선량이 리셋(RESET)되어 재사용이 가능한 특징을 가지고 있다[15].

이러한 반복 판독과 재사용의 장점을 가지고 있으면서 피폭선량의 측정 범위가 넓고 방향의존성과 정밀도가 좋아서 본 논문과 같은 의료방사선 피폭을 연구하는 분야에서 많은 활용이 이루어질 것으로 생각된다.

## 4. 결 론

치과 진료시 파로라마 장치를 이용한 검사에서 유리선량계를 사용하여 피검자의 피폭선량을 측정하였다. 수정체의 피폭선량 영향을 평가하기 위하여 안경의 재질에 따라 수정체의 피폭선량을 측정하였다. 치아위치별 피폭선량 측정결과 82.4--2,340μSv 선량분포로 나타나 최대 300% 이상의 피폭선량 차이를 보였다. 따라서 효과적이고 정확한 진단과 피폭선량 관리를 위해서는 장치제조시 예열시간 단축 과 차폐 등의 조치가 필요할 것으로 생각된다. 안경을 착용하였을 때 착용하지 않았을 때 비하여 수정체의 피폭선량이 안경의 재질에 따라서 1회 검사 시 20-75μSv 증가되는 것으로 측정되었다. 그러므로 피폭선량을 최소화하고 효율적인 검사를 위해 치과 파노라마 검사시 안경을 벗고 검사할 것을 권고 한다.

## 참고문헌

[1] M. P. Walker, "Post-radiation Dental Index: Develepment and Reliaability", NIH Public Acess, 16(5) pp. 525-530, May, 2008.

[2] T. Wrzosk, A. Einarson, "Dental care during pregnancy", Canadian Family Physian, 55 pp598-599, June, 2009.

[3] G. Dalrymple, M. Goulden, G. Kollmorgen, H. Vogel, "Medical Radiation Biology", WB Saunders, PP235, 1973.

[4] K. Nishizawa, T. Maruyama, M. Takayama, M. Okada, J. Hachiya, Y. Furuya, "Determinations of organ doses and effective dose equivalents from computed tomographic examination, Br J Radiol, 64, pp20-28, 1991.

[5] NCRP, "Ionizing Radiation Exposures of the Population of the Unite States, National Council on Radiation Protection and Measurement, NCRP Publication 93, 1987.

[6] R. wooton, ed., "Radiation Protection of Patients", Cambridge University Press, 1993.

[7] O. H. Suleiman, S. H. Stern and D. C. Spelic, "Patient dosimetry activities in the United States: the nationwide evaluation of X-ray trends and tissue dose handbook", Appl. Raidat. Isotopes, 50, pp247-259, 1999.

[8] 임창선, 김세헌, "핵의학과에서 방사선 피폭관리실태에 대한 조사 연구", 한국산학기술학회논문지, 제10권7호, pp. 1760-1765, 7월, 2009.

[9] 김문찬, "64채널 Multi-Detector Computed Tomography를 이용한 관상동맥검사의 선량: 검사 프로토콜 다변화에 따른 환자 선량 감소, 방사선기술과학, Vol. 32. No. 3, pp299-306, 2009.

[10] 정미영, 권대철, 권수일, "CT 검사에서 유리선량계를 이용한 수정체의 비스무트 차폐 효과, 방사선기술과학, Vol. 32. No. 3, pp307-312, 2009.

[11] Jeong-Eun Rah, Ju-Young Hong, Gwe-Ya Kim, Yon-Lae Kim, Dong-Oh Shin, Tae-Suk Suh, "A comparison of the dosimetric characteristics of a glass rod dosimeter and a themoluminescent dosimeter for mailed dosimeter, Radiation Measurements, Vol. 44, pp18, 2009.

[12] Technical Report, "Explanation Material of RPL Glass Dosimeter, Small Element System", Asahi Techncv Glass Corporation, 2000.

[13] ICRP, 1990 Recommendation of the international Commission on Radiological Protection, International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Pergamon Press, 1990.

[14] 권정안, 정제호, 장기원, 이재기, "진단방사선 및 핵의학 검사에 의한 한국인의 의료상 피폭, 방사선 방어학회지, Vol. 30. No. 4, pp185-196, 2005.

[15] 라정은, 서원섭, 신동오, 김회선, 서태석, "유리선량계를 이용한 가마나이프의 출력인자 결정", 의학물리학회지 18권 1호, 2007.