

# 3 Spot DR를 이용한 척추 전장 촬영 시 모형 왜곡도 비교를 통한 유용성 연구

김상현<sup>1,2</sup>, 이미화<sup>3,4</sup>

서울대학교병원 영상의학과<sup>1</sup>, 을지대학교 방사선학과<sup>2</sup>, 한서대학교 보건의료학과<sup>3</sup>, 강동경희대학교병원 영상의학과<sup>4</sup>

## The Study of Effectiveness of 3 Spot DR for the Whole Spine Radiography with Comparison of Phantom Distortions

Sang-Hyun Kim<sup>1,2</sup>, Mi-Hwa Lee<sup>3,4</sup>

Dept. of Radiology, Seoul National University Hospital<sup>1</sup>,

Dept. of Radiological Science, Eulji University<sup>2</sup>

Dept. of Health Care, Hanseo University<sup>3</sup>,

Dept. of Radiology, Kyung Hee University Hospital at GANGDONG<sup>4</sup>

**요 약** 본 연구의 목적은 평면 모형의 가로, 세로 비율과 가상 Cobb의 각도를 측정하는 등의 화상의 왜곡에 대한 비교 연구를 통해 3 spot DR 척추 전장 촬영 방법의 정확한 정보를 제공하는 것이다. 팬텀은 H(40cm) x V(116cm) x D(2.3cm) 크기로 납판이 삽입 된 격자형 아크릴로 만들었다. 제작 모형을 사용하여 각 장비에 각각 3회, OFD를 변경하여 총 9회 촬영하였고 납 격자의 가로, 세로 길이와 비율을 측정하였다. 또한 모형에서 임의의 지점을 지정하여 Cobb 각도를 측정하였다. 가로 세로 비율은 CR은 0.98~1.01, scan DR은 0.96~0.97, 3 spot DR은 0.99~1.01로 측정되었다. Cobb 각도는 각각 52.5~53.3°, 52.1~54.3°, 52.8~53.2°로 측정되었다. 실험 결과에 의해 평면 모형을 이용한 본 연구에서 척추 전장 촬영을 위한 3 spot DR 촬영 방식의 영상은 왜곡이 없는 정확한 방법이다.

**주제어** : 척추, DR, 모형, Cobb angle, 왜곡

**Abstract** The purpose of this study is to offer more accurate information in whole spine examination of 3 spot DR through the comparative study about image distortion as making the flat phantom and measuring horizontal, vertical ratio and cobb angle of the virtual. We produced H(40cm) x V(116cm) x D(2.3cm) flat acrylic phantom with lattice type of lead plate. We took projection respectively 3 times, total 9 times in each equipments using manufactured phantom as changing OFD to 6, 12, 18 cm. We measured a horizontal and vertical length of lead lattice and calculated the ratio. As appointing arbitrary points in the phantom and we measured cobb angle. The results of horizontal, vertical ratio measured CR type 0.98~1.01, scan DR type 0.96~0.97 and 3 spot DR 0.99~1.01. Cobb angle measured 52.5~53.3°, 52.1~54.3° and 52.8~53.2°. Finally we can say that 3 spot DR method is an accurate method without any distortion in whole spine radiography.

**Key Words** : Spine, DR, Phantom, Cobb angle, Distortion

Received 3 August 2014, Revised 11 September 2014

Accepted 20 October 2014

Corresponding Author: Mi-Hwa Lee  
(Dept. of Health Care, Hanseo University)  
Email: rjqrnd113@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.

## 1. 서론

척추촬영은 척추 자체의 골절이나 형태, 병변 등 이상 유무를 결정하는 가장 기본적인면서도 빈번히 촬영되는 방사선학적 검사법이다[1]. 최근 경제성장과 인식의 전환으로 척추 측만과 척추 전방전위증에 대한 관심이 증대되면서 치료가 활발히 진행되고 있으며, 이를 위하여 정확한 촬영법이 요구되고 있다[2, 3]. 척추 전장(whole spine)검사 목적은 척추경사, 골반기울기, 척추만곡(Cobb angle), 수술 전·후 비교 및 치료 경과 평가에 사용되어진다[4]. 특히 척추변형의 진단과 치료에 가장 중요한 것은 척추 전장 촬영 검사이다. 이 단순 방사선 검사를 통하여 변형의 종류, 부위, 크기, 유연성, 성장상태를 파악할 수 있으며, 측만 변형 시 Cobb angle 측정법을 이용한다[5].

CR(computed radiography)환경에서는 long cassette (IP 2-3장)를 사용하여 1회 조사로 영상이 획득되며 현상 과정에서 2-3회의 수작업이 필요하다. DR(digital radiography)이 보편화되면서 현상 과정 없이 Workstation에서의 자동 및 수동 합성 기능으로 영상을 획득함으로써 향상된 영상의 질과 편리함으로 인해 더 많은 수요를 발생시키고 있다.

DR에서의 Whole spine의 영상 획득은 장비 제조회사마다 다른 방식을 채택하고 있다. 기존 필름/스크린, CR의 1회 조사와 비교해 볼 때, DR에서의 2~3회 분할 촬영 후 합성에 의한 영상획득 과정에서 영상의 왜곡도에 대한 의문점이 있다[6]. 그 이유는 방사선 주선속의 방향성과 퍼짐 현상에서 기인되는 것이다[7, 8]. 기존의 1회 조사에 의해 얻어진 영상을 2~3회 조사야로 나누어서 촬영하는 것이 왜곡이 있을 것이라는 가정이 많았던 것이 사실이다. 영상 획득 방식에 따른 실제 피사체와 획득 영상과의 차이를 비교해야 할 필요성이 있다.

본 연구는 평면 모형을 제작하여 가로축인 X와 세로축 Y의 비율, 가상의 Cobb angle 계측을 통하여 영상의 왜곡도를 비교 연구하여 정확한 3 spot DR 척추 전장 검사의 정확성에 관한 올바른 정보를 제공하는데 그 목적이 있다.

## 2. 대상 및 실험 방법

### 2.1 모형과 척추 전장 촬영 장치

[Fig. 1]과 같이 H(40cm) x V(116cm) x D(2.3cm)의

Flat phantom을 제작한 후, Phantom의 내부에 4 x 4cm 간격의 격자 모양으로 납을 삽입하였다.

영상 획득 장비는 아래와 같다[Fig. 2].

CR은 Philips bucky diagnost CS, Scan-DRM은 Varian G1092/ B160 X-ray, DR은 Philips Digital diagnost VM, PACS는 Infinitt technology Maroviwer ver 5.4.8.1 이다. SPSS(Statistical Package for Social Science)Ver 18.0 통계프로그램을 이용하여 Kruskal wallis test를 시행하였고, 유의성은  $\alpha=0.05$ 수준으로 정하였다.

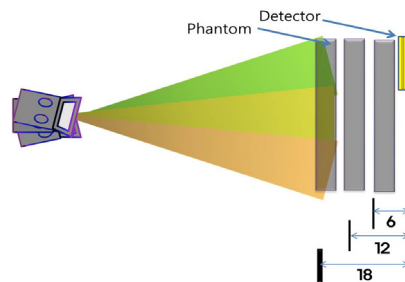


[Fig. 1] Flat Phantom [Fig. 2] CR, Scan DR, DR

### 2.2 실험 방법

제작한 평면모형을 대상으로 OFD(object film distance)를 6, 12, 18cm으로 하여 3회씩 총 9회 Whole spine AP를 각각의 장치에서 촬영하였다[Fig. 3]. OFD의 간격별 실험은 환자의 비만정도를 고려한 실험방법이다. 비만정도에 따라 환자와 Detector 사이가 달라지므로 영상이 확대도가 변화할 수 있다. 그러므로 확대에 의한 오차가 있을 것을 고려하였다.

촬영조건은 CR은 FFD(focus film distance) 180cm, 촬영 범위 35 x 85cm, Scan-DRM은 130cm, 43 x 87cm, 그리고 DR은 180cm, 43 x 83cm로 설정하였다.



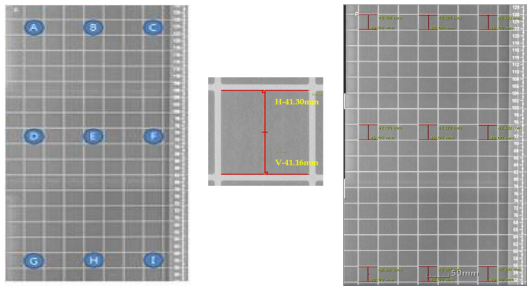
[Fig. 3] OFD distance

2.2.1 가로와 세로 비율 측정 위치 및 방법

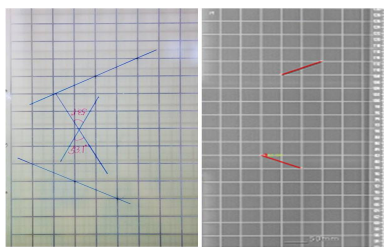
PACS(picture archiving and communication system) 상에 획득된 각각의 Image에서 최대 angle이 가해지는 지점으로 예측할 수 있는 동일한 부위의 6개 지점(상, 하단 3개씩)과 수직 입사되는 중단 3개 지점, 총 9개 지점을 지정하였다[Fig. 4]. 납 격자의 가로, 세로의 길이를 측정하고 비율을 계산하였다[Fig. 5].

2.2.2 Cobb angle 측정

평면모형에서 Image가 겹쳐지는 부분이 포함되도록 임의의 지점을 지정하여 Cobb angle을 측정하고, 획득된 Image에서 평면팬텀과 동일한 지점의 Cobb angle을 측정하여 오차를 확인하였다[Fig. 6]. 측정은 Infinitt PACS 프로그램인 maroview를 사용하였고, 측정오차를 줄이기 위해 다섯명의 방사선사가 측정한 후 평균을 계산하였다.



[Fig.4] Point for measurement [Fig.5] Measurement method



[Fig. 6] Measurement of Cobb angle

3. 결과

3.1 가로, 세로 비율 측정 결과

3.1.1 CR OFD 6cm

각각의 Image 지정된 9개 지점에서 납 격자 가로를 1

이라고 할 때 세로의 비율을 측정하였다. CR OFD 6cm 에서 상단 2개 지점이 0.99, 중단 1개 지점이 1.01, 하단 2개 지점이 0.99로 측정되었다<Table 1>.

<Table 1> Result of X, Y ratio In CR OFD 6cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±S	42.0	40.4	40.4	40.2	40.4	40.7	40.0	40.5	40.6
D	0.20	0.14	0.22	0.20	0.09	0.18	0.09	0.18	0.22
Y±S	40.2	40.3	40.4	40.7	40.6	40.7	40.2	40.4	40.4
D	0.18	0.18	0.24	0.09	0.20	0.11	0.17	0.28	0.22
X :									
Y	1	0.99	0.99	1.01	1	1	1	0.99	0.99

3.1.2 CR OFD 12cm

OFD 12cm 상단에서 2개 지점이 0.99, 1개 지점이 1.01, 중단은 각각 1개 지점이 0.99, 1.01, 하단에서는 2개 지점이 0.99로 측정되었다<Table 2>.

<Table 2> Result of X, Y ratio In CR OFD 12cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±S	41.3	41.8	41.6	41.6	41.9	42.0	41.4	41.8	41.9
D	0.64	0.26	0.17	0.26	0.18	0.30	0.26	0.17	0.22
Y±S	41.8	41.6	41.6	42.0	41.9	42.0	41.5	41.6	41.7
D	0.25	0.17	0.26	0.09	0.09	0.14	0.23	0.09	0.27
X :									
Y	1.01	0.99	0.99	1.01	1	0.99	1	0.99	0.99

3.1.3 CR OFD 18cm

OFD 18cm 상단에서 1개 지점이 0.98, 1개 지점이 1.01, 중단은 각각 2개 지점이 1.01, 1개 지점 0.99, 하단에서는 1개 지점이 0.99로 측정되었다<Table 3>.

<Table 3> Result of X, Y ratio In CR OFD 18cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±S	42.7	43.2	42.6	42.8	43.3	42.8	42.6	43.2	42.7
D	0.18	0.17	0.17	0.09	0.18	0.20	0.17	0.22	0.11
Y±S	42.9	42.8	42.8	43.3	43.1	43.2	43.9	43.0	42.9
D	0.23	0.24	0.14	0.18	0.11	0.09	0.17	0.22	0.11
X :									
Y	1	0.98	1	1.01	0.99	1.01	1	0.99	1

3.1.4 Scan-DR OFD 6cm

OFD 6cm 상단에서 2개 지점이 0.978 1개 지점이 0.97,

중단은 3개 지점이 0.96, 하단에서는 1개 지점이 0.97, 2개 지점은 0.96으로 측정되었다<Table 4>.

<Table 4> Result of X, Y ratio In Scan-DR OFD 6cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±S	40.8	40.7	40.5	40.8	40.7	40.5	40.8	40.7	40.5
D	0.13	0.17	0.16	0.13	0.08	0.15	0.08	0.15	0.23
Y±S	39.9	40.1	39.9	39.3	39.3	39.2	39.3	39.4	39.3
D	0.18	0.12	0.13	0.10	0.15	0.15	0.15	0.12	0.16
X : Y	0.97	0.98	0.98	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97

### 3.1.5 Scan-DR OFD 12cm

OFD 12cm 상단에서 2개 지점이 0.96, 1개 지점이 0.97, 중단은 3개 지점이 0.96, 하단에서는 1개 지점이 0.97, 2개 지점은 0.96으로 측정되었다<Table 5>.

<Table 5> Result of X, Y ratio In Scan-DR OFD 12cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±S	40.9	40.7	40.5	40.7	40.7	40.5	40.8	40.6	40.4
D	0.16	0.13	0.16	0.22	0.21	0.28	0.20	0.21	0.21
Y±S	39.4	39.4	39.3	39.3	39.4	39.3	39.3	39.3	39.4
D	0.12	0.23	0.16	0.10	0.12	0.16	0.10	0.24	0.25
X : Y	0.96	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97

### 3.1.6 Scan-DR OFD 18cm

OFD 18cm 상단, 중단 6개 지점이 0.96, 하단에서는 1개 지점이 0.97, 2개 지점은 0.96으로 측정되었다<Table 6>.

<Table 6> Result of X, Y ratio In Scan-DR OFD 18cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±S	40.6	40.6	40.7	40.5	40.6	40.6	40.5	40.5	40.6
D	0.28	0.15	0.21	0.17	0.19	0.23	0.31	0.19	0.19
Y±S	39.4	39.3	39.4	39.2	39.2	39.2	39.4	39.2	39.3
D	0.08	0.20	0.00	0.08	0.13	0.15	0.12	0.13	0.10
X : Y	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.96

### 3.1.7 3Spot DR OFD 6cm

OFD 6cm에서 상단 3개 지점이 0.99, 중단 3개 지점이 1, 하단 2개 지점이 0.99로 측정되었다<Table 7>.

<Table 7> Result of X, Y ratio In 3Spot DR OFD 6cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±S	41.4	41.2	41.1	41.3	41.2	41.2	41.3	41.4	41.3
D	0.08	0.13	0.06	0.14	0.13	0.13	0.14	0.17	0.25
Y±S	41.2	41.2	41.1	41.4	41.3	41.2	41.4	41.2	41.2
D	0.25	0.15	0.23	0.06	0.15	0.13	0.13	0.19	0.10
X : Y	0.99	0.99	0.99	1	1	1	1	0.99	0.99

### 3.1.8 3Spot DR OFD 12cm

OFD 12cm에서 9개 지점 모두가 0.99로 측정되었다<Table 8>.

<Table 8> Result of X, Y ratio In 3Spot DR OFD 12cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±SD	41.9	41.9	41.9	42.0	42.0	42.1	42.2	42.1	41.9
D	0.08	0.21	0.15	0.15	0.15	0.27	0.18	0.19	0.15
Y±SD	41.8	41.9	41.7	42.0	41.9	42.0	41.8	41.9	41.8
D	0.19	0.25	0.15	0.06	0.13	0.29	0.19	0.13	0.49
X : Y	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

### 3.1.9 3Spot DR OFD 18cm

OFD 18cm에서 상단3개 지점 모두가 0.99, 중단 2개 지점이 1, 1개 지점이 0.99, 하단 3개 지점 모두에서 0.99로 측정되었다<Table 9>.

<Table 9> Result of X, Y ratio In 3Spot DR OFD 18cm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X±S	37.8	37.4	37.8	37.8	37.8	37.7	37.8	37.8	37.8
D	0.18	0.13	0.22	0.08	0.14	0.11	0.05	0.08	0.11
Y±S	37.6	37.6	37.6	37.8	37.8	37.7	37.7	37.7	37.7
D	0.14	0.14	0.20	0.16	0.16	0.20	0.12	0.16	0.12
X : Y	0.99	0.99	0.99	1	1	0.99	0.99	0.99	0.99

## 3.2 Cobb Angle

평면팬텀에서 임의의 지점을 연결하여 53.1°의 cobb angle을 얻었다. 3회분할 촬영 후 합성 DR방식에서는 OFD 차이에 따라 0.11~010° 정도 차이로 거의 변화가 없었다<Table 10>.

<Table 10> Result of X, Y Cobb angle measurement

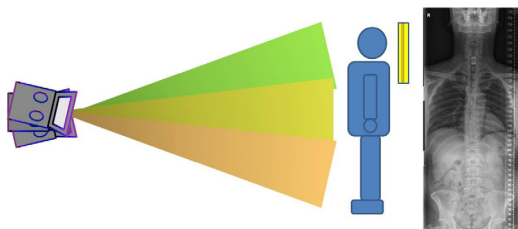
Phantom		53.1°		
ODD		6cm	12cm	18cm
JR	Cobb ±	53.33	53.13	52.52
	SD	0.52	0.24	0.27
Scan-DR	Cobb ±	54.33	53.89	52.16
	SD	0.38	0.57	0.13
3Spot DR	Cobb ±	52.89	53.20	53.21
	SD	0.34	0.10	0.31

### 3.3 통계적 유의성

SPSS 18.0 통계프로그램 Kruskal wallis test를 시행했고 3 Spot DR 방법은 가로세로 비율에서 측정된 오차는, 3가지 OFD의 9개 지점 모두에서  $p > 0.05$ 로 대립가설이 기각되고, 귀무가설이 채택되어 세 장비에서 유의한 차이가 없었다. Cobb angle 역시 모든 지점에서  $p > 0.05$ 으로 나타나 세장비의 기준으로 제시된 53.1°와 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3.4 물리적 유의성

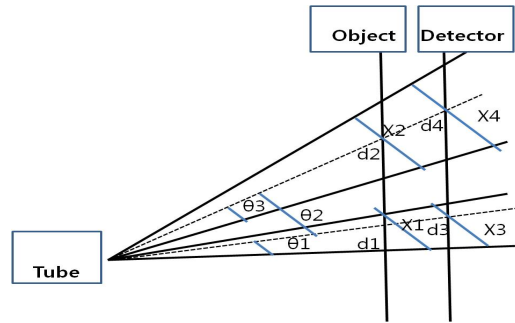
본 연구에서는 기존의 CR Whole spine과 Image 획득 mechanism이 다른, [Fig 7]과 같이 angle을 이용한 3회 분할 촬영 후 합성 DR방식에서 angle이 가해진 상단부분과 하단부위에 Image의 왜곡, 합성과정에서 주어진 angle로 인해 겹쳐지는 부위의 왜곡 여부를 알아보고자 하였다. 팬텀 제작을 통하여 물리적인 것을 알아보았다.



[Fig. 7] 3 Spot exposure DR method

수학식으로 알아보면 [Fig. 8]과 같은 결과를 얻을 수 있었다. Tube를 0로 기준을 잡고 삼각함수 적으로 계산하면  $\tan\theta_1 = x_1/d_1 = x_3/d_3$  즉  $x_3 = x_1 * d_3/d_1$ ,  $d_2 = d_1/\cos\theta_2$ ,  $d_4 = d_3/\cos\theta_2$ ,  $\tan\theta_3 = x_2/d_2 = x_4/d_4$  와 같이 나타낼 수 있다. 결론적으로  $x_1 = x_2$  이면  $x_3 = x_4$ 가 된다. 즉 피

사체의 크기가 같다면 Tube angle의 변화가 있더라도 결국 크기는 똑같이 나오므로 Cobb angle이 변하지 않았던 것이다. 지정된 9개 지점의 비율 측정법 외에, Whole spine 영상을 통해 정형외과에서 척추측만증 환자 진료를 위해 측정하는 Cobb angle을 실험방법에 적용하였다.



[Fig. 8] The distance ratio by tube angle change

## 4. 고찰

척추 전장 촬영은 정형외과 뿐 아니라, 신경외과, 마취 통증과 등 척추의 진단과 치료에 관련한 진료과에서 기본적으로 시행되는 검사로서, 3 spot DR촬영의 도입으로 증가된 검사 수요를 보이고 있다. 이는 DR의 보편화로 인한 검사방법의 편리성과, 우수한 영상의 질에 의한 것이라고 사료된다.

척추 전장 촬영에서 중요한 의학적 정보인 Cobb angle은 척추 만곡의 진행 여부와 치료 방침의 결정, 그리고 치료 경과의 평가에 있어서 중요한 기준이 되며, 45° 이상일 경우 수술을 고려하게 된다. Cobb angle은 Whole spine 영상을 통해 얻을 수 있는 기본적인 정보인 동시에 수술을 가름하는 정확한 측정이 요구되는 정보이다. 그러므로 영상에서 발생될 수 있는 왜곡이나 오차는 최소화 되어야 한다.

왜곡이 최소화 되어야 하는 또 하나의 이유는 척추 만곡의 크기 및 유형의 분석은 선 자세촬영이 매우 중요한데, 이는 부정확한 자세로 인하여 성장기의 환자에게 보조기 치료가 늦어지거나 각도 변화를 오인하여 불필요한 처방이나 시술을 하여 환자에게 심각한 악영향을 줄 수 있기 때문이다[1]. Torell et. al[9]은 바로 누운 자세와 선

자세 촬영의 Cobb angle 변화에 대한 보고에서 287명의 환자에서 누운 자세로 촬영할 경우 선 자세 촬영에 비해 평균 22%가 감소되었다고 하였고, Zetterberg et. al[10]과 Yazici et. al[11]은 청소년기형 특발성 척추측만증 환자 38명과 25명의 연구에서 바로 누운 자세 촬영이 선 자세 촬영에 비해 31%와 24.7% 감소하였다고 보고하였다. 위와 같이 선 자세에서 척추 변형을 측정하므로 움직임이나, 부정확한 자세에 의한 오류가 발생 할 수 있기 때문이다[12].

실험과정에서 영상화 할 수 있는 실제 척추 팬텀의 부재와, 비율측정과정에서 측정자들의 주관적인 측정은 객관적으로 왜곡을 평가하기에 어려움이 따랐다. 또한 제작된 모형의 큰 사이즈와 무게, 납 격자의 두께 등은 다양한 실험에 문제점으로 나타났다. 이에 추후에 좀 더 정확하고 간편한 척추 모형을 제작하여 각 제조사별 비교 평가를 시행하고 다양한 변수를 통한 실험을 진행하려 한다. 또한 같은 촬영 원리를 가진 Long Bone, Teleradiography 등에 관한 다양한 연구도 진행하여야 할 것이다. 3회 분할 촬영으로 환자의 영상 합성을 위한 겹치는 부분이 생김으로 기존 방식들과의 방사선 피폭 정도에 관련된 추가 연구도 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## 5. 결론

척추의 상단과 하단에 angle을 가하여, 3 spot DR 촬영 방식에서 angle이 많이 가해지는 부분의 왜곡을 예상 하였으나, 실험 결과는 측정오차로 여겨지는  $\pm 0.01$ 의 차이가 나타났다. 0.01의 오차는 4cm을 기준으로 계산했을 때 0.25mm 정도의 미세한 차이이다. 합성과정에서 주어진 angle로 인해 겹쳐지는 부위 역시 편차  $\pm 0.5^\circ$ 로, 우려할만한 왜곡은 발견되지 않았다.

3 spot DR방식을 이용한 Whole spine X-ray에서 예상하였던 왜곡은 없었으며, CR 카세트방식과 Scan DR 방식과 비교할 때, 그와 비슷하거나 더 높은 정확도를 보여, 왜곡 없는 정확한 촬영방법이라고 사료되며 임상적 가치가 있다고 할 수 있다. 차후 3 Spot DR방식을 통하여 정확한 의학적 정보를 제공하는 여러 촬영법에 활용되어야 할 것이다.

## REFERENCES

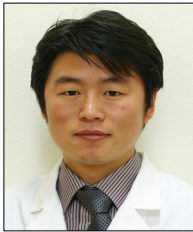
- [1] J. Y. Jeong, S. R. Son, J. S. Lee, B. G. Yoo, Technical Improvement for Spine Radiography by Comparing Scoliotic and Lordotic Angle with Different Positioning Methods, Korea Society of Radiation Science, pp. 263-269, Vo. 34, No. 4, 2011.
- [2] W. W. Park, J. S. Lee, J. G. Ku, Y. J. Choi, The Change of Cobb Angle According To Position in Adolescent Idiopathic Scoliosis, Journal of Korean Spine Surg, Vo. 10, No. 3, pp.255-260, 2003.
- [3] C. H. Jeon, Y. C. Kim, N. S. Chung, N. H. Kim, J. Y. Yi, The Changes of Sagittal Alignment after Anterior Interbody Fusion with Posterior Fixation in Spondylolisthesis of the Lumbar Spine, Journal of Korean Spine Surg, Vo. 11, No. 3, pp.131-140, 2004.
- [4] Y. H. Lee, C. K. Choi, H. C. Kim, The Usefulness of Whole Spine Study in the DR System, AACRT, 2009.
- [5] TE. Keat, C. Siström, Atlas of Radiologic Measurement, Mosby, pp. 127-128, 2001.
- [6] S. Y. Chung, S. B. Cho, J. S. Yoon, H. S. Moon, N. S. Cho, Variation in Cobb Angle Measurements by the Change of the Center and Tube Angle in the Whole Spine PA Examination, The Korean Journal of Radiological Imaging Technology, Vo. 9, No. 1, pp. 137-141, 2012.
- [7] G. J. Lee, S. G. Go, U. D. Kim, S. D. Kim, H. S. Kim, The Research for Scanogram, Journal of the Korean Society for Digital Imaging in Medicine, Vo. 5, No. 1, pp. 35-40, 2008.
- [8] I. C. Im, J. S. Lee, Characteristics of Dose Distribution at Junction Area using the Divergency cutout Block in Abutted Field of Photon and Electron Beams, Journal of Radiation Protection, Vo. 36, No. 3, pp. 168-173, 2011.
- [9] Torell G, Nachemson A, Haderspeck GK, Schultz A, Standing and supine Cobb measures in girls with idiopathic scoliosis, Spine, Vo. 10, No. 1, pp.425-427, 1985.
- [10] Zetterberg C, Hasson T, Lindstrom J, Irstam L,

Andersson GB, Postural and time-dependent effects on body height and scoliosis angle in adolescent idiopathic scoliosis, Acta Orthop Scand, Vo, 54, pp.836-840, 1983.

[11] Yazici M, Acaroglu ER, Alanay A, Deviren V, Cila A, Surat A, Measurement of vertebral rotation in standing versus supine position in adolescent idiopathic scoliosis, J Ped Orthop, Vo. 21, pp.252-256, 2001.

[12] Shanon A, Eric P, Maxiyar K, Douglas L. Hill, Edmond Lon, James V. Raso, Journal Digit Imaging, Vo. 21, No. 2, pp. 208-218, 2008.

### 김 상 현(Kim, Sang Hyun)



- 2009년 2월 : 경기대학교 대체의학 대학원 식품치료전공(대체의학석사)
- 2013년 2월 ~ 현재 : 을지대학교 대학원 방사선학과(박사과정)
- 2001년 4월 ~ 현재 : 서울대병원 영상의학과
- 관심분야 : 방사선학, 보건정책
- E-Mail : snuhkim1@naver.com

### 이 미 화(Lee, Mi Hwa)



- 2011년 2월 : 연세대학교 보건대학원 역학통계학과(보건학석사)
- 2013년 2월 ~ 현재 : 한서대학교 보건의료학과(박사과정)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 강동경희대학교 병원 영상의학과
- 관심분야 : 방사선학, 역학통계학
- E-Mail : rjqrnd113@hanmail.net