

# Correlation Analysis of Factors Affecting the Collimator Size used during Lumbar Spine Lateral Examination in Digital Radiography System

Young-Cheol Joo<sup>1</sup>, Sin-Young Yu<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, Samsung Medical Center

<sup>2</sup>Department of Radiological Technology, Donggang University

Received: June 26, 2024. Revised: August 21, 2024. Accepted: August 31, 2024.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to suggest an appropriate collimation size and central X-ray incidence point by analyzing the correlation between the collimation size used in lumbar lateral examination and factors affecting the collimation size. The lumbar lateral examination results of 148 patients suitable for the purpose of this study were analyzed. The measurement method was to set the total horizontal width shown in the image to the size of the irradiation field(collimation) used during the examination. The distance connected vertically from the end of the dorsal field to the apophyseal joint of the third lumbar vertebra(AJD), the distance from the dorsal end of the image field to the center of the body of the third lumbar vertebra(BD), and the distance from the end of the dorsal field of the image to the center of the pedicle of the third lumbar vertebra(PD). The distance was measured. For comparative analysis of the mean values of dependent variables according to gender, age, height, weight, and body mass index, the mean values were compared using the independent samples t test and one-way ANOVA. For post hoc analysis, duncan was used. The correlation between independent and dependent variables was analyzed using Pearson correlation analysis. In this study, statistical significance was set at a p value of 0.05 or lower. The average value of the collimation size during the lumbar spine lateral examination was 252.45 mm, AJD was 102.11 mm, BD was 141.17 mm, and PD was 119.73 mm. The mean values of collimation size, AJD, BD, and PD were larger in men than in women, but statistical significance for the difference in mean values by gender was found only in BD ( $p < 0.05$ ). There was a slight difference in the mean value of each group according to age, but there was no statistical significance ( $p > 0.05$ ). The collimation size and mean values of AJD, BD, and PD according to height, weight, and body mass index differed depending on the independent variables, and the differences were all statistically significant ( $p < 0.05$ ). As a result of the correlation analysis, field size and AJD, BD, and PD showed no correlation with gender and age, a weak positive correlation with height, and a medium positive correlation with weight and body mass index. The results of this study showed that CS was correlated with height, weight, and BMI during lumbar lateral examination. If the entrance point of the central X-ray is moved to the apophyseal joint by considering weight and BMI when adjusting the collimation size in clinical practice, it is expected that the collimation size can be reduced by about 5%.

Keywords: Lumbar Spine Lateral Radiography, Collimation size, Central X-ray incidence point, apophyseal joint, vertebral body, pedicle

## I. INTRODUCTION

현대 의학에서 방사선은 질병의 진단 및 치료에

이용하여 인간의 건강을 보호하고 증진시키는데 기여하고 있다. 그러나 엑스선(X-Ray)의 과도한 노출은 불필요한 피폭을 유발하여 피검자에게 유해

\* Corresponding Author: Sin-Young Yu

E-mail: ryusinyoung@gmail.com

Tel: +82-62-520-2405

한 영향을 줄 수 있다. 따라서 검사를 수행하는 방사선사는 환자들의 체형 및 신체 조건에 맞는 적절한 조사 조건을 설정하고, 진단적 가치가 높은 영상을 만들기 위해 노력해야 한다.

국내의 요추 방사선검사(lumbar spine radiography) 건수는 흉부, 하지, 상지 검사 다음으로 높은 빈도를 보이고 있다<sup>[1]</sup>. 일반 엑스선 검사에서 요추 방사선검사는 요추의 정렬 상태, 골절, 염증 등과 같은 병변의 유무를 진단하기 위해 시행된다. 진단적 가치가 높은 영상이 되기 위해서는 척추뼈몸통(vertebral body)과 척추뼈사이(intervertebral)가 유효하게 나타나야 한다<sup>[2]</sup>. 다양한 요추 방사선검사 중 요추 측면 방사선검사(lumbar spine lateral radiography; L-spine lateral)은 척추뼈몸통의 배열상태 확인을 통한 요추의 불안정성 및 전위에 대한 관찰과 척추뼈몸통의 높이 변화 그리고 척추사이간격의 변화를 식별하는데 매우 유용한 정보를 제공하기 때문에, 검사 빈도가 1,000명당 2.1회에서 4.3회로 매년 증가하고 있다<sup>[3,4]</sup>.

방사선 검사에서의 조사야(collimation)은 목적 부위 이외에 방사선의 영향을 최소화함으로써 환자의 선량감소 및 산란선 영향을 감소시켜 화질 향상에도 영향을 미치는 중요한 영상 형성과정 중 하나이다. 그러므로 방사선사는 영상에 영향을 주지 않는 범위에서 최소한으로 설정 후 검사를 진행해야 한다. 척추의 경우 다른 부위와 비교해 가로 폭이 더 좁으므로 다른 장기에 불필요한 피폭이 되지 않도록 조사야를 설정하는 것이 이상적이다<sup>[5]</sup>.

선행연구에서 요추 검사의 평균 조사야가 아날로그 검사 방식보다 디지털 검사 방식에서 46% 더 넓게 사용되고 있다고 보고했다<sup>[6]</sup>. 디지털 방사선 장치는 검사 후 콘솔에서 영상의 후처리가 가능하기에 임상에서는 빠른 검사의 진행과 조사야의 설정 오류로 인한 재검사를 피하고자 넓은 조사야로 검사를 진행하는 경향이 있다<sup>[7]</sup>. 또한 2017년 질병관리청의 연구 결과에서는 국내 의료기관의 요추 정면 검사와 측면 검사에 대한 평균 조사야를  $31 \times 41 \text{ cm}^2$ 로 보고하였다<sup>[8]</sup>.

질병관리청에서 조사한 일반 방사선검사 종류별 입사표면선량(entrance surface dose; ESD)은 요추 측

면 검사 시 8.44 mGy로 모든 일반 방사선검사 중 가장 높은 것으로 나타났다<sup>[9]</sup>. 그리고 요추 측면 검사의 환자 선량은 0.75~97.00 mGy로 병원 간의 차이가 방사선검사 중 가장 크다는 선행 연구가 있었다<sup>[10]</sup>. 요추 주변 장기로는 신장, 소장, 생식선 등 방사선 조직가중치가 높은 장기들이 위치해 있기 때문에 방사선사는 환자 중심의 안전관리 그리고 최소한의 선량으로 최적의 영상을 얻기 위해 노력해야 한다<sup>[11]</sup>.

하지만, 현재 교과서와 임상에서 적용하고 있는 요추 측방향 검사 시 적용되고 있는 중심 엑스선 입사점과 조사야의 크기는 과거 필름을 이용하던 시기에 형성된 것들이다. 디지털 방사선 장비는 필름 시스템에 비해 조사야 크기 조절에 있어 제약이 적다는 장점이 있다.

이에 본 연구에서는 요추 측방향 방사선검사 시 중심 엑스선 입사점의 변화에 따른 조사야 크기의 변화 가능성을 한국인의 인구통계학적 관점(성별, 연령, 신장, 체중, 체질량지수)에서 접근해 보고, 상관관계 분석을 통하여 최적의 영상 구현을 위한 중심 엑스선 입사점과 조사야 크기에 대하여 분석하고자 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 연구 대상

본 연구는 2023년 1월 1일부터 2023년 12월 31일까지 서울 소재 종합병원 영상의학과에서 요추 측면 검사를 시행한 환자 중 영상의학과 골 판독 전문의의 판독 결과가 정상으로 판독된 전체 885명 중 본 연구 목적에 적합한 148명(척추유합술, 척추측만증, 척추전방전위증, 척추의 퇴행성질환이 관찰된 환자는 제외)의 요추 측면 방사선검사 영상을 대상으로 하였다. 개인정보 제공동의서에 서명하여 의료전산 시스템에 성별, 연령, 신장, 체중 데이터가 입력된 성인을 기준으로 설정하였다.

### 2. 연구 방법

#### 2.1. 실험장비

본 연구에 이용된 방사선발생장치는 GC 85A

(Samsung Electronic, Korea)이며, 영상 측정은 Centricity Radiology RA 1000 (General Electronic, USA) 영상전송저장장치(picture archiving and communication system; PACS)를 이용하였다.

## 2.2. 영상측정 방법

영상측정은 3명의 방사선사(임상경력 15년 이상 2명, 5년 이상 1명)가 영상 측정 방법에 대해 1주일 간 선행학습 후 개별적 공간과 시간에서 4주 동안 측정하였으며, 각 측정 요소는 Fig 1.과 같다. CS는 a, AJD는 b, BD는 c, PD는 d로 나타내었다.

- 1) 조사야 가로폭 크기(Collimation Size; CS): 조사야 크기는 영상에서 나타난 전체 가로 폭을 검사 시 사용된 조사야 크기로 설정하였다. 이 크기는 현재 임상상의 방사선사가 요추 측면 방사선검사 시 이용하고 있는 일반적인 조사야 크기로 가정하였다.
- 2) 척추 돌기관절 거리(Apophyseal Joint Distance; AJD): AJD는 영상에 포함된 등쪽 조사야 끝에서부터 제 3요추(3rd lumbar spine)의 척추 돌기관절까지 수직으로 연결한 거리로 정의하였다.
- 3) 척추 몸통 거리(Body Distance; BD): BD는 영상의 조사야 등쪽 끝 부분을 연결한 수직선과 제 3요추(3rd lumbar spine) 몸통 중심까지의 수평선을 의미하며, 몸통의 중심은 영상에 나타난 제 3요추의 몸통을 가로지르는 두 개의 대각선을 긋고, 두선이 교차하는 지점을 몸통 중심으로 정의하였다.
- 4) 척추 경 거리(Pedicle Distance; PD): PD는 영상의 등쪽 조사야 끝 부분에서 제 3요추(3rd lumbar spine)의 척추 경 중심까지의 거리로 설정하였다.

## 2.3. 자료분석 방법

본 연구에서는 측정자 간 신뢰도 분석(interclass correlation Coefficient; ICC)을 통해 측정치에 대한 신뢰도를 측정하였다. 측정된 자료는 Shapiro-Wilk 검정을 통해 정규성을 확인하였으며( $p < 0.05$ ), 모든 자료는 기술통계를 제시하였다.

인체 특성에 따른 각 변수의 평균 비교는 성별의 경우 독립표본 t검정(independent t-test)를 통해 각 그룹별 평균값의 차이를 비교하였으며, 연령, 신장, 체중, 체질량지수(body mass index; BMI)의 그룹 간 평균 차이는 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 이용해 평균값을 비교하였으며, 사후분석으로는 Duncan을 이용했다.

독립변수와 종속변수 간의 상관성은 Pearson 상관분석을 통해 분석하였다.

본 연구의 자료 분석에 이용된 통계프로그램은 SPSS(version 22.0, SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였고, 유의성은  $p$  값 0.05( $p$ -value 0.05) 이하를 통계적으로 유의한 것으로 설정하였다.

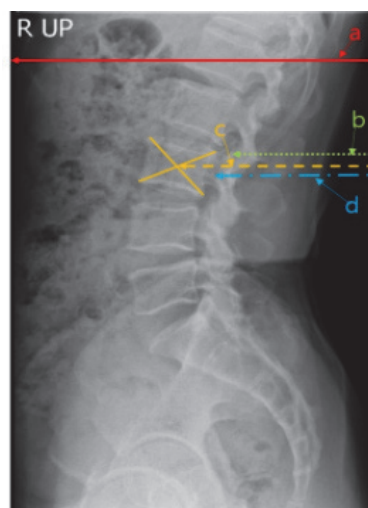


Fig. 1. Image measurement method.  
(a: Collimation Size, CS, b: Apophyseal Joint Distance, AJD, c: Body Distance, BD, d: Pedicle Distance, PD)

## III. RESULT

### 1. 측정자 간 신뢰도 분석 결과

3명의 방사선사가 측정한 측정치의 평균, 결과에 대한 측정자간 신뢰도 분석(ICC)은 Table 1과 같다. CS 측정의 경우 0.988, AJD는 0.977, BD는 0.971, PD는 0.979로 우수한 신뢰도를 보였다.

요추 측면 검사 시 CS의 평균값은 252.45 mm였으며, AJD는 102.11 mm, BD는 141.17 mm, PD는 119.73 mm로 나타났다.

**2. 성별에 따른 측정치의 평균값 비교분석**

성별에 따른 측정치의 평균값은 Table 2와 같이 나타났다. CS 및 AJD, BD, PD모두 남성이 여성에 비해 크게 나타났으나, BD만 그 차이가 통계적으로 유의하였고( $p<0.05$ ), 나머지는 유의하지 않았다.

**3. 연령에 따른 측정치의 평균값 비교분석**

연령별 CS, AJD, BD, PD의 평균값의 차이는 Table 3에 나타내었다. 연령에 따라 차이는 있었으나, 각 그룹간 평균값의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다( $p>0.05$ ).

**4. 신장에 따른 측정치의 평균값 비교분석**

CS, AJD, BD, PD의 신장에 따른 평균값 차이 비교분석 결과는 Table 4와 같이 나타났다. 모든 값에서 신장이 증가함에 따라 평균값이 증가하였으며, 신장 그룹별 평균값의 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 사후 분석 결과, 180 cm 이상 그룹만 독립그룹으로 나누어졌고, 나머지 신장 그룹은 동일한 그룹으로 나타났다.

**5. 체중에 따른 측정치의 평균값 비교분석**

체중에 따른 측정치의 평균값 비교분석은 Table 5와 같이 나타났다. CS 및 AJD, BD, PD의 평균값

은 독립변수에 따라 차이가 있었으며, 그 차이는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 사후분석 결과, 모든 종속변수에서 49 kg 이하 그룹과 50~59 kg 그룹은 동일한 그룹으로 나타났고, 80 kg이상 그룹은 나머지 그룹과 차별된 그룹으로 분류되었다.

**6. 체질량지수에 따른 측정치의 평균값 비교분석**

체질량지수에 따른 측정치 평균값의 비교결과는 Table 6과 같다. CS 및 AJD, BD, PD 모두 독립변수에 따라 차이가 통계적으로 유의하였다( $p<0.01$ ). 각 그룹별 사후분석결과 체질량지수 30 이상 그룹은 나머지 그룹과 독립된 그룹으로 나타났다.

**7. 인구통계학적 특성과 측정치의 상관관계 분석 결과**

인구통계학적 특성과 종속변수간의 상관관계 분석결과는 Table 7과 같이 나타났다. CS와 ADJ, BD, PD는 성별과 연령에서는 상관성이 나타나지 않았으나, 신장과는 약한 양의 상관성을 보였으며 ( $p<0.05$ ), 체중과 체질량과는 중간정도 양의 상관관계( $p<0.01$ )가 나타났다. 그리고 CS와 ADJ, BD, PD 사이에서도 중간 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ).

Table 1. Results of measurement average and inter-class correlation Coefficient

|     | N   | Mean ± SD(mm)  | Min    | Max    | ICC   |
|-----|-----|----------------|--------|--------|-------|
| CS  | 148 | 252.45 ± 26.01 | 252.22 | 252.76 | 0.988 |
| AJD |     | 102.11 ± 18.52 | 100.09 | 104.56 | 0.977 |
| BD  |     | 141.17 ± 19.41 | 140.23 | 141.70 | 0.971 |
| PD  |     | 119.74 ± 18.89 | 117.08 | 121.48 | 0.979 |

CS; collimation size of total horizontal width displayed in image  
 AJD: Distance from the end of dorsal collimation to the apophyseal joint of 3rd lumbar spine  
 BD: Distance from the end of dorsal collimation to the body center of 3rd lumbar spine  
 PD: Distance from the end of dorsal collimation to pedicle of 3rd lumbar spine

Table 2. Comparative analysis of average values of measurements according to gender

|        |        | CS             |       | AJD            |       | BD             |        | PD             |       |
|--------|--------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|--------|----------------|-------|
|        |        | Mean ± SD(mm)  | t     | Mean ± SD(mm)  | t     | Mean ± SD(mm)  | t      | Mean ± SD(mm)  | t     |
| Gender | Male   | 255.85 ± 27.03 | 1.277 | 105.13 ± 22.28 | 1.599 | 145.65 ± 23.21 | 2.283* | 123.01 ± 22.43 | 1.699 |
|        | Female | 250.27 ± 25.23 |       | 100.17 ± 15.46 |       | 138.29 ± 15.99 |        | 117.63 ± 16.00 |       |

\*\*\* $p<0.001$ , \*\* $p<0.01$ , \* $p<0.05$

Table 3. Comparative analysis of the average value of measurements according to age

|     | CS            |                | AJD            |              | BD             |   | PD             |              |
|-----|---------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---|----------------|--------------|
|     | Mean ± SD(mm) | F (post_hoc)   | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc) | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc)                            | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc) |
| Age | 20~29         | 257.28 ± 36.14 | 110.16 ± 27.69 |              | 150.12 ± 28.89 |   | 127.58 ± 27.65 |              |
|     | 30~39         | 258.11 ± 22.26 | 103.26 ± 17.34 |              | 141.57 ± 18.88 |   | 121.05 ± 18.66 |              |
|     | 40~49         | 252.80 ± 26.89 | 98.68 ± 17.09  | 1.026        | 138.52 ± 17.53 | 1.604<br>(a,b,c,e,f)<br>><br>b,c,d,e,f) | 117.47 ± 16.92 | 1.292        |
|     | 50~59         | 249.33 ± 22.85 | 98.32 ± 13.99  |              | 135.70 ± 14.84 |   | 115.04 ± 14.90 |              |
|     | 60~69         | 244.57 ± 22.64 | 102.25 ± 16.40 |              | 142.23 ± 16.29 |   | 119.47 ± 16.89 |              |
|     | over70        | 248.96 ± 21.60 | 100.83 ± 12.89 |              | 140.76 ± 12.86 |   | 118.47 ± 1.15  |              |

\*\*\*p<.001, \*\*p<.01, \*p<.05

Table 4. Comparative analysis of the average value of measurements according to height

|         | CS            |                | AJD            |              | BD             |              | PD             |              |
|---------|---------------|----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|         | Mean ± SD(mm) | F (post_hoc)   | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc) | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc) | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc) |
| hei-ght | under150      | 248.11 ± 23.52 | 99.60 ± 13.78  |              | 137.11 ± 13.74 |              | 116.46 ± 14.58 |              |
|         | 160~169       | 251.18 ± 25.46 | 99.77 ± 16.18  | 8.446***     | 138.72 ± 17.43 | 9.735***     | 117.84 ± 16.68 | 7.95***      |
|         | 170~179       | 253.49 ± 24.61 | 102.71 ± 19.98 | (a,b,c<d)    | 143.74 ± 20.47 | (a,b,c<d)    | 120.58 ± 20.85 | (a,b,c<d)    |
|         | over180       | 279.63 ± 33.11 | 129.78 ± 28.61 |              | 171.05 ± 28.33 |              | 147.08 ± 26.66 |              |

\*\*\*p<.001, \*\*p<.01, \*p<.05

Table 5. Comparative analysis of the average value of measurements according to body weight

|         | CS            |                | AJD            |               | BD             |               | PD             |               |
|---------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
|         | Mean ± SD(mm) | F (post_hoc)   | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc)  | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc)  | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc)  |
| wei-ght | under49       | 250.58 ± 25.96 | 89.60 ± 16.87  |               | 129.67 ± 19.27 |               | 106.94 ± 18.98 |               |
|         | 50~59         | 243.20 ± 23.62 | 99.09 ± 15.49  | 10.241***     | 136.06 ± 16.03 | 11.810***     | 116.10 ± 15.98 | 10.072***     |
|         | 60~69         | 253.85 ± 25.65 | 101.53 ± 16.13 | (a,b,c<b,c,d) | 141.31 ± 15.68 | (a,b<b,c,d<e) | 119.81 ± 15.47 | (a,b<b,c,d<e) |
|         | 70~79         | 264.40 ± 17.71 | 104.26 ± 13.17 | <d,e)         | 145.13 ± 14.13 |               | 122.82 ± 14.80 |               |
|         | over80        | 269.52 ± 29.87 | 123.76 ± 22.69 |               | 165.15 ± 23.05 |               | 141.23 ± 22.41 |               |

\*\*\*p<.001, \*\*p<.01, \*p<.05

Table 6. Comparative analysis of the average value of measurements according to body mass index

|     | CS            |                | AJD            |              | BD             |              | PD             |              |
|-----|---------------|----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|     | Mean ± SD(mm) | F (post_hoc)   | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc) | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc) | Mean ± SD(mm)  | F (post_hoc) |
| BMI | under19       | 245.74 ± 26.34 | 91.35 ± 17.38  |              | 129.53 ± 18.87 |              | 107.82 ± 18.56 |              |
|     | 20~24         | 250.04 ± 24.83 | 99.91 ± 15.41  | 14.567***    | 138.81 ± 15.50 | 16.041***    | 117.82 ± 15.39 | 15.517***    |
|     | 25~29         | 260.16 ± 20.03 | 113.51 ± 15.00 | (a,b,c<d)    | 153.32 ± 15.85 | (a,b,c<d)    | 131.42 ± 15.01 | (a,b,c<d)    |
|     | over30        | 282.66 ± 48.10 | 129.38 ± 31.40 |              | 171.59 ± 32.26 |              | 147.63 ± 30.58 |              |

\*\*\*p<.001, \*\*p<.01, \*p<.05

Table 7. Correlation analysis between independent and dependent variables

|        | gender  | age     | height | weight | BMI    | CS     | BD     | PD     | AJD |
|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| Gender | 1       |         |        |        |        |        |        |        |     |
| Age    | 0.100   | 1       |        |        |        |        |        |        |     |
| Height | -.648** | -.327** | 1      |        |        |        |        |        |     |
| Weight | -.589** | -.196*  | .616** | 1      |        |        |        |        |     |
| BMI    | -.286** | -.086   | .201*  | .758** | 1      |        |        |        |     |
| CS     | -0.105  | -.171*  | .216** | .307** | .264** | 1      |        |        |     |
| BD     | -.186*  | -0.129  | .322** | .470** | .492** | .489** | 1      |        |     |
| PD     | -0.139  | -0.143  | .277** | .440** | .490** | .477** | .980** | 1      |     |
| AJD    | -0.131  | -0.135  | .268** | .432** | .475** | .509** | .972** | .979** | 1   |

\*\*\*p<.001, \*\*p<.01, \*p<.05

#### IV. DISCUSSION

인간은 직립 보행을 하며 많은 것을 얻고 누릴 수 있었지만, 그로 인해 필연적으로 겪게 되는 고통이 있다. 직립 보행은 몸의 하중이 요추로 집중되어 그에 따른 퇴행성 변화 및 여러 질환을 야기하게 되었다.

요통은 전체 인구의 70~85%가 살아가며 한 번 이상 경험할 정도로 많은 사람들이 겪게 되는 질환이다<sup>[12]</sup>. 요통이란 특정 질환만을 지칭하는 용어가 아닌 허리에서 느낄 수 있는 모든 통증을 광범위하게 포함하는 용어로 현대인의 생활에서 가장 흔하게 나타나는 증상 중 하나로 꼽히고 있다<sup>[13]</sup>. 요통의 원인으로는 척추관 협착증, 추간관 탈출증, 외상, 감염 등이 있고, 잘못된 자세로 인한 요통도 많이 발생하고 있다. 척추에 무리를 주는 잘못된 자세의 생활 습관 및 작업 환경에서 요추와 골반의 구조적인 변화가 발생할 수 있고, 이러한 점들이 요통의 원인이 되거나 요통을 악화시키는 변수가 될 수 있다<sup>[14]</sup>. 또한 성별, 연령 등에 따라 근육량과 근력이 다르기 때문에 척추와 골반의 불균형 매개 변수가 다르게 나타날 수 있다는 보고가 있다<sup>[15]</sup>. 이러한 구조적 문제로 인한 요통은 일반 방사선검사를 통해 구조적 변화 및 정도를 파악할 수 있기에 요추 일반 방사선검사는 해마다 증가하는 추세이다. 이에 따라 요추 주변 장기의 피폭을 줄이기 위한 환자중심의 방사선안전관리가 요구되고 있다.

또한 관련 선행연구에서는 요추 검사 시 조사야 크기가 커질수록 주변 장기의 선량이 증가하고, 조

사야 크기 증가에 따른 조사야 경계 안팎의 장기에 영향을 미치는 선량에 명확한 차이가 있다고 보고하였다. 그리고 조사야 크기가 작을수록 좋은 화질을 보였다고 보고하였다<sup>[11]</sup>. 검사 목적에 따라 조사 범위를 적절하게 제한하여 환자의 피폭선량 감소와 양질의 영상을 만들기 위한 노력이 필요하다.

본 연구는 디지털 방사선 장비에서 요추 측면 검사 시 사용된 조사야 가로폭의 크기 및 조사야 내에서 검사 목적 부위의 거리 등을 비교하여 적절한 조사야 크기를 알아보려 하였으며, 중심 엑스선의 입사지점에 대해서 고찰해 보고자 하였다.

요추 측면 검사 시 조사야 가로폭의 평균값은 252.45 mm 였으며, AJD는 102.11 mm, BD는 141.17 mm, PD는 119.73 mm로 나타났다. 본 연구에서 측정된 AJD, BD, PD는 등쪽 조사야 끝에서 연구자들이 설정한 지점까지의 거리이다. 그러므로 본 연구에서 측정된 AJD, BD, PD에 곱하기 2를 한 거리가 각 지점을 중심 엑스선 입사점으로 설정했을 때 조사야 크기라고 생각할 수 있을 것이다.

그러므로 척추의 전방에 위치한 장기에 피폭을 최소화하면서, L-spine lateral 영상 구현을 위한 최소한의 조사야 크기는 AJD를 중심 거리를 고려했을 때 약 204.22 mm 정도가 적절하다고 사료되며, 이는 조사야 가로폭의 평균 거리로 조사된 252.45 mm에 비해 약 20% 감소된 크기이다.

또한, 조사야 크기의 조절 요인이 될 수 있는 성별, 나이, 체질량지수 등에 따라 어떤 차이가 있는지 비교 분석하였다. 성별에 따른 측정치의 평균값 비교분석에서는 대체적으로 남성이 여성에 비해

평균값이 크게 나타났으나, 성별에 따른 평균값 차이에 대한 통계적 유의성은 BD에서만 나타났다. 그리고 연령에 따른 측정치의 평균값 비교분석에서는 연령대 그룹별로 평균값에 약간의 차이가 있었으나 통계적인 유의성은 확인할 수 없었다. 신장, 체중, 체질량지수에 따른 측정 거리의 비교분석은 조사야 크기 및 AJD, BD, PD의 평균값이 독립변수에 따라 차이가 있었으며, 그 차이는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

본 연구의 결과를 통하여 L-spine lateral 검사 시, 임상의 방사선사들은 연령에는 큰 상관없이 신장과 체중, 체질량지수에 따라 조사야 크기를 조절하려는 경향이 있음을 간접적으로 유추해 볼 수 있었다. 또한 중심 엑스선 입사점은 기존의 척추체의 중심에서 척추 돌기관절로의 이동이 필요하다. 하지만, 육안으로 척추 돌기관절의 위치를 관찰하는 것은 불가능하다. 그러므로 본 연구 결과를 통해 획득한 조사야 크기로 고정 후 환자의 등쪽을 등쪽과 가까운 조사야면과 근접시켜 검사하는 방법을 적용한다면, 전방에 위치한 장기에 대한 불필요한 피폭을 최소화 및 조사야 크기 감소로 인한 영상 화질 향상에 도움이 될 것으로 생각된다.

연구의 제한점은 주변 장기의 선량 측정이 이뤄지지 않아서 명확한 피폭 선량 감소 효과를 제시하기에는 어려움이 있고, 환자의 호흡, 움직임으로 인해 목적하는 해부학적 구조물이 영상의 중심에서 벗어날 가능성에 대해서는 고려되지 않았다. 그러므로 추후 연구 시 선량 측정 및 환자의 호흡과 움직임까지 변수로 포함한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. CONCLUSION

본 연구의 결과 요추 측면 검사 시 평균적인 조사야 크기는 252.45 mm (9.92 inch)이었으며, 신장과 체중, 체질량지수와 상관성이 있는 것으로 나타났다. 그리고 임상에서 조사야 크기 조절시 체중과 체질량지수를 고려하여 중심 엑스선의 입사점을 척추 돌기관절로 이동시킨다면, 약 5%의 조사야 크기 감소 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

## Reference

- [1] W. Rühm, C. Clement, D. Cool, D. Laurier, F. Bochud, K. Applegate, T. Schneider, S. Bouffler, K. Cho, G. Hirth, M. Kai, S. Liu, S. Romanov, A. Wojcik, "Summary of the 2021 ICRP workshop on the future of radiological protection", *Journal of Radiological Protection*, Vol. 42, No. 2, pp. 1-22, 2022. <http://dx.doi.org/10.1088/1361-6498/ac670e>
- [2] Y. C. Chi, "A Modification to the Situation-based Scheme for Sorting Exposures Proposed in ICRP Publication 103", *Health Physics*, Vol. 122, No. 2, pp. 306-312, 2022. <http://dx.doi.org/10.1097/HP.0000000000001484>
- [3] International Commission on Radiological Protection, "The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 103, 2007.
- [4] International Commission on Radiological Protection, "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 60, 1991.
- [5] International Commission on Radiological Protection, "The Optimisation of Radiological Protection : Broadening the Process", ICRP Publication 101b, 2006.
- [6] International Commission on Radiological Protection, "Ethical foundations of the system of radiological protection", ICRP Publication 138, 2018.
- [7] International Commission on Radiological Protection, "Use of dose quantities in radiological protection", ICRP Publication 147, 2021.
- [8] K. W. Cho, Y. M. Kim, "Implementation of the ICRP 2007 recommendations in Korea", *Applied Radiation and Isotopes*, Vol. 67, No. 7-8, pp. 1286-1289, 2009.
- [9] V. Tsapaki, S. Balter, C. Cousins, O. Holmberg, D. L. Miller, P. Miranda, M. Rehani, E. Vano, "The International Atomic Energy Agency action plan on radiation protection of patients and staff in interventional procedures: Achieving change in practice", *Physics in Medicine*, Vol. 52, pp. 56-64, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmp.2018.06.634>
- [10] International Commission on Radiological Protection,

- "Cost-benefit analysis in the optimisation of radiological protection", ICRP Publication 37, 1983.
- [11] International Commission on Radiological Protection, "Implications of Commission Recommendations that Doses be Kept as Low as Readily Achievable", ICRP Publication 22, 1973.
- [12] International Commission on Radiological Protection, "Optimization and decision-making in radiological protection", ICRP Publication 55, 1989.
- [13] Korean Association for Radiation Application, "Survey on the Status of Radiation / RI Utilization in 2018", 2020.
- [14] Y. H. Ryu, J. H. Cho, K. R. Dong, W. K. Chung, J. W. Lee, E. J. Choi, "Survey on radiation safety management (RSM) among Korean radiation workers who operate radiation generators or handle radioactive isotopes", *Archives of Environmental & Occupational Health*, Vol. 69, No. 1, pp. 11-22, 2014. <https://doi.org/10.1080/19338244.2012.701250>
- [15] S. T. Kim, J. Yoo, "Analysis of the Radiological Safety Control Level Versus the Exposure of Radiation Workers in South Korea from 2008-17", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 184, No. 1, pp. 98-108, 2019. <http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncy190>
- [16] Korea Institute of Nuclear Safety, "Information Analysis and Management for Safety Regulation on Radiation Worker", KINS/ER-190, Vol. 1-5, 2014.
- [17] Korea Institute of Nuclear Safety, "Analysis on the Risk Evaluation Model and Feasibility Study on Model Application of the KISOE System", KINS/HR-1461, 2016.
- [18] Y. J. Bae, "Study on the Risk Assessment Method at Workplace of Radiation Facilities according to Occupational Radiation Exposure", Master's Thesis, Daegu Catholic University, 2016.
- [19] R. Munbodh, T. M. Roth, K. L. Leonard, R. C. Court, U. Shukla, S. Andrea, M. Gray, G. Leichtman, E. E. Klein, "Real-time analysis and display of quantitative measures to track and improve clinical workflow", *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, Vol. 23, No. 9, pp. e13610, 2022. <http://dx.doi.org/10.1002/acm2.13610>
- [20] Regulations on registration standards and inspection for reading work, *Articles 4*, 2023.
- [21] M. Rodríguez Del Águila, A. González-Ramírez, "Sample size calculation", *Allergol Immunopathol (Madr)*, Vol. 42, No. 5, pp. 485-492, 2014.
- [22] G. D'Arrigo, S. Roumeliotis, C. Torino, G. Tripepi, "Sample size calculation of clinical trials in geriatric medicine", *Aging Clinical and Experimental Research*, Vol. 33, No. 5, pp. 1209-1212, 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s40520-020-01595-z>
- [23] V. Kamenopoulou, G. Drikos, P. Dimitriou, "Dose constraints to the individual annual doses of exposed workers in the medical sector", *European Journal of Radiology*, Vol. 37, No. 3, pp. 204-208, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/s0720-048x\(00\)00286-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0720-048x(00)00286-2)
- [24] Nuclear Safety and Security Commission, "Nuclear safety yearbook 2020", 2021.
- [25] Korea Foundation of Nuclear Safety, "Exposure radiation dose analysis report in 2022", 2023.
- [26] D. Richardson, S. Wing, J. Watson, S. Wolf, "Missing annual external radiation dosimetry data among Hanford workers", *Journal of exposure analysis and environmental epidemiology*, Vol. 9, No. 6, pp. 575-585, 1999. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jea.7500064>
- [27] A. De Giorgi, A. Bongiovanni, S. De Sio, S. Sernia, G. Adamo, G. La Torre, "Assessment of the Impact of Low-dose Ionizing Radiation Exposure on Health Care Workers: A Study of Methods Used from a Scoping Review", *Health Physics*, Vol. 125, No. 2, pp. 102-108, 2023. <http://dx.doi.org/10.1097/HP.0000000000001693>
- [28] Nuclear Energy Agency, "Considerations on the Concept of Dose Constraints", OECD/NEA, 2014.
- [29] R. Salinas Mariaca, "Dose constraint for Industrial gammagraphy developed by regulatory authorities", *International Nuclear Information System (INIS)*, Vol. 42, No. 1, pp. 1-7, 2008.
- [30] S. Y. Chang, K. K. Chung, "Considerations on the Concept of Dose Constraint", *Journal of Radiological Protection*, Vol. 21, No. 4, pp. 329-330, 1996.



# 디지털 방사선 장비에서 요추 측면 검사 시 사용되는 조사야 크기에 영향을 미치는 요인의 상관관계 분석

주영철<sup>1</sup>, 유신영<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>삼성서울병원 영상의학과

<sup>2</sup>동강대학교 방사선과

## 요 약

본 연구의 목적은 디지털 방사선 장비를 이용하여 요추 측면 검사 시 사용되고 있는 조사야 크기 및 조사야 크기에 영향을 미치는 요인의 상관관계 분석을 통해, 적절한 조사야 크기 및 중심 엑스선 입사지점을 제안하는데 있다. 2023년 1월 1일부터 2023년 12월 31일까지 S병원 영상의학과에서 요추 측면 검사를 시행한 환자 중 본 연구 목적에 적합한 148명의 검사 결과를 분석하였다. 측정 방법은 영상에서 나타난 전체 가로 폭을 검사 시 사용된 조사야 가로폭의 크기(CS)로 설정하고, 영상에 포함된 등쪽 조사야 끝에서부터 제 3요추의 척추 돌기관절까지 수직으로 연결한 거리(AJD), 영상의 조사야 등쪽 끝 부분에서 제 3요추 몸통 중심까지의 거리(BD), 영상의 등쪽 조사야 끝 부분에서 제 3요추의 척추 경 중심까지의 거리(PD)를 측정하였다. 성별, 연령, 신장, 체중, 체질량지수에 따른 종속변수의 평균값의 비교분석을 위해 독립표본 t 검정과 일원배치분산분석을 이용해 평균값을 비교하였으며, 사후분석으로는 duncan을 이용했다. 독립변수와 종속변수 간의 상관성은 pearson 상관분석을 통해 분석하였다. 본 연구에서 통계적 유의성은 p값 0.05 이하를 유의한 것으로 설정하였다. 요추 측면 검사 시 CS의 평균값은 252.45 mm 였으며, AJD는 102.11 mm, BD는 141.17 mm, PD는 119.73 mm로 나타났다. CS 및 AJD, BD, PD는 남성이 여성에 비해 평균값이 크게 나타났으나, 성별에 따른 평균값 차이에 대한 통계적 유의성은 BD에서만 나타났다(p<0.05). 연령에 따른 그룹별 평균값에 약간의 차이는 있었지만 통계적 유의성은 없었다(p>0.05). 신장, 체중, 체질량지수에 따른 CS 및 AJD, BD, PD의 평균값은 독립변수에 따라 차이가 있었으며, 그 차이는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 상관관계 분석 결과, 조사야 크기 및 AJD, BD, PD는 성별, 연령과는 상관성이 없었으며, 신장과는 약한 양의 상관관계를 보였고, 체중과 체질량지수와는 중간 정도 양의 상관관계를 나타냈다. 본 연구의 결과 요추 측면 검사 시 CS는 신장과 체중, BMI와 상관성이 있는 것으로 나타났다. 그리고 임상에서 조사야 크기 조절시 체중과 체질량지수를 고려하여 중심 엑스선의 입사점을 척추 돌기관절로 이동시킨다면, 약 5%의 조사야 크기 감소 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

중심단어: 요추 측면 검사, 조사야 크기, 중심 엑스선 입사점, 척추돌기 관절, 척추뼈 몸통, 척추경

## 연구자 정보 이력

|        | 성명  | 소속           | 직위   |
|--------|-----|--------------|------|
| (제1저자) | 주영철 | 삼성서울병원 영상의학과 | 방사선사 |
| (교신저자) | 유신영 | 동강대학교 방사선과   | 교수   |