

자체제작 Pb 밴딩을 이용한 피폭선량 감소

김창규*

김천대학교 방사선학과*

Exposure dose Reduction using Pb Banding of own manufacturing

Chang-Gyu Kim*

Dept. of Radiological Science, Gimcheon University*

요약 치과 진료시 파노라마 장치를 이용한 검사에서 유리선량계를 사용하여 피검자의 피폭선량을 측정하였다. 특히 방사선에 민감한 수정체의 피폭선량을 줄이기 위하여 자체 제작한 Pb밴딩의 크기에 따라 수정체 피폭선량을 측정 한 결과 Pb밴딩의 크기에 따라서 수정체의 피폭선량이 다르다는 것을 확인할 수 있었다. Pb밴딩의 크기가 3×20×0.2 cm에서는 정상치보다 피폭선량이 증가하는 경향을 보였으며 5×20×0.2cm 이상의 크기에서는 피폭선량이 감소하는 결과를 보였다. 또한 획득되어진 영상 7×20×0.2cm 크기에서 진단에 부적합한 영상으로 판정되었다. 그러므로 피폭선량을 최소화하고 효과적인 파노라마 검사를 수행하기 위해서는 Pb밴딩 5×20×0.2cm이상 6×20×0.2cm이하 크기를 사용하여 검사에 활용하면 피폭선량이 감소될 것으로 기대한다.

주제어 : Pb 밴드, 파노라마 촬영, 피폭선량, 유리선량계

Abstract Exposure dose to the examinee was measured using glass dosimeter in the test using panorama device at the time of dental treatment. As a result of measuring expose dose to lens according to the different sizes of Pb banding of own manufacturing to reduce exposure dose to lens especially sensitive to radiation, it was verified that exposure dose to lens varied depending on the size of the Pb banding. With the size of Pb banding of 3×20×0.2cm, exposure dose tended to increase higher than normal value, and with the size of or more than 5×20×0.2cm, it decreased. And also, the obtained image with the size of 7×20×0.2cm was not suitable for diagnosis. Therefore, it is expected that exposure dose would be reduced by using Pb banding of the size of not less than 5×20×0.2cm and not more than 6×20×0.2cm in the test, to minimize exposure dose and conduct panorama test efficiently.

Key Words : Pb band, Panoramagraphy, Exposure dose, Glss dosimeter

1. 서론

최근 사람들의 생활수준이 높아짐에 따라 치과 의료 서비스에 관한 관심과 수요가 늘어나고 있다. 특히 임플

란트, 치아교정, 치아 병변 등 악골 상태의 정보를 파악하기 위한 파노라마 촬영이 많이 시행되고 있다[1].

이것은 외모를 중시하는 현대 사회 문화의 형성으로부터 기인하는데 다양한 연령층의 사람들이 자신들의 치

Received 28 April 2013, Revised 21 May 2013

Accepted 20 June 2013

Corresponding Author: Chang-Gyu Kim (Gimcheon University)

Email: radkcgr@hanmail.net

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

아를 가꾸고 관리함으로써, 자신들의 외모를 돋보이게 하고 싶어 하기 때문이다. 이러한 목적을 가진 연령층은 아동, 청소년 등 연령대가 낮은 층이 주를 이루는데, 이들은 아직 성형수술을 하기에는 충분히 성장하지 않았기 때문에 차선택으로 치아교정을 선호한다. 하지만 이들은 방사선 피폭에 관한 위험의식이 중년층, 노년층에 비해 상대적으로 부족하다는 문제점을 가지고 있다.

치과에서 이용하는 파노라마 촬영은 진단 및 치료에 중요한 정보를 제공하고 있는 반면, 방사선 피폭으로 인한 피해는 부인할 수 없다. 다시 말해 아무리 저에너지 저용량의 X선을 파노라마 촬영 시에 사용한다 하더라도 인체에서 가장 방사선 감수성이 민감한 수정체에 영향을 미친다는 것이 주지의 사실이다[2, 3].

어린 연령층의 방사선 감수성은 신진대사가 활발하고 연약한 세포로 구성되어 있어 성인에 비해 상대적으로 높은 편이다. 방사선에 의해 수정체가 피폭을 받았을 때 일어날 수 있는 신체적 영향으로는 수정체의 불투명과 백내장을 들 수 있다.

수정체의 불투명은 수정체가 방사선 피폭선량을 0.5 Gy ~ 2.0 Gy 1 회 급성 조사 시 유발되고 그 보다 많은 4 Gy 1 회 급성 조사 시 백내장이 유발된다. 그러므로 치과 파노라마 촬영 시 차폐물을 이용해 수정체에 가해지는 피폭선량 감소가 필요하다[4 - 6].

유리선량계는 유리 소자의 은활성 인산염에 전리방사선이 조사되면 전자와 정공 PO_4 가 생성되고 생성된 전자는 유리소자 내의 Ag^+ 에 포획되어 Ag^0 가 되며 정공은 PO_4^+ 에 포획되거나 시간이 경과함에 따라서 Ag^+ 로 이행되어 Ag^{++} 를 형성한다. 이들 Ag^0 와 Ag^{++} 는 보다 안정한 상태인 RPL(Radio Photo Luminescence) 중심을 형성한다. RPL 중심에 자외선을 조사하면 에너지를 받아 여기 상태가 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 1 시간 간단한 열처리과정을 통해 축적된 선량이 리셋(RESET)되어 재사용이 가능한 특징을 가지고 있다[7, 8].

현대문명을 살아가는 우리는 인공 및 자연 방사선 피폭에 노출되어 있다. 평균적으로 피폭받는 선량 중 80% 이상이 자연방사선이며, 최대의 인공 방사선 피폭원은 의료방사선이다[5, 6]. 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[9 - 12].

의료분야에 종사하는 방사선 종자자들의 피폭선량관리에 관한 연구[13]와 CT(Computed Tomography)의 검사 프로토콜 변화에 따른 선량감소[14]와 차폐체를 이용한 피폭선량 감소[15]등의 검사 장치에 따른 의료 피폭에 대한 연구는 국내에서 수행되어 왔으나 치과 영역의 검사부위에 따른 피폭선량 감소에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본 실험은 치과 파노라마 검사 시 수정체와 침샘 등의 피폭선량을 경감하기위하여 자체 제작한 Pb밴딩과 유리선량계를 이용하여 방사선 감수성이 민감한 수정체와 침샘 등에 가해지는 피폭선량을 최소화하고 진단학적 가치가 우수한 영상을 만들 수 있는 효율적인 검사 방법을 제시하고자 수행하였다.

2. 연구대상 및 방법

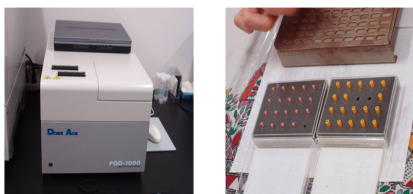
2.1 재료 및 장비

피폭선량을 감소시킬 목적으로 pb 밴딩의 제작은 3×20×0.2cm에서 8×20×0.2cm까지 1cm간격으로 pb 1mm두께의 연판을 가지고 결대어 6 개를 제작하였으며, 인체와 접촉하는 부분을 부드럽게 하기위하여 천으로 감싸고 밴딩을 두 개부에 고착할 수 있도록 신축성 밴드를 활용하여 실험하였다.

치과 파노라마 검사시 피폭선량 분포 측정장치는 임상에서 일반적으로 사용하는 GENORAY GFP-1을 이용하여 72 kVp 8mA 17sec스캔 조건을 사용하였다.

피검자의 피폭선량을 측정하기 위하여 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 사용하였다[Fig. 1]



[Fig. 1] Photoluminescence dosimetry (PLD)

2.2 실험 방법

피폭선량 분포의 측정은 Pb밴딩을 사용하기 전과 Pb밴딩의 크기별로 수정체의 피폭선량 측정은 안와내의 수정체 위치에 유리형광 소자를 오른쪽, 왼쪽 각각 2개씩 설치하여 선량을 측정하였다[Fig. 2]

피폭선량의 측정은 3 회 반복하여 조사하고 측정하여 평균값과 표준편차를 산출하였다.



[Fig. 2] Radiation measurement location of devices and Pb band

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

소자의 특성을 감안하여 선량 조사전에 Annealing 과정을 400°C에서 1 시간 가열 후 냉각을 거친 후 background값을 측정하여 10-20 μGy 를 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 10 회 반복하여 판독하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며 산출된 값에서 background값을 감산하여 피폭선량 값을 도출하였다[13].

2.3 영상 평가 방법

Pb밴딩의 크기별로 영상을 획득, 입상의 실용성을 확인하기 위하여 정성적 분석을 하였다. 정성적 분석으로는 영상별로 영상의대조도(Contrast), 병변 발견율, 경계의 명확성, 에 대하여 다섯 그룹(1:매우불량, 2:불량, 3:보통, 4:우수, 5: 아주우수)으로 나누어 치과 전문의 1명, 10년 이상 경력을 가진 방사선사 2명과 치위생사 2명으로 구성하여 평가 하였다.

2.4 통계처리 분석

자료의 분석은 SPSSWIN(Ver 13.0) 통계프로그램을 이용하였고, 대조군과 실험군의 피폭선량 측정치의 평균값에 대한 유의성 검증은 t-test와 ANOVA를 실시하였다. 모든 통계량의 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

3. 결과 및 고찰

치과 방사선 검사인 파노라마 검사를 시행 할 때 방사선에 민감한 눈의 수정체에 검사과정 중 노출되는 방사선의 피폭을 받게 된다. 눈의 수정체는 방사선에 민감하므로 이유여하를 막론하고 불필요한 방사선의 피폭을 억제하는 것이 바람직하다. 그러므로 팬텀을 이용하여 수정체 선량의 감소효과를 목적으로 선량을 측정하여 차폐제의 유용성에 대한 연구를 시행하였다.

선량 측정에 사용된 유리선량계는 인산유리에 Ag를 입힌 것으로 방사선을 비추면 방사선의 흡수량에 비례하여 발광중심이 형성되는데 자외선을 비추면 장파장의 형광이 방출되며 이 형광량에 의해 선량을 측정하는 원리이다.

유리선량계(photoluminescence glass dosimeter, PLD)는 기존 다른 선량계에 비해 선량범위가 10 μGy - 500 Gy까지로 넓고, 안정성이 높아 감쇄(fading) 현상이 거의 없으며 소자간의 균일성이 뛰어나고, 독해한 데이터의 소실이 없는 등의 뛰어난 장점이 있어 기존 연구에 사용된 TLD에 비해 많은 장점을 가지고 있어 본 실험에서 유리선량계를 사용하였다.

인체의 수정체는 방사선에 매우 민감하여 0.5 Gy ~ 2 Gy 선량에서 수정체의 불투명을 유발할 수 있고 4 Gy

의 선량을 초과하면 백내장의 원인이 될 수 있다고 보고하고 있다.

백내장이란 수정체가 혼탁해져 빛을 제대로 통과시키지 못하게 되면서 안개가 낀 것처럼 시야가 뿌옇게 보이게 되는 질환을 말한다.

본 실험에서는 치과 파노라마 촬영시 수정체에 가해지는 피폭선량을 경감하기 위해 피폭선량 차폐에 유용하고 촬영에 적합한 Pb밴딩을 크기별로 제작하여 차폐 실험을 하였다.

실험결과는 <Table 1>에서와 같이 3×20×0.2cm의 Pb 밴딩을 이용했을 때 오히려 피폭선량 값이 증가하는 결과를 나타내었는데 이는 산란선의 영향으로 보여진다. 측정된 값을 고려하였을 때 Pb밴딩의 피폭선량 감소효과는 5×20×0.2cm 이상일때부터 유효한 것으로 확인되었으며 7×20×0.2cm 이상 일 때 피폭선량이 절반으로 감소하는 경향이었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (p<0.001).

<Table 1> The Pb band size of the radiation measurement results

Pb-BAND (cm)	Eye lens exposure dose(μGy)		S.D		p-value
	R	L	R	L	
	None	69.66	62	0.79	
3×20×0.2	80.66	74.33	1.16	0.63	<0.001
4×20×0.2	69	62.33	0.84	0.74	
5×20×0.2	61	58.33	0.48	0.67	
6×20×0.2	49	46.33	0.94	0.71	
7×20×0.2	36.66	30.66	0.7	0.85	
8×20×0.2	28.9	25.8	0.52	0.43	

이와 같은 결과로부터 Pb밴딩을 사용하여 피폭선량 차폐 효과에 의해 수정체에 백내장을 유발할 수 있는 결정적 영향과 확률적 영향을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 또한 수정체가 백내장을 유발할 수 있는 역치선량 4 Gy에 도달하지 않게 하기 위해서는 파노라마 검사에서 수반되는 선량의 피폭을 감소하기 위해서는 적절한 차폐 도구의 활용이 필요하고 Pb밴딩은 유용한 것으로 생각되어진다.

향후, 인체등가물질 팬텀과 유리선량계를 이용하여

Pb밴딩을 사용한 치과 파노라마 촬영에서 수정체 선량의 감소효과 뿐만아니라 여러 재질의 차폐체 연구에도 많은 도움이 될 것으로 생각되어진다.

Pb 밴드를 활용하여 피폭선량을 감소하였을 때 임상에 활용 여부를 분석하기위하여 획득된 영상을 가지고 정성적 분석을 실시하였다.

정성적 분석은 영상별로 영상의대조도(Contrast), 병변 발견율, 경계의 명확성에 대하여 다섯 그룹(1:매우불량, 2:불량, 3:보통, 4:우수, 5: 아주우수)으로 나누어 치과 전문의 1명, 10년 이상 경력을 가진 방사선사 2명과 치위생사 2명으로 구성되어 평가 한 결과는 대조도 분야에서는 크기별로 획득한 영상 모두에서 매우 만족한 결과를 보였다. 그러나 병변 발견율, 경계의 명확성에 있어서 7×20×0.2cm, 8×20×0.2cm에서 불량과 매우불량이라는 결과를 얻었다<Table 2>.

<Table 2> Evaluation results of Image Quality

Pb-BAND (cm)	Contrast	Lesions found rate	The clarity of boundaries
None	5	5	5
3×20×0.2	5	5	5
4×20×0.2	5	5	5
5×20×0.2	5	5	5
6×20×0.2	5	5	5
7×20×0.2	5	2	1
8×20×0.2	5	1	1

이러한 이유는 Pb밴드의 넓이가 넓게 되면 진단에 활용할 수 있는 부위가 보이지 않게 되기 때문인 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터 치과 파노라마 검사시 자체 제작한 Pb밴드를 이용한 피폭선량 감소 효과는 5×20×0.2cm 이상 6×20×0.2cm이하를 사용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

4. 결론

치과 진료시 파노라마 장치를 이용한 검사에서 유리선량계를 사용하여 피검자의 피폭선량을 측정하였다. 특

히 방사선에 민감한 수정체의 피폭선량을 줄이기 위하여 자체 제작한 Pb밴딩의 크기에 따라 수정체 피폭선량을 측정된 결과 Pb밴딩의 크기에 따라서 수정체의 피폭선량이 다르다는 것을 확인할 수 있었다. Pb밴딩의 크기가 3×20×0.2cm에서는 정상치보다 피폭선량이 증가하는 경향을 보였으며 5×20×0.2cm 이상의 크기에서는 피폭선량이 감소하는 결과를 보였다. 그러므로 피폭선량을 최소화하고 효과적인 파노라마 검사를 수행하기 위해서는 Pb밴딩 5×20×0.2cm이상 6×20×0.2cm이하를 사용하여 검사에 활용하면 피폭선량이 감소될 것으로 기대한다.

REFERENCES

- [1] Health Insurance Management Corporation annual reports of statistics in Korea, 2011.
- [2] T. Wrzosc, A. Einarson, "Dental care during pregnancy", Canadian Family Physician, 55 pp598-599, June, 2009.
- [3] C. G. Kim, Measurement dose of dental panoramic radiography using a radiophotoluminescent Glass Rod Detector, The Korea Academia Industrial cooperation journal, 12(6) pp. 2624-2628, 2011.
- [4] G. Dalrymple, M. Goulden, G. Kollmorgen, H. Vogel, "Medical Radiation Biology", WB Saunders, PP235, 1973.
- [5] ICRP, 1990 Recommendation of the international Commission on Radiological Protection, International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Pergamon Press, 1990.
- [6] ICRP: Radiation and your Patient : A guide for medical practitioners, Annals of the ICRP supporting guidance 2, Pergamon Press, Oxford, 2001.
- [7] Technical Report, "Explanation Material of RPL Glass Dosimeter, Small Element System", Asahi Technic Glass Corporation, 2000.
- [8] 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 thermoluminescent dosimeter for mailed dosimeter, Radiation Measurements, Vol. 44, pp18, 2009.
- [9] NCRP, "Ionizing Radiation Exposures of the Population of the United States, National Council on Radiation Protection and Measurement, NCRP Publication 93, 1987.
- [10] M. P. Walker, "Post-radiation Dental Index: Development and Reliability", NIH Public Access, 16(5) pp. 525-530, May, 2008.
- [11] 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. Radiat. Isotopes, 50, pp247-259, 1999.
- [12] R. Wootton, ed., "Radiation Protection of Patients", Cambridge University Press, 1993.
- [13] C. G. Kim, The evaluation of the radiation dose and the image quality during MDCT using Glass Rod Detector, The Korea Society of Digital Policy and Management journal, 10(2) pp. 249-254, 2012.
- [14] M. C. Kim, "Doses of coronary study in 64-MDCT Reduced radiation dose according to variety of examination protocols", Radiological science, Vol 32(3), 2009.
- [15] M. Y. Jung, D. C. Kweon, S. I. Kwon, "Effectiveness of Bismuth Shield to Reduce Eye Lens Radiation Dose Using the Photoluminescence Dosimetry in Computed Tomography", The Korea Society of Radiological Science journal, Vol. 32. No. 3, pp307-312, 2009.

김창규(Kim, Chang Gyu)



- 2003년 8월 : 한남대학교 물리학과 (이학박사)
- 2011년 1월 ~ 현재 : 김천대학교 보건과학연구소 소장
- 2009년 1월 ~ 현재 : 김천대학교 바우처사업단 단장
- 2001년 3월 ~ 현재 : 김천대학교 방사선학과 교수

- 관심분야 : 방사선의료영상, 방사선측정응용
- E-Mail : radkcg@hanmail.net