

Intercrestal line 높이와 요추 추간판 탈출증의 상관관계에 대한 영상학적 연구

추원정¹ · 김민영² · 서민수¹ · 이차로¹ · 최희승² · 최영일² · 남향우³

¹부천자생한방병원 한방내과, ²부천자생한방병원 재활의학과, ³부천자생한방병원

Received : 2011. 11. 21 Reviewed : 2011. 11. 25 Accpeted : 2011. 12. 11

Radiological Findings of Relation Between Intercrestal Line and HIVD of Lumbar Spine

Won-Jung Choo, O.M.D.¹ · Min-Yeong Kim, O.M.D.² · Min-Soo, Seo, O.M.D.¹ · Cha-Ro, Lee, O.M.D.¹
Hee-Seung Choi, O.M.D.² · Young-Il Choi, O.M.D.², Hang-Woo Nam, O.M.D.³

¹Dept. of Oriental Internal Medicine, Bucheon Jaseng Hospital of Oriental Medicine,

²Dept. of Oriental Rehabilitation Medicine, Bucheon Jaseng Hospital of Oriental Medicine, ³Bucheon Jaseng Hospital of Oriental Medicine

Objectives : The purpose of this study is to find out the relation between the height of intercrestal line, and HIVD(Herniated Intervertebral Disc)of Lumbar spine.

Methods : We investigated 445 cases (208 male, 237 female) of patients who were diagnosed as HIVD of L-spine at either L4/5 or L5/S1 level. We analysed the relation between the height of intercrestal line and the level of HIVD.

Results : 1. Among 445 cases, the level of intercrestal line with HIVD of L-spine at the specific location was different between male and female. In male, the intercrestal line is more likely to be located at L4 level, while in female more likely to be located at L5 level.
2. Among 445 cases, L5/S1 HIVD patients(272, 61.1%) were more than L4/5 HIVD patients(173, 38.9%). At L4 body area, L4/5 HIVD patients were more than L5/S1 HIVD patients, however, at L4/5 intervertebral area and L5 body area, L5/S1 HIVD patients were more than L4/5 HIVD patients. ($p<0.01$)
3. When the line is located at higher level, HIVD of L-spine tends to be occurred at L4/5 level. Contrastly, when the line is located at lower level, HIVD of L-spine tends to be occurred at L5/S1 level. ($p<0.01$)

Conclusions : High intercrestal line leads to L4/5 HIVD, while low intercrestal line leads to L5/S1 HIVD. Possibly, it is caused by different length and thickness of the iliolumbar ligament.

Key Words : HIVD, Intercrestal line, Tuffier's line

I. 서 론

장골능 최상단 수평면을 연결한 선을 intercrestal line이라고 하는데, 척추 및 경막외 마취시 바늘 끝의

적절한 위치를 결정하는 지표나 척추분절의 높이를 확인하는 지표선으로써 사용 된다¹⁾. 흔히 Jacoby's line, Tuffier's line으로 다르게 불리기도 한다. Karen T 등²⁾의 연구에 의하면 intercrestal line의

■ 교신저자 : 이차로, 경기도 부천시 원미구 상동 414번지 부천자생한방병원 한방내과
Tel : 017-220-6574, (032)320-0783 Fax : (032) 320-8877 E-mail : withscar@jaseng.co.kr

양와위나 기립위시 높이 차이는 없다고 한다.

Intercrestal line을 정할 때 양측 장골능선 최고 지점에 직접 선을 이용하여 연결하면 보다 높은 정확도(78.3%)를 얻을 수 있다³⁾. Intercrestal line에 해당하는 척추수준은 보고자에 따라 조금씩 다른데 대체적으로 일반적으로 L4/5 추체간이 가장 많은 위치를 차지하고 있다.

Intercrestal line과 하부 요추의 퇴행과의 관련성은 MacGibbon 등⁴⁾이 처음 제시하였는데, 그들의 연구 결과에서 L4/5 추간판의 퇴행은 1) L4 추체 상위 1/2보다 높게 형성된 높은 intercrestal line, 2) L5 추체의 긴 횡돌기, 3) 흔적 늑골(rudimentary rib), 4) 이행척추(transitional vertebra)의 존재에 의해 발생 가능성이 높아지고, L5/S1의 추간판 퇴행은 1) L5 추체를 통과하는 낮은 intercrestal line, 2) L5 추체의 짧은 횡돌기, 3) 흔적 늑골(rudimentary rib)이 없음, 4) 이행척추(transitional vertebra)가 없음에 의해 가능성이 높아진다고 하였다.

Kirkaldy-Willis⁵⁾는 골반강 내의 L5 위치에 따라 반복된 회전 긴장을 받는 추간부위가 달라져 L5 위치의 측정이 요추 추간판 탈출증 진단에 도움이 된다고 하였다.

Gravovetsky 등⁶⁾도 하위 요추 분절이 안정성을 유지하는데 L5의 iliolumbar ligament가 미치는 영향을 강조하면서, L5의 위치에 따라 하위요추에 작용하는 strain의 위치가 변경될 수 있다고 설명하였다.

본 연구에서는 MacGibbon이 제시한 가설 중 intercrestal line 위치에 따른 추간판 퇴행 부위의 변화 가능성에 대해 주목하였으며, 추간판의 퇴행보다는 임상적으로 질환을 뚜렷하게 일으키는 요추 추간판 탈출증과 관련하여 intercrestal line의 높이와 하부 요추(L4/5, L5/S1) 추간판 탈출증 빈도의 관계에 대해 영상학적으로 조사하였다. 연구 대상을 체계적으로 설정하고 장기간 다수 확보하여 기존 연구 가설이 임상적으로 부합하는 지에 대한 검증을 하고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

2011년 4월 1일부터 2011년 10월 31일까지 부천자생한방병원에 요통 및 요각통을 주소로 내원한 환자 중 방사선과 전문의에게 의뢰하여 L-spine MRI를 촬영한 모든 환자들을 대상으로 L4/5 혹은 L5/S1 중 어느 한 분절에 protrusion 이상의 요추 추간판 탈출증 진단을 받은 환자를 선정한 후, 특정 배제 조건을 가진 환자들을 제외한 최종 445명(남자 237명, 여자 208명)의 환자를 대상으로 L-spine AP 영상을 분석하였다(Fig 1, Table I). 특정 배제 조건 대상 환자로는 요각통의 주원인이 요추 추간판 탈출증이 아닐 가능성이 있는 척추전방 전위증, 척추관 협착증 환자들과 L4/5 혹은 L5/S1 이외의 요추 분절에서 protrusion 이상의 요추 추간판 탈출증 진단을 받은 환자들 및 intercrestal line의 높이에 변수를 줄 수 있는 환자들 이를테면, 와위로 L-spine AP & Lat을 촬영한 환자들, 요추 압박골절 환자들이 포함되었으며, 마지막으로 이행분절(Transitional vertebrae)을 가진 환자들, 요추 질환으로 수술 받은 환자들을 배제시켰다. 최종 선정된 환자들의 평균 연령은 37.90 ± 11.38 세로 이루어졌다.

2. 연구방법

1) L-spine MRI 촬영

GE MRI 1.5T Signa HDe 1 System을 사용하여 L-spine MRI를 촬영하였다.

2) L-spine X-ray 촬영

CXD-RI55 (중외메디칼, KOREA)를 사용하여 기립위에서 L-spine AP & Lat을 촬영하였다.

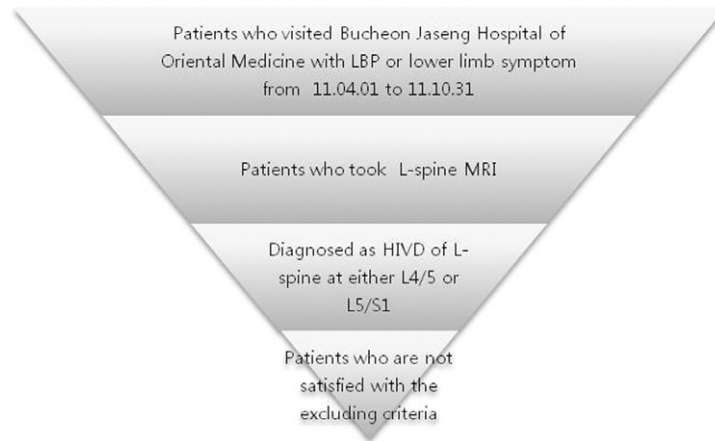


Fig. 1. Patients Corresponding to the Subject Criteria.

Table I . The Excluding Criteria at the Last Stage

Diagnosed as spondylolisthesis, compression fracture, spondylolysis or stenosis
Diagnosed as protrusion or extrusion disc at L3/4 level or above
Conducted operation due to medical problem of lumbar spine
Taken x-ray of lumbar spine in a supine position
Diagnosed as transitional vertebra (lumbarization or sacralization)

3) Intercrestal line 측정 방법

본원의 의료영상저장전송시스템(Infinit Co.의 Starpacs)을 이용하여 L-spine AP X-ray 사진 상에서 Intercrestal line을 측정하였다.

Intercrestal line의 높이를 측정하기 위해서 L-spine AP 사진에서 양측 장골능 최상단을 연결하는 선을 긋고, L4 상단의 중점, L4 하단의 중점, L5 상단의 중점, L5 하단의 중점을 잇는 선을 서로 연결한 후, 이 선과 intercrestal line의 교점을 찾은 후 그 교점의 높이를 intercrestal line 높이의 기준점으로 삼았다(Fig 2).

측정시의 오차를 줄이기 위하여 본 연구의 주제를 알지 못하는 한의사 3인이 L4추체 3등분, L4/5추간,

L5추체 3등분 총 7개 분절로 구분하여 intercrestal line을 분류하였고 최소 2인 이상이 낸 결과를 최종 결과로 선정하였다.

Fig. 2. Drawing the Intercrestal Line²².

3. 통계처리

Intercrestal line의 위치와 요추 추간판 탈출 부위 사이의 상관관계를 분석하기 위해서 비연속변수 분석 중 2 by k 교차분석을 시행하였고, Pearson's chi-square 방법에 의한 독립성 검정 및 선형 대 선형 결합(linear by linear association)법에 의한 경향 분석을 실시하였다. 유의성의 기준은 p값이 0.01 이하일 때로 설정하였으며 SPSS 18.0 for windows 프로그램을 이용하여 통계처리 하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 성별 및 연령에 따른 Intercrestal line의 높이 분포

Intercrestal line 높이는 남성의 경우 L4/5 추간판공간(52.3%) > L5 추체 상위 1/3 부위(21.5%) >

L4 추체 하위 1/3 부위(14.3%) 순으로 나타나며 여성은 L5 추체 상위 1/3 부위(42.8%) > L4/5 추간판공간(32.2%) > L5 추체 중간 1/3 부위(13.0%) 순으로 나타났다. 이는 intercrestal line이 L4/5 다음으로 L4 추체에 많이 나타난다는 Karen T 등²⁾의 연구 결과와는 다른 결과였다. 경향성 면에서는 Hogan 등⁵⁾의 연구와 마찬가지로 여성보다는 남성에서 좀 더 높은 위치에 분포하는 경향이 있었다(Table II).

연령과 intercrestal line의 높이 관계는 뚜렷한 상관성이 보이지 않으며, 특정 연령 대(20대~ 50대)에 환자 군이 집중되어 있고 여타 연령 대에 대한 환자군의 부족으로 통계학적 유의성을 찾아볼 수 없었다.

2. 요추 추간판 탈출증 환자의 Intercrestal line 분포 및 분석

전체 환자 445례중 L4/5 추간판 탈출증 환자는 173례(38.9%)였으며, L5/S1 추간판 탈출증 환자는

Table II . The Level of Intercrestal Line with Gender

intercrestal * Gender Crosstabulation				
		Gender		
		Female	Male	Total
intercrestal	L4 upper	Count	0	3
		% within Gender	0.0%	1.3%
	L4 middle	Count	5	14
		% within Gender	2.4%	5.9%
	L4 lower	Count	11	34
		% within Gender	5.3%	14.3%
	L4/5 disc	Count	67	123
		% within Gender	32.2%	51.9%
	L5 upper	Count	89	51
		% within Gender	42.8%	21.5%
	L5 middle	Count	27	8
		% within Gender	13.0%	3.4%
	L5 lower	Count	9	4
		% within Gender	4.3%	1.7%
Total		Count	208	237
		% within Gender	100.0%	100.0%

272례(61.1%)로 L5/S1 추간판 탈출증 환자가 더 많았다.

특정 레벨 추간판 탈출증 환자에 대한 intercrestal line의 분포 비율을 살펴보았을 때 L4/5, L5/S1 추간판 탈출증 모두 비율 상으로 L4/5 추간구역에 intercrestal line이 위치하는 비율이 가장 높고 (L4/5:47.4%, L5/S1:39.7%), 그 다음이 L5 상위 1/3이었으나(L4/5:24.9%, L5/S1:35.7%), 세 번째 순위부터는 L4/5는 L4 하위 1/3부위(15.6%), L5/S1은 L5 중간 1/3부위(12.1%)로 양 추간판 탈출증 환자군 간에 차이가 있었다(Table III).

특정 레벨 추간판 탈출증 환자에 대한 intercrestal line의 분포 비율을 L4/5 추간판 탈출증 환자와 L5/S1 추간판 탈출증 환자군 간에 비교했을 때, L4 추체 세 구역에서는 L4/5 추간판 탈출증 환자가 L5/S1 추간판 탈출증 환자보다 비율이 높았으며, L4/5 추간 부위 및 L5 추체 세 구역에서는 반대로 L5/S1 추간판 탈출증 환자가 L4/5 추간판 탈출증 환자보다 비율이 높았다.

7부위 구역 분할에서 살펴본 결과에서, 대체적으로 intercrestal line이 더 높이 분포할수록 L4/5 추간판 탈출증이 발생하는 비율이 높았으며, 반대로 낮게 분포할수록 L5/S1 추간판 탈출증 비율이 높았다. 예외적으로 L5 middle 부위와 L5 lower 부위는 위의 설명과 일치되지 않았다(Fig 3).

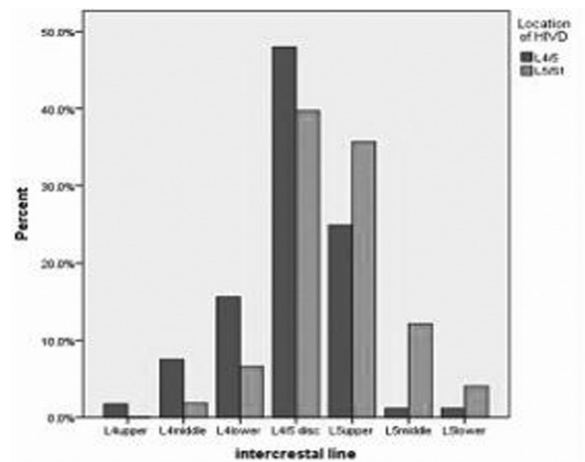


Fig. 3. The Level of Intercrestal Line with the Level of HVD

Table III. The Level of Intercrestal Line with the Level of HVD(7 sections)

intercrestal * HIVD Crosstabulation					
			HIVD		
			L4/5	L5/S1	Total
intercrestal	L4	Count	3	0	3
	upper	% within Intercrestal	100.0%	0.0%	100.0%
	L4	Count	14	5	19
	middle	% within Gender	73.7%	26.3%	100.0%
	L4	Count	27	18	45
	lower	% within Gender	60.0%	40.0%	100.0%
	L4/5	Count	82	108	190
	disc	% within Gender	43.2%	56.8%	100.0%
	L5	Count	43	97	140
	upper	% within Gender	30.7%	69.3%	100.0%
	L5	Count	2	33	35
	middle	% within Gender	5.7%	94.3%	100.0%
L5	Count	2	11	13	
lower	% within Gender	15.4%	84.6%	100.0%	
Total		Count	173	272	445
		% within Gender	38.9%	61.1%	100.0%

3. 통계적 검정

Intercrestal line 높이에 대한 L4/5와 L5/S1 추간판 탈출증 환자군 간의 독립성 검정을 위해, intercrestal line을 크게 세 범주로 나누어 L4추체 부위(L4 upper, middle, lower)와 L4/5 추간부위, L5 추체 부위(L5 lower, middle, upper)에 따라 추간판 탈출증 부위가 달라지는지에 대한 여부를 Pearson's chi-square test를 통해 관찰하였다. 그 결과, 세 집단 간에 HIVD 발생 부위에 차이가 있었으며($p<0.01$), 선형 대 선형 결합(linear by linear association)법에 의한 경향 분석 결과, 대체적으로 L4쪽 추체부위로 line이 형성될수록 L4/5 부위로 HIVD가 발생하는 경향이 있고, L5쪽 추체부위로 line이 형성될수록 L5/S1 부위로 HIVD가 발생하는 경향이 있었다($p<0.01$)(Table IV).

IV. 고 찰

Intercrestal line은 1900년 Tuffier가 척추 마취 시 요추천자를 시행함에 있어서 지표로 사용하여 미국과 유럽 등지에서 Tuffier's line이라는 이름으로

알려졌으나, 실제로는 그보다 5년 앞서 1895년 뉴욕에서 Jacoby에 의하여 이미 척추 마취 시 요추천자의 지표로 장골능 상단의 가상의 선을 이용하였으며 이 Jacoby's line은 Tuffier's line과 동일한 개념으로 사용되고 있다⁶⁾.

Intercrestal line의 위치에 대해서는 보고자마다 조금씩 다른데, 손 등⁷⁾은 연구에서 제 4/5 요추 추간판 공간(59.7%)과 L4 추체(32.8%)에 가장 많은 분포를 보였음을 보고하였고, 전¹⁾ 등은 제 4/5 요추 사이에 위치하는 것이 평균이라 하였고 Karen T 등²⁾에 의하면 장골상부를 잇는 선은 L4 추체나 요추 하단을 지나는 것이 정상이라 하였다. Hogan³⁾은 L4/5 추간판 공간에 가장 많이 분포하고, 여성에서 보다는 남성에서 좀 더 높은 위치에 분포하고 있다고 하였다.

Kirkaldy-Willis⁸⁾는 L5가 골반강 내에 위치하고 그 횡돌기가 L3의 횡돌기와 같이 길면 제 4/5 요추간이 반복된 회전 긴장의 손상을 받기 쉽고, L5가 골반보다 위에 위치하면 L5/S1 관절이 긴장을 받게 되어 'Level at risk' 라고 명명하고 척추추간판 탈출증 진단에 도움이 된다고 하였다.

Gravovetsky, Farfan 등⁹⁾도 하위 요추 분절이 안정성을 유지하는데 L5의 iliolumbar ligament가 중

Table IV. The Level of Intercrestal Line with the Level of HIVD(3 Sections and Statistical Analysis)

Intercrestal line * HIVD Crosstabulation			
		HIVD	
		L4/5	L5/S1
intercrestal2	L4 body	44	23
	L4/5 intervertebral space	82	108
	L5 body	47	141
	Total	173	272
Total			
Total			
Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig.(2-sided)
Pearson Chi-Square	36.944 ^a	2	0.000
Likelihood Ratio	37.239	2	0.000
Linear-by-Linear Association	13.010	1	0.000
N of Valid Cases	445		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 26.05.

요함을 강조하면서 intercrestal line을 기점으로 L5의 위치에 따라 하위요추에 작용하는 strain의 위치가 변경될 수 있다고 설명하였다.

하위요추의 strain 현상은 추간판 자체의 퇴행성 변화, 척추 분리증, 후방관절의 아탈구 등을 유발할 수 있는 요인으로 지적되고 있어, 운동성이 큰 부위 즉 L4/5 요추간, L5/S1 부위에서 추간판 탈출증이 호발한다¹⁰⁾. 이에 관한 국내 임상 연구에서, 김 등⁶⁾은 제 5요추체의 위치와 추간판 탈출 위치의 관계 분석에서 L4/5 추간판 탈출증(46예)은 80%의 높은 일치율이 있었으나, L5/S1 (12예)은 연구대상의 수가 적어 통계적 의의가 낮았다고 보고하고 있다.

Iliolumbar ligament는 L5 횡돌기의 끝부분과 전 하측면에 붙어있고, 때로는 추가적으로 L4 횡돌기에 약하게 붙어있기도 하다. 인대는 외측과 약간 후면으로 주행하여 장골능 상단에 연결되어 있다. 또 다른 인대로서, lower band라고 불리는, lumbosacral ligament는 L5 횡돌기 아래에서 sacrum ala의 전면부로 이어진다. 이러한 iliolumbar ligament는 lumbosacral junction의 안정화에 매우 중요한 역할을 한다¹¹⁾. Iliolumbar ligament를 절제했을 때, sacroiliac joint의 rotation mobility가 크게 증가하고¹²⁾, 추간판이 rotation 운동에 의해 섬유륜의 파열이 잘 일어난다는 점을 고려했을 때, iliolumbar ligament에 의한 L5 요추의 안정화가 제대로 이루어지지 못하면 L5/S1 추간판 탈출증의 가능성을 높일 수 있음을 알 수 있다.

또한, L5/S1 추간판의 퇴행이 생긴 그룹보다 L4/5 추간판의 퇴행이 생긴 그룹에서 iliolumbar ligament의 posterior band 길이가 통계적으로 유의성 있게 짧았으며, 그 두께 역시 두꺼웠다는 연구¹³⁾에서 iliolumbar ligament가 짧고 두꺼웠을 때 L5/S1 추간판의 퇴행이 덜 일어나고 상대적으로 L4/5 추간판의 퇴행이 더 잘 일어난다고 볼 수 있다. 본 연구의 결과와 연결지어 봤을 때, intercrestal line의 위치가 L5에 연결되는 ilioligament 길이 및 두께와 관계가 있을 것으로 보인다.

본 연구 결과로서 나타난 특정 intercrestal line 높이에서의 L4/5 와 L5/S1 환자군 비율에 대한 유의성 있는 차이는 임상에서 intercrestal line의 높이로 추간판 탈출증 발병 위험을 직접적으로 예측할 수는 없으나, 만약 발병한다면 어느 분절이 우선적으로 발병할 가능성이 있는지를 예측할 수 있다고 생각된다.

본 연구에서 추간판 탈출증의 기준을 영상학적으로 protrusion 이상의 단계로 판독된 것으로 삼았으나 보다 엄밀한 분석을 위해서는 특정 레벨의 추간판 탈출증 환자를 설정할 때 영상학적 기준과 임상적 기준을 모두 충족시킨 군으로만 설정할 필요가 있다는 것은 한계로 남아있고, 또한 요각통을 앓고 있지 않은 정상인들로 구성된 intercrestal line을 측정하여 대조군으로 삼지 않은 한계가 있으나, 김 등⁶⁾의 기존 연구에서 L4/5 추간 부위에 intercrestal line이 가장 많이 분포되어 있음을 기본적인 전제로 하였다. 본 연구를 보완하여 정상인들을 상대로 X-ray를 촬영한 후 intercrestal line에 따른 HIVD 부위를 전향적으로 조사해 볼 수 있다면 더욱 가치 있는 연구가 될 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

1. L4/5 혹은 L5/S1 단일 분절의 요추 추간판 탈출증 환자 445례에서 측정한 기립위에서의 intercrestal line 높이는 남성의 경우 제4-5 허리뼈 추간판 공간(52.3%) > L5 추체 상위 1/3 부위(21.5%) > L4 추체 하위 1/3 부위(14.3%) 순으로 나타나며 여성은 L5 추체 상위 1/3 부위(42.8%) > L4/5 추간판 공간(32.2%) > L5 추체 중간 1/3 부위(13.0%) 순으로 나타났다.
2. L4/5 혹은 L5/S1 단일 분절의 요추 추간판 탈출증 환자 445례에서 L5/S1 추간판 탈출증 환자(272명, 61.1%)는 L4/5 추간판 탈출증 환자

(173명, 38.9%)보다 많았다. L4 추체 부위에서는 L4/5 추간판 탈출증 환자가 L5/S1 추간판 탈출증 환자보다 많았으나, L4/5 추간부위와 L5 추체 부위에서는 L5/S1 추간판 탈출증 환자가 L4/5 추간판 탈출증 환자보다 많았다. ($p<0.01$)

3. L4~L5 추체레벨을 7부위로 나누어 분석했을 때 대체적으로 intercrestal line이 위쪽으로 형성되어 있을수록, 추간판 탈출증은 L4/5 부위에 형성되는 경향이 있고, 낮게 형성될수록 L5/S1 부위에 형성되는 경향이 있다. L4~L5 추체레벨을 3부위로 나누어 경향분석 했을 때, 이러한 경향은 유의성 있게 나타났다. ($p<0.01$)

VI. 참고문헌

1. 전재규, 장영호, 유한목, 김인정. 한국 성인에서의 Tuffier's line의 높이. 대한 마취과학회지. 1997;33:467-71.
2. Karen T. Snider D. Reliability of Tuffier's Line as an Anatomic Landmark. SPINE. 2007;33-6:161-5.
3. Ievins F. Accuracy of placement of extradural needles in the L3-4 interspace: comparison of two methods of identifying L4. Br J Anaesth. 1991;66:381-2.
4. MacGibbon B, Farfan H. A radiologic survey of various configurations of the lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976). 1979 May-Jun; 4(3):258-66.
5. Hogan Q. Tuffier's line: the normal distribution of anatomic parameters. Anesth Analg. 1994;78:194-5.
6. Yukio K, Yoshio T, Hiroshi K. Jacoby's line rather than Tuffier's line as a guide to lumbar puncture. Anesth Analg. 1992; 74:939.
7. 손지선, 김동찬, 최 훈, 한영진, 이상귀. 위뒤엉덩 뼈가시선을 이용한 제4-5 허리뼈 가시 사이 공간 판별의 유용성. 대한마취과학회지. 2005; 48:498-502.
8. Kirkaldy-Willis W, Farfan H. Imstability of the lumbar spine. Clin. Orthop. 1982; 165.
9. Gravovetsky S, Lamy C, Farfan H. The Mechanism of the lumbar spine. Spine. 1981;6(3):249.
10. 김학현, 최창욱, 나수균, 김연일, 이병일, 권재욱, 김형득. 제 5요추의 위치와 요추간추간판 탈출증과의 관계. 순천향 대학 논문집. 1985;8(3): 321-6.
11. Luk K, Ho H, Leong J. The iliolumbar ligament. The Journal Of Bone And Joint Surgery. March 1986;68(2).
12. Pool-Goudzwaard A, Hoek van Dijke G, Mulder P, Spoor C, Snijders C, Stoeckart R. The iliolumbar ligament: its influence on stability of the sacroiliac joint. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2003 Feb;18(2): 99-105.
13. Aihara T, Takahashi K, Ono Y, Moriya H. Does the morphology of the iliolumbar ligament affect lumbosacral disc degeneration?. Spine (Phila Pa 1976). 2002 Jul 15;27(14):1499-503.