

# 방사선 일반 정면검사에서 허리뼈 추간판 계측 값에 따른 입사각 적용 Application of Incidence Angle on Lumbar Spine Anteroposterior General Radiography Image according to Measured Intervertebral Disc Angle

문슬지<sup>\*</sup>, 김경립<sup>\*\*</sup>, 조희정<sup>\*\*\*</sup>, 성순기<sup>\*\*</sup>, 곽종혁<sup>\*\*\*\*</sup>

전남대학교병원 영상의학과<sup>\*</sup>, 양산부산대학교병원 감마나이프센터<sup>\*\*</sup>, 부산과학기술대학교 의무행정과<sup>\*\*\*</sup>, 양산부산대학교병원 영상의학과<sup>\*\*\*\*</sup>

Seul-Ji-A Moon(vividlady67@hanmail.net)<sup>\*</sup>, Gyeong-Rip Kim(sjkim76@pusan.ac.kr)<sup>\*\*</sup>,  
Hee-Jung Cho(inkk@naver.com)<sup>\*\*\*</sup>, Soon-Ki Sung(nscastle@naver.com)<sup>\*\*</sup>,  
Jong-Hyeok Kwak(kwark9476@naver.com)<sup>\*\*\*\*</sup>

## 요약

정상인을 대상으로 체질량지수, 전만각도에 따른 L-spine 3~4, L-spine 4~5, L-spine 5~Sacrum 1의 각각의 추간판각도를 비교 분석하여 입사각을 제시하였다. 체질량지수의 L-spine 3~4, L-spine 4~5, L-spine 5~Sacrum 1의 정면 입사각도는 머리 쪽 방향으로 5.66도, 13.23도, 29.13도였으며, 전만각도의 L-spine 3~4, L-spine 4~5, L-spine 5~Sacrum 1의 정면 입사각도는 머리 쪽 방향으로 6.32도, 16.09도, 35.36도였다. 체질량지수, 전만각도에 따른 정면 입사각도에 따라 적용한 팬텀의 일반 전후방향 영상의 왜곡 정도를 면적비율로 비교한 결과 L-spine 4~5, L-spine 5~Sacrum 1의 추간판각도에서 유의미한 차이가 있었고(p<0.05), 전만각도와 추간판각도는 양의 상관관계를 보였다(p<0.05). 팬텀의 전만각도에 따른 추간판 각도 계측 값을 머리 쪽 방향으로 입사각을 L4는 11도, L5는 26도로 적용하여 영상의 유용성을 평가한 결과, 왜곡비율면적은 L4에서 14.90%에서 12.11%로 줄어들었고, L5에서는 15.25%에서 13.72%로 줄어들었다. 계측된 추간판 각도에 따른 입사각을 적용한 허리뼈 일반 전후방향 영상에서 허리뼈 4번, 5번을 목적으로 하는 허리뼈 정면 영상에서 왜곡을 줄여, 정확한 구조의 정면 추체상과 인접하는 관절 간 영상을 얻을 수 있었고, 목적하는 부위의 영상의 질과 진단적 정보를 향상시킬 수 있었다.

■ 중심어 : | 요추전후방 X선 촬영 | 추간판각도 | 요추전만각도 |

## Abstract

L-spine 3~4, L-spine 4~5, and L-spine 5~Sacrum 1 intervertebral disc(IVD) angle according to gender, age, body mass index(BMI), lumbar lordosis angle(LLA) were compared and analyzed. The anteriorposterior incidence angle of L-spine 3 ~ 4, L-spine 4 ~ 5 and L-spine 5~Sacrum 1 in body mass index were 5.66, 13.23 and 29.13 degrees in the head direction and L-spine 3 4, L-spine 4 ~ 5, L-spine 5~Sacrum 1 had 6.32 degrees, 16.09 degrees and 35.36 degrees in the head direction. The distortion area ratio comparison was performed with the phantom image using the proposed incidence angle. There was a significant difference in L-spine 4~5 and L-spine 5~Sacrum 1 IVD angle relative to body mass index and LLA(p<0.05), IVD angle and LLA were positively correlated(p<0.05).As a result of evaluating the usefulness of the image by applying the incidence angles of the disc angles according to the phantom angle of deviation to the head direction as 11 degrees for L4 and 26 degrees for L5, the distortion ratio area decreased from 14.90% to 12.11% in L4 , And from 15.25% to 13.72% in L5. In anteriorposterior image of the Lumbar spine applying the incidence angle according to the measured disc angle, it is possible to reduce the distortion to purpose L4, L5. And improved the quality and diagnostic information of the target site.

■ keyword : | Lumbar Spine Anteroposterior X-ray | Intervertebral Disc Angle | Lumbar Lordosis Angle |

\* 이 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017RC1B5077022)

접수일자 : 2019년 04월 01일

심사완료일 : 2019년 04월 24일

수정일자 : 2019년 04월 24일

교신저자 : 곽종혁, e-mail : kwark9476@naver.com

## I. 서론

허리뼈(요추, Lumbar spine)는 전만(Lordosis)이라고 하는 정상적인 생리적 만곡 형태를 취하며, 정상적인 만곡은 체중을 고르게 분포시키고, 척추체와 각 관절에 대한 부담을 극소화시키고, 척추의 충격흡수 기능을 증가시키고 안정성과 평형을 돕는다[1].

척추분절은 해부학적으로 추간판을 중심으로 한 상하부 추체로 전방 구조물과 후관절(Facet joint), 황색 인대(Ligament flavum), 극간 및 극상 인대(Interspinous ligament, Supraspinatus ligament) 등으로 구성된 후방 구조물에 의하여 삼정(三鼎)의 형태로 구성되어 있기 때문에 척추의 각 구조물의 서로 영향을 미친다. 불안정성에 의한 반복적인 자극은 후관절의 관절낭(Joint capsule) 및 황색 인대 등의 비후(Hypertrophy)와 골극(Bony spur) 형성을 초래하여 척추 분절을 재 안정시키는 반면에 척추관의 협착(Stenosis)을 초래한다[2].

허리뼈 전만 각도(Lumbar Lordosis Angle, LLA)는 허리뼈의 전만곡을 평가할 수 있는 지표로, 허리뼈의 구조적 안정성 및 추간판 각도(Intervertebral disc angle, IVD angle)의 척추 각 분절의 안정성을 평가할 수 있는 척도이다[3].

허리뼈의 기본적인 진단방법으로는 이학적 검사와 방사선학적 검사를 다용하고 있으며, 방사선을 이용한 허리뼈 일반검사는 요통 진단의 기본적인 검사로 가장 많이 이용되고 있다. 허리뼈 일반검사는 허리의 다양한 통증 및 다리나 골반의 위약감이 있는 환자, 기타 관절의 염증이나 퇴행성 질환 및 기형을 가진 환자, 종양환자, 외상환자 등에 있어서 가장 기본적으로 시행되는 검사이다[4].

허리뼈 일반 검사는 골의 구조를 잘 볼 수 있어 추간판 질환 이외의 외상이나 종양, 감염 같은 질환을 감별하는 데는 도움이 되지만, 척추경(Pedicle), 척추궁, (Vertebral arch), 관절돌기(Articular process) 등의 후방구조물, 추간판(Intervertebral disc)이나 후관절의 연골 등을 잘 볼 수는 있으나 겹쳐져서 그 정확도가 떨어진다[5]. 허리뼈 일반 정면 검사는 전체적인 허리뼈의 영상을 얻는 것이 목적으로 하며, C자 모양의 전만곡을 형

성하는 허리뼈의 구조와 환자 체형 등을 고려하지 않고 일률적으로 수직입사를 하여 시행한다. 따라서 허리뼈 추간판 질환이 가장 많이 발생하는 허리뼈 4번(L4), 5번(L5)[5]에서 허리뼈 1번(L1), 2번(L2), 3번(L3)에 비해 영상의 왜곡이 나타나게 되며, 정확한 구조의 정면 추체(Vertebral body)의 상과 인접하는 관절 간 영상을 얻는 데에 어려움이 있다.

또한 허리 영치각(Lumbosacral angle)을 입사각으로 하는 Ferguson view에서 목적하는 영치영덩관절(Sacroiliac joint)뿐만 아니라 허리뼈 5번~영치뼈 1번의 관절 간에 잘 묘사되고, 허리뼈 5번의 추체가 수직 입사하는 허리뼈 정면영상에 비해 덜 왜곡되어 나타나는 것에 착안하여, 본 연구에서는 정상인을 대상으로 성별, 나이, 체질량지수, 전만각도에 따른 추간판 각도를 알아보고, 상관관계를 알아보고자 하였으며, 추간판 각도에 따른 입사각을 제시하여 허리뼈 4, 5번을 목적으로 하는 허리뼈 정면 영상에서 왜곡을 최소화하고 정확한 구조의 정면 추체상과 인접하는 관절 간 영상을 얻어 영상의 질과 진단적 정보를 향상시키고자 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구 대상의 수는 G\*power 3.1 analysis를 이용하여 일원배치분산분석을 위한 중간 정도의 효과 크기 0.25, 검정력 90%, 유의수준 0.05으로 적용한 결과, 정규분포를 만족하는 표본 수는 166명이었으며, 170명을 대상으로 하였다. 2017년 1월 1일부터 2017년 12월 31일까지 C대학교병원을 내원하여 허리뼈 정면검사와 측면검사를 시행한 환자 중 영상의학과 전문의의 판독문상 'Negative'로 이상이 없고, 키와 몸무게 정보가 있는 환자를 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

#### 2.1 체질량지수(Body mass index, BMI)

체질량지수의 평가는 아시아-태평양 성인 체질량 지수에 따른 비만기준을 참조하여 본 연구에서는 체질량지수 18.5에서 22.9는 정상군, 23에서 24.9는 과체중군,

25 이상은 비만군으로 구분하였다[6].

## 2.2 전만각도(Lumbar lordosis angle, LLA)

허리뼈의 전만적인 만곡을 알아보기 위하여, 허리뼈 1번 추체의 상단면과 엉치뼈 1번 추체의 상단면에서 수직 선을 그어 교차하는 곳의 각도를 측정하였다[7].

## 2.3 추간판각도(Intervertebral disc angle, IVD angle)

허리뼈의 디스크 상단면의 이은선과 하단면의 이은선이 만나는 교차점의 각을 측정하였다[8]. 모든 측정치는 측정 시 오차를 줄이기 위하여 2회 측정하여 평균값을 사용하였다.

## 2.4 유용성 평가

통계분석을 시행하여 얻은 허리뼈 4번, 5번의 입사각을 적용하여 ATOM® phantom(702 model, CIRS)을 사용하여 허리뼈 일반 정면검사를 시행하였다. 입사각을 적용하기 전과 후의 영상을 이용하여 왜곡면적 비율을 비교 평가하였다.



그림 1. ATOM® phantom and Philips diagnosis X-ray equipment

## 2.5 왜곡면적 비율 비교

PACS 프로그램(marosis, marotech)의 체적 측정 프로그램(ROI free draw tool)을 이용하여 왜곡면적을 측정하였다. 왜곡면적은 척추체의 면적, 척추체 상연(Upper endplate)의 왜곡면적, 하연(Lower endplate)의 왜곡면적을 각각 측정하여 김 등[9]이 사용한 아래의 식에 대입하여 왜곡면적을 구하였다. 측정의 오차를 최소화하기 위해 같은 부위를 2번씩 계측하여 평균값을 구

하여 왜곡면적 비율을 구하였다.

왜곡면적의 비율(%) = 척추체 상연과 하연의 왜곡면적 / 전체 척추체 면적 × 100

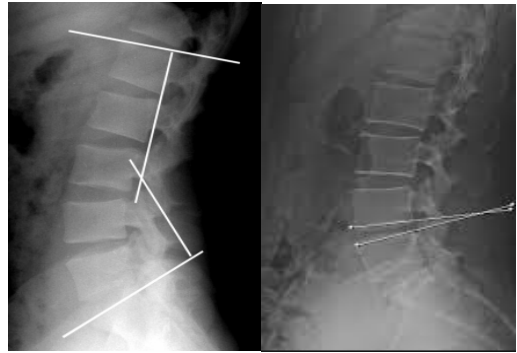


그림 2. Measurement of lumbar vertebral lordosis angle and disc angle

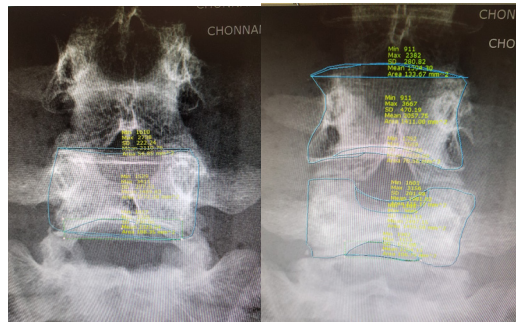


그림 3. Measure the area of distortion using the ROI free draw tool of the PACS program (marosis, marotech)

## 3. 자료분석

수집된 자료의 통계처리는 SPSS-PC 21.0(Statistical Package for the Social Science, SPSS)을 이용하였다. 성별, 나이, 체질량지수, 전만각도를 독립변수로 하고, 허리뼈 3번~4번, 허리뼈 4번~5번, 허리뼈 5번~엉치뼈 1번의 각각의 추간판 각도를 종속변수로 하여, 인구사회학적 특성은 빈도분석을 실시하였고, 각각의 종속변수에 따라 독립표본 T-검정(Independent T-test), 일원배치분산분석(One-way ANOVA), 상관관계분석(Pearson correlation analysis)을 시행하였다. 모든 자료는 p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 의의가 있는 것으로 판단하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 연구대상의 인구 사회학적 특성에 대한 허리뼈 추간판각도

연구대상의 인구 사회학적 특성에 따른 허리뼈 추간판 각도는 [Table 1]과 같다. 성별에 따른 허리뼈 추간판 각도는 허리뼈 3번~4번에 대하여 남성의 평균은 5.79±3.31도였으며, 여성의 평균은 7.48±3.44도로 여성의 추간판각도의 평균이 1.69도 높았고 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 허리뼈 4번~5번에 대한 추간판 각도는 남성의 평균이 14.39±4.62도였으며 여성의 평균은 17.44±6.65도로 여성의 추간판각도의 평균이 3.05도 높았지만 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 허리뼈 5번~영치뼈 1번에 대한 추간판 각도는 남성의 평균이 32.80±5.54도였으며 여성의 평균은 31.53±8.44도로 남성의 추간판각도의 평균이 1.27도 높았지만 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

나이에 따른 허리뼈 추간판 각도는 허리뼈 3번~4번에 대하여 30세 미만의 평균이 5.74±3.49도였으며 30세 이상 40세 미만의 평균은 6.05±3.04도였고, 40세 이상의 평균이 7.05±3.74도였다. 40세 이상의 추간판각도의 평균이 30세 미만보다 1.31도 높았지만 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 허리뼈 4번~5번에 대한 추간판 각도는 30세 미만의 평균이 14.39±5.29도였으며 30세 이상 40세 미만의 평균은 14.93±5.29도였고, 40세 이상의 평균이 15.87±5.08도였다. 40세 이상의 추간판각도의 평균이 30세 미만보다 1.48도 높았지만 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 허리뼈 5번~영치뼈 1번에 대한 추간판 각도는 30세 미만의 평균이 31.82±6.23도였으며 30세 이상 40세 미만의 평균은 33.13±5.02도였고, 40세 이상의 평균이 35.42±5.0도였다. 40세 이상

의 추간판각도의 평균이 30세 미만보다 3.60도 높았지만 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

체질량지수에 따른 허리뼈 추간판 각도는 허리뼈 3번~4번에 대하여 체질량지수 정상의 평균은 5.66±3.57도였으며 과체중의 평균은 5.98±3.18도였고, 비만의 평균은 6.42±3.18도였으며 비만이 정상보다 추간판각도의 평균이 0.76도 높았지만 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 허리뼈 4번~5번에 대한 추간판 각도는 정상의 평균은 13.23±4.90도였으며 과체중의 평균은 14.66±4.48도였고, 비만의 평균은 16.83±4.65도였으며 체질량지수 비만이 정상보다 추간판각도의 평균이 3.60도 높았고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 허리뼈 5번~영치뼈 1번에 대한 추간판 각도는 체질량지수 정상의 평균은 29.13±5.50도였으며 과체중의 평균은 34.46±4.04도였고, 비만의 평균은 36.22±4.78도였으며 체질량지수 비만이 정상보다 추간판각도의 평균이 7.09도 높았고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05).

전만각도에 따른 허리뼈 추간판 각도는 허리뼈 3번~4번에 대하여 전만각도 30도 이하의 평균은 5.58±3.62도였으며 30도 이상의 평균은 6.32±3.11도였고, 전만각도 30도 이상의 추간판각도의 평균이 0.74도 높았으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 허리뼈 4번~5번에 대한 추간판 각도는 전만각도 30도 이하의 평균은 13.10±4.98도였으며 30도 이상의 평균은 16.09±4.53도였고, 30도 이상의 추간판각도의 평균이 2.99도 높았고 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 허리뼈 5번~영치뼈 1번에 대한 추간판 각도는 전만각도 30도 이하의 평균은 29.40±5.49도였으며 30도 이상의 평균은 35.36±4.81도였고 30도 이상의 추간판각도의 평균이 5.96도 높았고 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05).

Table 1. Comparison of IVD angle according to Characteristics

		L3-L4			L4-L5			L5-S1		
		Mean	SD	p-value	Mean	SD	p-value	Mean	SD	p-value
Gender	Male	5.79	3.31	0.038	14.39	4.62	0.067	32.80	5.54	0.529
	Female	7.48	3.44		17.44	6.65		31.53	8.44	
BMI	Normal	5.66	3.57	0.441	13.23	4.90	0.000	29.13	5.50	0.000
	Overweight	5.98	3.18		14.66	4.48		34.46	4.04	
	Obesity	6.42	3.18		16.83	4.65		36.22	4.78	
LLA	Under 30°	5.58	3.62	0.154	13.10	4.98	0.000	29.40	5.49	0.000
	Over 30°	6.32	3.11		16.09	4.53		35.36	4.81	

\* IVD: Intervertebral disc angle, BMI: Body mass index, LLA: Lumbar lordosis angle

## 2. 연구대상의 허리뼈 추간판각도 영향인자에 대한 관련성

허리뼈 추간판각도의 체질량지수와 전만각도에 대한 상관관계분석의 결과는 [Table 2]와 같다. 체질량지수와 허리뼈 3번~4번 추간판각도와의 상관관계는  $r=-0.116(p>0.05)$ 로 약한 음의 상관관계를 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 체질량지수와 허리뼈 4번~5번 추간판각도와의 상관관계는  $r=0.076(p>0.05)$ 로 양의 상관관계를 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다. 체질량지수와 허리뼈 5번~영치뼈 1번 추간판각도와의 상관관계는  $r=0.012(p>0.05)$ 로 약한 양의 상관관계를 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다.

전만각도와 허리뼈 3번-4번 추간판각도와의 상관관계는  $r=0.180(p<0.05)$ 로 양의 상관관계를 보였다. 전만각도와 허리뼈 4번-5번 추간판각도와의 상관관계는  $r=0.405(p<0.01)$ 로 양(+)의 상관관계를 보였다. 전만각도와 허리뼈 5번~영치뼈 1번 추간판각도와의 상관관계는  $r=0.575(p<0.01)$ 로 양의 상관관계를 보였다.

**Table 2. Correlation between IVD angle and BMI, LLA**

	BMI	L3~L4	L4~L5	L5-S1	LLA
BMI	1				
L3~L4	-0.116	1	0.763**	0.485**	0.180*
L4~L5	0.076	0.763**	1	0.725**	0.405**
L5-S1	0.012	0.485**	0.725**	1	0.575**
LLA					1

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

\*\*\* IVD: Intervertebral disc angle, BMI: Body mass index, LLA: Lumbar lordosis angle

## 3. 전만각도에 따른 허리뼈 정면 영상의 입사각 적용 값

전만각도에 따른 허리뼈 정면 영상의 입사각 적용 값의 평균은 [Table 3]과 같다. 먼저 L4에 대한 정면 입사각도는 30도 이하의 평균은  $9.34\pm 4.30$ 도였으며 30도 이상의 평균은  $11.21\pm 3.82$ 도였고 전만각도 30도 이상의 정면 입사각도가 평균이 1.87도 높았다. L5에 대한 정면 입사각도는 30도 이하의 평균은  $21.25\pm 5.24$ 도였으며 30도 이상의 평균은  $25.73\pm 4.67$ 도였고 전만각도 30도 이상의 정면 입사각도가 평균이 4.48도 높았다.

**Table 3. Incidence angle on lumbar spine anteroposterior general radiography according to LLA**

L-spine region	LLA Under 30°		LLA Over 30°	
	Mean	SD	Mean	SD
L4	9.34	4.30	11.21	3.82
L5	21.25	5.24	25.73	4.67

\* LLA: Lumbar lordosis angle

## 4. 유용성 평가

전만각도에 따른 입사각을 적용하여 허리뼈 정면 영상을 검사 한 후, 유용성 평가를 시행하였다.

허리뼈 측면 검사를 시행하여 얻은 팬텀의 전만각도는 60.2도였으며, 전만각이 30도 이상일 때의 입사각을 반올림하여 11도와 26도를 각각 적용하여 허리뼈 정면영상을 시행하였고, 입사각이 0도 일 때의 허리뼈 정면영상과 왜곡면적 비율을 비교한 결과는 [Table 4]와 [그림 2]과 같았다. 입사각을 적용하여 검사하였을 때의 왜곡면적비율이 적용하지 않았을 때에 비해 허리뼈 4번은 14.90%에서 12.11%로 줄어들었으며, 허리뼈 5번은 15.25%에서 13.72%로 줄어들었다.

**Table 4. Comparison of distortion area according to incidence angle on L4 and L5**

	Incidence angle	Vertebral body area(mm <sup>2</sup> )	Upper endplate distortion area(mm <sup>2</sup> )	Lower endplate distortion area(mm <sup>2</sup> )	Distortion area ratio(%)
L4	0°	1411.00	133.67	76.56	14.90
	11°	1455.33	149.85	26.38	12.11
L5	0°	1455.58	115.17	106.79	15.25
	26°	1772.28	54.85	188.35	13.72



그림 5. L4, L5 ap X-ray applied to incidence angle

#### IV. 고찰

척추질환은 고령화에 따른 노인 인구의 증가, 비만, 잘못된 생활습관, 골다공증 등으로 인해 늘어나고 있으며 허리뼈가 90%를 차지한다. 또한 낙상 및 교통사고에 의한 허리뼈 손상 환자가 늘어나고 있다. 환자의 증가에 따라 허리뼈 일반 검사의 수요가 늘어나고 있으며, 방사선 장비의 디지털화가 일반화되면서 환자의 기본검사로 가장 많이 이용되고 있다[4][10].

보통 허리뼈 정면 검사는 바로 누운 자세에서 생리적 만곡을 신전시키기 위해 무릎 관절을 굴곡 시킨 상태에서 검사를 시행하고, 측면검사는 옆으로 누운 자세에서 자세를 안정시키기 위해 엉덩관절과 무릎 관절을 가볍게 굴곡 시킨 상태에서 시행한다[11]. 일반 방사선 측면검사 시 자세에 대해서는 Stagnara 등[12]은 선 자세와 옆으로 누운 자세에서 전만각도의 차이가 없다고 하였으나, Anderson 등[13]은 선 자세와 옆으로 누운 자세에서 골반의 회전과 무릎 관절의 굴곡에 따른 무릎 근육의 수축에 의해 차이가 있다고 하였다. 본 연구는 체중부하가 이루어지지 않은 옆으로 누운 자세에서 검사된 허리뼈 측면 영상으로 전만각도와 추간판 각도를 측정하였다.

허리뼈 전만각도는 허리뼈의 만곡 정도를 평가할 수 있는 대표적인 지표지만, 목뼈(경추, Cervical spine)나 등뼈(흉추, Thoracic spine)에 비해 정상 범위가 넓으며 모두가 공인하는 측정방법이 없기 때문에, 허리뼈 1번 추체의 상단 면과 영치뼈 1번 추체의 상단면에서 수직선을 그어 교차하는 곳의 각도를 측정하였다.

Hansson 등[14]이 사용한 허리뼈 1번과 영치뼈 1번의 상연이 이루는 각을 측정하거나, Fernand와 Fox[15]는 허리뼈 2번의 상연과 영치뼈 1번의 상연의 연장선을 이용한 방법을 사용하기도 하는 등 연구에 따라 다양한 방법을 사용할 수 있다. 정상범위에 대해서는 아직 공인된 값은 없지만 대체적인 정상범위는 50도에서 60도로[16] 알려져 있으며, G. Vaz[17] 등은 건강한 성인 남자 100명을 대상으로 한 연구를 통해 평균  $46.5 \pm 11.1$ 도로 제시하였다. 이는 선 자세에서 측정된 전만각도이며, 전만각도의 측정 방법이 다양한 관계로 본 연구에서는 측정값의 평균인 30.73도와는 차이가 있었다. 전만각도의 공인된 측정 방법의 확립과 선 자세와 옆으로 누운 자세에서 건강한 정상 한국인의 평균 전만각도의 표준을 제시하기 위해, 이에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

김 등[18]은 전만각도는 체질량지수를 기준으로 한 비만도가 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 감소하는 경향을 보이며 비만이 척추의 역학적인 구조를 변화시켜 역학적인 부하를 가중시킬 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 전만각도와 체질량지수는  $r=0.244(p<0.01)$ 로 약한 양의 상관관계를 보였다. 이에 비만이 전만각도 뿐만 아니라 추간판 각도에 영향을 미치는지 알아보기 위해 체질량지수와 추간판각도의 상관관계분석을 시행하였지만 유의한 결과 값을 얻지 못하였다. 이는 선 자세의 측면 검사를 활용한 선행 연구와 달리 누운 자세의 측면 검사를 이용하여 체중부하가 이루어지지 않았기 때문이라 사료된다.

추간판각도가 감소하는 경우에는 추간판 탈출증

(Lumbar herniated inter-vertebral disc)을, 증가 시에는 후관절증(Facet joint syndrome)을 의심할 수 있다. 정상치의 추간판 각도는 허리뼈 3번~4번에서는 12도, 허리뼈 4번~5번에서는 14도, 허리뼈 5번~영치뼈 1번에서는 14도이며, Barge[19]에 의한 추간판각은 허리뼈 3번~4번에서는 9.3도, 허리뼈 4번~5번에서는 11도, 허리뼈 5번~영치뼈 1번에서는 12.6도였고, 이등[20]은 정상인을 대상으로 한 연구에서 허리뼈 3번~4번에서는 11도, 허리뼈 4번~5번에서는 13도, 허리뼈 5번~영치뼈 1번에서는 15도로 제시하였다. 본 연구에서는 추간판각도의 전체 평균값은 허리뼈 3번~4번에서는  $5.98 \pm 3.36$ 도, 허리뼈 4번~5번에서는  $14.73 \pm 4.96$ 도, 허리뼈 5번~영치뼈 1번에서는  $32.66 \pm 5.91$ 도였으며, 선행 연구와는 허리뼈 5번~영치뼈 1번에서 큰 차이를 보였다. 이는 인위적으로 테이블의 장축에 등을 평행하게 하고, 엉덩 관절과 무릎 관절을 굴곡 시키는 검사 자세와 체중부하가 이루어지지 않았기 때문이라 사료된다.

방사선 피폭과 관련하여 이미 검사된 측면 영상을 가지고 자료를 측정하였으나, 일반 방사선 영상과 관련하여 척추 만곡을 측정 시 몇 가지 변이 요소가 존재한다. 옆으로 누운 자세에서의 만곡의 유무, 무릎의 굴곡 정도, 하루 시간대의 영향, 기타 잠재된 영향으로 오차가 발생할 수 있다[21].

성별과 연령을 추간판 각도에 대하여 각각 독립표본 T-검정, 일원배치분산분석을 시행한 결과, 허리뼈 3번~4번의 추간판 각도를 제외하고는 유의한 차이가 없었고, 석 등[22]과 김 등[23]은 각 척추 분절의 각을 측정된 결과 허리뼈 1번부터 허리뼈 5번 분절까지 성별, 연령별 차이는 없었다는 선행연구의 결과와 허리뼈 4번~5번, 허리뼈 5번~영치뼈 1번에서는 일치하였지만, 허리뼈 3번~4번에서는 일치하지 않았다. 추간판각도의 차이에 유의미한 결과 값을 얻은 체질량지수와 전만각도에 대해 각각 상관관계분석을 시행한 결과, 전만각도와 추간판각도 사이에 유의한 상관관계가 있다는 결과를 얻을 수 있었다.

머리 쪽 방향으로 L4에서 11°, L5에서 26° 입사각을 적용하여 검사한 팬텀의 허리뼈 일반 정면영상에서 허리뼈의 왜곡면적의 비율이 줄어들었으며, 상연과 하연

의 왜곡면적을 제외한 척추 체의 면적이 증가하였음을 확인할 수 있었다. 또한 일반정면검사의 영상 평가 기준[24]인 척추 뼈 사이 간격이 더 명확하게 식별 가능하였다. 이에 허리뼈 4번, 5번을 목적으로 하는 일반검사서서 측면 검사를 먼저 시행하여 전만각도를 측정 후, 전만각도에 따른 입사각으로 정면검사를 시행하면 목적하는 부위의 영상의 진단적 가치를 향상시킬 수 있을 것이다. 하지만 입사각을 적용한 일반 정면 영상에서 불가피하게 허리뼈 1번, 2번, 3번은 왜곡이 발생하였다. 그러므로 목적하는 부위에 따라 알맞은 검사가 이루어져야 하며, 허리뼈 4번, 5번을 목적으로 하는 검사에서는 환자의 불필요한 피폭을 줄이기 위해 목적하는 부위만을 포함하여 검사가 이루어져야 할 것이다. 그리고 일반 방사선 검사에서는 입사하는 각도에 따라 피폭선량이 달라질 수 있으므로, 입사각을 적용한 영상에서 선량평가가 추가로 이루어져야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 허리뼈 일반 정면 검사가 방사선 피폭이 발생하는 검사이므로 유용성 평가를 인체가 아닌 팬텀에 적용하였다는 것이다. 자세에 따라 허리의 굴곡이 변하는 인체와 달리 고정된 전만각을 지닌 팬텀을 사용하여 검사한 결과라 실제 인체에 적용한 것과 차이가 있으리라 사료된다. 그리고 하나의 팬텀 영상의 왜곡면적만을 단순 비교만으로 유용성을 측정하여 통계 분석을 통한 유의미한 결과는 얻지 못하였다. 그러므로 추후 실제 인체에 적용한 추가 연구를 통하여 유용성 평가가 이루어져야 할 것이다.

일반적으로 바로 누운 자세에서 이루어지는 허리뼈 일반 정면 검사의 입사각을 제시하기 위해, 옆으로 누운 자세에서 전만각도와 추간판 각도를 측정하여 평균을 제시하였다는 점과 입사각을 적용한 영상에서 목적하는 허리뼈에서 왜곡면적의 비율을 줄였다는 점에서는 의미가 있으나, 이를 일반화하기에는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

정상인을 대상으로 체질량지수, 전만각도에 따른 L-spine 3~4, L-spine 4~5, L-spine 5~Sacrum 1

의 각각의 추간판 각도를 비교 분석하여 입사각을 제시하였다. 체질량지수의 L-spine 3~4, L-spine 4~5, L-spine 5~Sacrum 1의 정면 입사각도는 머리 쪽 방향으로 5.66도, 13.23도, 29.13도였으며, 전만각도의 L-spine 3~4, L-spine 4~5, L-spine 5~Sacrum 1의 정면 입사각도는 머리 쪽 방향으로 6.32도, 16.09도, 35.36도였다. 팬텀의 전만각도에 따른 추간판각도 계측 값을 머리 쪽 방향으로 입사각을 L4는 11도, L5는 26도로 적용하여 영상의 유용성을 평가한 결과, 왜곡비율면적은 L4에서 14.90%에서 12.11%로 줄어들었고, L5에서는 15.25%에서 13.72%로 줄어들었다. 계측된 추간판 각도에 따른 입사각을 적용한 허리뼈 일반 전후방향 영상에서 허리뼈 4번, 5번을 목적으로 하는 허리뼈 정면 영상에서 왜곡을 줄여, 정확한 구조의 정면 추체상과 인접하는 관절 간 영상을 얻을 수 있었고, 목적하는 부위의 영상의 질과 진단적 정보를 향상시킬 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] M. A. Nurse and B. M Nigg, "The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity," *Clinical Biomechanics*, Vol.16, No.9, pp.719-727, 2001.
- [2] Korean Orthopedic Society, *Orthopedics, sixth edition*, Seoul: New College of Medicine, 2006.
- [3] J. S. Kim, S. K. Son, S. J. Kim, S. W. Kim, S. H. Jenong, T. H. Kim, Y. J. Jeong, and H. S. Kim, "A Study for Clinical and Radiological Correlation between Lumbar Lordotic Angle," *Lumbar Intervertebral Disc Angle and Lumbar Spinal Stenosis*, Vol.24, No.4, pp.129-136, 2014.
- [4] J. Y. Yang, J. K. Lee, S. M. Cha, and Y. B. Joo, "Clinical results of unilateral partial vertebral plasty (UPVP) in osteoporotic vertebral fracture," *J Korean Soc Spine Surg*, Vol.18, No.2, pp.64-69, 2011.
- [5] J. W. You, "Lumbar Disc Disease," *Journal of Korean Spine Surgery*, Vol.6, No.2, pp.208-219, 1999.
- [6] The Korean Society of Obesity, *Clinical Obesity Second Edition*, Seoul: Koryo Medical, 2001.
- [7] D. W. Polly, F. X. Kilkelly, K. A. McHale, L. M. Asplund, M. Mulligan, and A. S. Chang, "Measurement of lumbar lordosis evaluation of intra observer, inter observer, and technique variability," *Spine*, Vol.21, No.13, pp.1530-1535, 1996.
- [8] Jackson RP, Phipps T, Hales C, Surber J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine* Vol.28 No.2 pp.151-160, 2003.
- [9] G. Y. Kim, H. S. Shin, Y. M. Kim, and H. K. Kim, "Usefulness of Posteroanterior(PA) Position During Anterior Lumbar Radiography(Comparison of Geometric Aspects with Anteroposterior Position)," *The Korean Society of Radiological Imaging Technology*, No.1, pp.1-12, 2014.
- [10] E. H. Kim, J. H. Yoon, Y. S. Lee, H. D. Jang, and H. T. Kim, "Posterior Lumbar Inter body Fusion Outcomes in Degenerative Lumbar Disease: Comparison of Results between Patients Over 70 and 50-65 Years of Age," *Journal of Korean Society of Spine Surgery*, Vol.18, No.4, pp.217-222, 2011.
- [11] M. J. Fuller, *Lumbar Spine Radiography, Radiography Encyclopedia*, 2011.
- [12] P. Stagnara, J. C. De Mauroy, G. Dran, G. P. Gonon, G. Costanzo, J. Dimnet, and A. Pasquet, "Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane : approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis," *Spine*, Vol.7, No.4, pp.335-342, 1982.
- [13] G. Andersson, R. W. Murphy, R. Ortengren, and A. L. Nachemson, "The influence of backrest inclination and lumbar support on lumbar lordosis," *Spine*, Vol.4, No.1, pp.52-58, 1979.
- [14] T. Hansson, S. Bigos, P. Beecher, and M. Wortley, "The lumbar lordosis in acute and chronic low-back pain," *Spine*, Vol.10, No.2,



- pp.154-155, 1985.
- [15] R. Fernand and D. E. Fox, "Evaluation of lumbar lordosis. A prospective and retrospective study," *Spine*, Vol.10, No.9, pp.799-803, 1985.
- [16] Shi-Jun-sik, *Guidelines for Clinical Standards in Korea*, Seoul: Korean Chunam Association Press, 2002.
- [17] G. Vaz, P. Roussouly, E. Berthonnaud, and J. Dimnetet, "Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine," *European spine journal*, Vol.11, No.1, pp.80-87, 2002.
- [18] B. S. Kim, G. Jang, H. H. Lim, and J. S. Lee, "The Study of Relationship Among Lumbar lordosis and Obesity in Low Back Pain Patient," *The Journal of Korea Chunam manual Medicine for Spine & Nerves*, Vol.1, No.2, pp.123-135, 2006.
- [19] R. A. McKenzie, *Diagnosis and treatment of back pain (by Mackenzie)*, Seoul: University Surim, 1992.
- [20] C. S. Lee, W. H. Oh, S. S. Chung, S. G. Lee, and J. Y. Lee, "Analysis of the Sagittal Alignment of Normal Spines," *Journal of Korean Orthopedic Association*, Vol.34, No.5, pp.949-954, 1999.
- [21] Y. S. Song, K. N. Kim, and H. H. Lim, "A Clinical Observation for Lumbar Lordosis," *Journal of oriental rehabilitation medicine*, Vol.10, No.2, pp.45-51, 2000.
- [22] S. L. Suk, C. S. Lee, M. Lo, and W. J. Kim, "Normal segmental sagittal angle of the lower dorsal and lumbosacral spine in Korean adult," *Journal of Korean Orthopedic Association*, Vol.24, No.1, pp.237-244, 1989.
- [23] D. S. Kim, Y. M. Kim, E. S. Choi, H. C. Shon, K. J. Park, G. K. Park, E. M. Lee, and H. S. Cui, "Shape and motion of each lumbar segment in normal Korean adults," *Journal of the Korean Orthopedic Association*, Vol.43, No.5, pp.595-600, 2008.
- [24] Korean Journal of Medical Imaging Technology, *Textbook of Radiographic*

*Positioning and Clinical Diagnosis*, 3rd ed. Seoul: Billing and Culture, 2011.

## 저 자 소 개

### 문슬지아(Seul-Ji-A Moon)

정회원



- 2007년 2월 : 부산가톨릭대학교 방사선학과 보건학사
- 2019년 2월 : 전남대학교 대학원 보건학 협동과정 보건학 석사
- 현재 : 빛고을 전남대학교병원 영상 의학과 방사선사

〈관심분야〉 : 보건학, 방사선학

### 김 경 립(Gyeong-Rip Kim)

정회원



- 2006년 2월 : 부산대학교 일반대학원 이학석사
- 2013년 8월 : 부산대학교 일반대학원 이학박사
- 현재 : 양산부산대학교병원 감마나이프 센터 의학 물리사

〈관심분야〉 : 방사선 생물학, 감마나이프

### 조 희 정(Hee-Jung Cho)

정회원



- 2008년 3월 : 인제대학교 보건대학원 보건학석사
- 2011년 11월 : 인제대학교 일반대학원 보건학박사
- 현재 : 부산과학기술대학교 의무행정과 부교수

〈관심분야〉 : 보건학, 보건행정학

성 순 기(Soon-Ki Sung)

정회원



- 2005년 2월 : 부산대학교 의학과 의학석사
- 2015년 8월 : 부산대학교 의학과 의학박사
- 현재 : 양산부산대학병원 신경외과 기금조교수

〈관심분야〉 : 신경외과학, 뇌종양, 감마나이프

곽 중 혁(Jong-Hyeok Kwak)

정회원



- 2013년 2월 : 부산대학교 일반대학원 의료산업석사
- 2018년 3월 : 인제대학교 일반대학원 보건학박사
- 2016년 3월 : 동서대학교 방사선학과 겸임교수

〈관심분야〉 : 보건통계학, 의료 영상학