

퇴행성 경추 질환의 임상 및 MRI소견 분석

이화여자대학교 의과대학 신경외과학교실
박 향 권

= Abstract =

Clinical Correlation and MRI Findings in the Cervical Degenerative Diseases

Hyang Kwon Park

Department of Neurosurgery, Medical College, Ewha Womans University

Objectives : The multifactorial character of cervical spondylotic myelopathy indicates a probable onset and progression of this disease as well as a diversity of clinical manifestations.

Patients admitted with the clinical symptomatology of a progressive myelopathy associated with radiologic findings compatible with spondylotic degeneration of the cervical spine and who manifest appropriate neurophysiological abnormalities should be considered as candidates for surgical treatment. For several decades, both anterior and posterior spinal decompressive procedures have been performed who are generally being informed before the operation that the aim of surgery is to stabilize their neurologic condition and that actual improvement often cannot be expected.

Methods : A retrospective analysis of 42 patients admitted to the Dong Dae Moon hospital utilizing MRI, CT in small amount to make diagnosis and surgical indication of degenerative cervical spine lesions was undertaken. Almost all patients were taken T1 Weighted Image(T1W1), T2 Weighted Image(T2W1) and gradient echo image on 1.5 Tesla unit. All patients could be evaluated the extent and degrees of disc herniation, osteophytes and cord compression.

Results : A focal area of High-Signal-Intensity(HSI) was observed on T2W1 in 15 patients with myelopathy predominantly. HSI was diminished postoperatively in the patients who improved clinically, remained and unchanged who didn't improve.

Conclusion : In this study, MRI with high resolution images in the initial procedure of choice of degenerative cervical spine lesion was important on the decision making of the patients. Furthermore high signal of the spinal cord by the compressive lesions appear to be an important indicator for predicting prognosis of patients with myelopathy

KEY WORDS : Magnetic resonance image · High signal intensity · Cervical myelopathy.

서 론

점차 고령화되면 경추 주변부에도 퇴행성 변화가 일

어나는데 추간판의 변성전위 및 섬유륜이완(slackening)으로 추체의 골 증식증(osteophytosis), 분절성 불안정(segmental instability)이 초래되어 주변조직을

대상 및 방법

물리적으로 압박하고 골단관절(apophyseal joint)의 변형으로 경직성이 증가되거나 과운동은 초래하여 여러 임상 증후군을 유발하게 된다¹⁾²⁾. 이러한 척수병증은 조직학적 병변이 비교적 일정한 부위에 발생되는데 주 변화는 척수의 측주(lateral column), 특히 피질 척수로(corticospinal tract)의 수초탈락(demyelination) 및 변성변화이고 전주(anterior column)에는 별변화가 없으며 전근, 후근(anterior and posterior root)의 위축성 변위 및 전각세포에도 일부병증을 유발하게 된다³⁾. 최근 핵자기 공명 촬영(MRI) 기법의 발전으로 경추와 경수의 해부학적 구조를 비침습적으로 정확하게 관찰할 수 있게 되어 척수내 병소뿐 아니라 척추관내의 압박병소로 인한 척수의 압박정도까지 볼 수 있게 되었다⁴⁾⁵⁾⁶⁾. 기존의 보고는⁷⁾⁸⁾ 임상소견이 퇴행성 경추 질환자의 수술전·후의 판정인자로 고려되었으나 Takahashi⁹⁾등은 척추관이나 척수가 만성적으로 압박되었을 때 T2 MR영상에서 증가된 국소음영을 발견하고 척수연화증의 원인이라고 하였으며 이는 척수병증의 예후와 상호연관이 있음을 보고하였다. 수술적인 요법으로는 추체제거, 수핵제거 및 골융합술, 광범위한 추궁 절제술 및 추궁성형술이 있으며 점차 고령인구의 증가로 최근 경추 퇴행성 질환자의 증가가 예상되는바 본 교실에서 입원하고 수술받은 42례의 퇴행성 경추질환자의 임상소견과 MRI소견을 분석하여 수술의 적응점, 예후, MR소견의 의의에 대해 문헌고찰과 분석하여 보았다.

본 동대문병원 신경외과에서 93년 9월부터 96년 8월 까지 입원하여 수술받은 42례를 대상으로 하였다. 수술 당시의 연령, 성별, 증상등 임상상태를 조사하고 단순 방사선 촬영, 전산화 단층촬영(CT)이나 핵자기 공명 촬영(MRI)을 시행하여 원인질환, 침범부위, 척수압박율(co-mpression ratio)을 조사하였으며 수술전 및 원격추적기간동안 척수손상 정도와 신체 실능력 정도에 기초를 둔 Harsh scale에 의한 분류법¹⁰⁾으로 여러 인자들과 상황관계에 따라 회복정도를 Grade 0에서 V로 분류하였다(Table 1). MRI기기는 1.5Tesla 초전

Table 1. Harsh grading scale

Grade 0 : No evicence of myelopathy
Grade I : Able to run, but abnormal strength, tone, or reflex on examination
Grade II : Difficulty in running or climbing stairs.
Grade III : Difficulty in walking
A : independent but unsteady
B : Requires cane
C : Requires walker or assistance
Grade IV : Difficulty standing
Grade V : Paraplegia
Subscript 0 : Continent of urine and stool, voids spontaneously
Subscript 1 : Minor sphincter disturbance
Subscript 2 : Requires catheterization



Fig. 1. Classification of compressed deformities in the cervical cord on the sagittal T2-weighted MRI ; Left : degree I Center : degree II Right : degree III.

도형 장치(Magnetom Vision, Siemens, Germany)를 surface coil을 사용하였으며 field of view(FOV)는 180~256개였으며 thickness/gap은 3~5mm/1mm였다.

대부분 환자에서 T1강조영상(TR/TE : 400~600 msec/30msec), T2 강조영상(TR/TE : 2000~2500 msec/60~80msec)과 gradient echo영상(TR/TE : 200msec/12~15msec), flip angle : 12~15°)을 함께 얻었으며 횡단면은 T1W1, T2W1모두에서 얻었다.

MRI소견의 평가는 척추관의 압박정도에 따라 4등급으로 분류하였다(Fig. 1)⁹⁾.

Degree 0(D-0) : No thecal sac compression

Degree 1(D-1) : Minimal degree of subarachnoid space and cord compression(<10%)

Degree 2(D-II) : Mild cord compression(10~35%)

Degree 3(D-III) : Severe cord compression or cord atrophy(>30%)

수술은 전방경유법으로 Smith-Robinson 식 골간 융합술이나 추체제거술, 후방 경유법으로 추궁절제술 및 추궁 성형술로 분류하고 수술후 임상상태는 Harsh scale법으로 하였다.

결 과

1. 임상상태

조사대상 42례에서 남자 30례(71%), 여자 12례(29%)로 남자에서 많았고, 연령별로 60대 14례(33%)로 가장 많았으며 50대 10례(24%), 40대 9례(21%), 70대 6례(14%)였다(Table 2).

수술전 증상은 경추부 동통 2례, 신경근 병변 23례(52%), 척수병증 17례(43%)로 신경근 병변 질환자가 많았으며 기왕력상 자발성으로 발견한 경우는 37례(88

Table 2. Clinical data of patients, age and sex(n=42)

		No	Percent
Sex	Male	30	71%
	Female	12	29%
Age	31 - 39	3	8%
	40 - 49	9	21%
	50 - 59	10	24%
	60 - 69	14	33%
	70 - 79	6	14%

%), 골절이 없는 경추부 외상으로 5례였다.

진단방법은 핵자기 공명으로 38례(90%)였고, 전산화 단층 촬영은 주로 외상과 연관된 경우로 4례였다(Table 3).

2. 원인 질환 및 침범범위

퇴행성 경추질환의 경우 수핵탈출증 14례(33%), 경추 척추증 20례(48%), 후방인대 골화증 8례(19%)로 척추증이 높았으며 침범구간의 범위는 세구간 16례(38%), 한구간 12례(29%), 두구간 10례(24%)로 세구간이 제일 많았다. 압박율은 후방골화 인대증이 27.2±6.8%, 척수증의 경우 37.5±7.2%로 척추증에서 높았다(Table 3).

3. 핵자기 공명 촬영 소견 및 추적 검사 결과

핵자기 공명 촬영은 38례에서 시행하였고 전산화 단층촬영만 시행한 4례는 핵자기 공명촬영 결과에 준하여 판단하였으며 Degree 1 15례(36%), Degree II 18례(43%), DegreeIII 9례(21%)였으며(Table 4), T2W

Table 3. Diagnostic features

	No	Percent
History		
Trauma	5	12%
Spontaneous	37	88%
Diagnosis tool		
MRI	22	52%
CT+MRI	16	38%
CT	4	10%
Underlying diagnostic finding		
HNP	14	33%
Cervical spondylosis	20	48%
OPLL	8	19%
Involved level		
Single level	12	29%
Two level	10	24%
Three level	16	38%
Four level	3	
Five level	1	

Table 4. Correlation of cord compression in MRI with clinical features

MRI findings	Myelopathy (17)	Radiculopathy (23)	Neck Pain (2)
D-I(15)	0	14	1
D-II(18)	8	9	1
D-III(9)	9	0	0

1에서 국소 음영 증가 소견은 Degree I은 관찰 할 수 없었고, Degree II는 18례중 6례, DegreeIII은 9례 모두 음영증가 소견을 보였으며 수술당시 임상 소견과 비교할 때 척수병증을 보인 18례중 15례에서 음영증가 소견을 보였고 신경근 병변을 보인 22례는 음영증가 소견이 없었다(Table 5).

42례 모두 수술후 원격 추적 핵자기 공명 촬영을 시행하지는 못하여 임상 증상의 호전과 T2W1의 고음영 변화를 완벽히 추궁하지는 못했으나 척수병증을 보이고 수술전 grade IV의 2례에서 고음영의 소실 및 약화 소견을 보였고, 고음영이 지속되는 예에서는 이상감각, 운동약화의 지속 등 임상증상의 호전이 없었다. 수술후 임상회복정도는 고음영을 보인 18례중 15례에서 척수병증을 보였고 이중 4례는 Harsh grade분류등급상 poor의 결과를 보였다.

4. 수술방법 및 합병증

수술은 전방 접근으로 하여 골간 융합술 16례, 추체

Table 5. Correlation between frequency of high signal intensity and clinical features

Clinical	High signal intensity		
		Present	Absent
Myelopathy	17	15	3
Radiculopathy	23	0	22
Neck pain	2	0	2

제거 및 골융합 11례로 모두 27례(64%)였고 후방 접근법의 경우 추궁절제술 8례, 추궁절제 및 Heid 판 융합 2례, 추궁성형술 5례로 모두 15례(36%)에서 시행하였다(Table 6, Fig. 2, 3, 4).

합병증은 3례(7%)로 골절출부위 표재성 감염 2례, 수술부위 혈종 형성 1례로 이들은 보존 요법으로 치료가 가능하였다.

5. 수술결과 및 회복정도 판정

회복정도 판정은 Harsh분류등급에 의하여 수술전 및 대개의 경우 수술후 3개월 경과한 시점에서 원격추적기간중 판정하였으며 회복정도는 Harsh등급의 grade 0와 1은 excellent, grade II와 IIIA는 good, grade IIIB는 satisfactory, grade IIIC, IV 및 V는 poor로 판정하였다. 42례중 excellent는 29례(69%), good은 9례(21%), poor 4례 였고(Table 7) 원인질환으로는

Table 6. Surgical approach

	No	Percent
Anterior approach	27	64%
Discectomy	16	
Corpectomy with bone graft	11	
Posterior approach	15	36%
Limnectomy	8	
Limnectomy with Heid plate	2	
Laminoplasty	5	



Fig. 2. Preoperative T2 W1 shows high signal in the cord (left), corpectomy and bone graft with internal fixation(right).

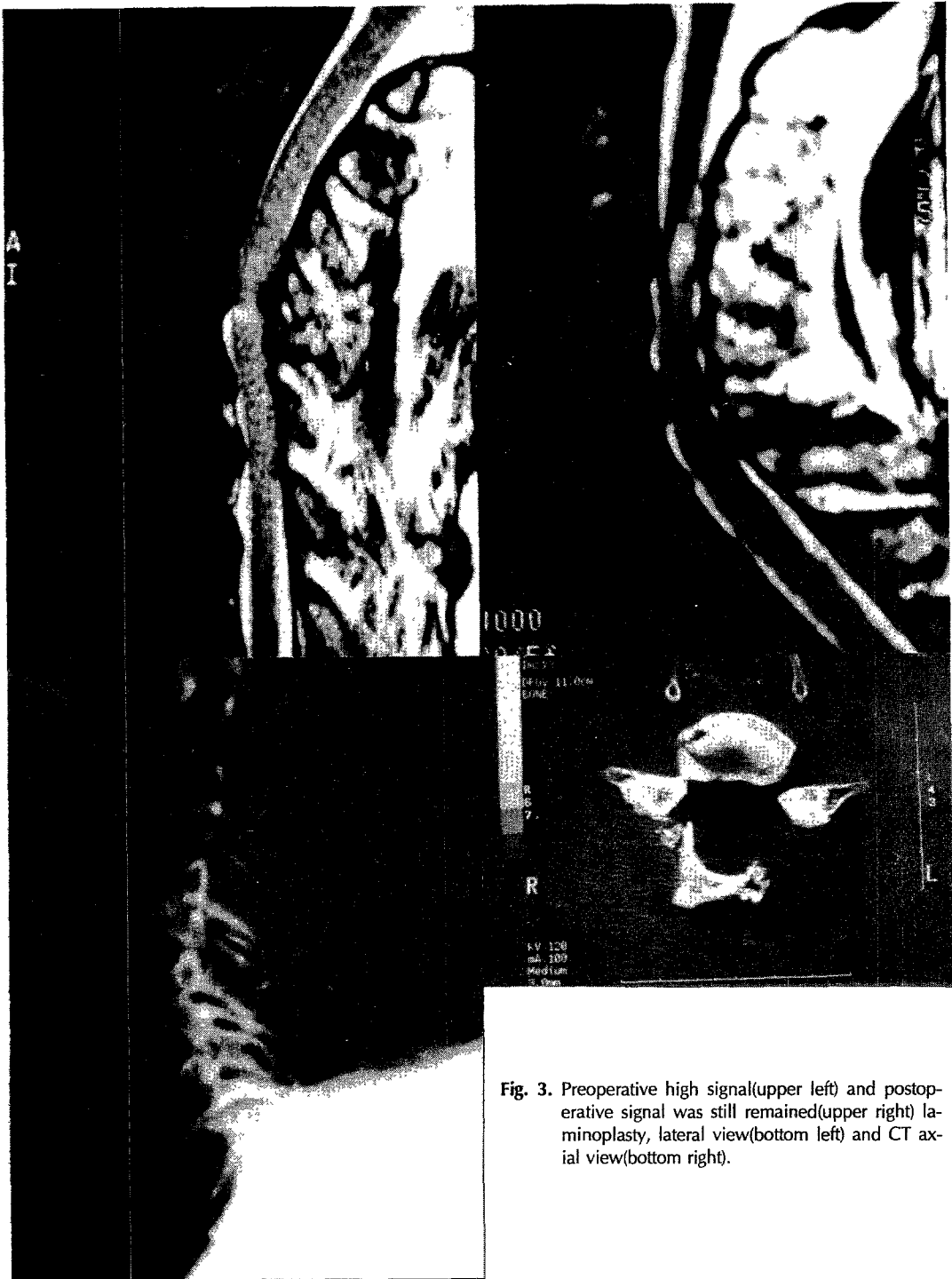


Fig. 3. Preoperative high signal(upper left) and postoperative signal was still remained(upper right) laminoplasty, lateral view(bottom left) and CT axial view(bottom right).

후방골화인대증의 경우 8례중 excellent 1례, good 5례, poor 2례 였으며, 수핵탈출증의 경우 전례 excellent 였고, 경추 척추증의 경우 excellent 14례, good

4례, poor 2례 였다. 연령에 따르는 회복정도는 30는 excellent 3례, 40대는 excellent 8례, good 1례, 50대는 excellent 8례, good 2례였고, 60대는 excellent



Fig. 4. Continuous type OPLL. CT, axial view(left), T2W1(center), lateral postoperative view(right).

Table 7. Recovery rate

Grade	Preoperative		Postoperative		
	total(n=42)	No	Percent	No	Percent
0		20	48%	24	57%
I		2		5	12%
II		5	12%	6	14%
III A		6		2	
III B		3		1	
III C		2		0	
IV		0		2	
V0		2		0	
V1		0		0	
V2		2		2	

9례 good 4례 poor 1례, 70대는 good 2례 poor 2례 였다.

침범 부위로는 한부위 경우 12례 모두 excellent, 두 구간인 경우 excellent 8례, good 2례. 세구간은 excellent 9례, good 5례 poor 2례 였고 네구간은 2례 excellent, 1례 poor 였으며 다섯구간은 1례로 poor 였다.

고 안

정상적으로 경추 척수는 약간의 방추모양(conical shape)이고 제 5경추에서 가장 굵어 높이가 8mm, 넓이는 13mm 정도이고 목의 운동에 따라 척수도 이동되는데 제 7 경추에서 3mm 정도의 움직임을 보인다고 한다¹¹⁾. 또한 척추관의 전 후방 길이가 경추 제 3에서 7까지는 16~18mm이고 척수반경은 8.5~11.5mm이며¹¹⁾ 척추관내에서 척수가 차지하는 비율은 환추에서

50%, 제6경추에서 75%²¹⁾²²⁾이고 척수병증 환자에서 평균 척추관 직경은 11.8mm이고 10mm 이하일 경우 잘 유발된다고 한다.

척추관은 척추의 운동에 따라 차이를 보이는데 과신전에서 과굴곡으로 이행할 경우 척추관은 2.8mm 길어지며 신전일 경우 척추관의 침해(impingement)와 황색인대의 주름 현상(infolding)으로 단위 면적은 감소하게 된다. 척추관의 단위 면적 감소는 섬유륜의 후방 팽윤, 황색인대의 주름현상 및 척추판의 침해로 집계 현상(pincer like action)의 일어나는데 정상 척수의 1/3이상의 압박을 받게되면 비가역적인 척수손상이 일어나게 된다¹³⁾.

고령화에 따라 추간판의 변성 및 섬유륜 이완으로 골돌기체가 증식되고 분절성 경직으로 주위 조직을 압박하고 또한 골단관절의 변형은 경직 및 과운동으로 돌기체가 척추관내로 자라 척수내 혈관의 허혈을 유발하고 막이 얇은 정맥을 압박하여 척수내 정맥압이 올라 부종을 형성하여 척수내 혈류를 저하시키며¹¹⁾ 경막 및 지지막의 유착을 일으켜 경추 신경절을 압박하기도 한다¹²⁾.

척수가 압박 받으면 초기의 경우 축삭 손상이나 회백질 경색보다는 수초탈락(demyelination)이 주변화이고 이후 혈관 압박에 의한 경색으로 증상이 발생된다. 부검 소견상 척수내 혈관이나 근혈관(radicular vessel)은 죽종(atheroma)이 거의 생기지 않는 것으로 보아 동맥경화성 질환은 원인이 될 수 없다고 하며¹³⁾¹⁴⁾ 근혈관은 압박에 민감하고 압박 부위에서 색전증, 혈관 연축이 유발되어 척수 허혈을 유발하게 된다. Ogino 등³⁾에 의하면 병리적 변화는 척수 손상 정도와 관련이 있

고 압박은 척수병증의 병인에 주요인자이고 착추관의 발생적 협착증이나 척수 횡단면의 증가된 변위는 주요 지표가 된다고 하였다.

퇴행성 경추 질환은 만성적 신경 장애를 초래하여 압박정도, 위치에 따라 척수병증, 신경근 병변과 경부 통증등으로 다양하게 나타날 수 있고 35세에서 54세 사이의 비교적 활동년령층에 호발한다⁷⁾. 임상적으로 이상부위를 진단할 수도 있으나 이전에는 척수조영술이나 조영술후 전산화 단층촬영으로 진단 및 치료 방침을 결정하였다. 최근 공명영상 촬영의 발전으로 경추관과 경수내 병변을 비침습적으로 정확하게 볼수 있게 됨으로써¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾ 본 교실에서는 임상 증상과 MRI 소견만으로 진단과 치료방침을 결정하고 있다. 본 연구에서 수술소견은 임상 증상과 일치되는 임상 소견을 발견 할 수 있었고 4례를 제외하고는 현저한 임상 호전을 얻을수 있었다.

Statham은¹⁹⁾ 102명의 척추증 환자에서 진단에 MRI만을 이용하였고 이중 20명은 MRI이외 다른 검사가 필요하였으나 4명만 진단이 달라졌고 이 또한 치료 방침에는 변화가 없었다고 하였다. Wilson은²⁰⁾ 신경근 병변의 경우도 MRI로 92%에서 진단이 가능해 수술을 비롯한 치료 지침에 중요한 지표를 제공한다고 하였다.

척수 압박 정도와 척수증의 정도에 관한 상호 연관성은 조영술후 전산화 단층촬영으로 연구되기 시작하였는데¹⁴⁾ 증상이 심할수록 Kobayashi²¹⁾는 척수의 전후 직경이 현저히 감소됨을 관찰하였고, Iwasaki¹⁴⁾는 척수가 납작해지고 또한 여러부위에 척수 압박이 있고 삼각형 모양을 할 때 예후가 나쁘다고 하였다. 그러나 조영술후 전산화 단층촬영은 골성 병변정도는 잘 알 수 있으나 척수압박의 다양한 원인을 알 수 없고 증상이 심한 환자에서 실시하기가 어렵고 침습적 검사라는 단점이 있다. 이런 관점에서 본다면 MRI는 안전하고 척수와 뇌척수액과의 해부학적 구조를 정확히 알 수 있고 특히 척수내 병변 정도를 정확히 알아 낼 수 있다. 본 조사에서 T1 및 T2 강조영상에 척수의 압박정도는 임상소견이나 Ha-rsh scale분류와 밀접한 연관성을 볼 수 있었다. MRI소견상 압박이 심할수록 척수병증을 주로 호소하였고 또한 수술전 심한 압박을 보였던 경우에는 현저한 차이는 없으나 수술후 낮은 scale을 보였다.

본 연구조사에 MRI소견상 D-III의 심한 척수압박을 보인 환자들에게서 고음영(high signal intensity)이

관찰되었고 감압 수술후 이들의 크기나 음영강도가 없 어지거나 감소되는 예도 있어 정확한 원인은 알수 없으나 이는 만성 척수 혈수압박에 의한 직접적인 영향이거나 척수 혈류장애로 인한 이차적인 것으로 추정되며 만성 압박이 고음영형성의 주된 영향이고 혈류장애가 부수적인 기여를 한다고 사료된다.

척수손상후 만성 척수증(chronic myelopathy)환자 76명의 MRI소견을 분석한 Yamashita²²⁾에 의하면 정상 T1, T2 조영을 보이면 경도의 손상으로 예후가 대단히 좋고 정상 T1소견이나 T2에서 조영이 증가될 때 중등도의 손상소견으로 증상이 일부 잔존되며 T1소견은 저음영이나 T2 소견이 증강될 때 가장 예후가 불량하고 이는 주로 거대낭종(macrocyst)이나 공동(syrinx)형성때문이라고 하였다. 만성 외상후 MRI는 원격 추적이 용이하고 미세한 해부학적 병변을 알수 있어 점진적인 척수병증을 보이는 경우 수내낭종, 지주막내 낭종, 골편이나 수핵탈출, 유착(tethering)가능성이 높고, 수내 연화증(myelomalacia)은 교질병변(gliosis), 신경변성(neuronal degeneratin), 미세낭종 형성때문이고 이는 점진적으로 증상 악화를 유도하지는 않아 만성 외상의 추적에 MRI는 주요한 자료를 예시한다고 한다²³⁾.

또한 초기 급성 척수 손상의 경우에도 세포의 부종, 비응혈 출혈(non-coalescent petechial hemorrhage)는 T2 spin echo가 gradient echo소견에서 보다 잘 볼 수 있고 외상 4시간에 발견되고 72시간에 최대로 관찰되므로 초기 외상후 척수내 병변 관찰에 MRI는 중요한 예후 측정인자를 알게 해 준다고 한다²⁴⁾.

척수병증에 의한 증상이 발생되면 점진적으로 악화되고 대개 진행성 질환으로 약물요법이나 대중요법으로는 효과를 기대 할 수 없고²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾ 치료는 압박조건을 제거하고 추체를 고정하는 것이며 주증상은 혈류장애 때문이고 이는 주위 척추 구조물의 운동으로 악화되므로 골 융합이 상당히 도움이 될것으로 생각되고 있다²⁸⁾. 수술후 가장 좋은 결과는 6개월이내 발생된 증상, 감각이상 이 없는 경우이며²⁵⁾²⁹⁾³⁰⁾ 골 돌기체는 수핵변성으로 운동성이 증가되는 주변 추체의 안정성을 높이고 중량 접촉면을 넓히는 효과가 있는 반면 근공(nerve root foramen)부위에서 경막-지주막의 유착으로 포착성 신경변증(entrapment neuropathy)을 유발하기도 하고 또한 척추관에 넓게 분포할 때 정맥 유출을 막

아 척수부종을 유발하는바 제거한다³¹⁾.

후방 접근법은 익숙한 수술법으로 병변이 세부위 이상 넓게 분포할 때 접근이 용이하고 비후된 황색인대의 제거가 쉽고 또한 척수신경근 병증(myeloradiculopathy)을 동반할 때 추간공 절제술(foraminotomy)을 병행할 수 있으나 추체의 운동증가로 더욱 골각(bony spur)형성을 촉진하고 대량의 골 돌기체가 잘 형성되는 전방 척추관 접근이 어려우며 골 다공증 같이 골성구조가 나쁘거나 후만 변형(kyphotic deformity)이 있을 경우 적용이 어렵다.

척수압박이 심하게 장기간 압박되면 회백질내 광범위한 괴사, 낭종형성등이 MRI소견상 관찰될 수 있고 이런 병리학적 변화의 경우 적절한 감압술을 시행하더라도 회복이 안될수 있음을 예상할 수 있고 본 조사에서는 심한 척수증을 보인 4례는 괴사, 낭종형성 없이 T2 WI에서 고음영을 보였고, 이는 수술후 특별한 호전을 보이지 않았다.

증례가 많지는 않고, 수술후 전례에서 원격 추적 MRI을 시행할 수 없어 원인질환에 따르는 고음영의 변화와 수술접근법에 따르는 임상 소견의 호전정도 및 고음영 변화를 비교 할 수는 없으나 본 조사에는 척수내 고음영 소견은 척수 압박이 심할수록 흔히 발견되고 주로 척수병증에서 존재하며 증상기간 및 부신피질 치료와도 관련성이 있는 것으로 보이며 수술전후에 고음영 소견은 임상증상과 밀접한 연관성을 보이므로 예후 추정 및 임상 호전 정도 파악에 주요한 지침으로 사료된다.

결 론

1993년 9월부터 1996년 8월까지 본 동대문병원 신경외과에 입원하여 수술한 42례의 퇴행성 경추 질환자에서 MRI소견, 임상소견, 수술소견 및 원격 추적, 임상 호전 정도를 분석하여 요약하면

1) MRI 소견상 척추압박정도와 임상증상의 정도, 수술후 호전정도는 상호 밀접한 연관성이 있고 MRI검사로 수술 전후 임상소견의 예측에 도움이 되며

2) MRI의 T2WI에 보이는 고음영 소견은 심한 척수 압박을 보이는 척수증 환자에서 주로 발견되었고

3) MRI는 퇴행성 경추 질환의 진단과 수술에 중요한 치료지침을 제공하고 고음영 소견은 수술후 예후 판

정 및 호전정도에 주요지표로 생각되며

4) 증례가 축적된다면 원인질환에 따르는 고음영의 변화, 수술접근법에 의한 고음영의 변화 정도를 파악할 필요가 있고 고음영은 수내 미세낭종이나 괴사 소견을 의미하는바 보다 더 긴 추적 관찰을 통하여 임상 호전 정도와 비교할 필요가 있을것으로 생각된다.

References

- 1) Cusik JF : *Pathophysiology and treatment of cervical spondylotic myelopathy. Clinical Neurosurgery, William & Wilkins 1989 ; 37 : 661-681*
- 2) Edwards WC, LaRocca H : *The development segmented sagittal diameter of the cervical spinal cord in patients with cervical spondylosis. Spine 1983 ; 8 : 20-27*
- 3) Ogino H, tada K, Okada K, et al : *Canal diameter, anteroposterior compression ratio, and spondylotic myelopathy of the cervical spine. Spine 1983 ; 8 : 1-15*
- 4) Batzdorf U, Flannigan BD : *Surgical decompressive procedures for cervical spondylotic myelopathy. A study using magnetic resonance imaging. Spine 1991 ; 16 : 123-127*
- 5) Mehalic TF, Pezzuti RT, Applebaum BI : *Magnetic resonance Imaging and cervical spondylotic myelopathy. Neurosurgery 1990 ; 26 : 217-227*
- 6) Nagata K, Kiyonaka K, Ohashi T, et al : *Clinical value of magnetic resonance imaging for cervical myelopathy. Spine 1990 ; 15 : 1087-1096*
- 7) Beck DW : *Cervical spondylosis : Clinical findings and treatment. Contemporary Neurosurg 1991 ; 13 (23) : 1-6*
- 8) Yonenobu K, Fuji T, Ono K, et al : *Choice of surgical treatment for multisegmental cervical spondylotic myelopathy, Spine 1985 ; 10 : 710-716*
- 9) Takahashi M, Yamashita Y, Sakamoto Y, Kojima R : *Chronic cervical cord compression : Clinical significance of increased signal intensity on MR images. Radiology 1989 ; 173 : 219-224*
- 10) Harsh GR IV, Sybert GW, Weinstein PR, et al : *Cervical spine stenosis secondary to ossification of the posterior longitudinal ligament. J Neurosurg 1987 ; 67 : 349-357*
- 11) Papadopoulos SM, Hoff JJ : *Anatomical treatment of cervical spondylosis, Clinical Neurosurgery, Williams*

- & wilkins 1993 ; 41 : 270-285
- 12) Ehni G : *Cervical arthrosis. Diseases of the cervical motion segments. Year Book, Chicago, III, 1984*
 - 13) Simpson JM, An HS : *Degenerative disc disease of the cervical spine, in An HS(ed) ; Surgery of the Cervical Spine, Martin Duntz 1994 : 181-194*
 - 14) Iwasaki Y, Abe H, Isu T, et al : *CT myelography with intramedullary enhancement n cervical spondylosis, J Neurosurg 1985 ; 63 : 363-366*
 - 15) Al-Mefty O, Harkey LH, Middleton TH, et al : *Myelopathic cervical spindylotic lesions demonstrated by magnetic resonance imaging. J Neurosurg 1988 ; 68 : 217-222*
 - 16) Matsuda Y, Miyazaki K, Tada K, et al : *Increased MR signal intensity due to cervical myelopathy : Analysis of 29 surgical cases. J Neurosurg 1991 ; 74 : 887-892*
 - 17) Schefer DM, Flanders AE, sterholm JL, et al : *Prgnositic significance of magnetic resonance imaging in the acute phase of cervical spine injury. J Neurosurg 1992 ; 76 : 218-223*
 - 18) Berry I, Sigal R, Lebas JF, et al : *Magnetic resonance imaging. Imaging of the spine and spinal cord (Manelfe C ed), Raven Press, 1992 ; 157-194*
 - 19) Statham PF, Hadley DM, Macpherson P, et al : *MRI in the management of suspected cervical spondylotic myelopathy. J-Neurol-Neurosurg-Psychiatry 1989 ; 54 : 484*
 - 20) Wilson DW, Pezzuti RT, Place JN : *Magnetic resonance imaging in the preoperative evaluation of cervical radiculopathy. Neurosurgery 1991 ; 28 : 175-179*
 - 21) Kobayashi A : *A clinical study on the shape of the spinal cord in cervical spondylotic myelopathy by CT-myelography. J Jpn Orthp Assoc 1987 ; 61 : 17-80*
 - 22) Yamashita Y, Takakashi M, Matsuno Y, et al : *Chronic injuries of the spinalcord Assessment with MR imaging. Radiology 1990 ; 175 : 849-854*
 - 23) Quencer RM, Morse BMM, Green BA, et al : *Intraoperative spinal sonography : Adjunct to metrizamide CT in the assessment and surgical decompression of post traumatic spinal cord cysts. AJNR 1984 ; 5 : 71-79*
 - 24) Flanders AE, Schaeffer DM, Doan HT, et al : *Acute cervical spise trauma : Correlation of MR imaging findings with degree of neurologic deficit Radiology 1990 ; 177 : 25-33*
 - 25) Renagachary SS : *Partial median corpectomy with fibular grafting for cervical spondylitic myelopathy, in Rengachary CS, Wilkins RH(eds) : Neurosurgical Operative Atlas, Vol II, William & Wikins 1992 : 421-434*
 - 26) Epstein JA, Epstein NE : *The surgical management of cervical spinal stenosis, and myeloradiculopathy, The cervical spine, Lippincott 1989 : 625-643*
 - 27) Raynor RB : *Anterior and posterior approaches to the cervical spine, The cervical spine, Lippincott 1989 : 659-669*
 - 28) White AA, Manohar MP : *Biomechanical considerations in the surgical management of cervical spondylotic myelopathy. Spine 1988 ; 13 : 856-860*
 - 29) Koyanagi T, Hirabyasi K, Satomi K : *Prediction of operative results of cervical ompression myelopathy based on preoperative computed tomographic mmyelography. Spine 1993 ; 18 : 1958-63*
 - 30) Mann KS, Khosla VK, Gulati DR : *Cervical spondylotic myelopathy by single stage ultilevel anterior decompression. J Neurosurg 1984 ; 60 : 81-87*
 - 31) Goldberg AL, Rothfus WE, Deeb ZZ : *Imapact of magnetic resonance on the diagnostic evaluation of acute cervicothoracic spinal trauma. Radiology 1988 ; 17 : 89-97*