

요추 추간판 간격 좁아짐 진단 환자에서 요추 추간판 간격과 요추 추간판 탈출증 정도와의 상관성

이갑수¹, 김원우¹, 성익현¹, 조창영¹

¹자생한방병원 한방재활의학과

Received : 2013. 11. 14 Reviewed : 2013. 11. 14 Accepted : 2013. 12. 5

The relationship between Width of Lumbar Disc Space and Severity of Herniated Intervertebral Disc in Patients Diagnosis Disc space narrowing

Kap-Soo Lee, K.M.D.¹, Won-Woo Kim, K.M.D.¹, Ik-Hyeon Seong, K.M.D.¹, Chang-Young Cho, K.M.D.¹

¹Department of Rehabilitation Medicine of Korean Medicine, Jaseng Hospital of Korean Medicine

Objective : The purpose of this study was to suggest (diagnostic) criteria for lumbar disc space and see the correlation between lumbar disc space narrowing and the level of HIVD.

Methods : We looked at the 113 patients diagnosed disc space narrowing with lumbar x-ray and MRI films who have visited Jaseng Hospital of Oriental Medicine with low back pain in October, 2013.

The width of lumbar disc space and the severity of Herniated Intervertebral Disc(HIVD) on MRI films were collected and stastically analyzed using one-way ANOVA.

Results : In this study, measured value(%) for lumbar disc space of the group diagnosed serious HIVD, such as protrusion, extrusion and migration was significantly decreased compared to the normal group and the bulging group.

Conclusion : There was a significant correlation between lumbar disc space narrowing and the level of HIVD.

Key words : disc space narrowing, Herniated Intervertebral Disc, criteria for disease

I. 서 론

요통은 현대인이 일상생활에서 가장 흔하게 경험하는 증상 중의 하나로, 정상인의 80% 정도가 평생 동안 한 차례 이상의 요통을 경험한다. 이처럼 높은 이환률에도 불구하고 요통의 정확한 진단이나 치료

법이 명확하지 않아 요통의 치료에 많은 의료 비용과 작업손실이 발생하고 있다. 요통의 원인으로서는 추간판탈출증(Herniation of Intervertebral Disc, HIVD)은 중요한 위치를 점유하고 있다.²⁾

일반적으로 한의학상의 요통의 원인은 腎虛, 瘀血, 濕痰 등으로 분류¹⁾하며 병인에 의거한 진단 및 치료

■ 교신저자 : 이갑수, 서울시 강남구 신사동 635-1번지 자생한방병원 4동 3층 외국
Tel : 1577-0007 Fax : (02) 3445-6644 E-mail : digiri100@hanmail.net

이루어지고 있다. 『東醫寶鑑』에서는 요통의 원인을 주로 腎의 病으로 파악하고, 모든 경맥이 신을 거쳐서 허리와 등뼈에 연결되므로 外感과 內傷을 막론하고 腎이 허해진 후에야 병이 일어난다고 하였다. 또한 그 원인을 크게 10가지로 구분하여 腎虛, 痰飲, 食積, 挫閃, 瘀血, 風, 寒, 濕, 濕熱, 氣 등으로 나누고, 腎着證과 함께 설명하고 있다³⁾.

요통을 유발할 수 있는 많은 인자들 가운데 약 85%가 정형외과적 질환이며 요추부 골격계 기형, 요추부 골격계 질병, 추간판의 퇴행성 변화 및 탈출증 등이 X-선상 기질적인 변화를 나타낸다⁴⁾. 한방병원에서 요통으로 내원하는 대다수의 환자가 양방과의 협진체계를 통해 요추부 X-ray 이외에 환자들의 보다 정확한 진단 및 치료 경과에 대한 요구에 발맞추어 CT나 MRI와 같은 영상의학검사를 요구하는 비율이 점차 증가하여 한방병원에서의 요통 환자의 영상의학적인 결과에 대한 연구 보고가 점차 증가하는 추세이다⁵⁾. 이러한 양한방 협진에 의한 진단에서 전체 요통 환자 중 요추부 수핵 탈출증의 발병 빈도에 대한 보고는 문헌에 따라 다르지만 MRI 등의 검사상 상당수의 요통 환자에게서 요추부의 수핵 탈출 소견을 보인다⁶⁾.

요추 추간판 간격 좁아짐의 정의는 “inter vertebral disc angle이 정상보다 좁아지고, disc space의 폭도 하부요추 쪽으로 내려갈수록 좁아진 경우”로 쓰였으며⁷⁾, 요추 추간판 간격 좁아짐이 동반된 disc degeneration이 추간판 기원성 급성 요통의 병리적 특성을 보여주는 방사선학적 근거로 보았다⁸⁾.

요통 환자에 대한 진단영상의학적인 접근에 관한 연구는 이⁹⁾가 연구한 X-ray 소견에 따른 연구는 총 378명의 요부 X-ray 및 CT 연구를 시작으로 해서 김⁵⁾, 김⁷⁾, 고⁸⁾, 전¹⁰⁾의 연구 등으로 이어졌으며, 이중 김⁵⁾, 김⁷⁾, 고⁸⁾는 lumbar X-ray상 요추 추간판 간격 좁아짐에 대한 주제를 연구하였다. 김의 연구⁵⁾에서는 요통 환자에서 요추 추간판 간격과 HIVD에 연관성을 보았으나, 요추 추간판 간격 좁아짐의 분류 기준을 제시하지 못하였으며, 검사 결과와 요통 치료

기간과의 연관성에 대한 고찰은 이루어지지 않았다. 김의 연구⁷⁾에서는 검사 결과와 하지 방사통에 대한 고찰은 이루어졌으나 여전히 요추 추간판 간격 좁아짐의 분류 기준을 제시하지 못하였으며, 고의 연구⁸⁾에서는 요추 추간판 간격 좁아짐의 분류 기준을 제시하고 치료 기간과의 연관성을 연구하였으나, 퇴행성의 진단 기준인 Lawrence classification¹¹⁾을 요추 추간판 간격 진단 기준으로 사용하여 새로운 진단 기준을 확립하지 못하였으며, 진단 기준에 따른 요추 추간판 탈출증의 정도에 대한 연구가 미비하다.

본 연구에서는 요통 환자의 요추 단순방사선 사진과 요추 자기공명영상 사진 간의 상관성에 대한 통계적 관찰을 통해 의미 있는 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

2013년 10월 1일부터 10월 31일까지 자생한방병원에 요통을 주소로 내원한 환자 중 L-SPINE MRI(Magnetic Resonance Imaging, MRI)와 L-SPINE X-ray를 같은 날짜에 촬영을 실시한 결과 L-SPINE X-ray 상 disc narrowing을 진단 받은 환자 113명을 대상으로 영상을 분석하였다. 제외 범주에 해당하지 않는 환자만을 대상으로 하였으며, 본 연구에 목적은 disc narrowing과 요추 추간판 탈출증의 정도의 상관성을 회손할 수 있는 방해요인은 추가로 제외하였다(Table I). 특정 연령대로 한정되는 것을 방지하고자 만18세부터 69세 미만의 환자를 대상으로 하였다. 총 환자수 113명 중 제외 대상자 22명을 제외한 91명을 대상으로 하였으며, 91명의 환자 중 2 부위 이상에서 disc narrowing을 진단 받은 것을 포함하여 총 143개의 disc narrowing 소견을 분석하였다. 남자 43명, 여자 48명으로 구성되어 있다. 대상 환자의 평균나이는 42세이다. 제외 대상자

의 종류는 요추 추간판 탈출증 분류의 어려움 2명 (tear 1개, 천골화 1개), laminectomy 시행 4명, 압박골절 5명, 전방전위증 6명, MRI 및 X-ray상의 소견이상 2명, 극심한 스테노시스 3명, 극심한 황색인대비후 1명, 전체적인 퇴행 심화 1명으로 구성되어 있다. 20대 12명, 30대 12명, 40대 23명, 50대 14명, 60대 10명으로 구성되어 있다.

2. 연구방법

1) 검사방법

(1) 자기 공명 영상 촬영

2004년 제조된 M-1/MR/I Magnetic Resonance System, 1.5T exciting(GE, U.S.A)을 사용하여 촬영하였다. 요추 HIVD는 요추 추간판의 자기 공명 영상 사진의 T2-weighted spin-echo image 소견을 기초로 하여 진단은 영상의학과 전문의가 시행하였다.

(2) 단순 방사선 영상 촬영

2005년 제조된 XDM-M1(중외메디칼, KOREA)을 사용하여 촬영하였다. 요천부 기립위 측면 상을

1m 거리에서 95 kVp의 조건으로 촬영하였다.

(3) 요추 추간판 간격의 측정방법

요추 추간판 간격의 측정방법으로 정의되어진 방법은 없어, Hong CH¹²⁾이 추간판 간격을 측정하기 위해 사용한 방법으로 MRI 영상에서 sagittal view 중 가운데 view에서 추체사이에 길이를 수직하게 측정하였다. 추체의 길이는 앞, 중간, 뒤의 3부분으로 나누어서 측정을 하였으며, 단순 길이 뿐만 아니라 추간판 기준 하단 추체의 상단면의 길이를 기준으로 %를 구하여서 (추간판의 길이/하단추체 상단면의 길이)로 결과를 도출하였다. Cho BH¹³⁾가 사용한 방법으로 추간판 길이 측정을 앞, 중간, 뒤로 측정을 한 뒤 이를 평균을 내어 사용한 값을 응용하여 추간판의 길이/하단추체 상단면의 길이를 앞, 중간, 뒤로 평균을 내었다.

3. 통계방법

연구결과는 SPSS 18.0 for Windows를 이용하여 통계처리 하였다. 요추 추간판 간격과 요추 추간판 탈출증 정도의 상관성은 ONE-WAY ANOVA

Table I . Exclusion Criteria of Patients on This Study¹⁰⁾

Criteria
- Existing specific diagnosed diseases that can cause spinal pain : malignant tumor, vertebral fracture, vertebral infection, inflammatory spondylitis, cauda equina syndrome
- Progressive neurological deficit or severe neurological manifestation
- pain with non-spinal origin or caused by soft tissue diseases : tumor, fibromyalgia syndrome, rheumatic arthritis, gout
- Other chronic diseases that can interfere with interpretation of treatment effect or clinical result : cardiovascular diseases, kidney diseases, diabetic neuropathy, dementia, epilepsy
- Interfering factors that can affect correlation between disc narrowing and lumbar intervertebral herniation(laminectomy, compression fracture, spondylolisthesis, abnormal findings from MRI and X-ray, severe stenosis, thickening of yellow ligament, generally severe degeneration
- Other opinions from lumbar MRI images that cannot be classified into normal, bulging, protrusion, extrusion and migration*

*annular tear, sacralization

(Scheffe)를 사용하였으며, 결과값은 소숫점 셋째 자리에서 반올림하였으며, p값은 소숫점 넷째 자리에서 반올림하였다.

III. 결 과

1. 성별 및 연령별 분포

연령분포는 20세부터 68세까지의 분포로 전체 평균 연령은 41.97세였으며 전체 91명 중 남성 43명(48.4%), 여성 48명(51.6%)으로 나타났다. 남성과 여성 모두 30대가 제일 많았으며 30~50대가 전체에서 70% 이상을 차지하였다(Table II).

2. 요추 추간판 간격의 분포 및 분석

요추 추간판 탈출증 정도는 normal, bulging, protrusion, extrusion, migration으로 분류하였다. 요추 추간판 탈출증 정도는 측정 결과 총 143개의 케이스 중에 normal 8개, bulging 42개, protrusion 55개, extrusion 30개, migration 8개로 측정하였다. 각 분류당 요추 추간판 간격(%)의 평균은 normal(31.45), bulging(29.13), protrusion(24.05), extrusion(21.50), migration(20.87)로 측정되었다(Fig. 1, Table III). 전체 케이스의 요추 추간판 간격(%)은 25.24로 측정되었다.

Table II . Distribution of Sex and Age

Age	Male(%)	Female(%)	Total(%)
20~29	4(9.3)	8(16.7)	12(13.2)
30~39	17(39.5)	15(31.3)	32(35.2)
40~49	13(30.2)	10(20.8)	23(25.3)
50~59	6(14)	8(16.7)	14(15.4)
60~69	3(7)	7(14.6)	10(11)

Table III . Distribution of HIVD Severity and Disc Space(%)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum value	Maximum value
					Interval			
					Lower bounding	Upper bounding		
Normal	8	31.45	5.41	1.91	26.93	35.97	22.22	37.67
Bulging	42	29.13	5.36	0.08	27.46	30.80	14.24	43.40
Protrusion	55	24.05	4.65	0.63	22.79	25.30	12.97	38.26
Extrusion	30	21.50	4.10	0.75	19.97	23.02	10.43	31.51
Migration	8	20.87	3.60	1.27	17.86	23.88	14.99	26.51
합계	143	25.24	5.77	0.48	24.29	26.19	10.42	43.41

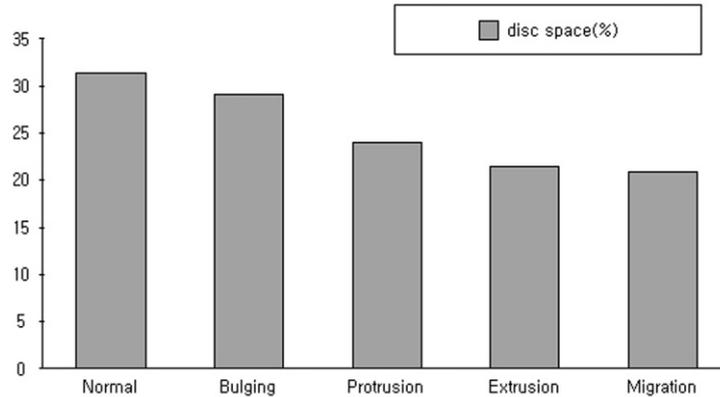


Fig. 1. Measure of disc space(%).

3. 요추 분절에 따른 요추 추간판 탈출의 분포 및 분석

143개의 disc narrowing 진단 중 L1~L2 1개, L2~L3 6개, L3~L4 16개, L4~L5 58개, L5~S1 62개로 구성되어 있다(Table IV).

4. 요추 추간판 간격(%)과 요추 추간판 탈출증 정도와의 상관성

요추 추간판 탈출증 정도에 따른 요추 추간판 간격(%)의 상관성을 ONE-WAY ANOVA를 이용한 통계처리 결과 normal 군과 protrusion 군의 $P=0.003$, normal 군과 extrusion 군의 $p=0.000$, normal 군과 migration 군의 $p=0.001$, bulging 군과 protrusion 군의 $p=0.000$, bulging 군과

extrusion 군의 $p=0.000$, bulging 군과 migration 군의 $p=0.001$ 으로 각각 $p<0.01$ 로 각 요추 추간판 탈출증 정도와 요추추간판 간격(%) 사이에 유의성 있는 결론을 얻을 수 있었다. 반면 normal 군과 bulging 군, protrusion 군과 extrusion 군, protrusion 군과 migration 군 사이에 p 값은 $p>0.01$ 로서 요추 추간판 탈출증 정도와 요추추간판 간격(%) 사이에 유의성은 없었다.

IV. 고 찰

요추 추간판 간격 좁아짐은 L-SPINE X-ray상 요추 추간판 탈출증을 예견하는 진단으로 많이 사용되는 진단으로 L-SPINE MRI를 촬영하게 되는 중요한 지표이다.

Table IV . Distribution of HIVD Severity According to Lumbar Levels

Level	Normal	Bulging	Protrusion	Extrusion	Migration	Total
L1-L2	0	0	1	0	0	1
L2-L3	0	2	2	1	1	6
L3-L4	0	7	6	3	0	16
L4-L5	2	18	25	9	4	58
L5-S1	6	15	21	17	3	62

Table V. Analysis of HIVD Severity and Disc Space(%)

HIVD Severity (1group)	HIVD Severity (2group)	Mean Difference (1-2)	Std. Error	p	95% Confidence Interval	
					Lower bounding	Upper bounding
Normal	Bulging	2.31	1.84	0.81	-3.42	8.05
	Protrusion	7.40	1.80	0.003 [†]	1.78	13.02
	Extrusion	9.95	1.89	0.000 [†]	4.04	15.87
	Migration	10.57	2.38	0.001 [†]	3.14	18.01
Bulging	Normal	-2.32	1.84	0.81	-8.05	3.42
	Protrusion	5.08	0.98	0.000 [†]	2.04	8.13
	Extrusion	7.63	1.14	0.000 [†]	4.08	11.19
	Migration	8.26	1.84	0.001 [†]	2.52	13.99
Protrusion	Normal	-7.40	1.80	0.003 [†]	-13.02	-1.78
	Bulging	-5.08	0.98	0.000 [†]	-8.13	-2.04
	Extrusion	2.55	1.08	0.239	-0.82	5.92
	Migration	3.17	1.80	0.542	-2.45	8.80
Extrusion	Normal	-9.95	1.89	0.000 [†]	-15.87	-4.04
	Bulging	-7.63	1.14	0.000 [†]	-11.19	-4.08
	Protrusion	-2.55	1.08	0.239	-5.93	0.82
	Migration	0.62	1.89	0.999	-5.29	6.54
Migration	Normal	-10.57	2.38	0.001 [†]	-18.01	-3.14
	Bulging	-8.26	1.84	0.001 [†]	-13.99	-2.52
	Protrusion	-3.17	1.80	0.542	-8.80	2.45
	Extrusion	-0.62	1.90	0.999	-6.54	5.29

[†]p<0.01

본 연구는 요추 추간판 간격 좁아짐에 대한 분류 기준을 확립하기한 단계로 요추 추간판 간격을 측정하는 방법에 대한 타당성을 확립하고자 하였다.

기존의 요통 환자에 대한 영상의학적 연구는 여러 논문^{5,7-10)}에서 지속적으로 선행되어 왔으며 이 중 몇몇 논문^{5,7-8)}은 본 논문과 마찬가지로 요추 추간판 간격 좁아짐에 대한 연구를 하였다. 허나 이러한 선행 연구가 요추 추간판 간격 좁아짐의 분류기준을 제시하지 못하였으며, 분류 기준을 제시한 논문은 퇴행성 진단 기준인 Lawrence classification¹¹⁾을 요추 추간판 간격 진단 기준으로 사용하여 새로운 진단 기준을 확립하지 못하였으며, 제시한 진단 기준과 요추 추간판 탈출증 정도에 대한 연구 결과가 없어서 아쉬움을 남겼다.

이를 세밀히 측정하고 분류하는 의미 있는 진단으

로 사용하는 방법은 연구가 되어 있지 않아 새로운 진단 기준을 제시하기 위한 첫걸음으로 요추 추간판 간격 좁아짐의 측정 방법을 제시하고, 요추 추간판 탈출증 정도와의 연관성을 알아보았다.

이에 Hong CH¹²⁾과 Cho BH¹³⁾가 사용한 측정 기법을 혼용하여 추체의 길이는 앞, 중간, 뒤의 3부분으로 나누어서 측정을 하였으며, 단순 길이 뿐만 아니라 추간판 기준 하단 추체의 상단면의 길이를 기준으로 %를 구하여서 추간판의 길이/하단추체 상단면의 길이로 결과를 도출한 뒤 앞, 중간, 뒤로 측정을 한 뒤 이를 평균내어서 요추 추간판 간격(%) 값을 도출하였다. 기존에 추체와 추체 사이에 간격만을 확인하는 측정 방법을 사용하였으나 사람 마다 요추 추간판 간격이 다르므로 절대적인 디스크 간격과 비교하는 것은 의미가 적다. 때문에 개개인의 조건을 더하고자

하단추체 상단면의 길이를 분모로 하여 나누는 방법을 택하였으며, 단순히 추체간 한 부위에 길이만이 아니라 3부위를 측정하여 평균을 내어서 좀 더 정확하고 표준화된 측정 방법을 만들기 위함이다.

본 연구에서는 이와 같은 요추 추간판 간격 측정법을 제시함과 동시에 이 측정법의 타당성을 검사하고자, 요추 추간판 탈출증 정도와의 요추 추간판 간격을 ONE-WAY ANOVA를 통해서 상관성을 입증하였다. 요추 추간판 탈출증은 대표적인 분리법인 bulging, protrusion, extrusion, migration의 4가지 분리법을 사용하였으며, 여기에 normal 소견을 더하여 5가지로 분류하였다. normal 과 bulging 군의 경우 요추 추간판 탈출증의 상위 진단인 protrusion, extrusion, migration군과 모두 $P<0.01$ 로 매우 높은 유의성을 보였다. 이를 통해서 본 연구에서 사용한 요추 추간판 간격을 측정하는 방법은 요추 추간판 간격을 분류하는 도구로서 타당성이 매우 높은 것으로 보인다. 또한 각 군의 평균 요추 추간판 간격(%)의 평균이 normal 군에서 가장 높고, migration군에서 가장 낮은 모습을 보여줌으로서 요추 추간판 탈출증의 정도와 요추 추간판 간격(%)과의 관계가 반비례하는 것을 보인다. 향후 L-spine x-ray에서 요추 추간판 간격을 측정하여 이것을 통해 디스크 탈출정도를 예상해 볼 수 있을 것이다.

기존 연구 중 요추 추간판 간격 측정에 대한 연구가 확립되지 않아, 좀 더 심도 깊은 연구가 진행되지 못하였으나, 또한 이번 연구로 한달 정도의 기간만을 설정하여 측정을 한 결과 143건의 사례를 가지고 진행을 하였다. 각 요추 레벨별 추간판 간격을 따로 연구하는 것이 좀 더 발전된 결과를 얻었겠으나, L1-L2, L2-L3의 경우 취합된 사례 수가 너무 적어서 진행 할 수 없었다. 향후 본 연구를 토대로 좀 더 많은 사례를 대상으로 요추 추간판 간격 측정의 기준으로 삼아서 각 요추 추간판 간격마다, 요추 추간판 탈출증 진단인 bulging, protrusion, extrusion, migration에 대한 표지 인자로 사용 여부 가능성에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

V. 결 론

2013년 10월 1일부터 10월 31일까지 자생한방병원 요통을 주소로 내원한 환자 중 L-SPINE MRI(Magnetic Resonance Imaging, MRI)와 L-SPINE X-ray를 같은 날짜에 촬영을 실시한 결과 L-SPINE X-ray 상 disc narrowing을 진단 받은 환자 113명을 대상으로 영상을 분석을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 연령은 41.97세였으며 전체 91명 중 남성 43명(48.4%), 여성 48명(51.6%)으로 나타났다.
2. 총 143개의 케이스 중에 요추 추간판 탈출증 정도는 측정 결과 normal 8개, bulging 42개, protrusion 55개, extrusion 30개, migration 8개로 측정하였다. 각 분류당 요추 추간판 간격(%)의 평균은 normal(31.45), bulging(29.13), protrusion(24.05), extrusion(21.50), migration(20.87)로 측정되었다. 전체 케이스의 요추 추간판 간격(%)은 25.24로 측정되었다.
3. 143개의 disc narrowing 진단 중 L1~L2 1개, L2~L3 6개, L3~L4 16개, L4~L5 58개, L5~S1 62개로 구성되어 있다.
4. normal 과 bulging군이 protrusion, extrusion, migration군과 모두 $p<0.01$ 로 매우 높은 유의성을 보였다. normal 군과 bulging 군의 상관성과, protrusion 군과 extrusion 군, protrusion 군의 상관성에서는 $p>0.01$ 로서 유의성은 없었다.

VI. 참고문헌

1. 신영일, 이현, 이병렬. 요추 추간판 탈출증 재발에 관한 통계적 연구. 대한침구학회지. 2001; 18(6):44-52.
2. 문형철, 황우준, 이진목, 조남근, 강성도, 조재운, 장병선, 진경선. 早期韓方治療를 시행한 腰椎髓核脫出證患者의 C-T 상 5-7년 후의 椎間板의 變化. 대한침구학회지. 2001;18(4):1-12.
3. 서진석. 척추질환의 CT 및 MRI 진단법. 대한통증학회지. 1996;9(2):307.
4. 이승덕. 한방병원 요통환자의 X-선 소견에 관한 고찰. 대한침구학회지. 1999;16(1):57-86.
5. 김은영, 김영옥, 이경민, 김주연, 김효은, 강영화, 서정철, 임성철, 한상원. 좌측요통 환자에서 X-ray 상 narrowing 과 CT상 HIVD와의 연관성 분석. 대한침구학회지. 2002;19(6): 125-33.
6. 김은국, 최현진. 요추 추간판 탈출증에서 단순 방사선과 자기공명영상 소견의 비교. 경희의학. 1999;15(2):170-5.
7. 김한겸, 김석, 반효정, 윤현석, 염선규, 홍순성. 요통환자에 있어서 방사통과 영상의학검사 소견상의 연관성 분석. 척추신경추나의학회지. 2009;4(1):95-102.
8. 고필성, 이원일, 조병진, 권신애, 이정우, 김민정, 서병관, 우현수, 백용현, 김재규, 박동석. 요추추부 염좌로 진단된 급성 요통 환자의 방사선학적 소견과 치료기간에 대한 임상적 고찰. 대한침구학회지. 2010;27(4):19-28.
9. 이승덕. 한방병원 요통환자의 X-선 소견에 관한 고찰. 대한침구학회지. 1999;16(1): 57-86.
10. 전재윤. 요추 전만 각도와 요추 추간판 탈출증의 상관성 분석. 척추신경추나의학회지. 2012; 7(2):83-90.
11. JS. Lawrence. Disc degeneration its frequency and relationship to symptoms. Ann Rheum Dis. 1969;28:121-38.
12. Hong CH. Measurement of the Normal Lumbar Intervertebral Disc Space Using Magnetic Resonance Imaging. Asian Spine J. 2010;4(1):1-6.
13. Cho BK. The relationship between disc degeneration, disc space narrowing and Low Back Pain after Microscopic Discectomy. Kor J Spine. 2006;3(3):162-5.