

## Comparison of Heel Effect with Distance and Direction Change

Hyung-Woo Kim, Ji-Eun Seok, Min-Yeong Kang, Chan-Haeng Jo, Min-Cheol Jeon\*

Department of Radiology, Daejeon Health Institute of Technology

Received: August 10, 2022. Revised: August 16, 2022. Accepted: August 31, 2022.

### ABSTRACT

The heel effect creates a density difference in the X-ray images because the intensity of the anode and cathode side of the X-ray tube is not equal. The purpose of this study is to evaluate the density difference due to the heel effect by rotating the step wedge by 180 degrees and then changing the distance. After fixing the tube voltage and tube current to 72 kVp and 10 mAs, the forward and reverse directions were taken using a step wedge. At this time, the distance (80 cm ~ 130 cm) was taken at 10 cm intervals, and the density value was measured by setting the region of interest for each step of the step wedge through the M6 program. First, the difference in intensity between the anode and the cathode was confirmed through the radiation exposure test. In addition, when the distance (from 80 cm to 130 cm) was changed, the difference in density between the cathode and the anode decreased as the projection distance increased. As a result, images of uniform density can be obtained as the projection distance increases.

Keywords: Heel effect, Distance, Direction, Density, Step wedges

### I. INTRODUCTION

최근 현대의학에서 방사선을 이용한 진단 및 치료 기술이 급속도로 발전하고 있다. 따라서 방사선 검사는 빠르고 정확한 진단이 가능하게 되어 많이 이용되고 있다. 질병관리청(Korea Disease Control and Prevention Agency, KDCA)에 따르면 진단용 의료방사선 검사 건수는 2016년 3억 1,200만여 건에서 2019년 3억 7,400만여 건으로 연평균 약 6.2%씩 증가했으며, 2019년에는 2016년 대비 약 20% 증가했다. 연간 피폭선량은 2016년 101,000 man·Sv(맨시버트)에서 2019년 125,000 man·Sv로 연평균 약 7.6%씩 증가했으며, 2019년에는 2016년 대비 약 25% 증가했다<sup>[1]</sup>.

X선 발생 장치는 인위적으로 방사선을 방출할 수 있도록 만든 장치이다. X선 발생 장치의 원리는 필라멘트를 가열하여 발생한 열전자가 높은 전압에 의해 빠른 속도로 가속되고, 가속된 전자가 타

깃에 충돌하여 X선을 방출시키는 것이다. X선관은 99%정도가 열로 방출되고 1% 정도가 X선으로 방출되므로 이들의 열 발생을 견딜 수 있는 열팽창계수가 작은 경질유리인 붕소규산염 유리(Borosilicate Glass)로 되어있고 전자의 가속을 위해 고진공도로 유지하여야 한다. X선관은 열전자 발생에 필요한 필라멘트 쪽인 음극(Cathode), 전자를 충돌시키는 부분인 타겟이 있는 양극(Anode)과 걸을 둘러싸고 있는 유리로 구성되어 있다<sup>[2]</sup>.

X선관 양극의 경사면으로 인해 조사야 양극 측과 음극 측의 강도가 균등하지 않아 X선 영상에 영상의 밝기(Window Level) 차이가 나는데 이때 강도 분포 형태가 사람의 발뒤꿈치 모양을 닮았다고 하여 힐이펙트(Heel effect) 또는 하이힐 효과라고 한다<sup>[3]</sup>. 힐이펙트는 위팔뼈(humerus), 등뼈(thoracic vertebrae), 넓다리뼈(femur)와 같이 두꺼운 부위를 촬영할 때 이용한다. X선관의 음극 측에는 강도가 강하므로 두꺼운 부위를 위치시키고 강도

\* Corresponding Author: Min-Cheol Jeon

E-mail: 99jmc@hanmail.net

Tel: +82-42-670-9179

가 약한 양극 측에는 얇은 부위를 위치시켜 촬영하면 균일한 밝기의 X선 영상을 획득할 수 있다<sup>[4]</sup>.

힐이펙트의 좌우 요인으로 타깃의 경사각도, 부가 필터 장착 여부, 필름-초점 간 거리(Focus Film Distance, FFD)가 있다. 힐이펙트를 감소시키기 위해서는 타깃의 경사 각도를 크게 하거나 부가 필터를 장착하거나 필름-초점 간 거리를 길게 한다<sup>[4]</sup>.

본 연구는 힐이펙트 좌우 인자 중 거리와 스텝 웨지(Step Wedge) 방향에만 변화를 주어 실험한다. 음극 측에 스텝 웨지의 두꺼운 부분, 양극 측에 얇은 부분(정방향 스텝 웨지)을 위치시킨 후 촬영한 영상의 촬영 거리별 계단 밝기를 측정한다. 그리고 음극 측에 스텝 웨지의 얇은 부분, 양극 측에 두꺼운 부분(역방향 스텝 웨지)을 위치시킨 후 촬영한 영상의 촬영 거리별로 계단 밝기를 측정한다. 실험 결과 측정된 밝기 값을 정량적으로 도출하여 스텝 웨지의 방향 변화, 촬영 거리 변화가 농도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 연구 대상

본 연구에 사용된 X선 발생 장치는 Fig. 1과 같이 X선관(MS-TSF, MEDIEN INTERNATIONAL), Collimator [MC-D(M), MEDIEN INTERNATIONAL] 장비를 사용하였으며 발생된 X선은 선량계(RaySafe X2, FLUKE BIOMEDICAL)를 이용하여 측정하였다.

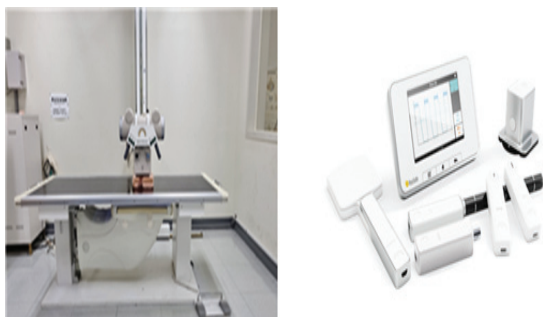


Fig. 1. X-ray Tube for Generating X-rays & Dosimeter(RaySafe X2) that can measure X-ray Dose.

이 선량계는 선량, 선량률, 관전압(kVp), 반가층

(HVL), 총 여과, 노출 시간, 펄스, 펄스율, 선량/펄스를 측정할 수 있다. 영상을 획득하기 위한 스텝 웨지는 단면 스텝 웨지를 사용하였다. RQR 표준 선질을 조절하기 위해 사용한 부가 필터는 알루미늄(Al)을 사용하였고, 크기는 10\*10 cm, 두께는 0.5 mm를 사용하였다. X선관의 수평을 조절하기 위해 수평계를 사용하였고, 초점과 검출기(Detector)의 거리를 정확하게 측정하기 위해 레이저 거리 측정기를 사용하였다.

### 2. 연구 방법

#### 2.1. 표준 선질 측정

표준 선질은 Table 1과 같이 국제 전기기술 위원회(International Electrotechnical Commission, IEC)에서 제시한 IEC 61267과 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA) TRS-457을 참고하였다<sup>[5]</sup>. 본 연구에서는 표준 선질을 사용하여 실험하기 위해서 반가층 측정 후 알루미늄 필터를 부가하여 RQR 5 선질로 조절하였다.

Table 1. Standards Beam Quality of RQR

Radiation Quality	Tube Voltage (kV)	Total Filtration (mmAl)	HVL (mmAl)
RQR 2	40	2.7	1.42
RQR 3	50	2.7	1.81
RQR 4	60	2.9	2.20
RQR 5	70	3.1	2.60
RQR 6	80	3.2	3.04
RQR 7	90	3.4	3.05
RQR 8	100	3.7	4.02
RQR 9	120	4.0	5.00
RQR 10	150	4.8	6.60

#### 2.2. 음극과 양극의 선량 측정

X선의 강도 차이는 양극 측에서 여과가 일어나 X선의 강도가 음극 측과 양극 측의 차이가 발생하는 것으로 양극 측보다 음극 측이 X선의 강도가 강하다. 이를 확인해 보기 위하여 X선 선량 측정 장치를 사용했다<sup>[6]</sup>. X선 장치의 선량을 측정하기 위한 장치로 IBA 사의 일반 방사선 시스템의 멀티 성능 측정 XR 멀티 검출기와 Magic Max Universal 프로그램이 있고 RaySafe X2 두 가지가 있다<sup>[7]</sup>. 그중

RaySafe X2를 사용하여 선량 측정을 진행하였다. 거리를 100 cm로 고정하고 중앙으로부터 오른쪽과 왼쪽으로 각각 3 cm 간격으로 12 cm까지 측정한다. 측정된 결과 음극 측 방향으로 갈수록 조사선량이 증가하고 양극 측 방향으로 갈수록 조사선량이 감소하는 사실을 확인하였다.

2.3. 정방향, 역방향 촬영 방법과 거리별 밝기 측정

정방향 스텝 웨지를 조사야 9\*25 cm<sup>2</sup>, 표준 선질인 관전압 70 kVp, 관전류량 10 mAs로 조정 후 0.5 mmAl 부가 필터를 X-선 튜브에 부착시킨다<sup>[8]</sup>. Fig. 2와 같이 초점과 영상수용체간거리(Source to Image Receptor Distance, SSD)를 80 cm, 90 cm, 100 cm, 110 cm, 120 cm, 130 cm까지 10 cm 간격으로 정방향 스텝 웨지를 촬영한다. 역방향 촬영은 정방향 촬영과 촬영 거리를 동일시하고 180회전 시킨 스텝 웨지를 촬영한다.

촬영한 정방향 스텝 웨지와 역방향 스텝 웨지의 영상을 Fig. 3과 같이 M6 Program(PACS, INFINITT)을 사용하여 계단별로 영상의 중앙에 관심영역(Region of interest, ROI)을 설정한다. 설정한 값을 가지고 스텝 웨지의 계단별 W/L 값을 측정한다. 측정된 값을 통계를 내어 표와 그래프로 나타낸다.

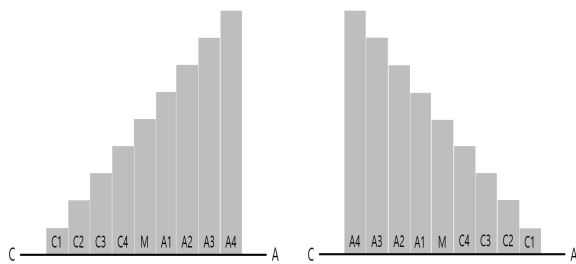


Fig. 2. Forward and Reverse Direction.

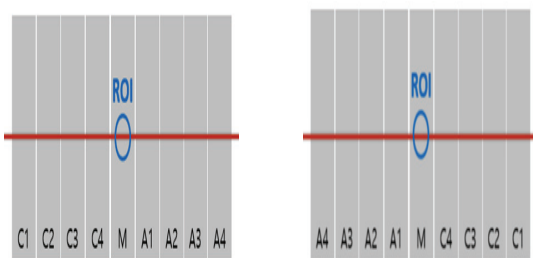


Fig. 3. ROI Concentration Measurement.

III. RESULT

1. 힐이펙트 확인

중앙점의 조사선량은 769.68 mGy로 측정되었다. 중앙점을 기준으로 C4는 798.12 mGy, C3는 814.06 mGy, C2는 822.56 mGy, C1은 817.98 mGy로 나타났고 A1은 727.32 mGy, A2는 666.2 mGy, A3는 588.22 mGy, A4는 497.68 mGy로 양극 측으로 갈수록 조사선량이 감소된 것으로 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Exposure Dose of Cathode and Anode According to Distance

Distance / 3 cm interval	Exposure dose (mGy)
C1	817.98
C2	822.56
C3	814.06
C4	798.12
M	769.68
A1	727.32
A2	666.20
A3	588.22
A4	497.68

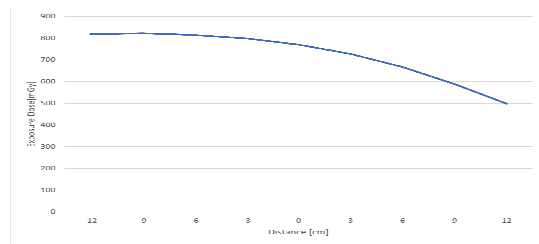


Fig. 4. This Graph Shows The Intensity Non-uniformity between The Cathode and The Anode.

2. 촬영거리 별 정방향 스텝웨지와 역방향 스텝웨지 밝기 비교

2.1. 촬영거리 80 cm에서의 밝기 측정

정방향 스텝 웨지와 역방향 스텝 웨지의 밝기를 측정하였을 때, Table 3에 C1은 각각 3336.30, 1.55로 나타났고 A4는 각각 4.26, 3487.29로 나타났다. 이를 통해 피사체의 두께 변화에 따른 힐이펙트 차이를 확인하였다.

Table 3. Measurement of Window Level in SSD 80 cm between Forward and Reverse

SSD (cm)	Step	N	Window Level	
			Forward	Reverse
80	C1	30	3336.30	1.55
	C2	30	3079.29	201.23
	C3	30	2767.83	509.28
	C4	30	2421.33	1357.49
	M	30	1989.44	2013.62
	A1	30	1517.78	2537.72
	A2	30	970.86	2923.20
	A3	30	369.92	3240.72
	A4	30	4.26	3487.29

2.2. 촬영거리 90 cm에서의 밝기 측정

정방향 스텝 웨지와 역방향 스텝 웨지의 밝기를 측정하였을 때, Table 4에 C1은 각각 3465.11, 1.58로 나타났고 A4는 각각 389.80, 3559.70으로 나타났다.

Table 4. Measurement of Window Level in SSD 90 cm between Forward and Reverse

SSD (cm)	Step	N	Window Level	
			Forward	Reverse
90	C1	30	3465.11	1.58
	C2	30	3271.99	338.05
	C3	30	3033.16	1196.06
	C4	30	2759.36	1884.53
	M	30	2405.29	2404.70
	A1	30	2011.40	2817.95
	A2	30	1534.67	3128.19
	A3	30	992.40	3372.22
	A4	30	389.80	3559.70

2.3. 촬영거리 100 cm에서의 밝기 측정

정방향 스텝 웨지와 역방향 스텝 웨지의 밝기를 측정하였을 때, Table 5에 C1은 각각 3608.44, 402.03으로 나타났고 A4는 각각 1166.59, 3667.79로 나타났다.

Table 5. Measurement of Window Level in SSD 100 cm between Forward and Reverse

SSD (cm)	Step	N	Window Level	
			Forward	Reverse
100	C1	30	3608.44	402.03
	C2	30	3465.30	1256.41
	C3	30	3286.19	1922.42
	C4	30	3076.40	2434.02
	M	30	2811.90	2823.40
	A1	30	2503.04	3127.75
	A2	30	2128.89	3353.89
	A3	30	1685.11	3531.70
	A4	30	1166.59	3667.79

2.4. 촬영거리 110 cm에서의 밝기 측정

정방향 스텝 웨지와 역방향 스텝 웨지의 밝기를 측정하였을 때, Table 6에 C1은 각각 3696.80, 1001.27로 나타났고 A4는 각각 1588.33, 3744.92로 나타났다.

Table 6. Measurement of Window Level in SSD 110 cm between Forward and Reverse

SSD (cm)	Step	N	Window Level	
			Forward	Reverse
110	C1	30	3696.80	1001.27
	C2	30	3577.69	1728.78
	C3	30	3095.92	2289.41
	C4	30	3259.91	2717.65
	M	30	3038.71	3041.76
	A1	30	2775.57	3294.40
	A2	30	2791.91	3485.69
	A3	30	2068.69	3632.28
	A4	30	1588.33	3744.92

2.5. 촬영거리 120 cm에서의 밝기 측정

정방향 스텝 웨지와 역방향 스텝 웨지의 밝기를 측정하였을 때, Table 7에 C1은 각각 3763.85, 1563.11로 나타났고 A4는 각각 2021.35, 3797.57로 나타났다.

Table 7. Measurement of Window Level in SSD 120 cm between Forward and Reverse

SSD (cm)	Step	N	Window Level	
			Forward	Reverse
120	C1	30	3763.85	1563.11
	C2	30	3669.59	2171.71
	C3	30	3551.80	2635.74
	C4	30	3414.32	2984.03
	M	30	3235.37	3244.52
	A1	30	3020.94	3445.72
	A2	30	2762.11	3594.69
	A3	30	2431.96	3710.35
	A4	30	2021.35	3797.57

2.6. 촬영거리 130 cm에서의 밝기 측정

정방향 스텝 웨지와 역방향 스텝 웨지의 밝기를 측정하였을 때, Table 8에 C1은 각각 3823.37, 1988.00으로 나타났고 A4는 각각 2369.61, 3857.73으로 나타났다.

Table 8. Measurement of Window Level in SSD 130 cm between Forward and Reverse

SSD (cm)	Step	N	Window Level	
			Forward	Reverse
130	C1	30	3823.37	1988.00
	C2	30	3743.57	2496.19
	C3	30	3646.14	2880.95
	C4	30	3532.39	3172.00
	M	30	3384.35	3390.91
	A1	30	3207.66	2560.20
	A2	30	2990.70	3686.03
	A3	30	2715.02	3781.82
	A4	30	2369.61	3857.73

3. 힐이펙트 저감 수치 비교

3.1. 정방향 스텝웨지

정방향 스텝 웨지에서 거리별 밝기 그래프의 기울기는 촬영거리 80 cm, 90 cm, 100 cm, 110 cm, 120 cm, 130 cm 순으로 각각 432.56, 381.42, 299.93, 234.22, 210.93, 175.61로 감소하였다. 따라서 촬영거리가 80 cm 일 때 양극의 밝기 차이가 크고 130 cm 일 때 차이가 작다. 촬영거리가 80 cm 일 때 거리별 밝기 그래프의 기울기가 130 cm 기울기보다 2.4배 큰 결과를 Fig. 5에서 확인하였다.

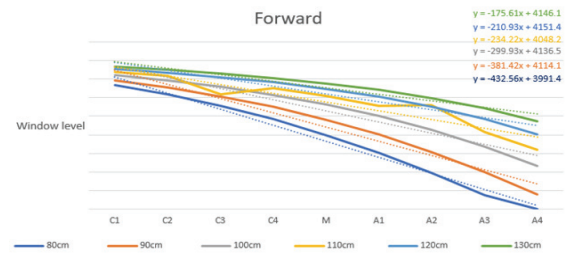


Fig. 5. This Graph Shows Forward's Measurement of Window Level by SSD.

3.2. 역방향 스텝웨지

역방향 스텝 웨지에서 거리별 밝기 그래프의 기울기는 촬영거리 80 cm, 90 cm, 100 cm, 110 cm, 120 cm, 130cm 순으로 각각 484.49, 468.88, 390.76, 327.57, 265.56, 222.24로 감소하였다. 따라서 촬영거리가 80 cm 일 때 양극의 밝기 차이가 크고 130 cm 일 때 차이가 작다. 80 cm 일 때 거리별 밝기 그래프의 기울기가 130 cm 기울기보다 2.2배 큰 결과를 Fig. 6에서 확인하였다. 이를 통해 촬영거리의 증가가 힐이펙트의 저감 요인인 사실을 확인하였다.

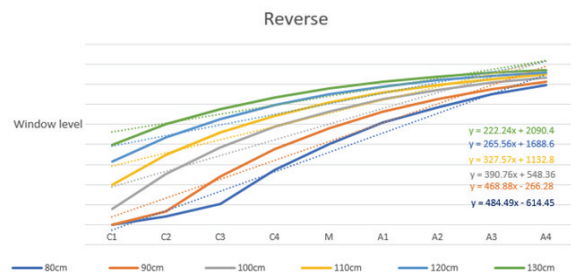


Fig. 6. This Graph Shows Reverse's Measurement of Window Level by SSD.

3.3. 정방향 스텝웨지와 역방향 스텝웨지의 양극 밝기 차이 비교

Table 9는 Fig. 6과 Fig. 7 을 참고하였다. 역방향 스텝웨지의 촬영거리 별 W/L 그래프 기울기가 정방향 스텝웨지의 기울기보다 70.80 크다. 이를 통해 역방향 스텝웨지가 정방향 스텝웨지보다 양극 W/L 차이가 크다는 사실을 확인하였다.

Table 9. Gradient Comparison

SSD (cm)	Gradient		Difference
	Forward	Reverse	
80	432.56	484.49	51.93
90	381.42	468.88	87.46
100	299.93	390.76	90.83
110	234.22	327.57	93.35
120	210.93	265.56	54.63
130	175.61	222.24	46.63
Average			70.80

#### IV. DISCUSSION

넓다리뼈의 양쪽에 있는 엉덩관절, 무릎관절과 같이 두께 차이로 인해 X선이 감약되는 정도가 다른 피사체를 촬영할 시에 음·양극의 다른 강도 분포를 고려하여 농도가 비슷한 영상을 획득한다<sup>[9]</sup>. 예를 들어 목뼈의 경우 C2-C5까지는 두께가 얇아 지다가 C6부터는 다시 두꺼워져서 촬영 시 C2-C5을 X선관의 양극에, C6에 음극에 위치시킨다<sup>[10]</sup>. 이러한 현상을 힐이펙트라고 한다. 힐이펙트의 저감 요인은 표적 경사각이 클수록, 조사야의 크기가 작을수록, 초점-필름 거리가 멀수록 저감 된다<sup>[11]</sup>. 그 중 초점-필름 거리를 멀게 하였을 때 피사체의 음극 측과 양극 측의 밝기 차이가 감소한다는 결과가 나왔다.

일반적으로 X선 영상의 형성 과정에서 영상의 농도 분포는 X선 영상 평가에 직결되는 요소이다<sup>[12]</sup>. 하나의 구조물이 영상에 나타날 때 농도가 균일하지 않으면 진단 가치가 저하되는 영상으로 분류된다. 그러므로 하나의 구조물을 촬영할 때 필름에서 비슷한 농도의 영상으로 나타나야 한다.

X선 영상에서 영상의 밝기는 흑백의 명암도인 Gray Scale의 중앙값이다<sup>[13]</sup>. 농도(Density)는 X선 필름이 Gray Scale로 처리된 정도를 말하며 영상의 흑화도를 의미한다<sup>[14]</sup>. X선 영상은 피사체를 투과한 X선 광자가 피사체를 투과하는 도중 감약된 광자에 영향을 받아 형성된다. 만약, 모든 X선 광자가 피사체를 투과하였다면 영상은 어둡게 묘사되

고, 모든 X선 광자가 감약 되었다면 영상은 밝게 묘사될 것이다<sup>[15]</sup>. 따라서 X선 영상이 어둡게 묘사 되면 투과가 많이 발생하여 높은 Gray Level 값을 갖게 되고 이는 낮은 영상의 밝기와 높은 농도를 가짐을 의미한다. 반대로 X선 영상이 밝게 묘사되면 투과가 적게 발생하여 낮은 Gray Level 값을 갖게 되고 이는 높은 영상의 밝기와 낮은 농도를 가짐을 의미한다. 이를 통해 영상의 밝기와 농도는 반비례 관계임을 확인하였다. 따라서 실험 내 초점-필름 거리를 증가시켰을 때, 스텝 웨지의 음극 측과 양극 측의 밝기 차이가 감소하고 농도 차이 또한 감소하므로 이는 보다 균질한 영상을 획득했음을 의미한다.

장 등<sup>[16]</sup>은 실효초점의 크기라는 변수를 사용하여 연구를 진행하여 균질한 선량 분포를 위한 최적의 조사야를 제시하였지만 본 논문은 거리와 피사체의 방향을 변수로 설정하여 이에 따른 영상의 밝기를 비교한 연구로 거리가 멀어질수록 힐이펙트가 저감되는 사실을 정량적으로 평가함에 있어 의의가 있다. 본 연구의 제한점으로는 첫째, 스텝 웨지를 사용하기에 계단별 각 두께에 의한 감약 차이가 발생한다. 둘째, 장비의 수를 한 대에 국한하였다. 셋째, 촬영 거리를 80~130 cm으로 국한하였다. 향후 연구에서는 이러한 것들을 개선하여야 할 것으로 사료된다.

#### V. CONCLUSION

본 논문에서는 피사체의 방향 변화와 거리 변화에 따른 음극과 양극의 농도 차이를 확인하였다. 실험 결과 힐이펙트를 저감하는 요인 중의 하나인 거리를 증가하였을 경우 음극 측과 양극 측의 농도 불균일 차이가 감소하였다. 피사체의 촬영 거리를 증가시키면 힐이펙트가 감소하여 균일한 농도의 영상을 획득할 수 있지만, 거리 역자승 법칙에 따라 선량이 감소하게 된다. 이는 진단 가능한 영상을 획득하기 위해 선량을 증가시켜야 함과 직결되어 환자의 피폭이 증가하게 된다. 향후에는 장비 및 촬영 거리 등 보다 다양한 실험을 통해서 힐이펙트를 이용한 환자의 피폭선량 감소에 적용될 수 있는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## Reference

- [1] [https:// www.kdca.go.kr](https://www.kdca.go.kr)
- [2] M. C. Jeon, J. S. Kim, J. U. Jang, B. K. Song, M. S. Han, "Understanding the Basic Principles of Computerized Tomography", *Journal of the Korean Magnetics Society*, Vol. 30, No. 6, pp. 225-232, 2020. <http://dx.doi.org/10.4283/JKMS.2020.30.6.225>
- [3] Medical Imaging Information Research Association, *Medical Imaging Information*, 3rd Ed., CheongGu Publishing Co., Seoul, pp. 187-196, 2020.
- [4] D. K. Kwon, *Radiographic Photography*, CheongGu Publishing Co., Seoul, pp. 82-90, 2019.
- [5] N. B. Myoung, S. Y. Im, S. J. Yoo, S. H. Kim, M. C. Jeon, "Dose and Image Quality Analysis According to The Type of Composite Additional Filter", *Interdisciplinary Science*, Vol. 11, No. 10, pp. 147-154, 2020. <http://dx.doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.10.147>
- [6] D. B. Rhee, J. K. Kim, J. M. Lee, "A Study on the Comparison of the Radiation Exposure Dose to the Image Quality of Phantom Chest Radiography Using a Radiographic Assist Device", *New Physics Sae Mulli*, Vol. 68, No. 7, pp. 801-811, 2018. <http://dx.doi.org/10.3938/NPSM.68.801>
- [7] S. H. Kim, "Evaluation of Dose and Image Quality According to Heel Effect of Diagnostic Radiation Generator", Hanseo University, Doctoral Dissertation, 2020.
- [8] J. E. Kim, S. H. Lee, "A Study on Measurement of Output Dose in X-ray Unit", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 14, No. 3, pp. 289-294, 2020. <https://doi.org/10.7742/jksr.2020.14.3.289>
- [9] S. G. Shin, H. Y. Lee, "The Anode Heel Effect caused by changing the Angle of X-Ray Tube", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 10, No. 6, pp. 435-442, 2016. <https://doi.org/10.7742/jksr.2016.10.6.435>
- [10] B. J. Ahn, "The Study Intervertebral Foramen Image for the Cervical spine of Posterior Anterio Oblique for the Angle", *Radiology*, Vol. 9, No. 4, pp. 197-203, 2015. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2015.9.4.197>
- [11] Korean Medical Imaging Technology Association, *Text Book of Radiographic Positioning AND Clinical Diagnosis*, 6th Ed., CheongGu Publishing Co., Seoul, pp. 570-585, 2020.
- [12] P. K. Cho, "How to Improve Image Quality for the Chest PA and the Simple Abdomen X-ray Examinations", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 7, No. 3, pp. 165-173, 2013. <https://doi.org/10.7742/jksr.2013.7.3.165>
- [13] The Korean Society Of Medical Imaging Technology, *Text Book of Computed Tomography*, CheongGu Publishing Co., Seoul, pp. 23-34, 2020.
- [14] S. S. Kang, *Radiographic Photography*, CheongGu Publishing Co., Seoul, pp. 92-97, 2019.
- [15] H. C. Jang, Y. S. Kim, H. J. Kim, "Analysis of Attenuation Differences According to Radiolucent and Radiopaque Materials : Based on DECT (Dual Energy Computed Tomography)", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 15, No. 3, pp. 1584-1589, 2014. <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.3.1584>
- [16] K. J. Jang, N. H. Kim, J. H. Lee, S. B. Lee, "Distribution of X-ray Strength in Exposure Field Caused by Heel Effect", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 5, No. 5, pp. 223-229, 2011. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2011.5.5.223>

## 거리와 방향 변화에 따른 힐이펙트 비교

김형우, 석지은, 강민영, 조찬행, 전민철\*

대전보건대학교 방사선(학)과

### 요 약

힐이펙트는 X선관의 양극 측과 음극 측의 강도가 균등하지 않아 X선 영상에 농도 차이를 발생시킨다. 이 연구의 목적은 스텝 웨지를 180도로 회전시킨 다음 거리를 변경하여 힐이펙트에 의한 농도 차이를 평가하는 것이다. 관전압과 관전류를 72 kVp, 10 mAs로 고정시킨 후 스텝 웨지를 이용하여 정방향과 역방향을 촬영하였다. 이때 거리(80 cm ~ 130 cm)는 10 cm 간격으로 촬영을 진행하였고 M6 프로그램을 통해 스텝 웨지의 각 계단별 관심영역을 설정하여 농도값을 측정하였다. 첫 번째로 조사선량 실험을 통해 음극과 양극의 강도 차이를 확인하였다. 또한 거리(80cm에서 130cm으로)를 달리하였을 때 촬영 거리가 멀어질수록 음극과 양극 사이의 농도 차이가 감소하였다. 이는 결론적으로 촬영 거리가 멀어질수록 균일한 농도의 영상을 획득할 수 있다.

중심단어: 힐이펙트, 거리, 방향, 농도, 스텝 웨지

### 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	김형우	대전보건대학교 방사선(학)과	학부생
	석지은	대전보건대학교 방사선(학)과	학부생
(공동저자)	강민영	대전보건대학교 방사선(학)과	학부생
	조찬행	대전보건대학교 방사선(학)과	학부생
(교신저자)	전민철	대전보건대학교 방사선(학)과	교수