요통 환자의 요추 불안정에 따른 자기공명영상 소견의 임상적 의의

계명대학교 의과대학 재활의학교실, [1]영상의학교실

박 기 영·김 영 현·이 성 문[1]

Clinical Significance of Magnetic Resonance Image Findings according to the Lumbar Spine Instability of Patients with Lower Back Pain

Gi Young Park, M.D., Young Hyun Kim, M.D. and Sung Moon Lee, M.D.[1]

Departments of Rehabilitation Medicine and [1]Radiology, Dongsan Medical Center, Keimyung University School of Medicine

Objective: The purpose of this study was to examine the clinical significance of magnetic resonance(MR) image findings according to the lumbar spine instability of patients with lower back pain.

Method: Total 35 patients with lower back pain underwent lateral flexion and extension radiographs of the lumbar spine as well as MR image. The L3-4, L4-L5, and L5-S1 levels were examined. Horizontal and angular displacements in dynamic radiograph of lumbar spine were used to assess the instability of lumbar spine. MR images were used to evaluate the abnormalities of intervertebral disc, change of adjacent bone marrow, annular tear, disc herniation, and presence of osteophyte.

Results: Of the 105 segments, 64 (61.0%) were unstable. Among the 64 unstable segments, 28 were at the L5-S1 level and 21 were at the L4-5 level, respectively. These unstable segments showed higher degree of disc degeneration and more traction osteophyte than the stable segments. No correlation was found between segmental lumbar instability and other findings of MR image.

Conclusion: For the assessment of lumbar spine instability, dynamic radiographs should be considered in patients with higher degree of disc degeneration or presence of traction osteophyte seen in MR image. **(J Korean Acad Rehab Med 2006; 30: 40-44)**

Key Words: Lumbar spine, Lumbar spine instability, Dynamic radiograph, Magnetic resonance image

서 론

요추는 척추의 한 부분으로 신체 하중을 지탱하고, 체간의 굴곡과 신전 운동의 90% 이상을 담당한다. 요추의 가동 범위는 일반적으로 연령 증가에 따라 감소하나 요추에 감염, 외상 및 추간판 탈출 등이 발생하면 정상적인 가동 범위를 초과하는 불안정이 발생할 수 있다.[11] 이러한 요추 불안정은 현재까지 개념이 일치되지 못한 상태로서 일반적으로 요추 분절 강직의 소실(loss of stiffness)로 정의한다.[3,8,15]

요추 굴곡 때에는 극간 인대, 극상 인대 및 요추간판에, 요추 신전 때에는 전종 인대, 황색 인대 및 관절낭에 과도한 긴장이 가해진다.[4] 요추에 정상 가동 범위를 초과하는 불안정이 발생하는 경우 가중된 압력에 의해 요추 주위 인대가 기능을 소실하며 척추체, 요추간판 및 관절낭 등 주위 구조물의 퇴행성 변화가 동반되어 척추 분리와 전위로 진행하는 것으로 알려져 있다.[1,4,8,19] 또한 요추 불안정은 요통과 하지 방사통, 하지 근력과 감각 기능의 저하 및 보행 능력 감소 등과 직접적인 관련이 있다.[8,17,24]

본 연구는 요통 환자에서 요추간판 변성, 요추간판 탈출증, 섬유륜의 손상, 골단 변성 및 요추 뼈돌기 등 요추 주위 구조물의 이상 유무를 자기 공명 영상 검사를 통해 진단하고 요추 불안정과의 연관성 유무와 임상적 의의를 확인하고자 하였다.

접수일: 2005년 9월 12일, 게재승인일: 2005년 12월 7일
교신저자: 김영현, 대구시 중구 동산동 194번지
㉾ 700-712, 계명대학교 의과대학 재활의학교실
Tel: 053-250-7947, Fax: 053-250-7268
E-mail: re@dsmc.or.kr

연구대상 및 방법

1) 연구대상

2002년 7월부터 2005년 2월까지 계명대학교 동산의료원 재활의학과에 요통을 주소로 내원한 환자들 중 척추주위 외상, 감염, 수술 및 종양 등의 과거력이 있는 경우를 제외한 35명을 대상으로 하였다. 환자의 평균 연령은 59.1세(28～73세)였고, 성별 분포는 남자 14명, 여자 21명이었다.

2) 연구방법

요추 불안정성은 Dupuis 등[4]의 방법에 따라 최대 굴곡과 신전 때 각각의 수평 전위(horizontal displacement)와 굴곡

때 각 전위(angular displacement) 3가지 요소로 구분하여 평가하였고 이중 하나 이상에서 비정상을 보인 경우 요추 불안정이 있는 것으로 정의하였다. 환자는 횡와위에서 최대한 요추 굴곡과 신전 자세를 취하게 한 후 요추 측면 단순 방사선 촬영을 시행하였고 요추 3번에서 천추 1번까지 각각의 수평 전위와 최대 굴곡 때 각 전위를 구하였다. 수평 전위는 척추 종판의 후방 구석을 연결한 선(A)과 평행한 선(C)을 상위 척추의 하방 구석에서 작도하여 거리(AO or RO)를 구한 후 상위 척추의 너비(W)로 나눈 값을 백분율로 계산하여 평가하였다. 각 전위는 척추 종판 후방 구석을 연결한 선(A)과 수직을 이루는 선(B)을 작도하고, 상위 척추에서 동일한 방식으로 선(a, b)들을 작도하여 두 선(B, b)이 이루는 각을 구하였다(Fig. 1). 요추 3번과 요추 4번, 요추 4번과 요추 5번 분절은 최대 굴곡 때 8% 이상, 최대 신전 때 9% 이상 수평전위 되는 경우에 요추 불안정으로 진단하였다. 요추 5번과 천추 1번 분절은 최대 굴곡 때 6% 이상, 최대 신전 때 9% 이상 수평전위되는 경우에 요추 불안정으로 진단하였다. 또한 각 전위는 요추 신전 때 불안정 기준이 없어 평가하지 않았고, 요추 3번과 요추 4번, 요추 4번과 요추 5번 분절은 최대 굴곡 때 -9° 이상, 요추 5번과 천추 1번 분절은 최대 굴곡때 1°인 경우에 요추 불안정으로 진단하였다.

요추 자기공명영상은 Magnetom 1.5T imaging system (Siemens, Germany)을 이용하여 촬영하였다. 축상면과 시상면에서 각각 T1 강조영상(TR/TE, 600/12 ms)과 T2 강조영상(TR/TE, 4200/112 ms)을 4 mm 간격으로 얻은 후 환자의 병력과 이학적 검사에 대한 정보를 알지 못하는 근골격계 방사선 전문의가 판독하였다. 추간판 변성은 Thompson 등[22]의 방법에 따라 1단계에서 5단계로 분류하였다(Appendix). 추간판 탈출의 형태는 Kaplan[9]의 방법에 따라 팽윤, 돌출 및 탈출로 구분하였다. 골단 변성은 T1과 T2 강조영상에서 관찰되는 골단의 신호 강도에 따라 Modic 1형, 2형, 3형의 3단계로 분류하였다.[14] 요추 뼈돌기는 견인형(traction type)과 갈퀴형(claw type), 부정형(indeterminate type)으로 구분하였다.[7,13] 섬유륜 손상은 T2 강조 영상에서 섬유륜 부위 신호 강도가 증가된 경우 진단하였다.[3,20]

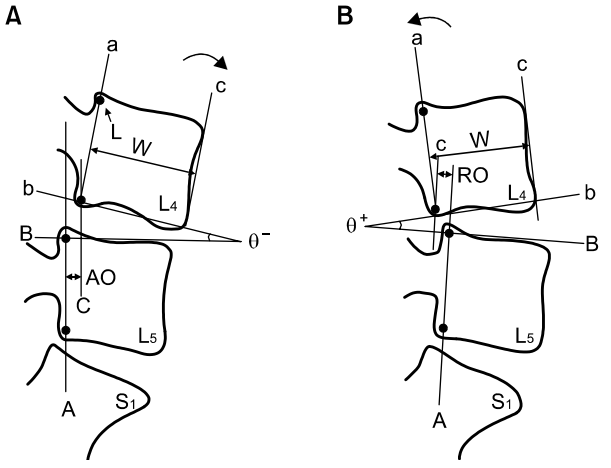

Fig. 1. Measurement technique of Dupuis, et al.[4] AO represented anterior translation, and RO reflected retrolisthesis. W was the width of the listhetic vertebra. Angle changes were measured by drawing perpendicular lines (b and B) to the posterior body line (a and A).

통계분석은 SPSS version 11.0을 이용하였고, 통계적 유의성은 $p<0.05$ 수준으로 하였다. 요추의 불안정성 유무와 자기공명영상 검사 소견과는 Mann-Whitney U test와 chi-square 검증을 사용하여 분석하였다.

결 과

1) 요추 불안정의 빈도

요추 불안정은 총 105개의 분절 중 요추 5번과 천추 1번 분절이 28례(26.6%), 요추 4번과 5번이 21례(20.0%), 요추 3번과 4번이 15례(14.2%) 순으로 관찰되었다(Table 1). 요추 불안정 평가 방법에 따른 불안정의 빈도는 신전 때 수평전위 37례, 굴곡 때 수평 전위 31례 및 굴곡 때 각 전위 8례 순으로 관찰되었고, 각각의 불안정성이 중복되어 관찰되는 경우도 있었다(Table 2).

Table 1. Prevalence of Lumbar Spine Instability according to the Lumbar Segment Level

Level	Stable segment (n=41)	Unstable segment (n=64)	Total
L3-4	20 (57.1)	15 (42.9)	35 (100.0)
L4-5	14 (40.0)	21 (60.0)	35 (100.0)
L5-S1	7 (20.0)	28 (80.0)	35 (100.0)

Values are number of cases (%).

Table 2. Types of Lumbar Spine Instability according to the Lumbar Segment Level

Level	Type of instability		
	Horizontal instability on flexion (n=31)	Horizontal instability on extension (n=37)	Angular instability on flexion (n=8)
L3-4	8	7	2
L4-5	9	11	4
L5-S1	14	19	2

Values are number of cases.

2) 요추부 불안정 유무에 따른 자기공명영상 소견 비교

요추간판 변성은 불안정 요추 분절에서 58례, 안정 요추 분절에서 36례가 관찰되었다. 불안정 요추 분절에서 4단계 6례(9.3%), 5단계 7례(10.9%) 빈도로 요추간판 변성이 관찰되어 안정 요추 분절의 4단계 2례(4.8%), 5단계 1례(2.4%)에 비해 유의하게 변성의 정도가 심하였다(Table 3). 검사를 시행한 총 105개의 요추 분절 중 추간판 탈출 70례, 골단 변성 57례, 뼈돌기 91례, 및 섬유륜 손상 30례가 관찰되었다. 견인형 뼈돌기가 불안정 요추 분절에서 13례가 관찰되어 안정 요추 분절의 5례에 비해 유의하게 많았으나 추간판 탈출 형태, 골단 변성, 및 섬유륜 손상은 두 군간에 차이가 없었다(Table 4).

Table 3. Magnetic Resonance Image Assessment of Disc Degeneration according to Lumbar instability

Disc degeneration	Stable segment (n=41)	Unstable segment (n=64)
Grade I	19 (46.3)	28 (43.7)
Grade II	11 (26.8)	12 (18.7)
Grade III	3 (7.3)	5 (7.8)
Grade IV	2 (4.8)	6 (9.3)*
Grade V	1 (2.4)	7 (10.9)*

Values are number of cases (%).
*$p < 0.05$

Table 4. Magnetic Resonance Image Abnormalities according to Lumbar Instability

Magnetic resonance image abnormalities		Stable segment (n=41)	Unstable segment (n=64)
Herniated disc	Bulging	11 (26.8)	16 (25.0)
	Protrusion	12 (29.2)	19 (29.6)
	Extrusion	7 (17.0)	15 (23.4)
Marrow changes	Modic[1)] I	15 (36.5)	17 (26.5)
	Modic II	4 (9.7)	6 (9.3)
	Modic III	5 (12.1)	10 (15.6)
Osteophyte	Traction	5 (12.1)	13 (23.4)*
	Claw	13 (31.7)	17 (26.5)
	Indeterminate	15 (36.5)	28 (43.7)
Annular tear		11 (26.8)	19 (29.6)

Values are number of cases (%).
1. Modic: Modic's classification of bone marrow change
*$p < 0.05$

고 찰

현재 요추 불안정성 평가에는 방사선학적 방법이 흔히 사용되고 있으며, 최대 신전과 굴곡 상태에서 요추부 단순 방사선 촬영을 하여 획득한 영상에서 각 요추 분절별로 수평 전위와 각 전위를 측정하고 요추 불안정 유무와 정도를 평가하게 된다.[2,3,6,16] 그러나 현재 요추 불안정에 대한 확립된 기준이 방사선학적 평가에서 없는 상태이다. Hayes 등[6]은 4 mm를 기준으로, Murata 등[16]은 15°의 각 전위를 안정성 기준으로, Iguchi 등[8]은 수평 전위를 전방과 후방으로 구분하여 전, 후방 수평 전위의 차가 3 mm 이상이거나 각 전위가 10° 이상인 경우 불안정으로 정의하여 저자에 따라 다양한 진단 기준을 사용하였다.

본 연구는 실측값을 이용하여 요추 불안정을 평가할 경우 방사선 촬영 배율에 따라 오차가 발생할 수 있으므로 Dupuis 등[4]이 제시한 방법에 따라 각 요추 분절 전위의 정도를 상위 분절로 나눈 후 백분율을 구하여 평가하였다. 또한 환자의 통증을 감소시켜 최대 요추 굴곡과 신전을 유도하기 위해 횡와위 자세에서 검사를 시행하였다.[23]

요추 부위 굴곡과 신전 운동은 65%가 요추 5번과 천추 1번 분절에서 발생하며 요추 4번과 5번에서 20%, 그 외 척추 관절에서 5%를 담당하는 것으로 알려져 있다.[21] 본 연구에서도 요통 환자에서 요추 5번과 천추 1번 분절 불안정성의 빈도가 가장 높게 나타나 요추 5번과 천추 1번 관절이 요추의 안정성 유지에 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다.

자기공명영상 기법의 발전은 요추 질환의 평가에 많은 발전을 이루었으며, 요추 불안정 원인과 병태생리, 요추 불안정에 따른 추간판의 변성과 탈출과 같은 추간판의 변화에 대한 연구가 행해지고 있다. Murata 등[16]은 추간판의 프로테오글리칸(proteoglycan), 아교섬유(collagen) 및 수분 등이 추간판의 변성 및 요추 불안정과 관련이 있다고 보고하였다. Kazarian[10]은 추간판 변성이 진행할수록 추간판의 내부 균열이 심해지고, 점성 탄력성이 감소하여 요추 분절의 안정성에 영향을 준다고 주장하였다. 또한 Fujiwara 등[5]은 요추 분절의 운동 범위와 추간판의 변성 정도와의 관련성을, Morgan과 King[15]은 요추의 불안정이 추간판 변성을 시사하는 척추 표면의 경화(sclerosis)와 척추 경계부위의 골극화(lipping) 소견보다 선행하며, 추간판 변성과 요추 분절 불안정간의 관계를 초기 추간판 변성(incipient disc degeneration)으로 정의하였다. 본 연구에서도 요추간판 변성의 정도는 요추 분절 불안정의 빈도와 유의한 관련성을 나타내어 다른 연구와 동일한 결과를 나타내었다.

요추 불안정 때 나타나는 통증은 섬유륜 손상에 따른 육아조직 형성과 신경 말단 자극, 손상에 의한 직접적 통각수용기 자극 및 추간판 통증 등과 관련이 있다고 알려져 있

다.[25] Bräm 등[3]은 60명의 환자를 대상으로 요추 자기공명영상과 단순 방사선 검사를 시행하여 섬유륜 손상과 요추 분절 불안정과의 관련성을 주장하였다. 그러나 본 연구에서 요추 분절 불안정과 섬유륜 손상의 관련성은 확인할 수 없었으며 섬유륜 손상 중 방사형 파열이 요통과 요추 불안정과 관련이 있다는 보고가 있어[25] 향후 섬유륜 손상 형태에 따른 요추 불안정과의 관련성에 대해 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

골단 변성과 추간판 변성과의 관련성은 알려져 있으나 요추 불안정과의 연구는 부족한 상태이다. Lang 등[12]은 33명의 척추 고정술을 시행한 환자를 대상으로 요추 불안정과 골단 변성간에 관련성이 있다고 주장하였으나, Modic 등[14]은 골단 변성이 임상적으로 의미가 없다는 상반된 보고를 하였다. 본 연구에서는 요추 분절 불안정과 골단 변성간에 관련성을 확인할 수 없었다.

Macnab[13]는 추간판과 척추체 경계부에서 추간을 침범하지 않으면서 3~4 mm의 크기로 발생하는 뼈돌기를 견인형으로 정의하였고, 견인형 뼈돌기는 섬유륜 가장자리에 견인 압력의 증가로 인해 발생하며, 요추 불안정과 관련이 있다고 주장하였다. 또한 Pate 등[18]은 두껍고 굽은 형태의 갈퀴형 뼈돌기가 추간판 변성과 관련이 있다고 주장하였다. 본 연구에서 견인형 뼈돌기는 요추 불안정과 관련성이 있었으나 다른 형태의 뼈돌기는 관련성이 없었다.

본 연구의 제한점은 요추의 불안정성에 대한 방사선학적 진단 기준이 확립되어 있지 않아 각기 다른 기준을 적용한 과거 연구와의 비교와 분석이 이루어지지 않았고 한국인의 인종적 특성과 성별간의 차이를 고려하지 못했다. 따라서 향후 한국인의 특성과 성별간의 차이를 감안하여 요추 분절 안정성 평가에 대한 방법과 진단 기준 수립을 위한 노력이 필요하고, 요통이 없는 정상인을 대상으로 요추 불안정 유무에 따른 자기공명영상 소견 차이에 대한 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

요통 환자의 자기공명영상에서 요추간판의 변성이나 견인형 뼈돌기가 관찰되는 경우 요추 최대 굴곡과 신전 측면 단순 방사선 검사를 시행하여 요추 불안정에 대한 평가가 필요할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1) 방문석, 한태륜, 최중경, 김상준, 곽재문, 조영진: 정상 성인의 3차원 동작 분석법에 의한 요추부 분절별 관절 운동 범위. 대한재활의학회지 2003; 27: 424-432
2) Bernick S, Walker JM, Paule WJ: Age changes to the annulus fibrosus in human intervertebral discs. Spine 1991; 16: 520-524
3) Bräm J, Zanetti M, Min K, Hodler J: MR abnormalities of the intervertebral disks and adjacent bone marrow as predictors of segmental instability of the lumbar spine. Acta Radiol 1998; 39: 18-23
4) Dupuis PR, Yong-Hing K, Cassidy JD, Kirkaldy-Willis WH: Radiologic diagnosis of degenerative lumbar spinal instability. Spine 1985; 10: 262-276
5) Fujiwara A, Tamai K, An HS, Kurihashi A, Lim TH, Yoshida H, Saotome K: The relationship between disc degeneration, facet joint osteoarthritis, and stability of the degenerative lumbar spine. J Spine Disord 2000; 13: 444-450
6) Hayes MA, Howard TC, Gruel CR, Kopta JA: Roentgenographic evaluation of lumbar spine flexion-extension in asymptomatic individuals. Spine 1989; 14: 327-331
7) Heggeness MH, Doherty BJ: Morphologic study of lumbar vertebral osteophytes. South Med J 1998; 91: 187-189
8) Iguchi T, Kanemura A, Kasahara K, Sato K, Kurihara A, Yoshiya S, Nishida K, Miyamoto H, Doita M: Lumbar instability and clinical symptoms: which is the more critical factor for symptoms: sagittal translation or segmental angulation? J Spinal Disord Tech 2004; 17: 284-290
9) Kaplan PA: Spine. In: Kaplan PA, Helms CA, Dussault R, Anderson MW, Major NM, editors. Musculoskeletal MRI, 1st ed, Philadelphia: Saunders, 2001, pp279-332
10) Kazarian LE: Creep characteristics of the human spinal column. Orthop Clin North Am 1975; 6: 3-18
11) Komori H, Shinomiya K, Nakai O, Yamaura I, Takeda S, Furuya K: The natural history of herniated nucleus pulposus with radiculopathy. Spine 1996; 21: 225-229
12) Lang P, Chafetz N, Genant HK, Morris JM: Lumbar spinal fusion. Assessment of functional stability with magnetic resonance imaging. Spine 1990; 15: 581-588
13) Macnab I: The traction spur. An indicator of segmental instability. J Bone Joint Surg Am 1971; 53: 663-670
14) Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR: Degenerative disc disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. Radiology 1988; 166: 193-199
15) Morgan FP, King T: Primary instability of lumbar vertebrae as a common cause of low back pain. J Bone Joint Surg Br 1957; 39: 6-21
16) Murata M, Morio Y, Kuranobu K: Lumbar disc degeneration and segmental instability: a comparison of magnetic resonance images and plain radiographs of patients with low back pain. Arch Orthop Trauma Surg 1994; 113: 297-301
17) Paris SV: Physical sign of instability. Spine 1993; 18: 2075-2078
18) Pate D, Goobar J, Resnick D, Haghighi P, Sartoris DJ, Pathria MN: Traction osteophytes of the lumbar spine: radiographic-pathologic correlation. Radiology 1988; 166: 843-846
19) Posner I, White AA 3rd, Edward WT, Hayes WC: A bio-

mechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and lumbosacral spine. Spine 1982; 7: 374-389
20) Schellhas KP, Pollei SR, Gundry CR, Heithoff KB: Lumbar disc high-intensity zone. Correlation of magnetic imaging and discography. Spine 1996; 21: 79-86
21) Sinaki M, Mokri B: Low back pain and disorders of the lumbar spine. In: Braddom RL, editor. Physical medicine and rehabilitation, 2nd ed, Philadelphia: Saunders, 2000, pp853-893
22) Thompson JP, Pearce RH, Schechter MT, Adams ME, Tsang IK, Bishop PB: Preliminary evaluation of a scheme for grading the gross morphology of the human intervertebral disc. Spine 1990; 15: 411-415
23) Wood KB, Popp CA, Transfeldt EE, Geissele AE: Radiographic evaluation of instability in spondylolisthesis. Spine 1994; 19: 1697-1703
24) Yamamoto I, Panjabi MM, Crisco T, Oxland T: Three-dimensional movements of the whole lumbar spine and lumbosacral joint. Spine 1989; 14: 1256-1260
25) Yu S, Haughton VM, Sether LA, Ho KC, Wagner M: Criteria for classifying normal and degenerated intervertebral disks. Radiology 1989; 170: 523-526

Appendix. Description of the Thompson, et al.[22]'s Morphologic Grade

Grade	Nucleus	Anulus	End-plate	Vertebral body
I	Bulging	Discrete fibrous lamellas	Hyaline uniformly thick	Margins rounded
II	White fibrous tissue peripherally	Mucinous material between lamellas	Thickness irregular	Margins pointed
III	Consolidated fibrous tissue	Extensive mucinous infiltration; loss of anular-nuclear demarcation	Focal defects in cartilage	Early chondrophytes or osteophytes at margin
IV	Horizontal clefts parallel to end-plate	Focal disruptions	Fibrocartilage extending from subchondral bone; irregularity and focal sclerosis in subchondral bone	Osteophyte less than 2 mm
V	Clefts extend through nucleus and anulus		Diffuse sclerosis	Osteophyte greater than 2 mm