

Utilization-Focused Reduction of Radiation Exposure with XCP-DS FIT Sensor Holder by Measuring Dose of Dental X-ray Generator

Kyung Hee Lee

Department of Dental Hygiene, Dongseo University, Jurae-dong, Sasang-gu, Busan, Korea

구내 방사선발생기의 선량 분포측정을 통한 필름유지기구 (XCP-DS FIT)의 피폭선량감소에 대한 유용성

이경희

동서대학교 치위생학과

Abstract

In this study, three dimensional X-ray dose distribution from dental X-ray generator system was measured by ALOKA PDM-117 dosimeter. The X-ray dose distribution will be change with XCP-DS FIT in oral shot, because the distance between X-ray generator and the dosimeter. The X-ray dose change affects on patient exposure and radiograph image quality. Therefore, it is important to obtain relation between the X-ray dose and the distance. The X-ray dose at the central position was decreased with increasing the distance. Furthermore, the dose at the edge of the X-ray flux was increased with increasing the distance. The increased dose affects on the patient radiation exposure. The present results will provide for good dental radiograph image and reducing radiation over-exposure on patient.

Key words: XCP sensor holder, X-ray, 3D Dose distribution, PDM, Water phantom

요약

본 연구에서는 ALOKA PDM-117(X-ray 측정용 선량계)선량계를 이용하여 구내방사선 촬영기에서 발생하는 방사선에 대하여 거리의 변화에 따른 선량분포를 3차원으로 측정하였다. 구내 방사선촬영에 있어서 XCP 필름 유지기구(XCP-DS FIT)를 사용하여 영상을 얻는 경우 방사선의 선량 분포는 변할 수 있고 이것은 방사선영상과 환자피폭에 영향을 미치게 된다. 따라서 위치에 따른 선량을 표준화하여 XCP 필름 유지기구 사용 유무에 따른 선량과의 관계를 알아볼 필요성이 있다. 본 연구에서는 측정된 3차원 선량분포를 통하여 등각촬영시 얻을 수 있는 최적의 영상과 동일한 선량을 얻기 위한 조사시간과 거리와의 관계 및 선량분포의 모서리 퍼짐 현상에 대한 결과를 정량적으로 측정하였다. 거리가 증가함에 따라 중심 선량은 감소하였지만 조사통 가장자리 부분의 방사선 퍼짐은 증가하는 경향을 보였다. 이것은 XCP 필름 유지기구를 사용하는 경우에 선속 가장자리 부분에서 방사선의 선량이 퍼지는 경향을 보이기 때문이므로 환자의 병소이외의 부분에 대한 피폭에 주의를 기울여야 함을 정량적으로 확인 하였다. 본 연구의 결과는 품질 좋은 치아영상을 얻고, 환자의 피폭선량을 줄이는데 매우 유용하게 사용되어 질 수 있을 것으로 사료된다.

중심단어: XCP 필름유지기구, X-ray, 3차원 선량분포, PDM-117

I. 서론

최근 국내 인구의 구성 비율에서 노인 인구의 수는 OECD국가 중에서도 높은 증가율을 보이고 있다. 따라서 고령까지 건강한 치아를 유지하는 것은 삶의 질을 높이는 면에서 매우 중요하며 이것은 소아기 부터 발생하는 영구치의 관리가 매우 중요한 문제로 대두된다. 현재 영구치의 관리와 치료를 위한 인식 정도의 파악, 치주질환 확인, 치근단 병소평가 등을 하기 위하여 구내방사선촬영을 주로하고 있으며, 전체적인 치아 및 치아주변의 조직적 배열상태, 악골질환 및 병소평가, 등을 파악하기 위해서 파노라마촬영을 하고 있다. 그 외에도 치아와 관련된 두개골이나 안면부의 병소등을 판단하기 위하여 세팔로나 콘빔CT를 사용하기도 한다. 이러한 방사선의 과도한 피폭은 수막종을 일으키는 원인으로 보고되기도 한다^[1]. 그러나 이런 방사선을 이용한 촬영에 있어서 환자피폭선량에 대한 이해와 환자피폭선량감축을 위한 노력은 현실적으로 매우 저조한 상태에 있다^[2]. 특히 치과병원에서 가장 많이 사용되고 있는 구내방사선촬영의 경우 여러 가지 형태의 촬영 실수로 인해 환자에 대한 방사선피폭 증가가 발생되어 질 수 있다. 특히 방사선의 과다노출, 방사선의 저노출, 필름의 위치오류, 조사각도의 오류, 조사통의 가림, 중첩상 등의 실수에 의해서 의사의 진단에 부적합한 영상을 얻게 되면 중복된 촬영을 통하여 환자피폭선량의 증가는 있을 수밖에 없게 된다. 이러한 촬영 실수로 인한 환자의 방사선피폭선량 증가는 국민전체의 피폭선량 감축면에 있어서 중요하게 다루어야 할 문제 중에 하나이다^[3]. 1회 구내 촬영시 수~수십 μSv 의 방사선선량이 조사되며, 이중 수십 % 정도는 피부표면과 근육 등에 흡수되고 나머지는 대부분 다른 주위조직에 흡수된다. 따라서 구내 방사선 촬영의 1회 실수로 수~수십 μSv 의 방사선선량이 중복 조사된다고 볼 수 있다^[4]. 이러한 문제들을 줄이기 위해서 일반적으로 필름 유지기구를 사용해 오고 있다. 필름 유지기구를 사용하여 얻어지는 영상은 왜곡이 줄어들고 분해능이 높다. 그리고 관구의 조사각도를 쉽게 조절할 수 있을 뿐만 아니라 표준화된 방법을 통한 촬영이므로 반복 촬영시 재현성이 높은 영상을 얻을 수 있는 장점이 있다^[5]. 그러나 필름유지기구는

사용이 불편하고 소아환자 및 구강이 작은 환자의 경우 필름유지기구를 위치시키기가 어려운 문제점도 가지고 있다. 뿐만 아니라 필름유지기구의 조직압박을 통해서 불편감, 통증, 구토, 점막부위손상을 가져올 수도 있다. 이러한 불편 때문에 실제 중소 치과병원에서는 XCP (Extension Cone Paralleling) 필름 유지기구를 많이 사용하지 않는 것으로 보이며 등각촬영법을 통하여 손쉬운 촬영을 하게 된다. 또한 XCP 필름 유지기구를 사용할 경우 피사체와 방사선발생장치와의 거리가 멀어지게 됨으로 상의 확대와 선명도 감소를 가져오기도 한다. 이것을 해결하기 위해서 일반적으로 X선 발생기의 관전압, 관전류, 노출시간을 증가시키고 고감도 필름으로 저선량문제를 보상해야 하는 일이 생기게 된다. 이런 경우 환자의 피폭선량이 과다하게 증가할 수 있으므로 주변 부위의 방사선 피폭을 줄이기 위해서는 시준기가 부착된 XCP의 사용이 필요로 하게 된다.

본 연구에서는 XCP 필름 유지기구를 사용하였을 경우 방사선의 선량 분포는 변할 수 있고, 이것은 방사선영상과 환자피폭선량에 영향을 미치게 된다. 따라서 위치에 따른 선량을 표준화하여 XCP 필름 유지기구를 사용하였을 때와 사용하지 않을 때의 선량변화와 관계를 확인할 필요성이 있다. 따라서 ALOKA PDM-117 (X-ray 측정용 선량계)선량계를 이용하여 3차원 공간선량분포를 측정하였다. 이 결과를 통하여 등각촬영시 얻을 수 있는 최적의 영상과 동일한 선량을 얻기 위한 조사시간과 거리와의 관계 및 선량분포의 모서리 퍼짐 현상에 대한 연구를 시행하였다.

II. 실험장치

1. 방사선발생장치

본 연구에서는 치과진단용 X선 발생장치(ESX, (주)바텍, 직류고주파 정류방식)에서 발생하는 최대 에너지 $65 \pm 6 \text{ kVp}$ 및 관전류 $5 \pm 0.8 \text{ mA}$ 의 조건에서 발생하는 방사선을 사용하였고, 발생된 선량을 3차원적으로 측정하였다. 선량변화를 위하여 조사시간을 변화시켜 mAs의 양을 조절하였다. 실험에서 사용되어진 X선 발생장치의 사용 조건은 표 1에 나타내었다. 선량

측정에 있어서의 통계적오차를 줄이기 위해서 X선 발생장치에서 발생할 수 있는 최대 선량을 사용하였고, 발생장치에서 발생할 수 있는 최대 방사선조사시간인 1.5 sec를 사용하였다. 조사통의 길이는 평행빔을 얻기 위하여 7 cm를 사용하였고, 직경은 내경 6 cm를 이용하였다. 측정에 사용되어진 장치도를 그림 1에 나타내었다.

Table 1. Characteristics of Dental X-ray generator

발생장치 종류	ESX(바텍)
최대 관전류	5 ± 0.8 mA
최대 관전압	65 ± 6 kVp
조사시간	0.05 ~ 1.5 sec
실효초점 치수	0.8 mm
조사통 길이	7 cm
조사통 직경(내경)	6 cm
여과필터	Al (2 mm)
최대 소비전력	350 W

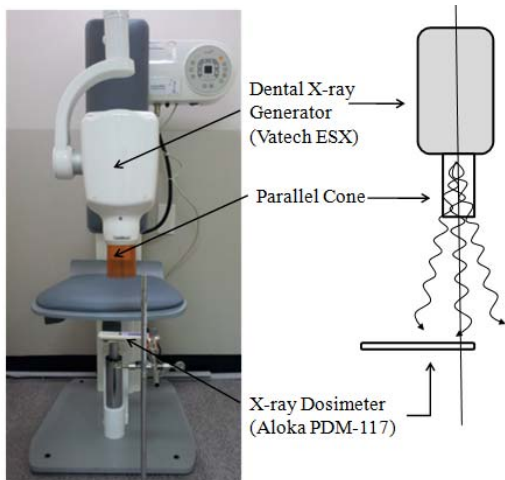


Fig 1. Experimental arrangement

2. X선 선량 측정장치

본 연구에서 사용되어진 선량계는 ALOKA 회사에서 제작되어진 PDM-117로 저에너지 X선 전용선량계(20 ~ 200 keV)를 사용하였고 그림 2의 (A)에 나타내었다. 이 선량계는 개인피폭선량계로 μSv 단위로 표현되며 해당 에너지 영역에 대하여 감도와 정확도가 매우 우수한

것으로 알려져 있다^[6]. 선량계는 크게 표시부, 방사선 감지부(검출기) 및 전원부로 구분되어지며 실험에 있어서 방사선감지부의 정확한 위치를 확인하기 위하여 선량계의 X선 투시 영상을 얻어 선량측정을 위한 정확한 지점을 확인하였고, 그 영상을 그림 2 (B)에 나타내었다. 방사선 검출부위는 그림 2의 (B) 투시영상에서 오른쪽 끝부분에 위치하고 있음을 확인하였고(영상에서 검정색 사각형) 이 부분에 측정하고자 하는 지점의 방사선선량이 최대가 되도록 설치하여 선량을 측정하였다. 선량계의 검출부위는 그림의 오른쪽 끝에서 검출부의 중심까지 13 mm였으며 이 부분이 선량계의 측정효율이 가장 높은 부분임을 선량계를 이용한 선량측정을 통하여도 확인하였다. 그 결과를 그림 2의 (C)에 나타내었다. 정확한 공간선량 분포를 측정하기 위하여 그림1에서 보는바와 같이 중심축에서 좌우앞뒤로 1 cm씩 이동시켜가면서 선량을 측정하였고, 중심축에서의 최대 공간 선량값의 10%이하가 되는 모서리 지점에서 는 측정을 중지하여 선량분포를 측정하였다.

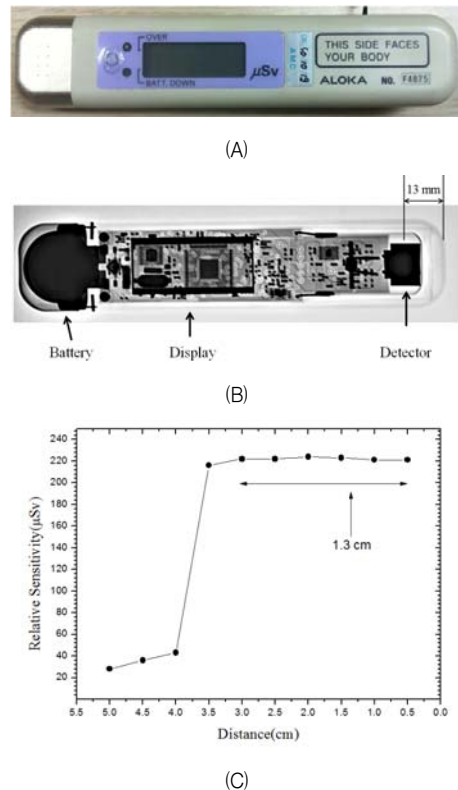
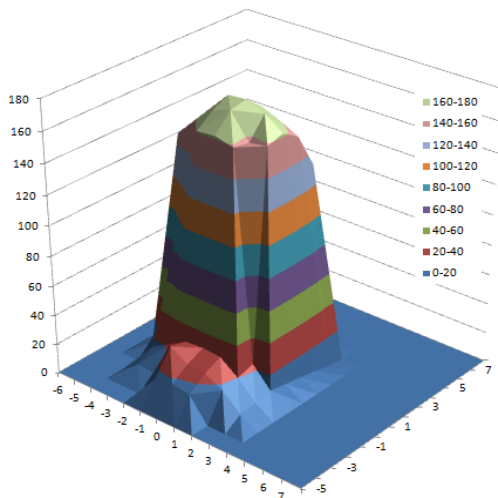


Fig 2. Radiographical Image of X-ray dosimeter and Relative sensitivity to position

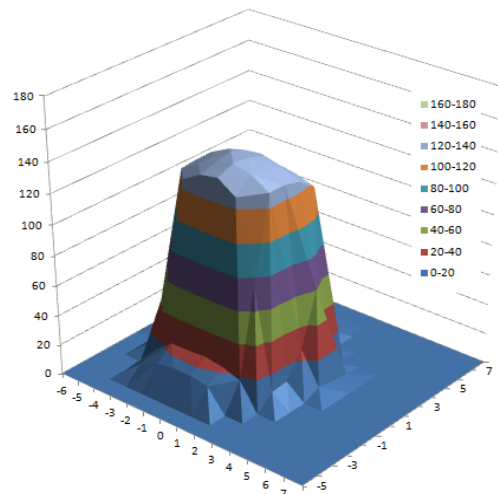
III. 3차원 선량분포의 측정

치과진단용 X선 발생장치에서 발생된 방사선에 대한 3차원 선량분포를 측정하였다. 방사선 조사통 출구에서 각각 4가지 거리(0, 5, 10, 15 cm)에 대하여 측정하였다. 측정된 3차원 선량분포를 그림 3의 (A), (B), (C) 및 (D)에 나타내었다. 조사통의 내부 직경이 6 cm인 것을 고려한다면 4가지 선량분포 모두에서 조사통 외부 선량이 일부 선량의 모서리 퍼짐현상이 일어난다는 것을 알

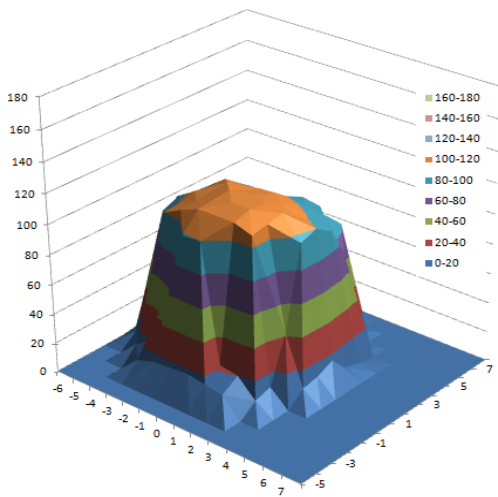
수 있다. 이것은 거리가 증가함에 따라 더욱 증가하여 15 cm의 경우에는 최대값을 나타내었다. 반면 거리가 증가함에 따라 중심 선량분포의 값이 줄어들음을 알 수 있었다. 측정된 3차원 선량분포는 0 cm에서는 가로세로가 대칭이 아닌 직사각형의 선속을 보였으나, 거리가 증가함에 따라 타원형태의 모양을 나타내었다.(그림 A와 D의 비교를 통하여 알 수 있음) 중심부근에서의 선량분포도



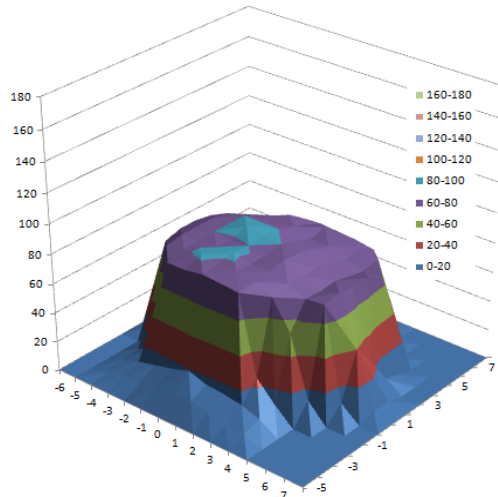
(A) 3D X-ray flux in the case of 0 cm



(B) 3D X-ray flux in the case of 5 cm



(C) 3D X-ray flux in the case of 10 cm



(D) 3D X-ray flux in the case of 15 cm

Fig 3. Obtained 3D X-ray relative flux of dental X-ray generator for variation of distance between dosimeter and the tube (Height: Relative Dose(μ Sv), Area: Unit is cm.)

또한 거리가 증가함에 따라 평편한 모양을 유지하여 영상을 만드는데 필요한 평형선속을 만든다는 것을 확인하였다.

IV. 해석

측정되어진 3차원 선량분포는 앞에서 언급한 것과 같이 좌우상하 대칭을 이루지 않았고 이것은 방사선 발생장치내부의 표적 모양에 기인한다^[7]. 측정에서 얻어진 3차원 선량분포에 대하여 세로축과 가로축에 대한 각각의 선량분포를 그림 4와 5에 나타내었고 각각의 영역에 대한 정량적인 결과를 표2에 나타내었다. 측정된 선속 중앙부분의 선량 감쇠비율 등의 정확한 선속분포를 해석하기 위하여 가로축에 대한 선량분포와 세로축에 대한 선량분포를 각각 구하여 해석하였다. 조사통의 내경이 6 cm 이므로 이것을 고려하여 선량분포의 중심부분을 B와 E로 구분하고 나머지를 A, C, D 및 F 영역으로 구분하였다. 방사선 발생장치와 선량계와의 거리변화에 대한 선량의 변화는 모두 규격화하였으며 상대치로 비교하였다. 얻어진 3차원 선량분포로부터 각각의 영역에 대한 거리에 따른 선량분포의 변화와 이에 따라서 같은 영상의 질을 얻기 위한 조사시간과의 관계 및 모서리부분의 선속퍼짐효과에 대하여 분석하여 필름유지기구사용에 따른 선속변화 효과들을 정량적으로 확인하였다.

1. 거리에 따른 3차원 선량분포의 변화

그림 3과 같이 방사선 발생장치와 선량계와의 거리가 증가함에 따라 3차원 선량분포의 단면 모양은 퍼지는 경향을 보였다. 그림 4와 5에서도 0 cm의 경우 B와 E의 영역인 중심선속에서 매우 높은 선량을 보이며, 그 주위로 급격하게 줄어드는 경향을 보였다. 하지만 방사선 발생장치로부터의 거리가 멀어짐에 따라서 중심부분에서의 전체적인 선량분포 변동이 작아짐을 알 수 있다. 따라서 방사선 발생장치와 센서(영상검출기)와의 거리가 작을 경우에는 조사통의 중심과 센서의 중심(병소의 중심)을 일치시키는 것이 동일한 선속을 사용하여 영상을 얻는데 매우 중요하다고 사료되어진다. 그러나 거리가 증가함에 따라 전체적인 공간선량분포가 퍼지는 경향이 있고, 중심에서의 선량분포도

평편한 모양을 가지게 되므로 센서의 중심을 엄격하게 일치시킬 필요성이 없어짐을 알 수 있었다. 중심에서 멀어져서 좌우 각각 3 cm의 거리에서는 중앙선속의 약 10 %이하 까지 감소하는 경향을 보였다. 조사통 바깥 부분에서도 산란과 선속의 퍼짐효과 등으로 수 %의 선량이 관측되었다. 이런 선속들은 산란선등의 효과에 의해서 화질에 영향을 미치게 된다^[8].

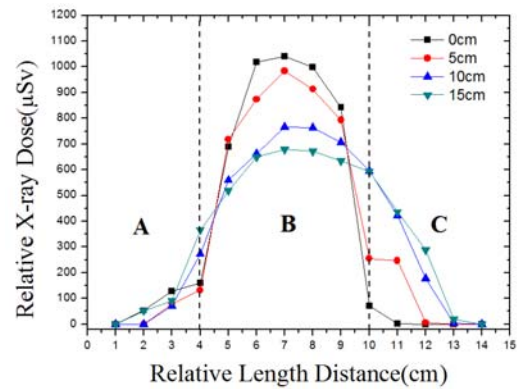


Fig 4. Relative dose distribution of dental X-ray flux to the length distance. The dose of region B gradually decreased to variation of the distance. The shape of dose of region A and C at the edge position slowly increased.

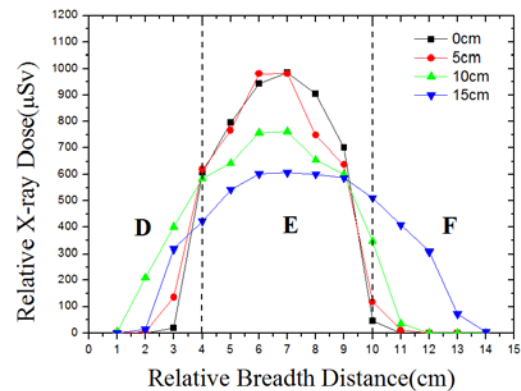


Fig 5. Relative dose distribution of dental X-ray flux to the breadth distance.

Table 2. Variation of percentage for the distance and the region

Distance(cm) Region	0	5	10	15
A region dose(%)	5.2	2.9	4.2	6.5
D region dose(%)	6.4	9.0	18.1	10.8
Average dose(%)	5.8	5.95	11.15	8.65
B region dose(%)	94.1	89.5	77.8	72.7
E region dose(%)	93.1	89.6	77.7	68.2
Average dose(%)	93.6	89.55	77.75	70.45
C region dose(%)	0.7	7.6	18.0	20.8
F region dose(%)	0.5	1.4	4.2	21.0
Average dose(%)	0.6	4.5	11.1	20.9

2. 중심선량분포의 변화

그림 4와 5에서 B와 E영역의 선량은 방사선영상을 만들 때 사용되어지는 중요한 부분으로 영상의 대조도 및 선예도 등은 이 영역의 선량과 매우 중요한 관련성을 가지고 있다. 그림 6에서 보는 것과 같이 0 cm 거리에서 선량은 약 94 % 정도이며 거리가 증가함에 따라서 5 cm 거리에서는 89.6 %, 10 cm에서는 77.8 % 및 15 cm 거리에서는 70.5 %로 점차적으로 감소하는 경향을 보였다. 중심선속의 세기와 가장자리에서의 선속 변화가 방사선발생장치와 선량계의 거리가 가까울수록 크게 나타났다. 그러나 거리가 가장 큰 15 cm의 경우에서도 그 차이는 최대 약 20 % 정도의 차이를 보여 방사선촬영에 있어서 선속 중심을 얻고자하는 병소의 중심에 맞추는 것은 중요하며 거리가 가까울수록 더욱더 중요하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 XCP 필름 유지기구를 사용할 경우 전체적인 선량감소를 가져오지만 병소와 선속 중심을 일치시켜서 양질의 영상을 얻는 데는 많은 도움이 된다는 것을 실험적으로 알 수 있었다.

3. 거리에 따른 선속의 변화와 조사시간과의 관계

일반적으로 관전압이 일정할 경우 방사선선량을 결정하는 것은 관전류와 조사시간이며 mAs로 결정된다. XCP 필름 유지기구를 사용하여도 거리에 관계없이 동일한 화질의 영상을 얻기 위해서는 거리에 무관한 일정한 방사선량을 얻을 필요가 있다. 이를 위해서는 구내방사선발생장치를 이용할 경우 조사시간의 조절이 필요하게 된다. 그림 6에 나타난 것과 같이 거리에 따른 선량의 변화는 조사통을 병소 부분에 밀착하였을 경우 0 cm

가 되며 이때를 기준으로 했을 때 거리가 5 cm떨어지면 4.5 % 정도 조사시간을 증가시켜야하며, 10 cm 떨어졌을 경우는 20.4 %를 증가, 15 cm 경우에는 32.9 % 정도를 증가시켜야 동일한 선량을 얻게 됨을 알 수 있었다. 따라서 XCP 필름 유지기구의 사용 시 원하고자 하는 영상의 질과 선량감소분을 고려하여 조사시간을 변화 하여야 함을 확인하였다.

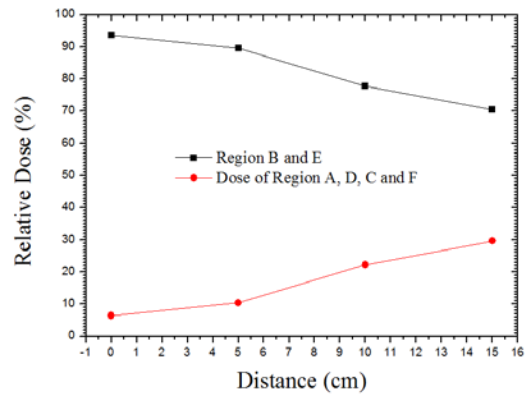


Fig 6. Relative X-ray flux variation of inside region B and E(■), outside region A, D, C and F(●)

4. 가장자리의 선속 퍼짐효과와 환자피폭선량

그림 4, 5 및 6에서 보는 것과 같이 방사선발생장치와 선량계의 거리가 증가함에 따라 조사영역외의 선량 증가를 보였다. 15 cm거리에서는 약 30 % 정도의 증가를 보였고, 이것은 영상 취득 시 환자의 병소의 피폭선량증가를 가져오는 원인이 될 수 있고 이것은 산란선 효과에 의해서 화질에 영향을 미칠 수도 있다. 따라서 본 결과를 통해서 볼 때 XCP 필름 유지기구를 사용할 경우 선량의 병소의 피폭이 줄어들도록 시준기가 부착된 XCP 필름 유지기구의 사용이 필요하다는 것을 실험적으로 증명하였다. 그러나 일반적으로 치과 병원에서는 환자피폭에 대한 인식이 결여되어 있다. 따라서 적절한 환자피폭감량 기구사용을 통하여 환자피폭에 대한 관심을 높여야 함을 알았다^{[2],[3]}.

V. 결론

본 연구에서는 구내방사선발생장치에서 발생한 X선의 선량을 PDM-117 개인피폭선량계를 통하여 3차원

선량 분포를 측정하여 XCP-DS FIT의 사용에 따른 방사선 선량분포 변화를 실험을 통하여 그 유용성을 정량적으로 확인하였다. 조사통을 통하여 조사된 방사선의 중심 선량분포는 거리가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였고, 15 cm에서 약 30 %정도까지 감소함 정량적으로 확인하였다. 동일한 화질의 영상을 얻기 위해서는 mAs를 증가시켜야 하고 조사시간을 적절하게 증가시켜야 함을 확인하였으며, 그 시간을 정량적으로 얻었다. 뿐만 아니라 XCP 필름 유지기구사용을 통하여 증가된 거리는 병소외의 부분에 대한 환자의 방사선피폭에 대한 문제가 있음을 알았고 이것을 해결하기 위하여 방사선방호를 위한 적절한 기구를 사용해야함을 본 연구를 통하여 알게 되었다.

- [8] 이성구, 김정진, 박장흠, 이관섭, 하동윤: 수근부 검사 시 환자의 자세 변화에 따른 산란선에 의한 환자 피폭선량의 평가, "2012 전국방사선 춘계학술대회" p138, 2012

Acknowledgement

This study was performed by the 2012 special research supporting fund of Dongseo University.

참고문헌

- [1] Elizabeth. Claus, Lisa Calvoceossi, Melissa L. Bondy, Joellen. Schildkrau, Joseph L. Wiemels, Margaret Wrench :Dental X-rays and risk of meningioma. Cancer 188:4530, 2012
- [2] 강은주, 이경희, 주은주: 치과 방사선 촬영실의 촬영실태와 방사선 안전관리 실태에 관한 조사 연구. 한국치위생과학회지 Vol 5, p83, 2005
- [3] 성동욱: 진단영역에서의 방사선 노출. 대한의사협회지 Vol 54, p1246, 2011
- [4] 임청환, 김승철, 홍동희, 유인규, 정천수: 치과 방사선 검사 시 노출 위험성에 따른 피폭선량 방어연구. 한국방사선학회지, Vol 5, p237, 2011
- [5] 박영주, 남정훈, 노경록, 연병무, 유우근, 이정원, 안장훈, 강태인, 박미희: 기능적 부하 후 "Short Implant"주변의 골 흡수에 대한 방사선학적 연구. 대한 치과의사협회지, Vol 48, p615, 2010
- [6] Toshio Kurihara, Takao Toi, Atsushi Sofuni, Fumihide, Tokawa, Takayoshi Tsuchiya, Kentaro shii, Shujiro Tsuji, Nobuhito keuchi and Fuminori Moriyasu: Novel Protective Lead Shield and Pulse Fluoroscopy Can Reduce Radiation Exposure. during the ERCP Procedure. Hepato-Gastroenterology Vol 59, p115, 2012
- [7] 장근조, 김남훈, 이준행, 이상복: 양극의 경사각 효과에 따른 조사야 X-선 강도 분포, 한국방사선학회지 Vol 21, p223, 2011