

# A Study on Projection for Apophyseal Joints Diagnosis in X-ray Thoracic Bone Oblique Projection

Jun-Heang Lee\*

Department of Radiology, Nambu University

Received: May 01, 2023. Revised: June 28, 2023. Accepted: June 30, 2023.

## ABSTRACT

This Study Rreceived Subjective Evaluation ROC Evaluation from five projection. of projection. at a University Hospital to Obtain and Diagnose Sharp images of apophyseal joints and Vertral arch of Thoracic vertebrae from thoracic X-ray projection. In the Subjective evaluation, the highest Score was obtained by raising the phantom from Supine to LAO by 70° and scoring 20 points at 5° with the X-ray Tube facing the head. In addition, he scored the highest score of 19 points at 8° with the Prone Phantom standing 60° with RAO and the X-ray Tube facing the head. For Objective Evaluation, the Signal-to-noise ratio, was calculated. ROI was set at 1,564 mm2 to obtain the image signal average value (Mean value) and the Standard deviation (SD value). Objective Evaluation The signal-to-noise ratio, was the highest at 5° toward the head in the LPO 70° position of the phantom in the lying position of the Thoracic spine projection, and the Thoracic Spine was the highest at 8° toward the head of the RAO posture of 5,645.

Keywords: Patient Position, Thoracic Vertebrae Projection, Apophyseal Joint.

## I. INTRODUCTION

인체의 척주(Vertebral column)는 세로축을 이루는 33개의 척추뼈로 이루어져 있다. 이 척추뼈들은 겹겹이 싸여 있다. 척추뼈는 목뼈(Cervical vertebrae) 7개, 등뼈(Thoracic vertebrae) 12개, 허리뼈(Lumbar vertebrae) 5개, 엉치뼈(Sacrum) 5개, 그리고 꼬리뼈(Coccyx) 3~5개로 분류된다.

등뼈는 척추 몸통의 양쪽 면에서 위 모서리와 아래 모서리로 2개의 접시오목을 가지고 있다. 이에 따라 갈비뼈 관절이 형성됩니다. 또한, 가로돌기의 끝부분에는 하나의 접시오목이 있어 갈비뼈 관절과 연결된다<sup>[1]</sup>. 12개의 등뼈는 척추 몸통의 좌우 양쪽에 작은 관절면을 갖고 있다. 제11번과 제12번 등뼈를 제외한 다른 등뼈들은 가로돌기에도 관절면이 있어 다른 척추와 구별된다.

등뼈의 고리뿌리는 짧고, 등뼈로부터 뒤쪽으로 돌출되어 있다. 이러한 고리뿌리는 짧고 깊은 척추뼈 고리 관과 만나게 된다. 또한, 관절돌기는 거의 수직으로 돌출되어 있으며, 위쪽 관절면은 뒤쪽을 향하고, 아래쪽 관절면은 앞쪽을 향하고 있다.

가시돌기는 가늘고 길게 아래 뒤쪽으로 뻗어 있다. 특히, 제5번부터 제 8번 등뼈의 가시돌기는 거의 수직으로 아래쪽으로 뻗어 있다. 척추사이구멍은 가로돌기의 앞으로 가 쪽을 향하여 열려 있으며, 이는 깊은 아래쪽 척추 패임에 의해 형성되었다<sup>[2]</sup>.

등뼈 엑스선 진단은 골절, 척추측만증을 비롯한 골 변형과 몸통, 돌기 사이 관절, 척추 사이 공간, 그리고 척추뼈 고리뿌리까지 포함하여 척추뒤굽음증을 진단하는 데 사용된다.

1913년 우리나라에 처음으로 세브라스병원에도 입된 엑스선 장치를 이용하기 시작하여<sup>[3]</sup> 현재까지

\* Corresponding Author: Jun-Haeng Lee E-mail: jj1809@nambu.ac.kr Tel: +82-62-970-0158 Address: Department of Radiology, Nambu University, 1, Nambudae-gil, Gwangan-gu, Gwangju, Republic of Korea

임상에서 사용되고 있다. 등뼈의 사위 촬영방법은 바로누운 자세와 옆드린 자세 검사를 포함하며, 척추를 45° 기울여서 촬영하는 방법이다. 바로누운 자세 검사는 우후 사위 RPO (right posterior oblique)와 좌후 사위 LPO (left posterior oblique) 자세를 취하고, 옆드린 자세 검사는 우전 사위 RAO (right anterior oblique)와 좌전 사위 LAO (left anterior oblique) 자세를 취한다.

등뼈의 사위촬영은 45°에서<sup>[4]</sup> 촬영을 하면, 갈비뼈 및 빗장뼈, 어깨뼈, 복장뼈 등으로 인하여 등뼈와 겹침으로 환자의 몸통을 50° 이상을 기울게 하여 촬영을 하면 등뼈의 돌기관절을 관찰할 수 있다. 척추(등뼈) 문제의 효과적인 치료는 척추의 주변 구조물의 상태에 대한 정확한 이해가 필요하다. 기존의 X-선을 사용한 영상 촬영 기법들은 특히 등뼈에서 다양한 해부학적 구조물이 겹치는 것이 이미지의 명확성과 정확성을 방해하는 한계를 가지고 있다. 그러므로 이러한 한계를 극복하고 척추(등뼈) 질환 치료에서 진단의 정확성을 개선하기 위해, 개선된 영상 촬영 기법과 ROC (Receiver Operating Characteristic) 및 SNR (Signal to Noise Ratio)과 같은 이미지 평가 도구가 필요하다.

이 연구에서는 방사선 발생기, 인간 스파인 팬텀, 그리고 Agfa 이미지 취득 장치를 이용하여 가장 정확하게 상부 관절을 표현하는 방법에 대해 연구하였다.

본 연구는 진단 능력을 개선함으로써 환자의 건강과 삶의 질을 향상하는 데 이바지할 수 있을 것이다. X-선 검사를 통해 등뼈 문제를 정확하게 진단할 수 있다면 더 비싼 진단 절차의 필요성을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 실험장비 및 실험재료

#### 1.1. 주관적 평가

등뼈의 돌기사위관절 촬영은 방사선장치(DKII-525)와 Thoracic Rando Phantom(흉추팬텀)를 이용하였다. 영상 획득장치는 AGFA R 85-X를 사용하

였다. X-선촬영 조건은 78 kVp, 20 mAs 이다. 엑스선관 검출기의 촬영거리는 100 cm로 설정하여 촬영하였다.

#### 1.2. 객관적 평가

객관적 평가는 획득된 영상의 SNR(Signal to Noise Ratio)를 평가를 위해 Fig. 2에서 보는 바와 같이 Image J 프로그램을 사용하였다. 본 연구의 통계분석은 주관적 평가를 이용해 수집된 데이터를 SPSS WIN 13.0 통계 프로그램을 사용하여 ICC 테스트를 하여 분석하였다<sup>[5]</sup>.

#### 1.3. 통계적 분석

급내상관계수(Intraclass Correlation Coefficient, ICC)는 재현성 및 반복성을 평가하여 보편적으로 사용되는 지표이다. 또한, Cronbach Alpha 값으로 신뢰도는 연속 측정법에서 변수분석을 통해 획득된다.

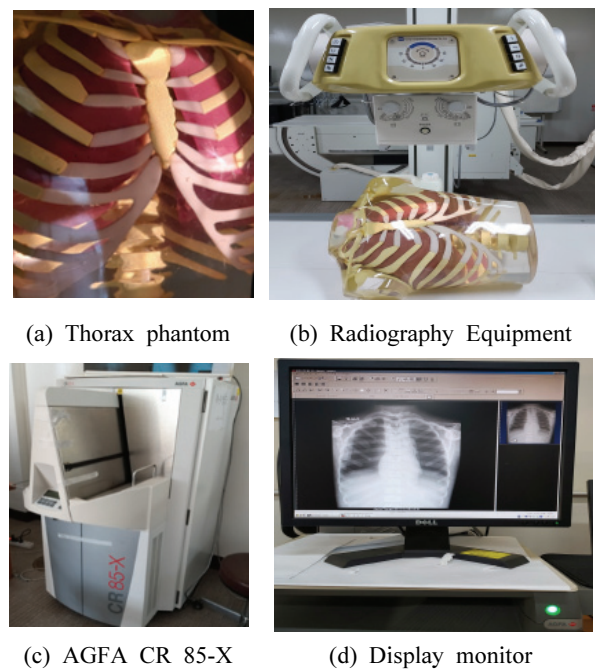


Fig. 1. Experiment Equipment.

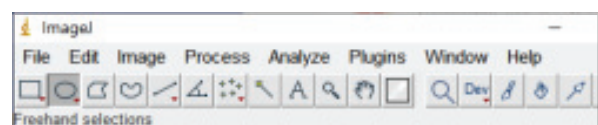


Fig. 2. Image J program.

Table 1. Cronbach Alpha value.

Cronbach Alpha	Internal Consistency
$a \geq 0.9$	Excellent (high-stakes Testing)
$0.71 \leq a < 0.9$	Good (low- stakes Testing)
$0.59 \leq a < 0.7$	Acceptable
$0.49 \leq a < 0.6$	Poor
$a < 0.7$	Unacceptable

## 2. 실험방법

### 2.1. 주관적 평가

엑스선 등뼈 사위(oblique)촬영은 척추돌기관절 및 척추 뼈 뿌리, 척추사위구멍 진단을 위해 팬텀을 바로누운자세(supine) 팬텀의 체위를 50°, 60°, 70° LPO(left posterior oblique) 기울게 하고, 엑스선관을 머리쪽을 향하여 5°, 8°, 10° 각도를 주어 각도별 4매씩 총 12매 촬영하였다. 또한, 엎드린 자세에서 팬텀을 체위를 50°, 60°, 70° RAO(right anterior oblique) 기울게 하고, 엑스선관을 머리쪽을 향하여 5°, 8°, 10° 각도를 주어 각도별 4매씩 총 12매 촬영하였다. 팬텀의 자세 LPO 와 RAO 촬영한 총 24매 영상을 대학병원 영상의학과 일반촬영실 소속의 5년이상 근무한 5명의 방사선사가 ROC(Receiver Operation Characteristic) 영상평가 하였다.

### 2.2. 객관적 평가

정량적 영상품질을 평가를 위하여 Image J 프로그램을 사용하여 신호대잡음비(SNR)를 계산하였다.

중요한 등뼈의 척추돌기관절 및 척추 뼈 뿌리, 척추사위구멍의 선예한 영상을 얻어서 진단을 위해 관심영역 ROI를 설정한다.

영역 내 등뼈의 탈구골절이나 압박골절 병변의 영상신호 Mean 값과 SD(Standard deviation) 값을 측정하여 SNR를 평가하는 지표로 활용하였다.

## 3. 평가방법

### 3.1. 주관적 평가

등뼈 사위 엑스선 LPO 와 RAO 촬영한 영상을 대학병원 영상의학과 일반촬영실 소속의 5명 방사선사는 ROC(Receiver Operation Characteristic) 영상

평가를 하였다.

본 연구의 평가기준은 LPO자세에서는 위쪽돌기관절이 잘 나타나야 한다. RAO자세에서 아래쪽관절이 잘 나타나야 한다. 척추 뼈 몸통사이의 추간원판이 분리되어 나타나야 한다.

등뼈가 폐와 갈비뼈 음영을 통하여 선명하게 보여야 한다. 척추 뼈 몸통은 회전되지 않는 옆면 모양으로 나타내기 위하여 갈비뼈 뒤쪽이 겹쳐져야 한다. 적절한 노출이 폐야의 농도와 구별하고 조리개가 조절되어서 관용도를 평가한다. 평가점수는 아주 좋다. 5점, 좋다. 4점, 보통이다. 3점, 나쁘다. 2점, 아주 나쁘다. 1점으로, 정하였다.

### 3.2. 객관적 평가

아날로그와 디지털 영상에서 신호대잡음비(SNR)는 신호대 잡음(SN)의 상대적인 크기를 측정하는 것으로 데시벨이라는 단위가 사용되며 Eq. (1)를 이용하여 구하였다.

$$SNR = \frac{ROI_{Mean}}{ROI_{SD}} \quad (1)$$

관심부위 ROI를 설정한 후 ROI 영역 내의 영상신호 Mean 값과 SD 값을 측정한다.

기준의 영상보다 비교한 영상의 신호대 잡음비가 클수록 잡음이 적다. 해상력은 신호량이 많아서 영상의 신호잡음비가 클수록 좋다

## III. RESULT

본 연구는 등뼈의 엑스선 사방향 촬영법은 돌기관절이 가장 잘 나타나는 영상을 얻고자 하였다. 엑스선 영상을 얻는 방법은 방사선발생장치와 인체 흉추팬텀(Thoracic Rando Phantom) 및 영상획득장치인 AGFA CR 85-X를 이용하였다.

평가방법은 대학병원 근무 5년 이상인 방사선사에게 의뢰하여 주관적 평가 ROC(Receiver Operation Characteristic)로 하고자 하였다. 또한, 영상 품질 평가는 SNR비를 측정 계산하여 정량적 평가를 하고자 하였다.

마지막으로 평가치료는 돌기관절이 가장 잘 나

타나는 촬영 영상을 관심부위 ROI를 설정한 후 ROI 영역 내의 영상신호 Mean 값과 SD 값을 측정하여 활용하였다.

평가 결과를 살펴보면 등뼈 사위 촬영은 바로누운 자세에서 LPO의 사위 촬영 시에 팬텀을 70° 기울게 하고 엑스선관을 머리 쪽 향하여 5°에서 가장 높은 점수인 20점을 받았다. 이는 Fig. 3과 Table 2로 나타났다. 또한 엎드린 자세에서 사위촬영 RAO의 자세로 팬텀을 60° 기울게 하고 엑스선관을 머리쪽을 향하여 8°에서 19점으로 가장 높은 점수를 받았다. 이는 Fig. 4와 Table 3으로 나타내었다.

Table 2. Thoracic spine LPO, Image ROC Evaluation.

LPO	Tube Head Angle	Evaluation score of 5 Radiologist					Evaluation score
		a	b	c	d	e	
50	10°	2	3	2	2	3	12
60	8°	4	4	2	3	3	16
70	5°	4	4	5	4	3	20
Evaluation score		10	11	9	9	9	46

Table 3. Thoracic Spine RAO, Image ROC Evaluation.

RAO	Tube angle	Evaluation score of 5 radiological					Evaluation score
		a	b	c	d	e	
50°	10°	2	3	2	2	3	12
60°	8°	4	4	3	4	4	19
70°	5°	4	3	4	2	3	16
Evaluation score		10	10	9	8	10	47

객관적 평가를 위하여 Fig. 3, 4를 이용하여 Fig. 5에서 보는 바와 같이 신호대잡음비(SNR)를 산출하였다. 영상신호평균값(Mean값)과 표준편차(SD값)를 획득하기 위하여 1,564 mm<sup>2</sup>에서 ROI를 설정하였다. 객관적인 평가의 등뼈 사위촬영에서 누운 자세(supine)는 팬텀을 LPO 70° 기울게 하고 엑스선관을 머리쪽을 향하여 5°에서 신호대잡음비(SNR)가 6,154로 가장 높았다, Table. 4에서 보는 바와 같이 나타내었다. 엎드린 자세 등뼈 사위 촬영은 팬텀을 RAO 자세 60° 기울게 하고 엑스선관을 머리쪽을 향하여 8°에서 5,645으로 가장 높았으며, Table 5로 나타내었다.

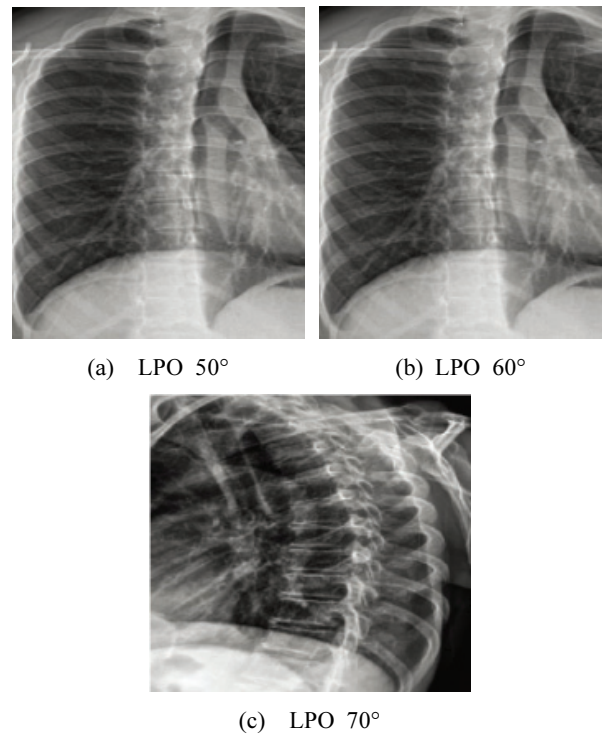


Fig. 3. Thoracic spine LPO Oblique Image.

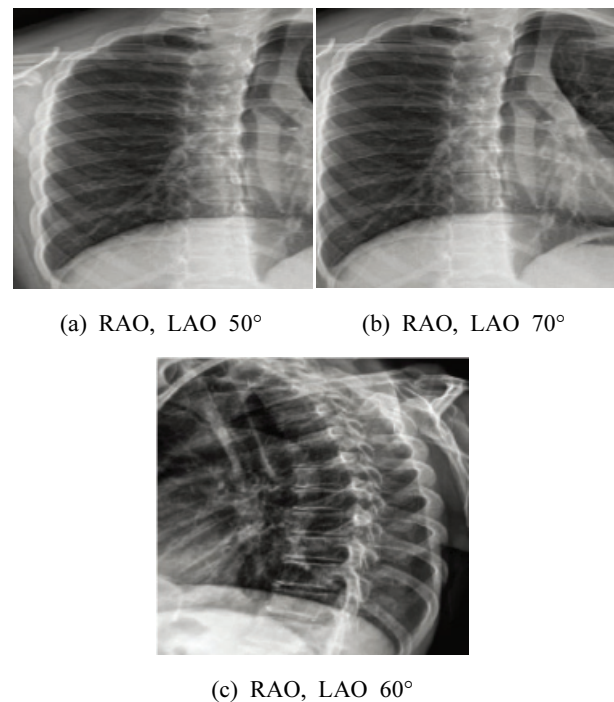


Fig. 4. Thoracic spine RAO, LAO Oblique Image.

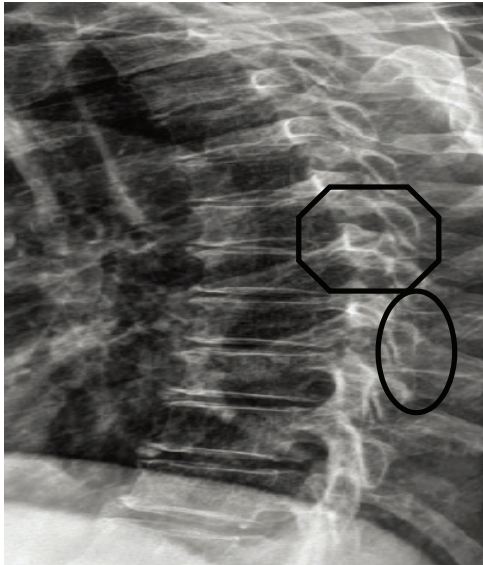


Fig. 5. Thoracic spine Image SNR Evaluation.

Table 4. Thoracic Spine LPO, Image evaluation SNR.

LPO	Tube Angle	Area	Mean	SD	SNR
50°	10°	1,564	181.964	35.214	4.576
60°	8°	1,564	153.213	28.456	4.622
70°	5°	1,564	188.214	42.524	6.154

Table 5. Thoracic Spine RAO, Image evaluation SNR.

RAO	Tube angle	Area	Mean	SD	SNR
50°	10°	1,564	181.964	35.214	4.486
60°	8°	1,564	153.213	28.456	5.645
70°	5°	1,564	188.214	42.524	4.645

또한, 본 연구의 통계적 분석의 결과는 Table 6에서 보는 바와 같이 Cronbach Alpha 값이 0.735로 산출되었다. 결과적으로는 0.7 이상이므로 신뢰도가 70% 향상되었다. Table 7에서 보는 바와 같이 유의 확률 p 값이 0.039로 통계학적으로 유의하였다. ( $P < 0.05$ )

Table 6. Reliable Statistics.

Cronbach Alpha	항목수
0.735	8

Table 7. Intra class Correlation Coefficient (ICC).

		Single Measures	Average Measures
Intraclass Correlation		0.328	0.684
95% Confidence Interval	Lower Bound	-0.035	-0.264
	Upper Bound	0.875	0.875
		3.98	3.98
F Test with True Value		3	3
		7	7
		*0.039	*0.039

#### IV. DISCUSSION

본 연구는 등뼈의 엑스선 사방향 일반촬영에서 등뼈의 돌기사이관절 및 척추뼈뿌리, 척추사위구멍의 진단을 위하여 촬영 영상을 평가하였다. 대학병원에서 영상의학과 일반촬영실에 근무하는 방사선사 5인에게 주관적인 평가를 의뢰하여 ROC 평가를 시행하였다. 또한, 객관적 영상평가는 물리적 평가 방식인 신호대잡음비(SNR)를 평가하여 분석하였다.

등뼈가 교통사고나 그 밖에 여러 가지 외상에 의한 척추 골절은 흔한 질환이다. 이런 척추 골절은 그 정도에 따라 척수손상 등 심각한 후유증을 남길 수 있으나 신속한 방사선학적 진단으로 치료방법의 결정에 도움을 주고 이환율을 줄일 수 있다. 척추 골절과 여러 병변은 방사선학의 진단방법으로는 단순 촬영, X-선단층촬영(Conventional tomography), 전산화 단층촬영(Computed Tomography, CT), 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI), 척수강 조영술(Myelography)등<sup>[6]</sup>이 있다. 등뼈 엑스선 촬영방법은 전후 방향 및 측 방향 촬영을 한 후 등뼈의 돌기사이관절 진단을 위해 등뼈의 사위 촬영을 한다. 등뼈 정면 촬영에서는 위쪽과 아래쪽의 엑스선 흡수율 차이가 많아 heel effect를 사용하여 음극은 다리 쪽, 양극은 머리쪽에 놓이도록 환자의 자세를 조정하여 촬영한다<sup>[6]</sup>.

고령화 사회에 따라 골다공증(Osteoporosis)을 갖는 고령자의 등뼈 압박골절이 증가하고 있다. 촬영시 항상 척추손상을 수반할 가능성이 있으므로, 세심한 주의를 기울여 정면(AP) 측면(Lateral) 촬영이

필요하며, 척추 몸통뼈나 연부조직 관찰이 필요할 때는 CT나 MRI 영상이 요구된다<sup>[6]</sup>. 특히, 등뼈 단 순촬영에서는 흉부 허파 조직과 등뼈의 농도가 다르기 때문에 영상(image)은 적절한 노출조건과 반드시 격막형 선속 조절 기구를 이용하여, 조리개를 척추뼈의 범위로 조절하여야 한다<sup>[8]</sup>.

등뼈의 엑스선 촬영방법 시 환자는 촬영대 위에 바로누운 자세 또는 엎드린 자세를 한다. 그러나 촬영시 주의 할 점은 바로누운자세에서 촬영 시에는 엑스선관의 양극쪽에 머리가 놓이도록 환자를 조정해야 한다. 또한, 등뼈 전체 뼈의 영상을 균일한 농도를 얻기 위하여 엑스선관 강도분포를 이용하기 위한 것이며, 췌기형 여과판을 사용할 수도 있다<sup>[9]</sup>. 등뼈의 엑스선 사방향 촬영목적은 등뼈의 돌기사이관절을 검사한다. 등뼈측면촬영의 영상을 획득하여 영상에서 객관적 정량적 평가를 위해 CNR과 신호대잡음비(SNR)를 비교해서 진단적인 가치가 높은 등뼈의 척추촬영법을 제시하며, 유용성을 입증하였다<sup>[10]</sup>. 영상학적 측면의 등뼈는 갈비뼈와 폐야의 농도, 어깨관절, 빗장뼈 음영, 심장 음영 등이 겹쳐서. 정확한 영상을 얻기 힘든, 연구의 제한점이 있어서 저자들은 영상 화질 개선을 하고자 하였다<sup>[11]</sup>. 본 논문에서 실험한 결과 임상에서 등뼈의 돌기사이관절과 척추뿌리의 선예한 영상을 관찰하고자 하였다. 등뼈사위 촬영에서 바로누운자세 RPO, LPO에서는 상수용체(IP)에서 먼 위쪽 관절을 LPO, 70°에서 촬영과 엎드린 촬영한 자세는 RAO, LAO에서 RAO 60°에서 상수용체(IP)에서 가까운 아래쪽 관절을 관찰할 수 있다.

## V. CONCLUSION

본 논문에서 주관적 평가에서 바로누운자세의 촬영법은 LPO 70° 기울게 하고 엑스선관을 머리 쪽 향하여 5°에서 20점을 받아 높은 점수를 얻었다. 객관적 평가에서는 신호대잡음비(SNR)가 6,154 측정하여 높은 점수를 얻었다. 또한, 엎드려서 촬영한 주관적 평가는 RAO로 60°에서 엑스선관을 머리 쪽 향하여 8°에서 19점으로 높은 점수를 얻었으며, 객관적 평가는 신호대잡음비(SNR)를 측정하여 5,645로 높은 점수를 받았다. 평균값(Mean)과 표준편차

값(SD)를 얻기 위하여 1,564 mm<sup>2</sup>에서 ROI를 설정하였다. Cronbach Alpha 값은 0.735로 유의하게 높았다. 본 연구는 방사선 검사 기술의 발전을 촉진함으로써 등뼈 검사의 전문성과 검사 표준 개발에 이바지할 수 있기를 기대한다.

## Acknowledgement

This study was supported by research funds from Nambu University, 2022.

## Reference

- [1] O. H. Jong, *The Human Anatomy made Incredibly Easy*, 1nd Ed, Academia, pp. 95-104, 2020.
- [2] S. T. Lee, *TEXTBOOK OF radiographic Positioning clinical diagnosis*, 5th Issue, CHUNG-KU Publisher, pp. 584-589, 2017.
- [3] J. I. Lee, *Medial Radiology Introduction*, Publishing College Seorim, pp. 3, 1996.
- [4] J. Y. Yun, *Radiographic Imaging*, 3th Book Publishing College Seorim, pp. 318-320, 2014.
- [5] S. T. Lee, *TEXTBOOK OF radiographic Positioning clinical diagnosis*, 5th Issue CHUNG-KU Publisher, pp. 573-579, 2017.
- [6] D. H. Baek, *Principles of Radiographic imaging*, 1th KMS An Art and a Science, pp. 138-141, 2010.
- [7] J. Y. Yun, *Radiographic Imaging*, 3th Book Publishing College Seorim, pp. 318-320, 2014.
- [8] J. W. Min, S. Y. Son, K. W. Kim et al: Evaluation of quantitative on T-spine exhalation technique and T-spine breathing technique of natural breathing. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 14, No. 9, pp. 4429-4436, 2013.
- [9] The Korean Society of Medical Imaging Technolgy, *TEXTBOOK of Radiographic Positioning and Clinical Diagnosis*, Chung-Ku publishing Co, pp. 225-250, 2008.
- [10] J. Y. Yun, J. O. Yun, analog& digital· PACS Medical Imaging Informatics, 10th Book Publishing College Seorim, pp , 188-199, 2016.
- [11] J. Y. Yun, *Radiographic Imaging*, 3th Book Publishing College Seorim, pp. 315-320, 2014.

# X-ray 등뼈의 사위 촬영에서 돌기사이관절의 진단을 위한 촬영법 연구

이준행\*

남부대학교 방사선학과

## 요 약

본 연구는 엑스선 등뼈 사위촬영에서 등뼈의 돌기사이관절 및 고리뿌리의 선예한 영상을 얻어 진단하고자 대학병원 영상의학과 방사선사 5명에게 주관적 평가 ROC 평가를 받았다. 주관적 평가에서 등뼈 엑스선 촬영에서 팬텀을 바로누운자세에서 LAO로 70° 기울게 하고 엑스선관을 머리 쪽 향하여 5°에서 20점을 받아 가장 높은 점수를 얻었다. 또한, 팬텀을 엎드려서 RAO로 60° 기울게 하고 엑스선관을 머리쪽을 향하여 8°에서 19점으로 가장 높은 점수를 받았다. 객관적 평가를 위하여 신호대 잡음비(SNR)를 산출했다. 영상신호 평균값(Mean값)과 표준편차(SD값)를 획득하기 위하여 1,564 mm<sup>2</sup>에서 ROI를 설정하였다. 객관적 평가는 등뼈 사위촬영, 바로누운자세는 팬텀을 LPO 70° 기울게 한 자세는 엑스선관을 머리쪽을 향하여 5°에서 신호대 잡음비가 6.154로 가장 높았으며, 또한 팬텀을 엎드려서 RAO 60° 와 엑스선관을 머리쪽을 향하여 8°에서 5,645으로 가장 높았다.

중심단어: 환자촬영자세, 등뼈촬영법, 돌기사이관절

## 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	이준행	남부대학교 방사선학과	교수