

정중 분할 추궁 성형술을 시행한 후종인대 골화증과 경추증성 척수병증의 환자군 간의 임상 및 방사선 소견의 장기 추적 분석

울산대학교 의과대학 서울아산병원 신경외과학교실

서동광 · 박진훈 · 전상용

The Comparison of Clinical and Radiological Long-Term Outcomes between Ossification of Posterior Longitudinal Ligament and Cervical Spondylotic Myelopathy after Modified Midline Splitting Cervical Laminoplasty

Dong Kwang Seo, MD, Jin Hoon Park, MD and Sang Ryong Jeon, MD, PhD

Department of Neurological Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Objective: Both of ossification of posterior longitudinal ligament (OPLL) and cervical spondylotic myelopathy (CSM) could be treated by cervical laminoplasty. In this study we compared long-term clinical and radiological outcomes in these two disease entities, treated with modified midline splitting laminoplasty (MSL).

Methods: We retrospectively analyzed the outcomes of 21 consecutive cervical myelopathy patients (13 OPLL and 8 CSM) who underwent modified MSL between 2004 and 2008. The mean follow-up duration was 49.5 months. The clinical outcomes were evaluated by the Japanese Orthopedic Association (JOA) score and the radiologic outcomes included the change of cervical lordosis, range of motion (ROM) and spinal canal dimension.

Results: The mean JOA scores of overall patient changed from 6.9 to 11.9, resulting in mean calculated recovery rates of 42.3%. The recovery rates of each group was 38.0% in the CSM group and 45.5% in the OPLL group, respectively ($p=0.45$). The mean cervical lordosis changed from 12.5 to 10.75 degrees in the CSM group and from 11.76 to 9.84 degrees in the OPLL group ($p=0.79$). The mean cervical ROM changed from 26 to 24.2 degrees in the CSM group and from 28.7 to 26.3 degrees in the OPLL group ($p=0.78$). The mean canal dimension changed from 201.1 to 285.0 mm² in the CSM group and from 198.5 to 284.7 mm² in the OPLL group ($p=0.86$).

Conclusion: In the present study, all patients showed good long-term clinical outcomes by modified MSL. No significant clinical and radiographic difference of two disease entities in the same procedure was revealed.

(Korean J Neurotrauma 2012;8:26-31)

KEY WORDS: Ossification of posterior longitudinal ligament · Cervical vertebrae · Myelopathy · Laminoplasty.

서 론

경추증성 척수병증(cervical spondylotic myelopathy:

Received: January 31, 2012 / **Revised:** March 8, 2012

Accepted: March 9, 2012

Address for correspondence: Sang Ryong Jeon, MD, PhD
Department of Neurological Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel: +82-2-3010-3550, Fax: +82-2-476-6738
E-mail: srjeon@amc.seoul.kr

CSM), 후종인대 골화증(ossification of posterior longitudinal ligament: OPLL), 발달성 척추관 협착증(developmental canal stenosis)과 추간판 탈출증이 동반된 경우와 같이 여러 분절을 포함한 경추 병변의 신경 압박에 후방 접근법을 사용한다.¹⁻¹³⁾ 광범위한 추궁절제술(laminectomy)은 경추 후만변형(kyphotic deformity)과 척추 불안정성을 유발할 수 있으며, 추궁절제술 막(laminectomy membrane)이 형성될 수 있어 신경학적 악화의 가능성도 있다.^{1,6,12,13)} 이런 합병증을 줄이기 위해 경추의 후 분절 구조를 가능한 보존하고자

하는 여러 방법들이 추궁성형술(laminoplasty)로 도입되었다.^{2,3,9,10,12,13)} 그 중 편측 개방문 추궁 성형술(open door laminoplasty)과 정중 분할 추궁성형술(midline splitting laminoplasty)이 주축이 되며, 본 연구는 여러 장점을 가진 정중 분할 추궁성형술을 변형하여 사용한 경우에서 그 결과를 알아보았다. 특히 추궁성형술을 치료법으로 채택하는 두 가지 주요 질환으로 경추증성 척수병증과 후종인대 골화증이 있는데, 두 질환의 차이로 후종인대의 역할을 생각하였으며, 척추 분절 사이의 정렬(alignment) 및 곡선(curvature) 유지에 영향을 미칠 것으로 기대했다. 이처럼 동일한 방법의 수술로 치료를 하였으나, 각 질환에 따라 어떤 결과의 차이가 나는지에 대해 방사선학적 결과 및 임상적 결과를 장기 추적 관찰 후 분석하였다.

대상 및 방법

2004년 2월부터 2008년 8월 사이의 기간 동안 본원에 내원하여 경추증성 척수병증 및 후종인대 골화증으로 진단되고, 수술적 치료를 시행 받은 21명의 환자들을 대상으로 하였다 (Table 1). 이 중에 경추증성 척수병증이 8명이며, 나머지 13명은 후종인대 골화증이였다. 추적 관찰기간은 최소 25개월에서 최대 70개월로 평균 49.5개월을 관찰하였다. 모든 대상환자들은 척수병증(myelopathy)을 호소하였으며, 경추 후만(cervical kyphosis)이 있거나, 심한 내과적 기저질환이 있거나, 이전에 전방 접근 경추 수술을 받았던 병력이 있던 환자는 제외하였다. 이 환자들을 대상으로 하여 환자의 진료 기록, 수술 전후의 영상 및 수술 기록을 참고하였으며, 전화 문진으로 수술 후 경과를 확인하여 자료를 수집하였다.

수술 방법은 단일 의사의 집도 하에 시행한 경추의 정중 분할 추궁성형술로, 이는 양측의 추궁-후관절(laminofacet junction) 사이에 3 mm 직경의 다이아몬드 천공기(diamond burr)를 이용하여 구(gutter)를 만들며, 이어 2 mm 직경의 천공기를 이용하여 극돌기(spinal process)의 정중면을 분리

한다. 예전의 정중 분할 추궁성형술에 근간을 두었으나, 본 저자들의 수술 방법은 이에 다소 변형된 수술법을 사용하였는데, 추간공(foramen)과 인접한 부분까지 황색인대(ligamentum flavum)를 제거하며, 양 측방에 구의 척추관측 골모서리를 갈아냄으로써 척추관을 더욱 넓히는 효과가 있다. 정중 분할된 극돌기의 사이에 hydroxyapatite블록 (APACE-RAM®, PENTAX, Tokyo, Japan; 100~500 µm macropores, 0.5~2.0 µm micropores)을 넣어 봉합사 (black silk 1.0)을 이용해서 고정한다 (Figure 1).

수술을 시행한 경추 분절은 모두 정중 분할 추궁성형술을 시행하였으며, 추궁절제술과 병행한 환자는 없었다. 13명의 후종인대 골화증 군의 총 47분절과 8명의 경추증성 척수병증 군의 총 27분절을 수술하였으며, 대부분의 분절이 제3경추와 제6경추 사이에 포함되었다. 제2경추 분절을 포함한 경우는 후종인대 골화증 1예 외에 없었고, 제7경추 분절이 포함된 환자는 두 질환에서 각각 1예가 있었다.

1차 임상적 결과는 The Japanese Orthopedic Association (JOA) scoring system에 의해 0~17점으로 산정했다. 그리고 척수병증의 회복률을 다음과 같이 산출하였다.

[회복률 (%) = $100 \times (\text{수술 후 12개월 JOA 점수} - \text{수술 전 JOA 점수}) / (17 - \text{수술 전 JOA 점수})$]

수술 전과 비교하여 수술 후 3개월 추적 관찰시 환자들에 발생한 경부의 통증을 측정했는데, 이는 Visual Analog Scale (VAS)을 이용하여 0~10점까지 표현하도록하여 계산했다. 경추의 역동적 촬영(dynamic view)을 포함한 단순 방사선 사진(X-ray)을 수술 전, 수술 직후, 수술 후 3개월, 6개월, 12개월 그리고 마지막 추적 관찰까지 촬영하였다. 경추부 전산화단층촬영(CT)도 수술 전과 수술 직후에 시행하였다. 전체 경추 전만(cervical lordosis)과 운동범위(range of motion: ROM)는 단순방사선 사진 측면상을 통해 측정하였다. 경추부 전산화단층촬영의 측방향 영상(axial view)을 관찰하여 척추관 면적(bony spinal canal dimension)의 변화를 측정하였으며, 이 결과들을 한 환자당 수술한 분절

TABLE 1. Basic characteristics of patients in two different groups

	Ossification of posterior longitudinal ligament (n=13)	Cervical Spondylotic myelopathy (n=8)	p value
Mean age	59.6 ± 9.18	54.3 ± 15.55	0.31
Sex (Male : Female)	10 : 3	5 : 3	0.63
Mean follow up	47.9 (24-68)	49.5 (25-70)	
Surgical levels			0.92
3	6	6	
4	6	1	
5	1	1	

Mann-Whitney test, Fisher's exact test or χ^2 test

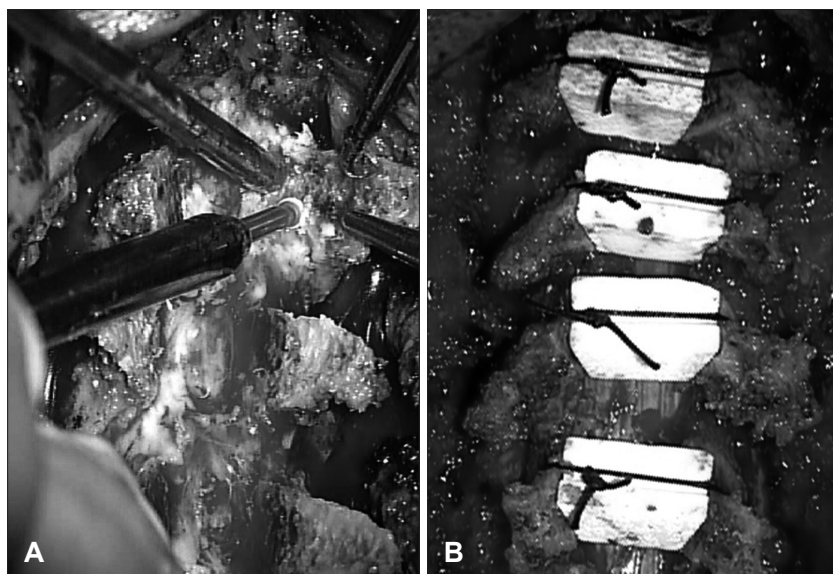


FIGURE 1. A: Intra-operative image showing the lamina inner cortex drilling which was effective for widening of spinal canal and decompression of foramen. B: The modified midline splitting laminoplasty method. Note that the ligamentum flavum was removed.

TABLE 2. Clinical outcomes of two groups

	Ossification of posterior longitudinal ligament (n=13)	Cervical Spondylotic Myelopathy (n=8)	p value
Pre-operative JOA scores	8.3 ± 2.92	9.1 ± 3.34	
Last followed JOA scores	12.5 ± 2.92	11.0 ± 3.43	
Mean recovery rate	45.5%	38.0%	0.45
Post-operative neck pain (above VAS 5)	0	0	0.36
C5 palsy	0	0	0.36

Mann-Whitney test, Fisher's exact test or χ^2 test. JOA: the Japanese Orthopedic Association, VAS: Visual Analog Scale

전체의 평균값으로 계산하여 두 질환 간의 비교를 하였다. 통계적 분석은 χ^2 test, Mann-Whitney test, 그리고 a linear mixed model을 이용하여 시행하였고, p -value 0.05 이하 일 때 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

모든 환자의 평균 JOA 점수는 수술 전에 6.9 ± 3.31이었으나, 수술 후에는 11.9 ± 2.71로 증가하였다. 산출된 평균 회복률은 42.3%이다 ($p=0.04$). 질환 간의 차이를 보면 경추증성 척수병증의 환자군은 수술 전 평균 JOA 점수가 9.1 ± 3.34에서 수술 후 11.0 ± 3.43으로 개선되었으며, 평균 회복률은 38.0%이다. 후종인대 골화증의 환자군은 8.3 ± 2.92에서 12.5 ± 2.92로 호전되었으며, 회복률은 평균 45.5%로 산정되었다. 그러나 두 질환 간의 유의한 차이는 없었다 ($p=0.458$).

수술 후 3개월 추적 관찰에서 경부통증은 경추증성 척수병증 군에서 VAS 5.62 ± 0.76점에서 2.00 ± 0.76점으로 감소했으며, 후종인대 골화증 군은 VAS 4.81 ± 0.65점에서 2.18 ± 0.65점으로 호전되었지만, 두 질환 간의 차이는 유의하진 않

았다 ($p=0.364$). 두 환자군 모두에서 수술 후 VAS 5점 이상의 심한 경부통증을 호소하거나, 경수 5번 신경마비(C5 palsy)와 같은 신경학적 이상이 있었던 경우는 없었다 (Table 2).

단순 방사선 사진 측면상에서 C2와 C7의 아래 종판(end plate) 사이의 각으로 규정된 경추 전만의 평균치는 수술 전과 마지막 추적관찰시에 각각 12.0 ± 1.86도에서 10.2 ± 2.16도로 변화하였으며 ($p=0.19$), 경추증성 척수병증 군의 평균치는 12.5 ± 3.79도에서 10.75 ± 3.79도로, 후종인대 골화증 군은 11.76 ± 2.97도에서 9.84 ± 2.97도로 변화하여 수술 이후 경추 후만 변형은 다소 진행하였으나 그 정도가 크지는 않았고 두 질환 간에 차이는 유의하지 않았다 ($p=0.79$)(Figure 2). 경추의 가동범위는 방사선 사진에서 굴곡과 신전시의 경추 전만 각의 변화로 규정하였으며, 이의 전체 환자 평균치는 수술 전의 27.8 ± 3.53도에서 수술 후 마지막 추적관찰시에 25.6 ± 2.93도로 변화하였다 ($p=0.65$). 경추증성 척수병증 군의 평균치는 26.0 ± 4.55도에서 24.2 ± 4.55도로, 후종인대 골화증 군은 28.7 ± 3.39도에서 26.3 ± 3.39도로 각각 감소하였다 ($p=0.78$)(Figure 3). 전체 환자의 척추관 면적(spinal canal dimension)의 평균은 수술 전에는 201.2 ± 8.26 mm²에서 수술 후엔

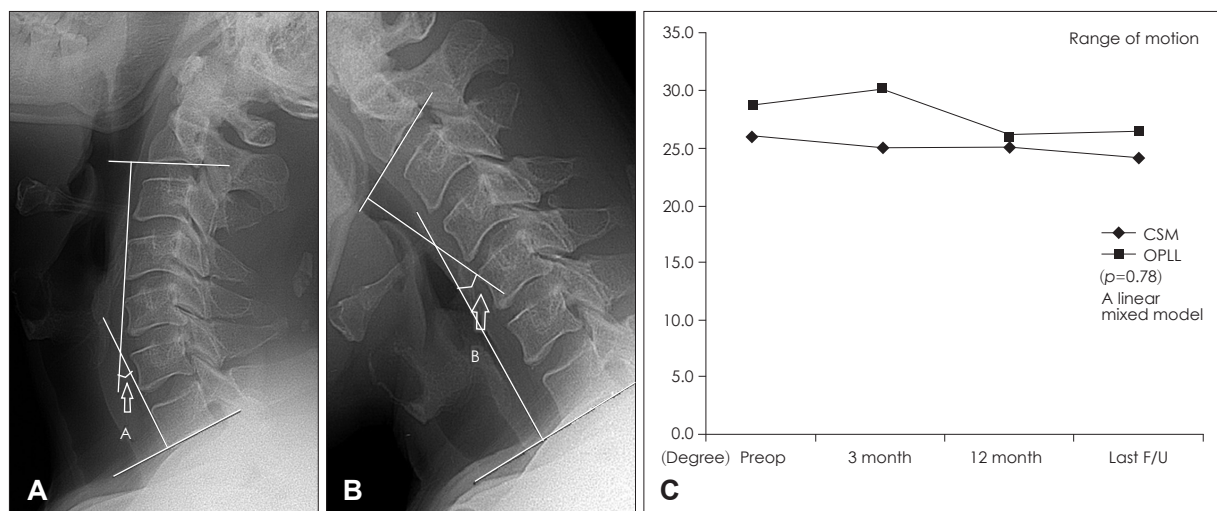
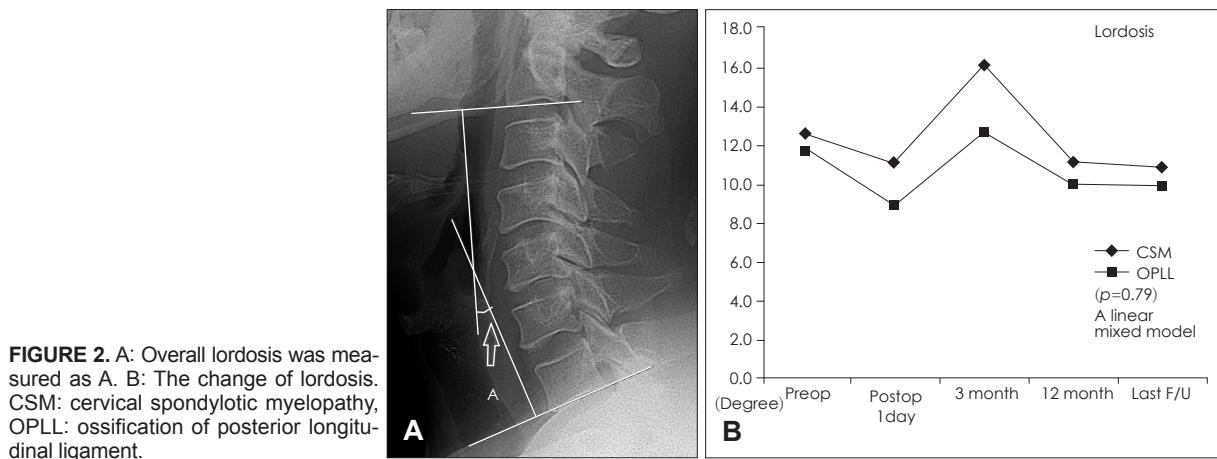


FIGURE 3. A, B: The range of motion (ROM) was determined as A-B in the dynamic cervical plain X-ray images (ROM: A-B, A: Measured angle between inferior endplate of C2 and inferior endplate of C7 at cervical extension. B: Measured angle at cervical flexion). C: The change of ROM. CSM: cervical spondylotic myelopathy, OPLL: ossification of posterior longitudinal ligament.

280.8±20.92 mm²로 증가하였는데 ($p<0.01$), 경추중성 척추 병증 군에서 201.1±14.05 mm²에서 285.0±14.48 mm²로 변했고, 후종인대 골화증 군에서도 198.5±10.62 mm²에서 284.7±10.62 mm²로 커졌다. 그러나 두 환자군 간의 차이는 유의하지 않았다 ($p=0.86$)(Figure 4).

고 찰

추궁절제술과 관련된 합병증, 즉 경추 후만변형과 척추 불안정성, 신경학적 재악화 등을 줄이기 위해 여러 수정된 방법이 논의되고, 추궁성형술이 고안되었다.¹⁻¹³⁾ 1972년 Oyama¹²⁾ 등에 의해 확장 추궁 Z-성형술(expansive lamina-Z-plasty)이 고안되었으며, 1981년 Hirabayashi^{2,3)}에 의해 확장 개방문 추궁성형술(expansive open-door laminoplasty)이 소개되었고, 1982년 Kurokawa⁹⁾에 의해 정중 분할 추궁성형

술(midline splitting laminoplasty)이 발표되었다. 그밖에 여러 각각의 세부적인 방식들도 연구되었으나, 그 중 편측 개방문 추궁성형술과 정중 분할 추궁성형술이 두 가지 주축이 되는 방식이다. 편측 개방문 추궁성형술은 추궁의 개방을 편측에 하며, 반대측에는 경첩의 역할을 하는 측방 구를 만드는 반면, 정중 분할 추궁성형술은 극돌기와 함께 추궁이 중앙에서 천공기에 의해 양측으로 분리된다. 그리고 양 측방에 구를 만든 후 분리시킨 추궁 사이에 골편을 위치시켜 고정한다. 각 방법에 대한 비교 및 결과는 현재도 활발히 논의 중이지만, 두 방법 모두 추궁을 보존하면서도 척추관의 크기를 확장시키며, 확장된 척추관은 추궁절제술과 마찬가지로의 신경 압박의 효과로 인해 척추기능 회복에 도움이 된다.¹⁶⁾ 또한 척추의 후 분절 구조는 보존되어 경추 후만 변형과 척추 불안정성을 줄일 수 있다. 본 연구에서는 변형된 정중 분할 추궁성형술을 사용하였고, 이는 척추관 내의 황색인대를 추간공

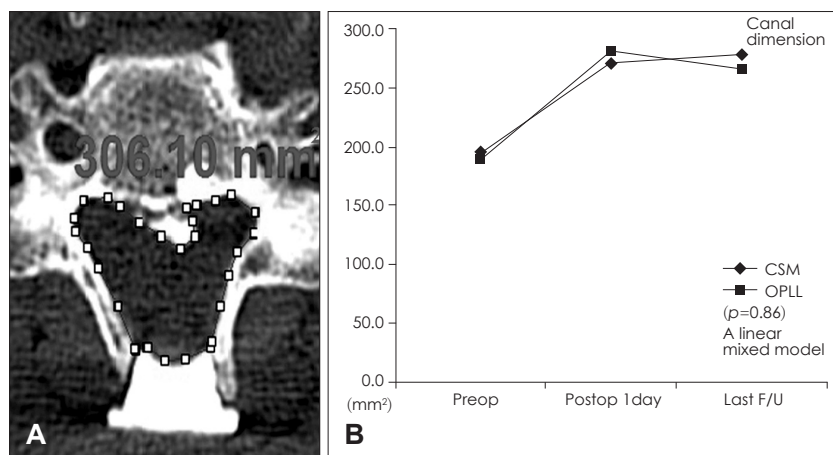


FIGURE 4. A: The dimension of spinal canal was measured as the above method. B: The change of canal dimension. CSM: cervical spondylotic myelopathy, OPLL: ossification of posterior longitudinal ligament.

인접부위까지 제거하고, 양 측방 구의 척추관측 골모서리를 갈아냄으로써 척추관을 더욱 확장시키는 효과가 있으며, 수술 관련 합병증도 적었다. 분할한 추궁을 과도하게 젖힌 경우 측방 구의 골절도 생길 수 있으므로 적당한 탄성을 주어 젖혀야 하며, 만일 골절이 되더라도 금속판 (Titanium mini-plate system, Walter Lorenz, 2.0 mm)으로 골절된 추궁을 측과에 고정할 수 있으나, 본 연구에서 골절된 경우는 없었다. 수술 후 경수 5번 신경마비 (C5 palsy)의 평균 발생확률이 4.3% (range 0.9~30.0%)로 알려진 보고도 있으나,^{14,15)} 본 연구에선 발생 예가 없었고, 뇌척수액 누출 (CSF leakage)이 발생한 경우도 없었다. 이와 같은 결과로 보아, 추간공 부위까지의 황색인대 제거와 양 측방 구의 척추관측 골 모서리를 갈아내는 수술법이 추간공의 확장효과를 내어 추궁 압박에 의한 척수 이동 (cord shift)으로 야기되는 신경근 전인 손상을 줄이는 반면, 신경근 손상이나 경막 손상과 같은 수술과 관련된 합병증을 더욱 발생시키진 않는 것으로 판단된다.^{5,7,14)} 수술 후 VAS 5점 이상의 심각한 경부 통증을 호소한 경우는 없었고, 수술과 관련된 불편감이 더 발생하진 않았다.

임상적인 결과는 후종인대 골화증의 환자군에서 경추증성 척수병증의 환자군보다 JOA 점수의 회복률에서 비교적 좋은 결과를 보였으나, 질환 간의 유의한 차이는 없었다. 방사선학적 결과에선 전제 경추 전만의 유지는 목 보조기 (neck brace)를 탈착한 수술 후 3개월부터 추적 관찰한 기간 동안 후종인대 골화증의 환자군에서의 변화가 더 적어 경추 후만 변형이 경추증성 척수병증 환자군보다 비교적 적은 것으로 보이나, 이의 통계적인 유의성은 없었다. 수술 후 추적 관찰한 경추의 가동범위도 후종인대 골화증의 환자군에서 더욱 감소한 것으로 나타났으며, 척추관의 면적도 추적 기간동안 후종인대 골화증의 환자군에서 감소하였으나, 두 질환 간의 유의한 차이는 없었다. 후종인대 골화증 군에서 후종인대가 척추 분절 사이의 정렬 및 곡선 유지에 영향을 미치는 긴장대

(tension band) 역할을 하여 수술 후 경부 운동 범위가 감소하며, 경추 후만 변형이 적을 것으로 기대하였다. 또한 후종인대의 진행 (progression)이 긴장대의 역할을 견고히하여 경부 운동범위를 더욱 제한하고, 척추관의 면적도 점차 좁아지게 하는 요인으로 작용할 것으로 추정했다. 물론, 긴장대로써 후종인대의 역할을 규명하려면, 후종인대 골화증의 형태학적 분류로 인한 차이도 영향을 미칠 수 있는 요인으로 고려되어야 한다. 경부 운동시 추간판의 각변형이 가능한 분절형 (segmental type)은 비교적 분절 사이가 고정된 혼합형 (mixed type) 및 연결된 연속형 (continuous type)과는 차이가 있을 것이다. 본 연구의 후종인대 골화증의 환자군은 3예의 분절형을 제외하고, 대부분 혼합형 (6예) 또는 연속형 (4예)이며, 증례 수의 부족으로 분류별의 차이를 명확히 밝히기 어렵다. 결과적으로 경추의 전만 유지와 가동범위의 변화 및 척추관 면적은 추적 기간의 변화는 크지 않았으며, 후종인대 골화증과 경추증성 척수병증의 두 질환 간의 차이도 유의하지 않았다. 허나, 본 연구에서는 분석에 이용된 증례의 수가 많지 않은 단점이 있으므로 향후 증례 수 보완을 통한 추가적 분석이 필요할 것으로 사료된다.

결론

척수병증이 있는 후종인대 골화증 및 경추증성 척수병증에서 정중 분할 추궁성형술을 시행 받은 21예의 장기추적 결과를 후향적으로 분석하였다. 상기 두 질환에서 수술 후 통계적으로 동일한 임상 호전을 보였으며, 수술과 연관된 합병증이나 추적 기간 중 악화를 보인 예는 없었다. 그리고 두 질환 간의 차이로 방사선학적 결과에 유의한 변화가 보이지 않았다.

■ The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) Chiba K, Ogawa Y, Ishii K, Takaishi H, Nakamura M, Maruiwa H, et al. Long-term results of expansive open-door laminoplasty for cervical myelopathy--average 14-year follow-up study. **Spine (Phila Pa 1976)** 31:2998-3005, 2006
- 2) Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, Suzuki N, Satomi K, Ishii Y. Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. **Spine (Phila Pa 1976)** 8:693-699, 1983
- 3) Hirabayashi K, Satomi K. Operative procedure and results of expansive open-door laminoplasty. **Spine (Phila Pa 1976)** 13:870-876, 1988
- 4) Iwasaki M, Kawaguchi Y, Kimura T, Yonenobu K. Long-term results of expansive laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine: more than 10 years follow up. **J Neurosurg** 96:180-189, 2002
- 5) Katsumi K, Yamazaki A, Watanabe K, Ohashi M, Shoji H. Can prophylactic Bilateral C4/5 Foraminotomy Prevent Postoperative C5 Palsy After Open-Door Laminoplasty? A Prospective Study. **Spine (Phila Pa 1976)** 8, 2011 [Epub ahead of print]
- 6) Kimura I, Shingu H, Nasu Y. Long-term follow-up of cervical spondylotic myelopathy treated by canal-expansive laminoplasty. **J Bone Joint Surg Br** 77:956-961, 1995
- 7) Komagata M, Nishiyama M, Endo K, Ikegami H, Tanaka S, Imakiire A. Prophylaxis of C5 palsy after cervical expansive laminoplasty by bilateral partial foraminotomy. **Spine J** 4:650-655, 2004
- 8) Kong Q, Zhang L, Liu L, Li T, Gong Q, Zeng J, et al. Effect of the decompressive extent on the magnitude of the spinal cord shift after expansive open-door laminoplasty. **Spine (Phila Pa 1976)** 36:1030-1036, 2011
- 9) Kurokawa T, Tsuyama N, Tanaka H, Kobayashi M, Machida H, Nakamura K. Double-open door laminoplasty. **Bessatsu Seikeika** 2:234-240, 1982
- 10) Nakano K, Harata S, Suetsuna F, Araki T, Itoh J. Spinous process-splitting laminoplasty using hydroxyapatite spinous process spacer. **Spine (Phila Pa 1976)** 17:S41-S43, 1992
- 11) Ogawa Y, Chiba K, Matsumoto M, Nakamura M, Takaishi H, Hirabayashi H, et al. Long-term results after expansive open-door laminoplasty for the segmental-type of ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine: a comparison with nonsegmental-type lesions. **J Neurosurg Spine** 3:198-204, 2005
- 12) Oyama M, Hattori S, Moriwaki N. A new method of cervical laminectomy. **Cntrl Jpn Orthop Traumat Surg** 16:792-794, 1973
- 13) Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, Ishii T, Iwasaki M, Yoshikawa H. Long-term outcome of laminoplasty for cervical myelopathy due to disc herniation: a comparative study of laminoplasty and anterior spinal fusion. **Spine (Phila Pa 1976)** 30:756-759, 2005
- 14) Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, Ishii T, Yoshikawa H. C5 palsy after decompression surgery for cervical myelopathy: review of the literature. **Spine (Phila Pa 1976)** 28:2447-2451, 2003
- 15) Tsuzuki N, Zhogshi L, Abe R, Saiki K. Paralysis of the arm after posterior decompression of the cervical spinal cord. I. Anatomical investigation of the mechanism of paralysis. **Eur Spine J** 2:191-196, 1993
- 16) Yue WM, Tan CT, Tan SB, Tan SK, Tay BK. Results of cervical laminoplasty and a comparison between single and double trap-door techniques. **J Spinal Disord** 13:329-335, 2000