Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 13, No. 5 pp. 2278-2284, 2012

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.5.2278

파노라마촬영 시 조직등가물질을 이용한 갑상선보호대의 갑상선피폭선량 감소효과

이혜림[1], 김현영[1], 최형욱[1], 이혜미[2], 임창선[3*]
[1]연세대학교치과대학병원 구강악안면방사선과
[2]세브란스병원 영상의학과, [3]건양대학교 방사선학과

The Effects of a Thyroid Shield Made of a Tissue-Equivalent Material on the Reduction of the Thyroid Exposure Dose in Panoramic Radiography

Hye-Lim Lee[1], Hyun-Yung Kim[1], Hyung-Wook Choi[1], Hye-Mi Lee[2] and Chang-Seon Lim[3*]

[1]Department of Dental Radiology, Yonsei University Dental Hospital
[2]Department of Diagnostic Radiology, Severance Hospital of Yonsei University Health System, Seoul
[3]Department of Radiological Science, Konyang University

요 약 파노라마방사선촬영 시 방사선감수성이 높은 갑상선의 방사선 피폭을 최소화하면서 진단에 유용한 영상을 얻기 위하여 조직등가물질인 보루스(bolus)를 차폐체로 사용하여 피폭선량 감소효과를 측정하였다. 실험은 2011. 6. 1 일부터 6. 30일까지 두경부팬톰을 이용하여 갑상선 위치의 표면입사선량과 심부흡수선량을 측정하였다. 그 결과 갑상선 부위 입사표면선량은 평균 43.84 μ Gy이었고, 10 mm 두께의 보루스로 만든 갑상선보호대에서는 평균 28.39 μ Gy로 15.45 μ Gy(35.24%)가 감소되었다. 20 mm 갑상선보호대를 착용했을 경우에는 평균 25.38 μ Gy로 미착용 시 평균 43.84 μ Gy보다 18.46 μ Gy(42.10%)가 감소되었다. 그리고 표면에서 20 mm 깊이에서는 10 mm 두께의 갑상선보호대는 선량 감소효과가 없었고, 20 mm 갑상선보호대를 착용했을 경우에는 0.06 mSv (20%)의 선량감소효과가 있었다.

Abstract Exposure-dose reducing effect was measured by using bolus, a tissue-equivalent material as a shield to obtain useful diagnostic images while minimizing the radiation exposure of thyroid which is highly sensitive to radiation during panoramic radiography. The experiment was performed within the period of 1 June 2001 through 30 June 2011 by measuring entrance surface dose and deep dose at the thyroid-corresponding site of a head and neck phantom. As a result, the entrance surface dose in the thyroid for using no shield was 43.84 μ Gy on the average, and the thyroid shield of bolus 10 mm in thickness reduced the dose by 15.45 μ Gy(35.24%) to 28.39 μ Gy on the average. The use of a 20 mm thyroid shield resulted in the dose of 25.38 μ Gy on the average, a 18.46 μ Gy(42.10%) drop from 43.84 μ Gy for using no shield. On the site 20 mm below the surface, a thyroid shield 10 mm in thickness had no dose-reducing effect, while a 20 mm thyroid shield reduced the dose by 0.06 mSv(20%).

Key Words : A thyroid shield, Bolus, Dose-reducing effects

1. 서 론

파노라마 방사선촬영은 위·아래턱 뼈 및 안면구조물을 하나의 연속된 상으로 보여주는 구강악안면 방사선영상분야에서 가장 대표적인 구강외 촬영 검사이다[1]. 파노라마방사선촬영법은 매복치의 평가, 악골의 질병, 병

*Corresponding Author : Chang-Seon Lim
Tel: +82-10-3620-2812 email: limso88@konyang.ac.kr
접수일 12년 02월 10일 수정일 (1차 12년 03월 22일, 2차 12년 04월 03일) 게재확정일 12년 05월 10일

소, 상태의 검사, 광범위한 병소의 크기 확인 등의 목적으로 사용하며[2] 초진 시의 검사방법으로 유용한 진단정보를 제공하거나 추가로 촬영해야 할 적절한 방사선촬영법을 결정해 주기도 한다[3]. 구강 검진의 효과 증진을 위한 파노라마 방사선사진의 필요성에 관한 연구에 따르면 설문 조사 대상자의 70.6%가 파노라마검사가 필요하다고 응답하여 83.2%는 실제 도움이 됐다는 평가를 내렸다[4]. 그러나 진단목적의 방사선 노출이라도 암 발생, 유전에 의한 돌연변이 발현 등에 대한 확률적 효과가 나타날 수 있으므로 국제방사선방어위원회(ICRP)의 ALARA(As Low As Resonably Achievable)원칙에 따라[5] 환자와 검사자에 대한 방사선방어가 반드시 이루어져야 한다[6]. 의료방사선에 의한 피폭은 인위적인 방사선 피폭 중 가장 큰 비중을 차지하고 있으며[7] 이에 따라 방사선에 의한 환자의 피폭감소를 위한 연구[8,9]와 환자의 보호자 및 방사선관계종사자들의 피폭선량 실태에 대한 연구[10,11]들이 이루어져 왔다.

구강악안면방사선촬영 영역에서도 파노라마방사선촬영에 따른 피폭선량에 대한 연구들이 이루어져 왔으며[12] 파노라마방사선촬영 시 방사선감수성이 매우 높은 갑상선에 대한 차폐에 주의를 기울여야 할 것으로 지적되고 있다[13]. 특히 갑상선암은 국립암센터 2009년도 통계에 따르면 우리나라 여성에게 발생율이 가장 높은 암이며 남성에게는 5번째로 발생율이 높다[14]. 그러므로 치과파노라마방사선촬영 시에는 갑상선에 피폭되는 방사선량에 대한 우려가 많았고, 임상에서는 이를 최소한으로 줄이는 것이 가장 큰 과제라고 할 수 있다. 그러나 방사선 피폭 감소를 위해 의료기관이 보유하고 있는 납을 이용한 갑상선보호대(thyroid shield)를 사용하는 경우에는 파노라마방사선사진상에 결손음영이 나타나 진단에 지장을 초래하므로 통상적으로는 갑상선보호대가 없는 납 방어복을 착용하여 목 아래에 위치하도록 하고 있어 갑상선에 대한 차폐 효과를 기대할 수 없다. 또한 환자가 의료기관에서 방사선 위험도에 대해 문의를 해 올 때 치과방사선량이 매우 적은 양이기 때문에 무해하다는 막연한 설명보다는 정량적인 체계적 설명이 필요하다[15]. 따라서 본 연구에서는 환자의 갑상선에 방사선 피폭이 최소화되도록 하면서 동시에 진단에 유용한 영상을 얻기 위해 조직등가물질인 보루스(bolus)를 이용한 갑상선 차폐 방안을 고안하여 그에 대한 실험 결과를 보고하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 실험기간

2011년 6월 1일부터 6월 30일까지 서울시 소재 Y치과대학병원 구강악안면방사선과 촬영실에서 갑상선부위의 방사선 차폐체로서 보루스를 사용하여 피폭선량의 변화를 측정하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 실험기기 및 재료

파노라마방사선촬영 시 갑상선 피폭선량을 최소화하기 위한 본 실험을 위하여 파노라마 방사선촬영장치로는 PANORAMA CRANEX3+ CHPH (Soledex Co. Finland)를 사용하였고, 방사선량측정용 두경부팬톰은 Alderson Rando Phantom(The Phantom Laboratory, Salem, NY, USA)을 사용하였다. Alderson Rando Phantom은 인체조직과 유사한 조직감쇠계수를 가지고 있으며 25 mm 두께의 10개 절편으로 이루어져 있다(level 0-9).

Alderson Rando Phantom은 각 절단면에 가로와 세로 3 cm 간격으로 직경 5 mm의 구멍(hole)이 있으며 선량측정 시 원하는 부위에 선량계를 위치시킬 수 있다[그림 1]. 표면입사선량 측정계로는 Unfors사 Patient Skin Dosimeter(PSD)를 사용하였다[그림 2]. Unfors PSD는 디스플레이 본체와 케이블, 작은 센서들로 구성되어 있으며 작은 센서들은 측정하고자 하는 신체 부분에 부착할 수 있다. Unfors PSD는 누적 선량이 측정된다. 그리고 정확한 심부선량을 측정하기 위하여 선량측정 시 원하는 작은 부위에 위치시킬 수 있는 열형광선량계 $^{n}Li_2B_4O_7$ LD칩(Thermoluminescent dosemeter UD-807, Matsushita Electric Industrial Co., Japan)을 이용하였다. 노출된 열형광선량계 판독은 서울시 소재 국내 방사선량 판독전문기관인 K사에 누적선량값 판독을 의뢰하였다. 우선 납 갑상선보호대가 영상에 미치는 영향을 확인하기 위해 갑상선보호대(thyroid shield)가 있는 납 방어복을 사용하였고, 갑상선 위치에서의 표면입사선량과 심부선량의 변화를 측정하기 위하여 J사의 10 mm, 20 mm 두께의 조직등가물질인 보루스(bolus)로 제작한 갑상선보호대를 사용하였다[그림 3].

[그림 1] 두경부 인체모형 팬톰
[Fig. 1] Head and neck Alderson Rando Phantom

[그림 2] Unfors 입사표면선량계
[Fig. 2] Unfors Patient Skin Dosimeter

[그림 3] 보루스를 이용한 갑상선보호대
[Fig. 3] Bolus-using thyroid shield

2.2.2 입사표면선량측정

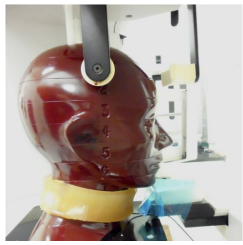
갑상선 위치의 피부 입사표면선량 측정을 위하여 두경부팬톰의 레벨8 경부표면에 Unfors PSD 센서를 위치시키고 일반 성인 파노라마방사선촬영조건과 동일하게 노출조건을 71 kVp, 10 mA, 19 sec로 설정하였다[그림 4].

[그림 4] 입사표면선량측정
[Fig. 4] measurement of ESD

이 노출조건은 식품의약품안전평가원 주관으로 실시한 “치과X선 검사에서의 환자선량 권고량 마련을 위한 연구” 결과인 대한민국 치과대학부속병원 및 치과병원의 파노라마방사선촬영 평균 노출조건 71 kVp, 10.5 mA, 16.6 sec와 거의 유사하였다[16]. 입사표면선량측정은 갑상선보호대 미착용 시, 10 mm 두께 보루스 차폐체 사용 시, 20 mm 두께 보루스 차폐체 사용 시에 각각 10회씩 총 30회 촬영하여 평균값을 구하였다.

2.2.3 20 mm 깊이의 심부선량 측정

갑상선부위의 심부선량 측정을 위해 엑스선의 입사각도를 고려하여 팬톰의 레벨9, 20 mm 안쪽으로 열형광선량계 UD-807HA를 위치시킨 후 파노라마 검사 조건과 동일하게 촬영하였다. 갑상선 심부선량측정은 갑상선보호대 미착용 시, 10 mm 두께 보루스 차폐체 사용 시, 20 mm 두께 보루스 차폐체 사용 시에 각각 10회씩 노출하였으며, 각각 동일한 위치에서 모두 3개의 열형광선량계를 1개씩 바꿔가며 1차, 2 차, 3차로 나누어 별도로 노출하였다. 즉 갑상선 보호대 미착용 시 1차로 열형광선량계에 10회 노출 후, 같은 상태에서 2차로 제2의 다른 열형광선량계에 10회 노출, 그리고 3차로 제3의 다른 열형광선량계에 10회 노출을 하여 3개의 열형광선량계가 각각 10회씩 노출을 받아 피폭선량이 누적되게 하였다. 이와 같은 방법으로 10 mm 두께 보루스 차폐체 사용 시, 20 mm 두께 보루스 차폐체 사용 시의 경우에도 각각 3개씩의 열형광선량계에 별도로 노출하여 그림 5 서울시 소재 국내 방사선량 판독전문기관인 K사에 누적선량값 판독을 의뢰하였다.



[그림 5] 보루스 갑상선보호대를 이용한 20 mm 깊이의 심부선량측정
[Fig. 5] Thyroid depth dose measurement on the site 20 mm below the surface when using a thyroid shield of bolus

2.3.4 분석방법

자료분석은 SPSS 통계프로그램 ver.18.0을 이용하였으며 누적선량과 측정 회당 선량의 그룹간 차이를 보고자 일원배치분산분석(ANOVA)을 하였다.

2.4 갑상선보호대 착용 영상의 평가

조직등가물질 갑상선보호대 10 mm, 20 mm를 각각 착용시킨 후 촬영한 파노라마촬영 영상의 진단적 유용성을 평가하기 위해 모니터상 관찰을 통상 영상진단에 사용하는 window level 700, window width 2500으로 동일하게 설정한 뒤 구강악안면방사선과 교수 3명, 전공의 1명, 방사선사 6명에게 의뢰하여 판독에 영향을 미치는 정도를 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 입사표면선량 측정 결과

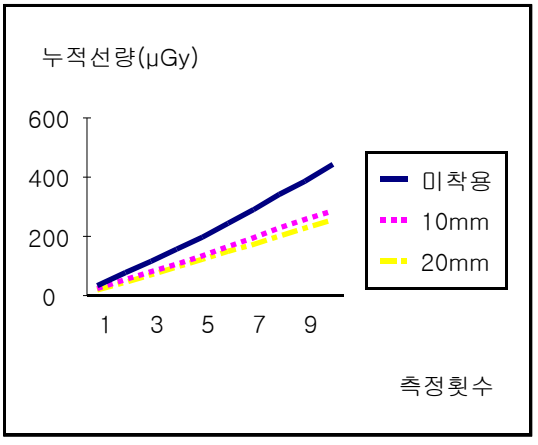
갑상선보호대를 착용하지 않은 갑상선부위 회당 표면 입사선량은 평균 43.84 μGy로 나타났다. 10 mm 두께의 조직등가물질 갑상선보호대를 착용 시에는 10회 평균 28.39 μGy로 측정되었다. 20 mm 두께의 조직등가물질 갑상선보호대를 착용한 경우에는 평균 25.38 μGy로 나타났다. 그리고 이들 그룹 간에 유의한 차이가 있었다(p 값 <0.001). 또한 누적선량에서도 유의한 차이가 있었다[표 1].

[표 1] 갑상선보호대에 따른 입사표면선량 측정값
[Table 1] Entrance surface dose estimates by thyroid shields (unit : μ Gy)

	구분	평균±표준편차	p 값	그룹간 유의성
회당 선량			0.000***	
	미착용	43.84±5.33		A B C
	10mm	28.39±2.42		B A
	20mm	25.38±2.05		C A
	평 균	32.53±8.92		
누적 선량			0.000***	
	미착용	228.44±135.03		A C
	10mm	153.14±87.69		B C
	20mm	25.38±2.05		C A B
	평 균	135.65±22.59		

***p < 0.001

이를 측정 횟수에 따른 누적선량의 변화로 보면 그림 6과 같다.



[그림 6] 측정 횟수에 따른 누적선량의 변화
[Fig. 6] Changes in accumulated doses by the number of measurements

3.2 심부선량 측정 결과

갑상선 심부선량을 측정한 결과 갑상선보호대 미착용 시에는 평균 0.297 mSv, 10 mm 두께 보루스 차폐체 사용 시에도 평균 0.297 mSv, 20 mm 두께 보루스 차폐체 사용 시에는 평균 0.237 mSv가 측정되었다[표 2].

[표 2] 갑상선보호대 착용에 따른 심부 흡수선량 측정
[Table 2] Depth absorbed dose measurements by the use of thyroid shields (unit: mSv)

측정 차수	누적선량		
	미착용	10 mm	20 mm
1	0.28	0.34	0.22
2	0.29	0.24	0.25
3	0.32	0.31	0.24
평균	0.297	0.297	0.237

3.3 선량측정 및 영상평가 결과에 대한 검토

3.3.1 입사표면선량측정 결과에 대한 검토

본 연구는 파노라마방사선촬영 시 방사선감수성이 예민한 갑상선[12]에 대한 방사선 피폭을 줄일 목적으로 수행하였다. 방사선차폐체로서 현재 의료기관이 보유하고 있는 납을 사용한 갑상선보호대는 파노라마 사진 영상에 원추 형태의 방사선 불투과성 결손 음영을 만들어 진단에 지장을 초래하므로 그림 7 치과의료기관에서는 이를 사용하지 않고 있다. 따라서 납 대신에 조직등가물질인 보루스를 이용하여 갑상선에 대한 피폭선량 감소 효과를 검토하여 보았다.

[그림 7] 갑상선보호대(thyroid shield)가 있는 납 방어복과 이를 착용하는 경우 원추 형태의 불투과성 오류가 나타난 파노라마 영상
[Fig. 7] A lead apron with a thyroid shield and a panoramic image with cone-shaped radiopaque when wearing it

우선 갑상선 위치 피부표면 입사선량은 갑상선보호대를 착용하지 않은 경우에 평균 43.84 μGy에서 10 mm 갑상선보호대를 착용한 경우에는 평균 28.39 μGy로 15.45 μGy가 감소되었으며, 20 mm 갑상선보호대를 착용했을 경우에는 평균 25.38 μGy로 미착용 시 평균 43.84 μGy보다 18.46 μGy가 감소되었다. 즉 10 mm 두께에서 약 35.24%, 20 mm 두께에서 약 42.10%의 표면입사선량 감소율을 나타내었다[표 3].

[표 3] 조직등가물질 갑상선보호대 두께에 따른 입사표면 선량 감소율

[Table 3] The rate of reduction in entrance surface doses by thickness of thyroid shields made of tissue-equivalent materials

	입사 표면 선량(μGy)		
갑상선 보호대	미착용	10 mm	20 mm
측정선량	43.84	28.39	25.38
감소선량		-15.45	-18.46
감 소 율		35.24%	42.10%

갑상선표면선량에 대한 최근 연구에 의하면 열형광선량계로 측정한 갑상선 표면선량은 80 μSv로 보고하고 있는데[15] 이 값은 본 연구에서 측정한 선량의 1.8배에 해당한다. 그러므로 이런 경우 보루스를 사용하게 되면 선량 감소 효과는 더욱 높을 것으로 생각한다.

3.3.2 심부선량측정 결과에 대한 검토

갑상선 흡수선량에 대해 최 등은 21-51 μGy를 보고하고 있고[18], Kaepler는 62-75 μGy를 보고하였다[19]. 본 실험 결과 갑상선보호대 미착용 시 측정된 1회 선량 29.7 μSv는 최 등의 실험 결과 범위 안에 속하였다.

[표 4] 조직등가물질 갑상선보호대 두께에 따른 심부선량 감소율

[Table 4] The rate of reduction in depth dose measurement on the site 20 mm below the surface by thickness of thyroid shields made of tissue-equivalent materials

	심부 흡수 선량(mSv)		
갑상선 보호대	미착용	10 mm	20 mm
측정선량	0.297	0.297	0.237
		0	-0.06
감소율		0%	20%

심부선량측정에서는 10 mm 두께 보루스 차폐체를 이용한 갑상선보호대를 사용한 경우나 갑상선보호대 미착용 시에 동일하게 평균 0.297 mSv가 측정되었다. 따라서 10 mm 두께 보루스 차폐체를 이용한 경우에는 선량 감소에 커다란 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 20 mm 두께 보루스를 사용한 경우에는 평균 0.237 mSv가 측정되어 0.06 mSv(약 20%)의 선량 감소 효과가 있었다[표 4].

3.3.3 영상평가 결과에 대한 검토

갑상선보호대를 착용하지 않은 파노라마촬영 영상 그림 8과 조직등가물질 갑상선보호대 10 mm, 20 mm를 각각 착용 시킨 후 촬영한 파노라마촬영 영상 그림 9,10의 진단적 유용성을 교수 3명, 전공의 1명이 차례로 평가하였으며 방사선사 6명이 파노라마방사선사진의 판독방법을 기준으로[17] 판독에 지장이 없는지 검토하였다.

즉 하악과두 피질골의 정상 여부, 팽융 또는 외연의 형태 평가, 하악각 하악골 외연의 불연속성의 유무, 하악 하연의 피질골 두께 하악의 반대측으로 정중부와 하악외형의 대칭성, 좌측 하

악각, 하악지 후연 및 하악과두 관찰, 하악의 해면골에 대한 전체적인평가, 하악관 및 이공과 같은 구조 관찰, 전체 골의 중앙부와 말단부 및 치근단의 방사선투과상 및 방사선불투과상 관찰, 상악 피질골의 외형을 관찰, 양측 상악동의 경계 확인, 상악 제1, 2 대구치 상방에 나타나는 상악의 관골돌기 평가, 여러 연조직 구조들의 경계를 평가, 치아 평가 등을 수행하여 진단에 전혀 지장이 없음을 확인하였다.

[그림 8] 갑상선보호대가 없는 납 방어복을 목 아래에 위치하여 촬영한 파노라마 방사선 사진

[Fig. 8] Panoramic radiograph with a lead apron without a thyroid shield under the neck

[그림 9] 10 mm 조직등가물질 갑상선보호대를 착용하여 촬영한 파노라마 방사선 사진

[Fig. 9] Panoramic radiograph with a thyroid shield made of a 10 mm tissue-equivalent material

[그림 10] 20 mm 조직등가물질 갑상선보호대를 착용하여 촬영한 파노라마 방사선 사진

[Fig. 10] Panoramic radiograph with a thyroid shield made of a 20 mm tissue-equivalent material

4. 결론

환자들은 방사선검사 시 직접적으로 적지 않은 방사선에 피폭되기 때문에 국제방사선방어위원회(ICRP)에서는 환자의 방사선방어 최적화를 위하여 ALARA(As Low As Resonably Achievable) 개념에 맞게 최적의 영상을 얻으면서 환자가 받는 선량을 최소한으로 하도록 하고 있다[5,8]. 구강검진의 효과를 증진시키기 위해서는 파노라마 사진촬영이 매우 필요하다는 연구결과가 있고[4], 2009년 2사분기 기준으로 파노라마방사선촬영장치가 13,181대에 이르고 있어[20] 방사선감수성이 예민한 갑상선에 방사선이 피폭될 가능성은 매우 높다고 할 수 있다. 그러나 주로 납을 이용한 방사선차폐체가 방사선불투과성이어서 이를 이용한 갑상선 방사선차폐는 진단에 지장을 주므로 현실적으로 사용이 어렵다. 이에 어느 정도 방사선투과가 이루어지면서 선량 감소효과를 볼 수 있는 조직등가물질인 보루스를 이용하여 갑상선보호대를 제작하여 방사선량 감소효과를 검토해 본 결과 갑상선위치 피부표면 입사선량이 10 mm 두께에서 약 35.24%, 20 mm 두께에서 약 42.10%의 감소율을 나타냄을 알 수 있었다. 그러나 갑상선 중심이 실제 위치하고 있는 피부 표면에서 20 mm 깊이에서는 보루스가 20 mm 두께이상이어야 선량 감소효과가 있었다. 치과 파노라마촬영은 방사선 피폭이 다른 촬영에 비해 소량으로 위험하지 않다고 생각하는 것은 잘못이다. 인공방사선에 안전한 선량은 없으므로 필요 이상의 방사선량이 인체에 피폭되지 않도록 적절한 방사선 장해 방어용 기구의 사용과 그에 대한 연구가 필요하며 앞으로도 선량 저감화에대한 노력과 지속적인 연구가 필요하다고 본다.

References

[1] S. S. Kim et al, "Radiographic Imaging", p.585, Daihaks publishing co., 2006.

[2] W. G. Chung et al., "Dental Radiography -Principles and Techniques", 3rd ed. p.269, DaehanNarae Publishing Inc., 2009.

[3] T. W. Park et al, “Oral and maxillofacial radiology”. 3rd ed. p.138, Narae Publishing Inc., 2001.

[4] M. J. Shin, et al.,"Usefullness of panoramic radiograph for the improvement of periodic oral examination", Korean J Oral Maxillofac Radiol., Vol.40, pp.25-32, 2010.

[5] ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 60, Annals of the ICRP Vol.21, No. 1-3, Pergomon Press, Oxford, 1991.

[6] G. S. Lee et al, "Absorbed and effective dose in direct and indirect digital panoramic radiography", Korean J Oral Maxillofac Radiol, Vol.40, pp.9-14, 2010.

[7] Y. H. Kim, "Method for Measurement of Entrance Surface Dose and Role of Radiation technologist", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.28, No.3, pp.173-191, September, 2005.

[8] C. H. Lee, and C. S. Lim, "A Study on Added Filters for Reduction of Radiation Exposure Dose in Skull A-P Projection", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.12, No.7, pp.3117-3122, July, 2011.

[9] Y. H. Kim et al, "Patient exposure doses from medical X-ray examninations in Korea", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.28, No.3, pp. 241-248, September, 2005.

[10] C. S. Lim and S. H. Kim, “A Study on the Radiation Dose Managements in the Nuclear Medicine Department", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.10, No.7, pp.1760-1765, July, 2009.

[11] W. K. Choi et al. “Shielding Effect according to the Direction of Control Room Door Opening during Radiography", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.11, No.9, pp.3347-3352, September, 2010.

[12] S. C. Han et al., "Evaluation of Effective Dose in Dental Radiography", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.34, No.1, pp.27-33, march, 2011.

[13] D. C. Kweon et al., "A Literature Review and Analysis of Dosimetry in Panoramic Radiography", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.33, No.1, pp.1-10, march, 2010.

[14] http://cancer.go.kr/nciapps/fcatalog/ecatalog.jsp?Dir=86

[15] K. R. Dong, "A Study on the effects of scattering dose

on eyes and thyroid for panoramagraphy, pp.1118-1123, 2009 Spring International Disign Exhibition, The Korea Contents Association, 2009

[16] E. K. Kim et al., "Development of diagnostic reference level in dental x-ray examination in Korea", p.35, KFDA Rearch Project Report, 2009.

[17] Association of Korean Professors of Oral and Maxillofacial Radiology."Oral and maxillofacial radiology. 4th ed. pp.138-143, Narae Publishing, Inc. 2008.

[18] S. C. Choi, "Difference in radiation absorbed dose according to the panoramic radiographic machines, Korean J Oarl Maxiofacial Radiol, Vol.30, No.1, pp.11-15. 2000.

[19] G. Kaeppler et al., "Influence of the rotation centre in panoramic radiography", Radiat Prot Dosimetry, Vol.128, No.2, pp.239-244. 2008.

[20] H .D. Kang, "A research about guide line of image evaluation in dental diagnostic radiology", p.23, KFDA Rearch Project Report, 2009.

이 혜 림(Hye-Lim Lee) **[정회원]**

- 2010년 2월 : 한서대학교 방사선학과 (보건학사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 연세대학교치과대학병원 구강악안면방사선과

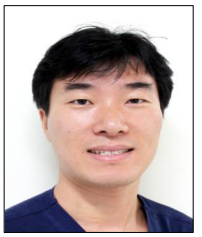
<관심분야>
방사선학

최 형 욱(Hyung-Wook Choi) **[준회원]**

- 1996년 2월 : 부산가톨릭대학교 방사선학과
- 1995년 12월 ~ 현재 : 연세대학교치과대학병원 구강악안면방사선과

<관심분야>
방사선학

김 현 영(Hyun-Yeong Kim) **[준회원]**



- 1991년 2월 : 신구대학 방사선과
- 1995년 6월 ~ 현재 : 연세대학교치과대학병원 구강악안면방사선과

<관심분야>
방사선학

이 혜 미(Hye-Mi Lee) **[준회원]**

- 2010년 2월 : 한서대학교 방사선학과 (보건학사)
- 2011년 7월 ~ 현재 : 세브란스병원 영상의학과

<관심분야>
방사선학

임 창 선(Chang-Seon Lim) **[정회원]**

- 1986년 2월 : 건국대학교 법학과 (법학사)
- 1991년 2월 : 건국대학교 대학원 법학과 (법학석사)
- 1999년 2월 : 목포대학교 대학원 물리학과 (이학석사)
- 2007년 2월 : 전남대학교 대학원 법학과 (법학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 건양대학교 방사선학과 부교수

<관심분야>
방사선학, 의료법학