

Assessment of Effective Dose by using additional Filters in Dental Radiography: PC-Based Monte Carlo Program Analysis Subjected on Intraoral Radiography

Jong Hyeok Kwak¹, A Yeon Kim², Gyeong Rip Kim³, Hee Jung Cho⁴, Sung Jin Moon⁵, Sang Hyeong Kil⁶, Jong Kyu Lee^{7,*}

¹Department of Radiology, Pusan National University Yang-san Hospital

²Graduate School of Public Health, Inje university

³Department of Neurosurgery, Pusan National University Yang-san Hospital

⁴Department of Medical Administration, Busan institute of science and technology

⁵Department of Rehabilitation exercise & health, Busan institute of science and technology

⁶Department of Nuclear Medicine, Pusan National University Yang-san Hospital

⁷Department of Physics, Pukyong National University, Busan, Korea

Received: July 08, 2021. Revised: August 20, 2021. Accepted: August 31, 2021.

ABSTRACT

In this study, the effective dose was measured using the PCXMC v2.0 program by examining the conditions used to set the diagnostic reference level for intraoral imaging recommended by the government, and the effect of the Al additive filter was confirmed. In oral imaging, the largest effective dose was calculated from the oral mucosa among 11 organs. The effect of the Al additive filter showed an excellent radiation reduction effect at 2mm rather than 1mm. In the case of children aged 5 years, the overall effective dose was calculated to be high in all 11 organs because they are more sensitive to radiation than adults. And as a result of evaluating the image quality according to the use of an additional filter during intraoral imaging, there was no significant difference in SNR and CNR changes compared to before the additional filter was used. Based on this study, it is thought that additional filter settings can be recommended for intraoral imaging.

Keywords: PCXMC, Effective dose, Oral mucosa, Intraoral imaging, Additional filter

I. INTRODUCTION

현대의학에서 엑스선(X-ray)을 이용한 영상의학 검사는 필수적인 것으로 인식되고 있으며, 그 사용이 증가하고 있다. 우리나라에서 이루어지는 엑스선 검사 건수는 2015년 한 해 동안 약 2억 6,500만 건에 이르는 것으로 조사되었다. 하지만 진단목적의 영상의학 검사 또한 방사선인 엑스선을 이용하는 것으로 여타 방사선과 마찬가지로 피폭에 의한

위험성을 수반하고 있다. 1980년대 미국인이 1인당 받는 방사선 유효선량은 3.6 mSv였으나, 2006년에는 6.2 mSv로 증가되었으며 이런 증가의 대부분은 의료방사선에 의한 것으로 약 절반인 3 mSv를 차지하고 있다^[1]. 우리나라도 마찬가지로 의료방사선 사용 증가에 따라 의료방사선에 의한 선량이 증가하는 추세에 있으며, 2017년 연구에 의하면 2007년 우리나라 국민 1인당 의료방사선에 의한 유효선량은 0.93 mSv로 나타났으며, 2012년 1.2 mSv로, 2015년 1.38 mSv로 8년 간 약 48% 증가하였다. 이

* Corresponding Author: Jong Kyu Lee E-mail: jklee@pknu.ac.kr
Address: 365, Sinseon-ro, Nam-Gu, Busan, Republic of Korea

Tel: +82-51-629-5545

와 같은 의료 피폭은 환자에게 주는 이득이 방사선에 의한 위해보다 많기에 피폭선량의 선량한도를 두고 있지는 않으나 전반적인 의료 피폭 저감화를 위한 방법으로 진단 참고수준(Diagnostic Reference Level, DRL)을 각 국가의 실정에 맞게 적용하도록 ICRP(International Commission on Radiological Protection)는 권고하고 있다. 이에 우리나라에서는 2006년부터 일반 촬영을 비롯하여 유방 촬영, 투시 촬영, 중재 시술, CT 및 치과 촬영에 대한 진단 참고수준을 확립하고 주기적인 개정을 위해 노력하고 있다. PCXMC(PC-Based Monte Carlo) 2.0 프로그램(STUK, Helsinki, Finland)은 일반 방사선 검사 시 환자의 결정 장기 선량, 즉 표적 선량 및 전체 유효선량을 계산하기 위해서 몬테카를로 시뮬레이션을 적용한 프로그램으로서^[2] 본 연구에서는 PCXMC 2.0 VERSION을 사용할 것이며 구내 촬영 및 파노라마 촬영 시 방사선 노출이 심한 부위에 대한 유효선량을 평가한다. 조직을 대상으로 엑스선과 물질과의 상호작용에 대한 확률론적 시뮬레이션의 기반으로 유효선량 계산은 ICRP 103과 ICRP 60의 조직 가중치를 모두 사용하여 계산된다^[3,4]. PCXMC 2.0 프로그램은 수학적 선량평가를 바탕으로 계산된 방사선 노출로 인한 위험도 평가에 사용된다.

부가 필터를 사용하여 영상 품질 및 유효선량을 평가한 선행연구로는 GATE simulation 디지털 영상의 영상 품질평가^[5] 디지털 방사선 장치에서 구리 부가 필터의 유용성 평가에 관한 융·복합 연구^[6], 디지털 흉부 방사선 검사의 화질과 선량의 최적화에 관한 연구^[7] 디지털 유방 영상 시스템에서 몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 영상 평가^[8], 유방 촬영용 장치 부가 필터에 따른 선량 변화 및 화질 개선^[9], 진단용 엑스선 발생 장치에서 부가 여과 판에 따른 선량과 화질 비교^[9], 진단용 엑스선 촬영 시 부가 필터 및 노출의 변화에 따른 피폭선량 및 영상 품질 비교연구^[10] 등 다수의 연구들이 있다. 하지만 선행연구들은 모두 연구자의 검사 환경 및 영상을 구현하는 파라미터(Parameter), 즉, 관전류(mAs), 관전압(kV), 초점과 영상 수용체 간의 거리(Focus Detector Distance), 조사야 크기(Collimator Size), 중심점(Central Ray)이 기준(Reference) 없이 제각기 달랐으며 객관성이 결여되어 있다는 단점

이 있다. 본 연구는 2019년도에 식품의약품안전평가원을 중심으로 환자 선량 조사 및 DRL의 파라미터를 적용하여 객관성을 확보하고자 하였다. 그리고 PCXMC 프로그램을 사용하여 구내 촬영 및 파노라마 촬영 시 부가 필터 사용에 따른 유효선량 평가를 목적으로 하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. PCXMC 프로그램을 활용한 선량평가

PCXMC 프로그램은 일반 방사선 촬영 시 환자의 장기 선량 및 유효선량을 계산하기 위해서 몬테카를로 시뮬레이션을 적용한 컴퓨터 프로그램으로서 1988년 Servomaa and Tapiovaara에 의해 개발되었으며, 지속적인 개발과정을 거쳐 PCXMC 2.0 Version까지 개선되었다^[2]. 본 연구에서는 PCXMC 프로그램으로 구내 촬영 시 중요 장기 11개의 기관과 조직을 대상으로 계산하였으며, 엑스선과 물질과의 상호작용에 대한 확률적 시뮬레이션을 기반으로 계산하였다. 유효선량 계산은 ICRP publication 103(2007)의 조직 가중치와 ICRP publication 60(1991)의 조직 가중치를 모두 사용하여 계산하였다.

2. 유효선량 평가방법

2.1 연구대상

본 연구는 2019년 통계청에서 발표한 진단 참고준위의 설정 조건으로 치과 촬영 시 방사선에 노출되기 쉬운 주요 장기 11개 부위를 선정하였다. 연구 대상은 성인 남성, 성인 여성, 소아 10세, 소아 5세로 구분하였다. 성인 남성의 키는 175 cm, 몸무게는 73 kg, 성인 여성의 키는 164 cm, 몸무게는 60 kg, 10세 소아의 키는 140 cm, 몸무게는 32 kg, 5세 소아의 키는 111 cm, 몸무게는 19 kg으로 설정하였다.

2.2 유효선량 평가 파라미터

실제로, 진단 참고 준위 개념을 적용하는 데는 측정이 용이한 방사선 공간 관련 물리량으로 입사면적 선량(DAP: Dose Area Product), 입사면적 공기커마(Kerma) 등이 사용된다. 진단 참고 준위에서 권고하는 값이 구내 촬영의 DAP 경우, 2009년도에

는 성인의 경우 87.4 mGy·cm²에서 2019년도에는 46 mGy·cm²로 1/2배 정도 감소하였다. 소아의 경우에는 2009년도에는 권고 값이 없었지만 2019년도에 10세 소아의 경우 87.4 mGy·cm², 5세 소아의 경우 29.9 mGy·cm²로 권고하였다. 하지만 본 연구에서는 질병관리청에서 사용되어지고 있는 ALARA(As Low As Reasonably Achievable) Dental 프로그램의 값을 참고로 하여 성인 및 소아 구분 없이, PCXMC 프로그램에서 non-filter에서 39.18 mGy·cm², 1 mm filter에서 21.28 mGy·cm², 2 mm filter 15.36 mGy·cm²로 설정하여 유효선량을 계산하였다. 그리고 공기 커마의 경우 non-filter에서 1.38 mSv, 1 mm filter에서 0.75 mSv, 2 mm filter에서 0.54 mSv로 설정하여 유효선량을 계산하였다. 관전압 (Tube Voltage)의 경우 성인은 63 kV, 소아는 62.8 kV를 권고하였는데, 본 연구에서는 성인, 소아 구분 없이 60 kV로 설정하였다.

Table 1과 Fig. 1은 본 연구에서 사용된 PCXMC의 유효선량을 계산하기 위한 파라미터를 보여준다. PCXMC 프로그램을 사용하여 연구대상에서 설정한 값으로 성인 남성과 여성, 그리고 소아 5세와 10세의 각각의 진단참고 준위에서 제시한 키와 몸무게를 입력하고 시뮬레이션의 결과를 얻기 위해 Table 1의 조건을 각각 입력한 다음 광자 수는 20,000개로 설정하였다. 그 이유는 진단참고준위(DRL)를 기준으로 PCXMC 프로그램을 이용한 성인의 일반 촬영 부위별 유효선량 평가프로그램^[14]의 선행 연구에서 적용한 사례를 기반으로 개발자에 의해 설정된 디폴트값이자 몬테카를로 시뮬레이션은 난수를 발생시켜 어떤 ‘발생률’ 즉 방사선과 상호작용할 확률을 통계적 기법으로 계산한다. 즉 난수의 발생이 많으면 정보량이 더 많이 발생 되어 오차가 줄어들지만 그만큼 시뮬레이션 시간이 길어지기 때문에 20,000개로 설정하였다. Table 2와 Fig. 2는 중심 선량의 좌표를 보여준다. 성인 남성 여성 및 소아 5세 10세의 평균 키 차이로 X, Y 및 Z 좌표의 차이가 났다. 먼저 X축은 수학적 모의 피폭체의 좌표의 좌측과 우측의 거리를 나타내는 지표를 나타내며 Y축은 수학적 모의 피폭체의 깊이를 나타내고 Z축은 수학적 모의 피폭체의 위쪽과 아래쪽의 거리를 나타내는 지표이다. 시뮬레이션 과정에서

오류를 최소화하기 위해 5회 반복 시뮬레이션을 시행하였고 정확한 조건을 입력한 후 중심 선량의 좌표 값을 동일하게 재현성을 유지 시켰다.

Table 1. Parameters for calculating effective dose

Parameters	Intraoral radiographic examination		
	Non-filter	1mm Al filter	2mm Al filter
Additional filter thickness			
Kerma	1.38 Gy	0.75 Gy	0.54 Gy
DAP	39.18 mGy·cm ²	21.28 mGy·cm ²	15.36 mGy·cm ²
Tube voltage	60 kV		
FDD	30 cm		
CS	3×4 cm		
Anode angle	15°		
Study subject	Adult Male, Female and Child 5 Years Old, Child 10 Years Old		

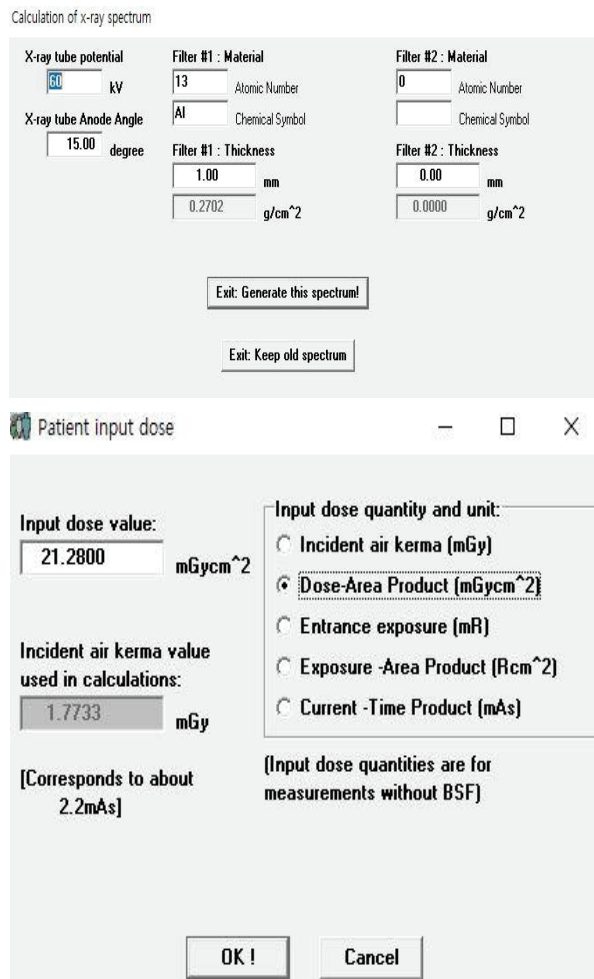


Fig. 1. Geometric parameters of PCMCX

Table 2. Coordinate value of center dose

Coordinate	Research subject	Coordinate value of center
X	Adult Male	5 cm
	Adult Female	6 cm
	Child 5 Years Old	4 cm
	Child 10 Years Old	4 cm
Y	Adult Male	5 cm
	Adult Female	6 cm
	Child 5 Years Old	4 cm
	Child 10 Years Old	4 cm
Z	Adult Male	80 cm
	Adult Female	75 cm
	Child 5 Years Old	48 cm
	Child 10 Years Old	58 cm

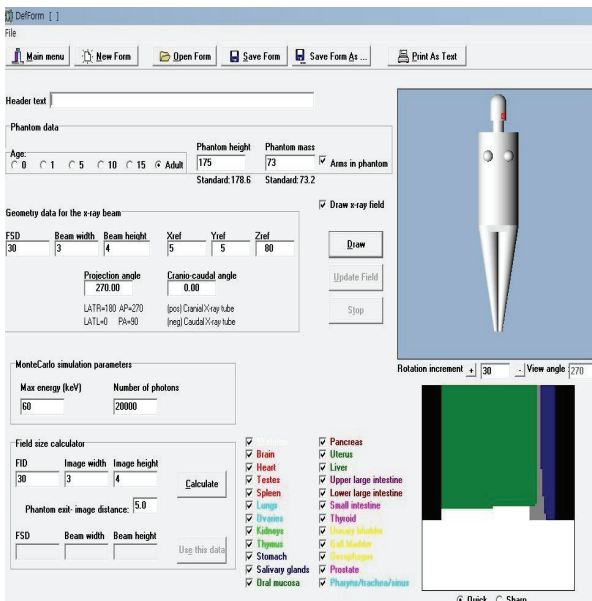


Fig. 2. PCMCX Coordinate value of center

3. 영상 평가 방법

본 연구의 구강 내 촬영 주요 영역인 치관부와 치근단 부위의 부가 필터 사용에 따른 영상 품질의 정량적 평가의 지표인 SNR과 CNR을 측정하여 결과 값을 제시하여 평가해 보았다.

III. RESULT

1. 장기 유효선량 평가 결과

PCXMC 프로그램을 통한 구강 내 촬영 성인 여

성의 경우 성인 남성과 마찬가지로 알루미늄(Al: Aluminum) 부가 필터를 사용하여 시뮬레이션을 한 결과 부가 필터의 두께가 증가할수록 장기 유효선량이 감소함을 알 수 있었다. Table 3의 결과에서 보이는 바와 같이 성인 남성의 경우 구강 점막의 유효선량이 non-filter 사용 시 0.00072 mSv로 나타났고 1mm Al filter 0.000390 mSv, 2mm Al filter 0.000280 mSv로 유효선량이 감소하였다. 성인 여성의 경우 구강 점막의 유효선량이 non-filter 사용 시 0.00078 mSv로 나타났고 1mm Al filter 0.00042 mSv, 2mm Al filter 0.00030 mSv로 유효선량이 감소하였다. 10세 소아의 경우 구강 점막의 유효선량이 non-filter 사용 시 0.00092 mSv로 나타났고 1mm Al filter 0.00050 mSv, 2mm Al filter 0.00036 mSv로 유효선량이 감소하였다. 5세 소아의 경우 구강 점막의 유효선량이 non-filter 사용 시 0.03504 mSv로 나타났고 1mm Al filter 0.03692 mSv, 2mm Al filter 0.00120 mSv로 유효선량이 감소하였다.

Fig. 3에서 부가 필터의 두께 변화에 따른 성인 및 소아의 장기 유효선량의 계산 결과를 보여주고 있다. Table 3에서 언급했던 것처럼 10세 소아의 경우 성인 남성 및 여성과 유사한 패턴으로 유효선량이 계산되었다. 반면에 5세 소아의 경우 부가 필터의 두께가 2 mm일 때 1 mm보다 유효선량이 큰 폭으로 감소하였다.

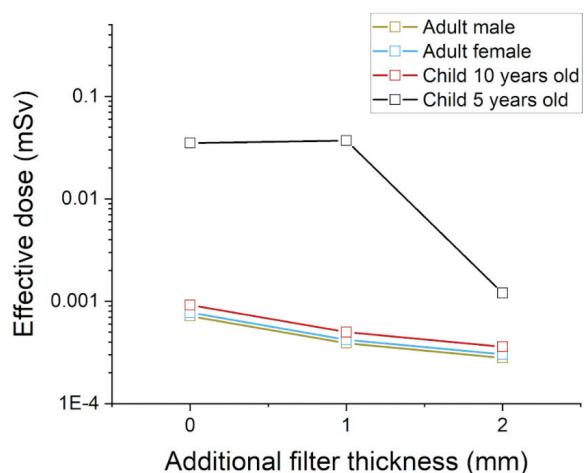


Fig. 3. Effective dose according to the thickness of the filter in the oral mucosa in adults and children.

Table 3. Effective dose of oral mucosa for intraoral radiographic examination

Additional filter thickness	non-filter	1mm Al filter	2mm Al filter
Adult Male	0.00072	0.00039	0.00028
Adult Female	0.00078	0.00042	0.00030
Child 10 Years Old	0.00092	0.00050	0.00036
Child 5 Years Old	0.03504	0.03692	0.00120

Unit: mSv Target: Oral mucosa

2. 부가 필터 사용에 의한 영상평가

Fig. 4는 치관부와 치근단 부위의 부가 필터 사용에 따른 영상을 보여주고 있다. 부가 필터를 사용해도 영상 품질평가의 현저한 차이가 없음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 영상 품질평가를 SNR과 CNR로 평가해 보았다. Eq. (1)은 치관부 및 치근단 부위의 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio SNR)를 나타낸다.

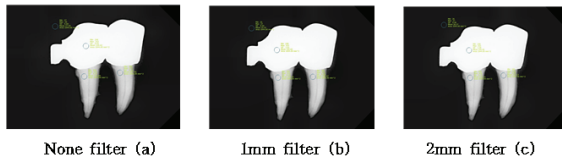


Fig. 4. Imaging evaluation of the apical region.

$$SNR = \frac{Mean\ ROI_{signal}}{SD\ of\ Background(ROI)} \quad (1)$$

*SD: Standard deviation

*ROI: Region of interest (치관부 또는 치근단)

Eq. (2)는 치관부 및 치근단 부위의 대조도 대 잡음비(contrast-to-noise ratio CNR)를 나타낸다.

$$CNR = \frac{|S_A - S_B|}{\sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}} \quad (2)$$

여기서, 만일 S_A 와 S_B 는 치관부 또는 치근단 부위와 백그라운드(background) 영역에서 신호강도의 평균값을 나타낸 것이며, σ_A 와 σ_B 는 치관부 또는

치근단 부위와 백그라운드 영역에서 신호강도의 표준편차를 의미한다.

Table 4에서 보이는 바와 같이 구강 내 촬영의 치관부 부위의 SNR 영상 평가 결과는 None filter에서 499.24 이었고 1 mm filter는 499.66이었고 2 mm filter는 520.63이었고 None filter로 검사하였을 때 SNR이 가장 높았지만 부가 필터를 사용한 후 검사하였을 때와 영상학적으로 큰 차이는 보이지 않았다. 구강 내 촬영의 치근단 부위의 SNR 영상 평가 결과는 None filter에서 431.72이었고 1mm filter는 429.78이었고 2mm filter는 450.29이었고 None filter로 검사하였을 때 SNR이 가장 높았지만 부가 필터를 사용하였을 때와 영상학적 정량적 평가에서는 큰 차이는 보이지 않았다. Table 5에서 보이는 바와 같이 구강 내 촬영의 치관부 부위의 CNR 영상평가 결과는 None filter에서 67.52이었고 1 mm filter는 69.88이었고 2 mm filter는 70.33이었고 1 mm filter로 검사하였을 때 CNR이 가장 높았지만 2 mm filter로 검사하였을 때와 영상학적으로 큰 차이는 보이지 않았다. 구강 내 촬영의 치근단 부위의 CNR 영상평가 결과는 None filter에서 69.34이었고 1 mm filter는 71.25이었고 2 mm filter는 72.33이었고 None filter로 검사하였을 때 CNR이 가장 높았지만 부가 필터를 사용한 후 검사하였을 때와 영상학적 정량적 평가에서는 큰 차이가 나지 않았다.

Table 4. Evaluation of Intraoral Radiography SNR

variable	Region	filter type	result value
SNR	crown	None filter(a)	499.24
		1mm filter(b)	499.66
		2mm filter (c)	520.63
	Tooth root	None filter(a)	431.72
		1mm filter(b)	429.78
		2mm filter (c)	450.29

Table 5. Evaluation of Intraoral Radiography CNR

variable	Region	filter type	result value
CNR	crown	None filter(a)	67.52
		1mm filter(b)	69.88
		2mm filter (c)	70.33
	Tooth root	None filter(a)	69.34
		1mm filter(b)	71.25
		2mm filter (c)	72.33

IV. DISCUSSION

진단목적으로 사용되는 방사선 검사는 대부분 문턱 선량에 미치지 않기 때문에 결정적 영향은 진단 방사선 영역에서는 거의 발생하지 않는다. 반면에 확률적 영향은 방사선 검사에 의한 주된 생물학적 영향으로 암 발생 및 유전적 영향과 관련되어 있으며 발생 확률은 방사선 피폭으로 인해 흡수된 방사선량에 의존한다.^[11] 따라서 진단 방사선 분야에서는 저 선량을 사용하는 경우 확률적 영향으로 나타나고 있으며 LNT(Linear Non Threshold) 모델을 방사선 방어에 적용하고 있다. 따라서 어떤 효과를 나타내는 문턱 선량이 없으므로 환자가 받는 선량을 저감 하는 것이 중요하다.^[12] 본 연구는 국가에서 권고하는 진단 참고 준위에 대한 구내 촬영 시 부위별 장기에 흡수되는 유효선량을 부가 필터 사용 시 방사선 피폭선량 저감효과를 확인하였다. PCXMC 프로그램을 이용하여 장기 선량 및 유효선량을 평가한 기존 연구 있었으나 대부분 일반 촬영에 의한 연구 결과이고 구강 내 촬영에 대한 연구 결과는 거의 없었다. 본 연구에서 PCMCX 프로그램 계산 결과로서 구강 내 촬영 부위별 11개의 장기에 대한 유효선량을 확인할 수 있었다. 구강 내 촬영에서 성인 남·여 및 소아 10세의 경우 구강 점막에서 소아 5세의 경우 침샘에서 유효선량이 높게 계산되어 졌다. 일반적으로 소아의 경우 특히 성장하고 있는 소아에서는 세포들이 활발하게 분열 때문에 방사선에 더 민감하다. 하지만 구내 촬영의 경우 10세 소아임에도 불구하고 유효선량 계산이 성인과 비슷한 값으로 계산되었다. 이는 구강 내 엑스선 촬영의 경우 유효선량이 $10^{-2} \sim 10^{-4}$ mSv로 아주 작은 값이므로 유효선량 계산에서 오차 범위 안에 들어갈 수 있다. 특히, 소아의 경우 성인보다 갑상샘에서 높은 유효선량 값을 보였다. 그리고 5세 소아의 경우 유효선량 값이 전반적으로 성인보다 큰 값으로 계산되었다. 이는 방사선 감수성이 성인보다 민감하므로 5세 소아의 경우 유효선량이 크게 계산된 것으로 사료 된다. 구강 내 촬영 중에서 11개의 부위 중에서 유효선량이 가장 높게 계산되는 부위는 구강 점막이다. 본 연구에서는 구강 점막에 대해서 부가 필터의 효과를 조사하였다.

Table 3에 따르면, 10세 소아의 경우 방사선 민감도가 성인보다 크기 때문에 유효선량이 높을 것으로 예상했다. 하지만 PCXMC의 계산 결과는 성인 남성 및 여성과 비슷한 값으로 계산된다. 하지만 5세 소아의 경우 예상했던 것처럼, 성인 남성 여성보다 높은 유효선량 값을 보였다. 반면에 유효선량이 낮게 계산된 부위는 흉선, 근육, 적색골수처럼 방사선 감수성이 크지 않는 장기들이었다. 본 연구에서 Fig. 4의 그래프처럼 부가 필터의 두께가 증가할수록 유효선량이 감소함을 알 수 있다. 방사선의 피폭선량을 감소시키는 부가 필터에 대한 관심이 대두되고 있으나 엑스선 경화현상으로 인하여 나타나는 영상 화질에 영향에 대해서는 간과되는 실정이다^[13]. 이에 본 연구에서는 필터에 따른 영상 이미지를 평가함으로써 의료영상 품질에 영향을 미치는 부가 필터의 두께에 대해서 고찰하였다. 치과용 구강 내 촬영 시 필터 두께가 증가할수록 환자의 방사선 피폭선량을 저감화 하면서도 의료영상의 품질을 개선하기 위해서는 적절한 필터의 활용이 중요할 것으로 사료 된다. 본 연구는 Fig. 2처럼 구강 내 촬영에서 부가 필터 두께에 따라 non-filter의 영상과 비교 평가하여 영상 평가를 시행한 결과로 None filter와 1 mm, 2 mm filter 사용 시 영상학적 정량적 평가에서는 큰 차이가 나지 않았다. 만일, 부가 필터의 두께 증가로 인한 방사선 피폭선량만 줄인다면 잡음(noise)의 증가로 영상의 질이 저하될 수 있으므로, 영상의 질이 저하되지 않는 범위 내에서의 피폭선량을 줄이기 위한 관전압, 관전류, 조사 시간 및 촬영 거리로 적정 조건을 고려할 필요가 있다. 한 번의 구강 내 방사선 촬영의 피폭선량은 적지만 대부분의 병원에서 치과 검사를 하게 되면 정면 영상 뿐만 아니라 측면 영상 사방향 영상을 함께 검사하며, 암이나 질병을 진단받게 되면 일정 기간을 주기로 검사를 계속 받기 때문에 이로 인한 누적 피폭선량은 간과할 수 없다. 의료 피폭은 선량한도를 제한받지 않는 정당성을 확보한 행위이지만 최소한의 선량으로 최대한의 진단적 가치를 가진 영상을 만들도록 노력하여야 할 것으로 사료된다.

V. CONCLUSION

구강 내 방사선 촬영 시 장착된 부가 필터 사용에 함에 따라 검사부위별 각각의 결정 장기의 유효 선량을 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 제시할 수 있고 진단참고 준위와 비교하고 수치화하여 내장된 부가 필터 사용의 중요성 및 피폭의 경감을 검사자에게 인지시키고 구내 촬영 방사선 장치에 부가 필터 설정을 권고할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2020년)에 의하여 연구되었음.

Reference

- [1] NCRP, "Ionizing radiation exposure of the population of the United States. Bethesda, MD," National Council on Radiation Protection and Measurements, Report No. 160, 2009.
- [2] D. U. Seong, "A study on patient dose history management in the field of radiology", Ministry of Food and Drug Safety research report, Vol. 111, No. 72, pp. 852, 2013.
- [3] ICRP, "1990 recommendations of the international commission on radiological protection", International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Ann ICRP 21 (1-3), 1991.
- [4] ICRP, "The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection New York, NY", International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, 2007.
- [5] M. J. Oh, J. W. Hong, Y. J. Lee, "Comparison Evaluation of Image Quality with Different Thickness of Aluminum added Filter using GATE Simulation in Digital Radiography", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 13, No. 01, pp. 81-86, 2019. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2019.13.1.81>
- [6] S. H. Kim, "Convergence Study on Evaluation of Usefulness of Copper Additional Filter in the Digital Radiography System", Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 9, pp. 351-359, 2015. <http://dx.doi.org/10.14400/JDC.2015.13.9.351>
- [7] H. S. Park, M. S. Kim, H. M. Jung, J. W. Lee, "A Study on the Optimization of Image Quality and Dose in Chest PA Digital Radiography", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 11, No. 1, pp. 55-61, 2017. [10.7742/jksr.2017.11.1.55](http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2017.11.1.55)
- [8] C. S. Kim, S. S. Kang, J. H. Kim, J. S. Lee, "Evaluation of Image Quality using Monte Carlo Simulation in Digital Mammography System", International Journal of Contents, Vol. 14, No. 06, pp. 247-254, 2014. <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2014.14.06.247>
- [9] H. K. Lee, Y. L. Yu, Y. K. Park, "Comparison of Dose and Quality of Copper and Nickel Additional Filter Plate in Diagnostic X-ray Generator", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 11, No. 06, pp. 459-466, 2017. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2017.11.6.459>
- [10] N. G. Choi, H. J. Seong, J. S. Jeon, Y. H. Kim, D. O. Seong, "A Comparative Study of Image Quality and Radiation Dose according to Variable Added Filter and Radiation Exposure in Diagnostic X-Ray Radiography", Korean Association for Radiation Protection, Vol. 37, No. 01, pp. 25-34, 2012. <https://doi.org/10.14407/jrp.2012.37.1.025>
- [11] *Guidelines for the reference level of diagnosis in computed tomography*, Korea Disease Control and Prevention Agency, 2017.
- [12] Elizabeth K. Cahoon, Rui Zhang, Steven L. Simon, André Bouville, Ruth M. Pfeiffer, "Projected Cancer Risks to Residents of New Mexico from Exposure to Trinity Radioactive Fallout", Health Physics Society, Vol. 119, No. 4, pp. 478-493, 2020. <http://dx.doi.org/10.1097/HP.0000000000001333>
- [13] Y. K. Lee, M. S. Yon, D.H. Kim, "The study of X-ray detection characteristic and fabrication photoconductor film thickness for Screen printing method", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 3, No. 2, pp. 11-16, 2009
- [14] H. C. Jeong, S. Y. Lee, "Assessment of Effective Dose for General Radiography of Adults Based on Diagnostic Reference Level(DRL) by Using PCXMC Program", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 12, No. 7, pp. 807-812, 2018.

치과 방사선 촬영의 부가 필터 사용에 따른 유효선량 평가 : 구내 촬영에 대한 PC-Based Monte Carlo Program 분석

곽종혁¹, 김아연², 김경립³, 조희정⁴, 문성진⁵, 길상형⁶, 이종규^{7,*}

¹양산부산대학교병원 영상의학과

²인제대학교 일반대학원 보건학과

³양산부산대학교병원 신경외과

⁴부산과학기술대학교 의무행정과

⁵부산과학기술대학교 재활운동 건강과

⁶양산부산대학교병원 핵의학과

⁷부경대학교 물리학과

요 약

본 연구에서는 국가에서 권고하고 있는 구강 내 촬영의 진단참고 준위 설정에 사용된 조건을 조사하여 PCXMC v2.0 프로그램을 이용하여 유효선량을 측정하고 AI 부가 필터의 효과를 확인하였다. 구내 촬영에서 11개 측정 장기들 중에서 대부분 연구대상에서 구강 점막에서 가장 큰 유효선량이 계산되었다. AI 부가 필터의 효과는 1mm보다 2mm에서 탁월한 방사선 피폭선량 저감효과를 보였다. 소아 5세의 경우 성인에 비하여 방사선 감수성이 크기 때문에 전반적으로 유효선량이 11개의 장기들 모두에서 높게 계산되었다. 그리고 구강 내 촬영 시 부가 필터 사용에 따른 영상 품질 평가를 실시한 결과 SNR 및 CNR의 변화가 부가 필터를 사용하기 전과 별다른 차이가 없었다. 본 연구를 바탕으로 구강 내 촬영 시 부가 필터 설정을 권고할 수 있을 것이라 사료 된다.

중심단어: PCXMC, 유효선량, 구강 점막, 구내 촬영, 부가 필터

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	곽종혁	양산부산대학교병원 영상의학과	방사선사
(공동저자)	김아연	인제대학교 일반대학원 보건학과	연구원
	김경립	양산부산대학교병원 신경외과	연구교수
	조희정	부산과학기술대학교 의무행정과	교수
	문성진	부산과학기술대학교 재활운동건강과	교수
	길상형	양산부산대학교병원 핵의학과	방사선사
(교신저자)	이종규	부경대학교 물리학과	교수