

3) The complications recognized were deterioration of myelopathy immediately after surgery in 18 (11.7%), epidural hematoma in 3 (1.9%), and dural injury in 34 (22.1%) patients. In 12 (66.7%) of 18 patients with aggravation, the paralysis improved spontaneously 5.6 days on average (1-30 days) after surgery.

**【Discussions】** The mean recovery rate of JOA score after surgery was 36.8%, which was worse than that of cervical OPLL reported in the literatures ranging from 43-63%<sup>9,10)</sup>. The factors significantly associated with favorable surgical results were maximum ossification located at the upper thoracic spine and use of instrumentation. Because the thoracic spine presents kyphosis and the spinal cord is usually compressed by ossified lesions extensively from front, posterior decompression alone may not work effectively. However, the upper thoracic spine is close to the lower cervical spine, where lordosis exists and, therefore, T-OPLL at the upper thoracic spine could be treated by laminoplasty that is relatively a safe surgical procedure for neural elements expecting the posterior shift of the spinal cord. The use of instrumentation allows correction of kyphosis or, at least, prevention of progression of kyphosis, and stabilization of the spine, thereby, enhancing and maintaining decompression effect<sup>11)</sup>, and its use should be taken into consideration particularly when posterior decompression is conducted. Intra- and postoperative complications are not rare in surgery for T-OPLL. In the present survey, the frequency of deterioration of the paralysis immediately after the surgery was as relatively high, at 11.7%. Except for the patients who developed Frankel stage A paralysis, it also became clear that the paralysis may be expected to improve spontaneously. Some

attempts to make surgery for the disease safer and to improve the surgical outcomes have been made, which include combined use of instrumentation, use of a navigation system during excision of the ossified lesion, use of intraoperative ultrasonography for confirmation of decompression during posterior decompression, etc.<sup>12)</sup>

Some limitations of the present study were that it was a retrospective study and the number of patients included in the analyses was small despite the large number of participating institutions, making reliable statistical analysis difficult. Nonetheless, valuable results were obtained considering that a considerable number of patients with T-OPLL, a rare disease, who were surgically treated, were collected. The results are expected to provide some guidelines for selection of the surgical treatment method in the patients. The results may also serve as basic data for prospective studies that are needed in the future.

#### References

- 1) Fujimura Y, Nishi Y, Nakamura M, et al. Myelopathy secondary to ossification of the posterior longitudinal ligament of the thoracic spine treated by anterior decompression and bony fusion. *Spinal Cord*. 1997; 35:777-84.
- 2) Matsuyama Y, Yoshihara H, Tsuji T, et al. Surgical outcome of ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) of the thoracic spine: implication of the type of ossification and surgical options. *J Spinal Disord Tech*. 2005; 18:492-498.
- 3) Ohtsuka K, Terayama K, Yanagihara M, et al. A radiological population study on the ossification of the posterior longitudinal ligament in the spine. *Arch Orthop Trauma Surg* 1987; 106: 89-93.
- 4) Sakou T, Hirabayashi K: Modified criteria of patient selection for treatment of ossification of spinal ligaments. Annual report of taskforce of research for ossification of spinal ligaments sponsored by the Japanese Ministry of Health and Welfare. 1994: 11-14 (in Japanese).
- 5) Ohtsuka K, Terayama K, Tsuchiya T et al: A surgical procedure of the anterior decompression of the thoracic spinal cord through the posterior approach. *Seikeisaigageka* 1983; 8: 1083-1090 (in Japanese)
- 6) Tomita K, Kawahara N, Baba H, et al. Circumspinal decompression for thoracic myelopathy due to combined ossification of the posterior longitudinal ligament

- and ligamentum flavum. Spine 1990; 15:1114-20.
- 7) Fujimura Y, Nishi Y, Nakamura M, Toyama Y, Suzuki N. Anterior decompression and fusion for ossification of the posterior longitudinal ligament of the upper thoracic spine causing myelopathy: using the manubrium splitting approach. Spinal Cord 1996; 34:387-93.
- 8) Bradford DS, McBride GG: Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurologic deficits. Clin Orthop 1987, 218: 201-216.
- 9) Ogawa Y, Toyama Y, Chiba K, et al. Long-term results of expansive open-door laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine. J Neurosurg Spine. 2004 ;1:168-74.
- 10) Seichi A, Takeshita K, Ohishi I, et al. Long-term results of double-door laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. Spine. 2001; 26: 479-87.
- 11) Yamazaki M, Mochizuki M, Ikeda Y, Sodeyama T, Okawa A, Koda M, Moriya H. Clinical results of surgery for thoracic myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament: operative indication of posterior decompression with instrumented fusion. Spine 2006; 31:1452-60.
- 12) Seichi A, Takeshita K, Kawaguchi H, Kawamura N, Higashikawa A, Nakamura K. Image-guided surgery for thoracic ossification of the posterior longitudinal ligament. Technical note. J Neurosurg Spine 2005; 3:165-8.

**FDA DEVICE/DRUG STATUS:** rhBMP-2/ACS: Not approved for this indication.

doi: 10.1016/j.spinee.2007.07.395

### 32. Transforaminal Lumbar Interbody Fusion with Bone Morphogenetic Protein (rhBMP-2) - Risk Factors for Pseudarthrosis

John McClellan, III, MD<sup>1</sup>, Daniel Mulconrey, MD<sup>2</sup>, H. Randal Woodward, MD<sup>1</sup>, Michael Longley, MD<sup>1</sup>, Jonathan Fuller, MD<sup>1</sup>, Timothy Burd, MD<sup>1</sup>, Eric Phillips, MD<sup>1</sup>, Robert Forbes, MD<sup>3</sup>, Nancy Fullmer, RN<sup>1</sup>, Cyndi Mains<sup>1</sup>; <sup>1</sup>Nebraska Foundation for Spinal Research, Omaha, NE, USA; <sup>2</sup>Washington University, St Louis, MO, USA; <sup>3</sup>Diagnostic Radiology, P.C., Omaha, NE, USA

**BACKGROUND CONTEXT:** The authors have previously reported vertebral osseous resorption following TLIF with the use of rhBMP-2 in the intervertebral disc space. The effects of osseous resorption, cage surface area, and cage subsidence on lumbar interbody fusion rates has not previously been described. No current study has evaluated risk factors associated with pseudarthrosis.

**PURPOSE:** To identify whether intervertebral cage surface area, subsidence of the intervertebral cage, osseous resorption, age, or gender affect fusion rates after TLIF with rhBMP-2.

**STUDY DESIGN/SETTING:** Retrospective computed tomography evaluation to identify risk factors associated with pseudarthrosis after transforaminal interbody fusion augmented with bone morphogenetic protein (rhBMP-2).

**PATIENT SAMPLE:** Patient sample size was 117.

**OUTCOME MEASURES:** Thin-cut CTs with coronal and sagittal views were used to evaluate fusion.

**METHODS:** 117 consecutive patients, who had undergone single level TLIF with rhBMP-2 were selected. All patients had rhBMP-2 placed in the interbody space along with an interbody support. Thin cut CT scans with coronal and sagittal reconstructions were performed post-operatively. CT scans were done an average of 6.8 months post-operatively (2.63 to 43.36). An independent radiologist evaluated all CT studies. Cage surface area was categorized in 3 groups (<30%, 30-50%, and >50%). Cage subsidence was defined as Mild <25%, Moderate 25-50%, Severe >50%, or None. Osseous resorption was evaluated and defined in correlation with previous reports.

**RESULTS:** The patient mean age was 48.5 years. The TLIF levels totaled L1/2 (1), L3/4 (17), L4/5 (64), L5/S1 (35). At final follow-up, 4 of 117 patients (3.4%) had CT confirmation of pseudarthrosis. Cage surface area was <30% (39) levels, 30-50% (64) levels and >50% (14) levels. Cage subsidence was Mild (27) levels, Moderate (8), and Severe (5) levels. Osseous resorption was present in 71 levels. Four levels with pseudarthrosis were present at L1/2 (1) and L4/5 (3). Cage subsidence was noted in all 4 of these levels. Interbody support was <30% in the non-fused levels. Both of these values reached statistical significance when compared with the group mean (p=0.002 and p=0.001, respectively). The presence of vertebral osseous resorption in all 4 pseudarthrosis was severe (>1x1cm) and did not reach statistical significance, but size of the defect appears to be greater in the non-fusion patients. Although not statistically significant, pseudarthrosis was associated with a higher mean age (56.5 years). There were 69 females and 48 males. Gender did not affect fusion rate (p=0.277).

**CONCLUSIONS:** The TLIF procedure typically employs a small interbody spacer. These results indicate to optimize fusion in patients undergoing TLIF with rhBMP-2 the surgeon should maximize surface area support of the intervertebral cage. Cage subsidence, osseous resorption, and age may be linked to pseudarthrosis. All of these factors should be avoided to promote successful interbody fusion.

**FDA DEVICE/DRUG STATUS:** rhBMP-2 / Infuse: Not approved for this indication.

doi: 10.1016/j.spinee.2007.07.396

Wednesday, October 24, 2007

5:25-6:25 PM

## Special Interest Poster Presentation 2: Kyphoplasty/Deformity

### 33. Factors Influencing the Results of Surgery for Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament in the Thoracic Spine—A Multi-institutional Retrospective Study

Morio Matsumoto, MD<sup>1</sup>, Kazuhiro Chiba, MD<sup>2</sup>, Yoshiaki Toyama, MD<sup>2</sup>, Katsushi Takeshita, MD<sup>3</sup>, Atsushi Seichi, MD<sup>3</sup>, Kozo Nakamura, MD<sup>4</sup>, Jun Arimizu, MD<sup>5</sup>, Shunsuke Fujibayashi, MD<sup>6</sup>, Shigeru Hirabayashi, MD<sup>7</sup>, Toru Hirano, MD<sup>8</sup>, Motoki Iwasaki, MD<sup>9</sup>, Kouji Kaneoka, MD<sup>10</sup>, Yoshiharu Kawaguchi, MD<sup>11</sup>, Kosei Ijiri, MD<sup>12</sup>, Takeshi Maeda, MD<sup>13</sup>, Yukihiko Matsuyama, MD<sup>14</sup>, Yasuo Mikami, MD<sup>15</sup>, Hideki Murakami, MD<sup>16</sup>, Hideki Nagashima, MD<sup>17</sup>, Kensei Nagata, MD<sup>18</sup>, Shinnosuke Nakahara, MD<sup>19</sup>, Yutaka Nohara, MD<sup>20</sup>, Shiro Oka, MD<sup>21</sup>, Keizo Sakamoto, MD<sup>22</sup>, Yasuo Saruhashi, MD<sup>23</sup>, Yutaka Sasao, MD<sup>24</sup>, Katsuji Shimizu, MD<sup>25</sup>, Toshihiko Taguchi, MD<sup>26</sup>, Makoto Takahashi, MD<sup>27</sup>, Yasuhisa Tanaka, MD<sup>28</sup>, Toshikazu Tani, MD<sup>29</sup>, Yasuaki Tokuhashi, MD<sup>30</sup>, Kenzo Uchida, MD<sup>31</sup>, Kengo Yamamoto, MD<sup>32</sup>, Masashi Yamazaki, MD<sup>33</sup>, Toru Yokoyama, MD<sup>34</sup>, Munehito Yoshida, MD<sup>35</sup>, Yuji Nishiwaki, MD<sup>36</sup>; <sup>1</sup>Dept. of Musculoskeletal Reconstruction and Regeneration Surgery, Keio University, Tokyo, Tokyo, Japan; <sup>2</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Keio University, Tokyo, Tokyo, Japan; <sup>3</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Tokyo University, Tokyo, Tokyo, Japan; <sup>4</sup>Dept. of Orthopaedic Surgery, Tokyo University, Tokyo, Japan; <sup>5</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Fukuoka University, Fukuoka, Fukuoka, Japan; <sup>6</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Kyoto University, Kyoto, Japan; <sup>7</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Saitama Medical Center, Kawagoe, Saitama, Japan; <sup>8</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Niigata University, Niigata, Niigata, Japan; <sup>9</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Osaka University, Osaka, Japan; <sup>10</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Tsubata University, Tsubata, Ibaragi, Japan; <sup>11</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Toyama University, Toyama, Toyama, Japan; <sup>12</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Kagoshima University, Kagoshima, Japan; <sup>13</sup>Dept. of Orthopaedic Surgery, Kyushu University, Fukuoka, Fukuoka, Japan; <sup>14</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Nagoya University, Nagoya, Aichi, Japan; <sup>15</sup>Department of Orthopedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Kyoto, Japan; <sup>16</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Kanazawa University, Kanazawa, Ishikawa, Japan; <sup>17</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Tottori University, Yonago, Tottori, Japan; <sup>18</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Kurume University, Kurume, Fukuoka, Japan; <sup>19</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, National Okayama Medical Center, Okayama, Okayama, Japan; <sup>20</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Dokkyo University, Mibu, Tochigi, Japan; <sup>21</sup>Department of Orthopaedic surgery, Kagawa University, Miki, Kagawa, Japan; <sup>22</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Showa University, Tokyo, Tokyo, Japan; <sup>23</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Shiga University, Seta, Shiga, Japan; <sup>24</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, St. Marianna University, Kawasaki, Kanagawa, Japan; <sup>25</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Gifu University, Gifu, Gifu, Japan; <sup>26</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Yamaguchi University, Ube, Yamaguchi, Japan; <sup>27</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Tokyo Medical & Dental University, Tokyo, Tokyo, Japan; <sup>28</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Tohoku University, Sendai, Miyagi, Japan; <sup>29</sup>Department of Orthopedic Surgery, Kochi University, Nangoku, Kochi, Japan; <sup>30</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Nihon University, Tokyo, Tokyo, Japan; <sup>31</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Fukui University, Fukui, Fukui, Japan; <sup>32</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Tokyo Medical University, Tokyo, Tokyo, Japan; <sup>33</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Chiba University, Chiba, Chiba, Japan; <sup>34</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Hirosaki University, Hirosaki, Aomori, Japan; <sup>35</sup>Dept. of Orthopedic Surgery, Wakayama Medical University, Wakayama, Wakayama, Japan; <sup>36</sup>Dept. of Preventive Medicine and Public Health, Keio University, Tokyo, Tokyo, Japan

**BACKGROUND CONTEXT:** Surgical treatment of ossification of the posterior longitudinal ligament in the thoracic spine (T-OPLL) is technically demanding even with recent advance in surgical techniques. Detailed

analyses of surgical outcomes of T-OPLL have been difficult because this disease is rare and the number of patients at a single institute is limited.

**PURPOSE:** The purpose of the study was to evaluate the results of surgery and complications and to find an optimal surgical option for T-OPLL.

**STUDY DESIGN/SETTING:** A multi-institutional retrospective study.

**PATIENT SAMPLE:** The subjects were 154 patients with T-OPLL who were surgically treated at 34 institutions during the 5-year period between 1998 and 2002 and who were followed for at least 1 year (62 males and 92 females; mean age, 56.8 years; mean follow-up period, 3.0 years). The level of the maximum ossification was T1-T4 in 68 patients, T5-T8 in 61, and T9-T12 in 22.

**OUTCOME MEASURES:** Assessments were made on 1) The Japanese Orthopaedic Association (JOA) score (full marks, 11 points), its recovery rate, and Modified Frankel classification, 2) factors related to surgical results, and 3) complications and their sequelae.

**METHODS:** The surgical procedures were laminectomy in 37, laminoplasty in 36, anterior decompression and fusion by the anterior approach in 25, anterior decompression by the posterior approach in 29, and others in 13 patients. Instrumentation was conducted in 52 patients (33%). The ossified lesion was excised in 48, thinned and floated in 25, and left unresected in 81 patients.

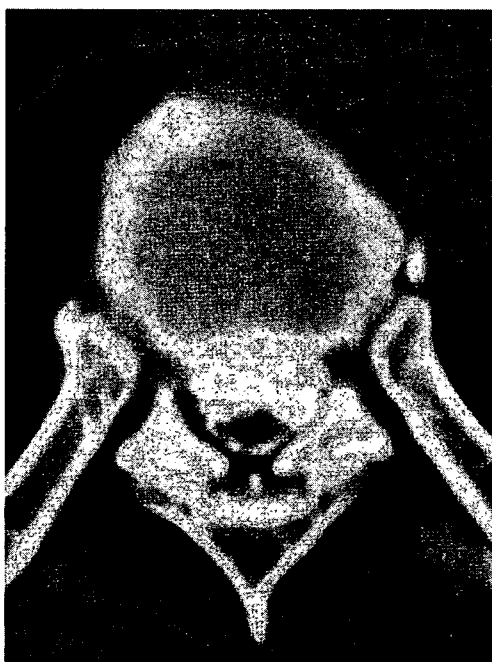


Figure 1.

**RESULTS:** 1) The mean JOA score before surgery was  $4.6 \pm 2.0$  and  $7.1 \pm 2.5$  after surgery. The mean recovery rate was  $36.8 \pm 47.4\%$ . In modified Frankel classification, there was improvement by at least one grade in 107 patients (69.5%), no change in 38 (24.7%) and aggravation in 9 (5.8%). 2) The recovery rate was 25% or higher in 104 patients (67.5%). Factors significantly related to the recovery rate of 25% or higher were location of the maximum ossification at the upper thoracic vertebrae (T1-T4) (age- and sex-matched odds ratio: 2.43-4.17) and use of instrumentation (the odds ratio: 3.37). Morbid period, preoperative JOA score, and surgical procedures were not significantly related to the recovery rate. 3) The complications recognized were deterioration of myelopathy immediately after surgery in 18 (11.7%), epidural hematoma in 3 (1.9%), and dural injury in 34 (22.1%) patients. In 12 (66.7%) of 18 patients with aggravation, the paralysis improved spontaneously 5.6 days on average after surgery.

**CONCLUSIONS:** The mean recovery rate of JOA score was worse than that of cervical OPLL reported in the literatures. The factors significantly associated with favorable surgical results were maximum ossification located at the upper thoracic spine and use of instrumentation. The upper

thoracic spine is close to the lower cervical spine, where lordosis exists and T-OPLL at the upper thoracic spine could be treated by laminectomy or laminoplasty that is relatively safe for neural elements. The use of instrumentation allows correction of kyphosis and stabilization of the spine, thereby, enhancing and maintaining decompression effect, and its use should be taken into consideration particularly when posterior decompression is conducted. The aggravation of paralysis immediately after surgery was observed in more than 10 % of the patients, but spontaneous improvement in paralysis could be expected in more than half of the patients.

**FDA DEVICE/DRUG STATUS:** This abstract does not discuss or include any applicable devices or drugs.

doi: 10.1016/j.spinee.2007.07.040

#### 34. Unipedicular Balloon Kyphoplasty for the Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures

Elias Papadopoulos, MD<sup>1</sup>, Folorunsho Edobor-Osula, MPH<sup>1</sup>, Michael Gardner, MD<sup>2</sup>, Michael Shindle, MD<sup>2</sup>, Joseph Lane, MD<sup>2</sup>; <sup>1</sup>New York, NY, USA; <sup>2</sup>Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

**BACKGROUND CONTEXT:** Studies have demonstrated that bipedicular kyphoplasty is a safe and effective procedure for the treatment of pain associated with osteoporotic vertebral compression fractures. Biomechanical testing showed that experimental unilateral kyphoplasty had comparable properties to bipedicular kyphoplasty. Thus this technique would be an attractive alternative to the traditional bipedicular kyphoplasty, due to theoretical speed, safety and less expense. However, to date no clinical data are available regarding the efficacy and safety of unilateral balloon kyphoplasty.

**PURPOSE:** To evaluate the clinical and radiographic outcomes of the unipedicular-unilateral balloon kyphoplasty in osteoporotic vertebral compression fractures' (VCFs).

**STUDY DESIGN/SETTING:** Prospective observational study.

**PATIENT SAMPLE:** 317 kyphoplasty procedures performed in 142 patients with osteoporotic VCFs, using the unilateral technique.

**OUTCOME MEASURES:** To evaluate improvement in pain and physical function, preoperative and postoperative scores of visual analog scale (VAS), SF-36 and Oswestry disability index (ODI) were compared, at 3 and 12 months postoperatively. Complications were recorded. Height restoration and overall coronal and sagittal spinal alignment was assessed pre and post-operatively.

**METHODS:** 317 kyphoplasty procedures were performed in 142 patients with osteoporotic VCFs, using the unilateral technique. This was performed exclusively via extrapedicular cannulation of the vertebral body aiming to the center of the vertebral body. To evaluate improvement in pain and physical function, preoperative and postoperative scores of visual analog scale (VAS), SF-36 and Oswestry disability index (ODI) were compared, at 3 and 12 months postoperatively. Complications related to the procedure and cement extravasation rates were recorded. Height restoration and overall coronal and sagittal spinal alignment was assessed pre and post-operatively.

**RESULTS:** Mean midvertebral height restoration was found 48.9%; when vertebral levels treated were stratified into two groups, with or without height restoration (90.1% and 9.9% of all levels respectively), corrected mean midvertebral height restoration was found 54%. No lateral wedging or changes in the coronal alignment were observed. Significant improvement on the VAS, SF-36 scores and ODI was noted postoperatively; nevertheless at the 12-month follow-up only 30 patients completed the SF-36 questionnaire, whereas the VAS/ ODI was completed by only 19 patients. No complication was recorded; 34 cases (10.73%) of cement extravasation were all asymptomatic.

**CONCLUSIONS:** Unipedicular-unilateral extrapedicular kyphoplasty is both a safe and efficacious alternative to the traditional bipedicular kyphoplasty for the treatment of painful osteoporotic VCFs. As technique, it is faster, less expensive and involves less radiation exposure for the surgical suite personnel.

# 胸椎後縦靱帯骨化症に対する後方除圧固定術の治療成績

酒井 亮<sup>1)2)</sup>, 三上靖夫<sup>1)</sup>, 長谷 齊<sup>1)</sup>, 北中重行<sup>1)</sup>, 池田 巧<sup>1)</sup>, 久保俊一<sup>1)</sup>

脊柱の生理的後弯部位である上中位胸椎に発生した後縦靱帯骨化症（以下OPLL）に対する手術術式を選択には議論がある。本研究の目的は、上中位胸椎OPLLに対する後方除圧固定術の治療成績について検討することである。

### 対 象

上中位胸椎OPLLに対して後方除圧固定術を施行した5例（男性1例，女性4例）を対象とした。手術時平均年齢は50.4（44～57）歳，平均経過観察期間は43.0（5～157）ヵ月，平均除圧範囲は4.8（1～12）椎間，平均固定範囲は6.6（6～8）椎間であった。固定法は椎弓根スクリュー固定が3例，Luque法による固定が2例であった。

### 方 法

検討項目は、臨床成績として、上肢機能を除く日整会頸髄症治療成績判定基準（以下JOAスコア）と平林法による改善率，術中合併症を調査した。さらに、X線学的検討として、除圧範囲の骨化後弯角と術前後の後弯角の変化を計測し、改善率との関係性を評価した。除圧範囲の骨化後弯角は、広藤の方法<sup>1)</sup>を用い、術前のMRI矢状断像で除圧範囲の頭側端椎体後上縁および尾側端椎体後下縁と骨化巣の後方最大突出部頂点とをそれぞれ結んだ直線がなす角度とした（図1）。これらの項目を上中位胸椎OPLLに対して除圧術のみで対処した5例でも評価し比較検討した。

### 結 果

JOAスコア平均改善率は、後方除圧固定術で66.8%，除圧術単独で4.8%であった。合併症は、後方除圧固定術で、深部感染とロッドの折損を1例ずつに認めた。骨化後弯角と改善率の関係をみると、骨化後弯角が30°以上で除圧術のみを行った症例は改善率が25%未満と改善不良であったのに対し、骨化後弯角が30°以上でも後方除圧固定術を行った症例

は、改善率が25%以上であった（図2）。後弯角の変化は、後方除圧固定術で平均+1.5°であったのに対し、除圧術単独では平均+13.0°と、除圧術単独例で後弯が進行する傾向があった。後弯角の変化と改善率の関係から、術後に後弯が13°以上変化した症例で改善率が25%を下回っていた（図3）。

### 考 察

上中位胸椎OPLLに対する術式は、前方進入ない

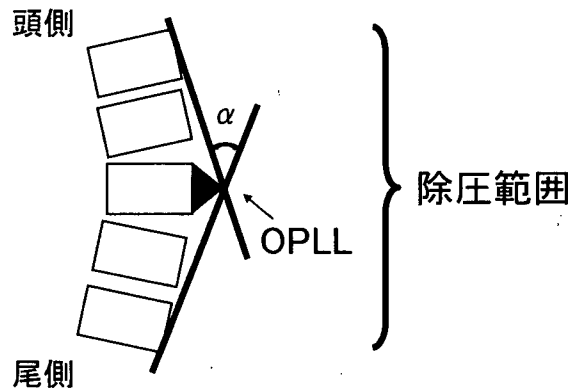


図1 除圧範囲の骨化後弯角

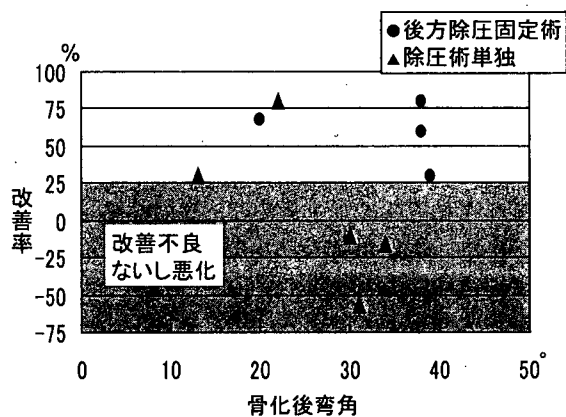


図2 除圧範囲の骨化後弯角と改善率の関係

Clinical results of posterior decompression with fusion for thoracic OPLL : Ryo SAKAI et al. (Department of Orthopaedics, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine)

1) 京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学（整形外科教室） 2) 済生会吹田病院整形外科

Key words : Thoracic spine, OPLL, Posterior decompression with fusion

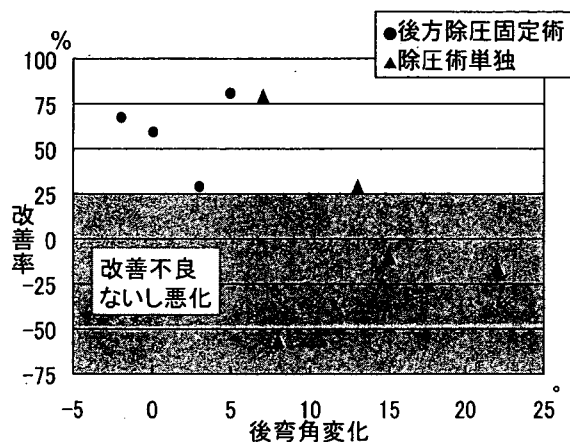


図3 後弯角の変化と改善率の関係

し後方進入の前方除圧術と後方除圧術に大別される。前方除圧術は、本症に対して合理的な術式ではあるが、手術侵襲や技術的な難易度の高さが問題とされ、広範な病変への対処が困難である<sup>2)</sup>。一方、後方除圧術は、後弯の強い症例では十分な除圧が得られないことがあり、術後の後弯の進行も危惧される。われわれは、脊髄症の発症と増悪に動的因子が関与していると考え、2003年以降は後方除圧術に加え、in situのアライメントでの固定術を併用している。

本研究で、後方除圧固定術は平均改善率が66.8%と除圧術単独より良好な臨床成績が得られた。そこで、固定術が手術成績に与える影響を術前の骨化後弯角および術後の後弯角の変化と改善率の関係から検討した。骨化後弯角について広藤<sup>1)</sup>や徳橋<sup>3)</sup>らは、後方除圧術について、骨化後弯角を23°～25°以下になるように除圧範囲を設定すれば手術成績は良好と報告している。本研究でも、骨化後弯角が23°以下の症例は、除圧術のみで良好な手術成績が得られた。これに対し、骨化後弯角が30°以上の症例でも後方除圧術に固定術を併用することで良好な結果が得られた。また、術後の後弯角の変化については、固定術併用例では後弯の進行を5°以下に防止できていたのに対し、除圧術のみで対処した例は術後に後弯が進行し、臨床成績が不良となる傾向があった。以上

から、後方除圧固定術は、脊髄へ加わる動的因子を除去し、術後の後弯進行を防止することで骨化後弯角の大きい症例でも臨床症状を改善させたと考えた。山崎<sup>4)</sup>は、後方除圧固定術は、インストゥルメンテーションによる制動効果で脊髄が徐々にその機能を回復させると述べている。われわれも後方除圧術で十分に除圧が得られなくても固定を追加して脊柱を安定化させることで、臨床症状が改善すると考えた。現在のところ、後方除圧固定術は、あらゆる上中位胸椎OPLLに対して適用可能な手術術式と考えている。

#### ま と め

1. 上中位胸椎OPLLに対する後方除圧固定術の治療成績を検討した。
2. 骨化後弯角が大きい症例に対して、後方除圧固定術を行うことで比較的良好な成績が得られた。
3. 上中位胸椎OPLLに対する後方除圧固定術は有用な術式と考えた。

#### 文 献

- 1) 広藤栄一, 宮崎和躬, 小野崎晃, 他. 胸椎後縦靭帯骨化症に対する後方除圧法の限界について. 日脊椎外会誌 1995; 6: 77-82.
- 2) 鏡 邦芳, 高畑雅彦, 伊東 学, 他. 胸椎後縦靭帯骨化症に対する後方進入前方除圧術の長期成績と成績不良因子に関する検討. 厚労省特定疾患対策研平成17年度研報 脊柱靭帯骨化症に関する調査研究 2005: 134-137.
- 3) 徳橋泰明, 松崎浩巳, 星野雅洋, 他. 胸椎後縦靭帯骨化症に対する後方除圧の適応と限界 MRI矢状断像における除圧範囲の骨化巣後弯角の有用性. 臨整外 2006; 41(4): 389-396.
- 4) 山崎正志, 大河昭彦, 門田 領, 他. 胸椎後縦靭帯骨化症に対する後方除圧固定術—術後成績から見た術式選択における位置づけ—. 厚労省特定疾患対策研平成17年度研報 脊柱靭帯骨化症に関する調査研究 2005: 138-146.

## 選択的頸椎椎弓形成術における除圧範囲選択に関する 動態 MRI の有用性

*Usefulness of Preoperative Dynamic MRI in Selective Laminoplasty*

阪本厚人<sup>\*1\*2</sup> 八田陽一郎<sup>\*1</sup> 原田智久<sup>\*1\*2</sup> 玉井和夫<sup>\*2</sup>  
三上靖夫<sup>\*1</sup> 長谷 齊<sup>\*1</sup> 久保俊一<sup>\*1</sup>

**Abstract** Selective laminoplasty has been performed for cervical spondylotic myelopathy (CSM) in our institutions. Preoperative dynamic MRI was used to determine the decompression area of the selective laminoplasty.

The subjects were 41 patients with CSM, who had undergone preoperative dynamic MRI in flexion, neutral and extension positions. The changes in the number of intervertebral levels with cord compression (compression number) on images in each position were evaluated.

Patients were divided into two groups; the compression number increased in the extension position than the neutral position in group A, but did not change in group B. Decompression was performed for all intervertebral levels where cord compression was seen in either of the images.

Group A comprised 30 patients (73.2%). In this group A, the mean compression number had increased from 1.4 in the neutral position to 3.1 in the extension position, and the mean recovery rate was 54.9%. Group B comprised 11 patients (26.8%). In this group, the mean compression number was 3.5 in both neutral and extension positions, and the mean recovery rate was 49.6%.

Less invasive surgeries that limit decompression levels have recently been attempted for CSM. Preoperative dynamic MRI is useful for decision on decompression levels in selective laminoplasty.

**Key words** 選択的椎弓形成術 (selective laminoplasty), 除圧範囲 (decompression area), 動態 MRI (dynamic MRI)

### はじめに

近年、頸部脊髄症に対し、低侵襲手術を目的として除圧範囲を限定した種々の術式が施行されている<sup>4,5)</sup>。しかしながら、除圧範囲の決定に関して統一された基準はなく、施設や術者によりその基準が異なっているのが現状である。われわれの施設では頸椎症性脊髄症に対し、白石が考案した選択的椎弓形成術<sup>4)</sup>を施行しており、除圧範囲の決定には動態 MRI を用いている。今回、選択的椎弓形成術の除圧範囲の決定に関する動態 MRI の有用性について検討したので報告する。

### 対象および方法

対象は頸椎症性脊髄症患者 41 例で、男性 22 例、女性 19 例であった。年齢は 48-95 歳 (平均 66.9 歳)、術後経過観察期間は 3-31 ヶ月 (平均 15.4 ヶ月) であった。除圧椎間は、2 椎間 4 例、3 椎間 8 例、4 椎間 28 例、6 椎間 1 例であった。全例に筋肉温存型選択的頸椎椎弓形成術を施行した。

術前に GE 社製 MR 装置 (1.5T) を用いて MRI を撮像した。図 1 に示すように小枕を頭部や肩の下に置くことによって頸椎を前屈、中間、後屈位とし、T2 強調矢状断像を撮像して評価に用いた。画像上、脊髄の前後方ともにくも膜下腔が消失して

\*1 京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学 (整形外科教室) / Atsuto SAKAMOTO, Yoichiro HATTA, Tomohisa HARADA, Yasuo MIKAMI, Hitoshi HASE, Toshikazu KUBO: Department of Orthopaedics, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine

\*2 松下記念病院整形外科 [〒570-8540 守口市外島町 5-55] / Atsuto SAKAMOTO, Tomohisa HARADA, Kazuo TAMAI: Department of Orthopaedics, Matsushita Memorial Hospital

いる椎間を脊髄圧迫ありと定義し、前屈、中間、後屈位のいずれかで脊髄圧迫が存在する椎間を除圧すべき椎間と判断し手術を施行した。前屈、中間、後屈位のMR画像における、C2/3からC6/7の各椎間での脊髄圧迫の有無を評価し、これらの3つの姿勢での脊髄圧迫椎間数を、各症例で比較

した。中間位と比較して後屈位で圧迫椎間数が増加した症例をA群、圧迫椎間数が増加しなかった群をB群とした。両群間で症例数、年齢、術前後JOAスコアの改善率を比較した。



図1 MRI撮影姿勢  
小枕などを用いて頸椎前屈位(左)、後屈位(右)を保持する。

Case No.	前屈位						中間位						後屈位					
	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	Comp.-Ls	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	Comp.-Ls	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	Comp.-Ls
1						0						0						4
2						0						1						2
3						0						1						2
4						2						2						3
5						0						1						3
6						0						2						4
7						2						3						4
8						0						1						4
9						2						2						3
10						0						0						3
11						2						2						4
12						2						2						4
13						0						1						3
14						2						2						4
15						0						1						4
16						0						1						3
17						0						0						1
18						2						2						3
19						1						1						2
20						3						3						4
21						0						2						3
22						0						0						2
23						0						2						3
24						0						1						3
25						0						2						4
26						0						1						2
27						0						1						2
28						1						2						3
29						0						2						4
30						1						2						4
31						2						3						3
32						2						4						4
33						0						4						4
34						0						2						2
35						2						4						4
36						0						4						4
37						2						4						4
38						2						5						5
39						0						4						4
40						3						4						4
41						0						1						1

圧迫 (+)  
 圧迫 (-)

**A群**  
30例 (73.2%)

**B群**  
11例 (26.8%)

図2 C2/3からC6/7椎間での脊髄圧迫の有無  
前屈位→中間位→後屈位の姿勢変化で、圧迫椎間数が減少した症例はなかった。A群は30例(73.2%)であった。B群は11例(26.8%)であった。



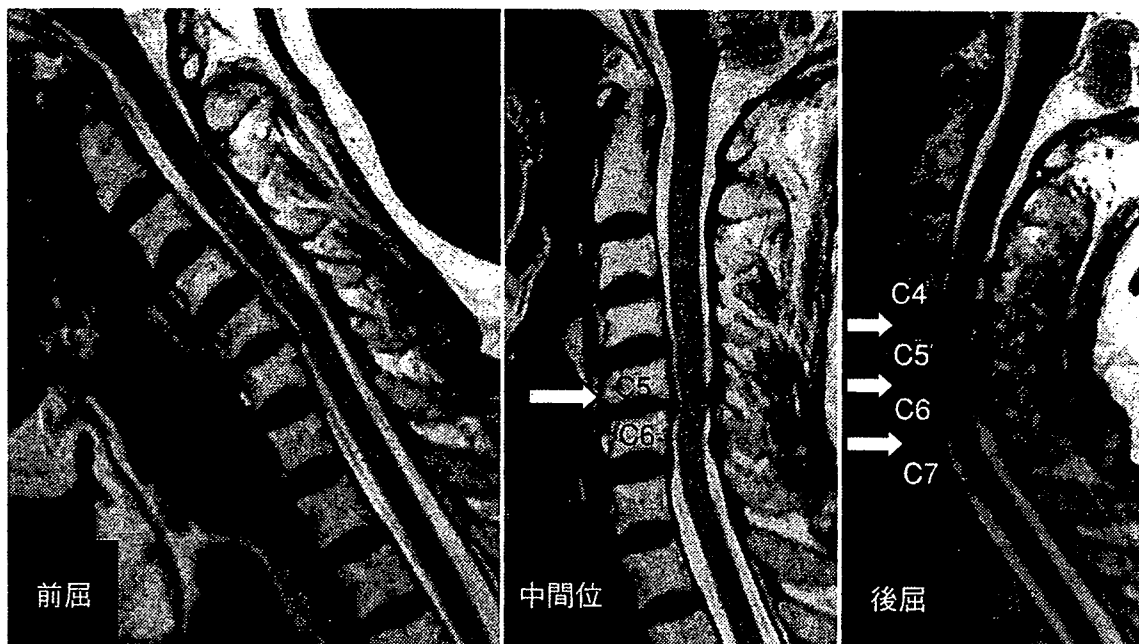


図 3 症例：70 歳女性

術前動態 MRI で、前屈位では脊髓圧迫を認めなかったが、中間位では 1 椎間、後屈位では 3 椎間に脊髓圧迫を認めた。

## 手術手技

術式は 2 椎間除圧では選択的椎弓形成術を、3 椎間除圧では椎弓間除圧術と選択的椎弓形成術を、4 椎間除圧では選択的椎弓形成術を 2 ヲ所に、6 椎間除圧では選択的椎弓形成術を 3 ヲ所に施行した。

## 結果

前屈位→中間位→後屈位と姿位を変化させることによって、圧迫椎間数が減少した症例はなかった。A 群、すなわち中間位よりも後屈位で圧迫椎間数が増加した症例は 30 例 (73.2%) であった。B 群、すなわち中間位と後屈位で圧迫椎間数が同じであった症例は 11 例 (26.8%) であった (図 2)。

A, B 両群の平均年齢は 66.4 歳と 68.3 歳、術前 JOA スコアは 11.1 点と 10.3 点で両群間に有意差を認めなかった。両群間の平均 JOA スコア改善率についても 54.9% と 49.6% で有意差を認めなかった。

## 症例提示

70 歳女性。主訴は左上肢痛および筋力低下であった。術前動態 MRI で、前屈位では脊髓圧迫を認めないが、中間位では 1 椎間、さらに後屈位では 3 椎間で脊髓圧迫を認めた。筋肉温存型選択的椎弓形成術 (C4/5 椎弓間除圧術 + C6 選択的椎弓形成術) を用いた C4/5~C6/7 の 3 椎間除圧を行い症状は消失した。JOA スコアは術前 15 点が術後 17 点に改善し、改善率は 100% であった (図 3)。

## 考察

従来、CSM に対する広範囲後方除圧術の良好な成績が報告されてきた。一方、CSM に対して術後に生じる軸性疼痛の予防などを目的として、近年除圧範囲を限定した除圧術が施行されている。共著者の八田らは、これまで行われてきた画一的な広範囲に連続した椎弓形成が必ずしも必要でないことを報告したが<sup>2)</sup>、その除圧範囲の決定法に関してはいまだ議論がある。

除圧範囲を決定する際には CSM の発症因子を十分に考慮することが重要であるが、CSM の発症に関する要因として、静的な脊柱管の圧迫因子だけ

でなく、動的な因子の重要性が指摘されている。安藤ら<sup>1)</sup>は、頸部脊髄症に対する頸椎前屈・中間・後屈位での動態 MRI に関する研究で、67 例中 38 例 (57%) に MRI T1 強調画像で動的圧迫を認め、前・後屈位で脊髄圧迫が増加した群では動的圧迫がなかった群よりも障害の程度が強い傾向にあったと報告した。また、川崎ら<sup>3)</sup>は 65 歳以上の高齢者における CSM 手術症例の約 1/3 の症例で椎体すべりを伴っていたと報告した。本研究においても、MRI T2 強調画像で中間位と比較して後屈位で圧迫が増加した症例は 73.2% と高率であり、頸髄症の病態に動的圧迫因子が関与していることを示唆していると考えた。

一方、本研究の結果では、前屈位で中間位よりも圧迫椎間数が増加した症例はなかったが、頸椎が後弯位をとる症例や脊髄前方に骨棘や靭帯骨化巣が存在する症例では頸椎前屈で症状が増強することがある。このような症例では、前屈位での脊髄圧迫の状態を検討することが重要である。したがって動的因子を考慮した除圧範囲の決定には、中間位と後屈位のみならず前屈位における MRI 撮像も必要と考えた。

われわれの施設では頸部脊髄症に対して白石、谷戸らが考案した除圧範囲を限定し棘突起や頸部深層伸筋を温存する選択的椎弓形成術<sup>4,5)</sup>を施行しているが、選択的に除圧範囲を決定する術式では、その範囲選択を誤ると除圧不足による成績不良例が生じる懸念がある。除圧不足を防止するためには、中間位のみならず前後屈位での脊髄圧迫、すなわち動的因子を十分に考慮して除圧範囲を決定

する必要がある。また、後屈で圧迫椎間が増す A 群に対して中間位で除圧範囲を決定して手術を行った場合、除圧不足が生じて成績不良例が生じた可能性があるが、後屈位の MRI で除圧範囲を決定した結果、B 群と術後成績に有意な差を認めなかったことから、除圧範囲の決定には術前動態 MRI が有用と考えた。

## 結 語

頸椎症性脊髄症患者において中間位と比較して後屈位で脊髄圧迫椎間数が増加した症例は 73.2% と高率であった。選択的椎弓形成術の除圧範囲決定に動態 MRI が有用であった。

## 文 献

- 1) 安藤哲朗, 柳 務: 頸椎症の経過における頸髄動的圧迫の意義. 日獨医報 39: 10-18, 1994.
- 2) Hatta Y, Shiraishi T, Hase H, et al: Is posterior spinal cord shifting by extensive posterior decompression clinically significant for multisegmental cervical spondylotic myelopathy? Spine 30: 2414-2419, 2005.
- 3) 川崎元敬, 谷 俊一, 牛田享宏, 他: 高齢者頸椎症性脊椎症における頸椎変性すべりの関与. 中四整会誌 13: 141-144, 2001.
- 4) 白石 建, 谷戸祥之: 低侵襲頸椎後方手術—棘突起から深層伸筋を切離しない進入とその応用—. 脳神経外科ジャーナル 9: 629-635, 2004.
- 5) 谷戸祥之, 白石 建, 中井定明, 他: 頸椎後方手術における筋肉温存手術の考え方と成績. MB Orthop 19: 1-5, 2006.

## 選択的頸椎椎弓形成術における術後 MRI と治療成績の検討

*Postoperative MRI and Clinical Results in Selective Cervical Laminoplasty*

原田 智久\*<sup>1</sup>\*<sup>2</sup> 八田陽一郎\*<sup>1</sup>\*<sup>3</sup> 阪本厚人\*<sup>1</sup>\*<sup>2</sup> 玉井和夫\*<sup>2</sup>  
 長谷 齊\*<sup>1</sup> 三上靖夫\*<sup>1</sup> 久保俊一\*<sup>1</sup>

**Abstract** The aim of this study is to evaluate the relation between the amount of dural tube expansion after selective laminoplasty and its surgical results. The subjects were 34 patients (20 males and 14 females) with CSM who underwent selective laminoplasty. The mean age at the time of operation was 65.6 years. For each patient, pre- and postoperative JOA scores were analysed, and the recovery rate was obtained. All patients had postoperative MRI taken 4 to 12 months after operation. With sagittal T2-weighted images, we scrutinized any obliteration of the anterior or posterior subarachnoid space at each intervertebral. According to these MRI findings, the patients were classified into 4 groups, as follows; those with no obliteration of anterior or posterior subarachnoid space were included in Group A, those with obliteration of anterior subarachnoid space at either one of the levels in Group B, those with obliteration of the posterior subarachnoid space in Group C, and those with obliteration of both anterior and posterior subarachnoid spaces in Group D. The recovery rates in Group A, B, and C went beyond 50%. Satisfactory clinical results can be expected when postoperative MRI shows opening of either the anterior or posterior the subarachnoid space.

**Key words** 頸椎症性脊髄症 (cervical spondylotic myelopathy), 選択的椎弓形成術 (selective laminoplasty), 術後 MRI (postoperative MRI)

### はじめに

### 対 象

頸椎症性脊髄症 (以下 CSM) に対する後方手術は、従来 C3 から C6 あるいは C7 までの広範囲連続除圧が広く行われてきた。しかし、これらの術式は頸椎後方支持組織への侵襲が大きく、術後の可動域制限、アライメント異常、軸性疼痛等が生じることが問題とされている。そこでわれわれは、これらの問題を軽減する目的で頸椎動態 MRI を撮像し<sup>1)</sup>、得られた画像から除圧範囲を限局し後方支持組織を温存できる選択的椎弓形成術を施行してきた<sup>4)</sup>。本研究では、選択的頸椎椎弓形成術後の MR 画像を用いて除圧状態を調査し、術後成績との関連を検討した。

2003 年 3 月から 2005 年 6 月までに、1 施設において選択的頸椎椎弓形成術を施行した CSM 54 例のうち術後 MRI を撮像できた 34 例 (男性 20 例, 女性 14 例) を対象とした。発育性狭窄を有する症例や頸椎後縦靭帯骨化症は除外した。平均年齢は 65.6 歳 (48~95 歳)、術後平均経過観察期間は 16.5 ヶ月 (3~31 ヶ月) であった。除圧椎間数は 2 椎間が 4 例, 3 椎間が 6 例, そして 4 椎間が 24 例であった。

### 方 法

除圧椎間は術前の動態 MR 正中矢状断像 (T2

\*1 京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学 (整形外科教室) / Tomohisa HARADA, Yoichiro HATTA, Atsuto SAKAMOTO, Hitoshi HASE, Yasuo MIKAMI, Toshikazu KUBO: Department of Orthopaedics, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine

\*2 松下記念病院整形外科 [〒570-8540 守口市外島町 5-55] / Tomohisa HARADA, Atsuto SAKAMOTO, Kazuo TAMAI: Department of Orthopaedics, Matsushita Memorial Hospital

\*3 京都第二赤十字病院整形外科 / Yoichiro HATTA: Department of Orthopaedics, Kyoto 2nd Red Cross Hospital

表 1 各群の内訳と平均年齢, 術前 JOA スコア, 改善率

	A 群	B 群	C 群	D 群
症例数	20 例 (58%)	5 例 (15%)	5 例 (15%)	4 例 (12%)
平均年齢	63.5 歳	63.6 歳	72.0 歳	70.8 歳
術前 JOA スコア (平均±SD)	11.2±2.3	11.9±3.1	10.4±4.4	7.5±5.9
	P<0.05			
JOA スコア改善率 (平均±SD)	52.0±26.7%	70.7±22.3%	51.9±10.9%	33.4±11.8%
	P<0.05			

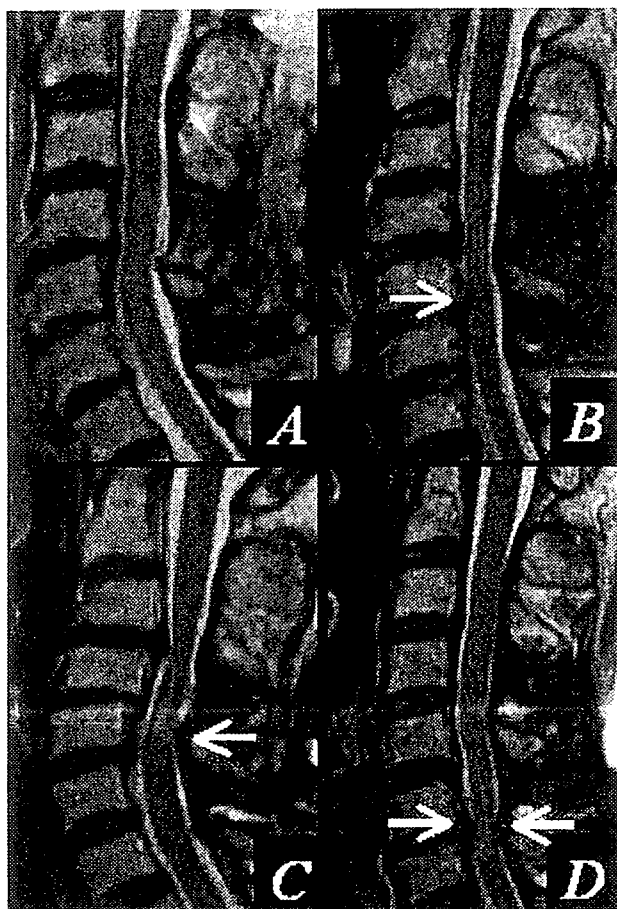


図 1 術後 MRI による分類

- A 群：すべての椎間で脊髄の前後にくも膜下腔を認めた群
- B 群：前方のみくも膜下腔が消失している椎間を有した症例群
- C 群：後方のみくも膜下腔が消失している椎間を有した症例群
- D 群：前方および後方のくも膜下腔がともに消失している椎間を有した症例群

強調像) を基に決定した。つまり, 脊髄の前後方ともにくも膜下腔が消失している椎間を脊髄圧迫ありと定義し, 前屈, 中間, 後屈位の MR 画像のうちいずれかで脊髄圧迫が存在する椎間を除圧すべき椎間と判断し手術を施行した。全症例の術前

後 JOA スコアを調査し, 平林法による JOA スコア改善率を算出した。さらに, 術後 4~12 週間に撮像した中間位 MR 正中矢状断像 (T2 強調像) で, C2/3 から C6/7 までのすべての椎間で脊髄の前後にくも膜下腔を認めた症例群を A 群, 前方のくも膜下腔が消失している椎間を有した症例群を B 群, 後方のくも膜下腔が消失している椎間を有した症例群を C 群, そして前方および後方のくも膜下腔がともに消失している椎間を有した症例群を D 群と分類し (図 1), 各群間で術前 JOA スコアおよび術後 JOA スコアの改善率を比較検討した。D 群については, 脊髄前後のくも膜下腔がともに得られなかった原因を画像所見から考察した。統計学的検定は Fisher's PLSD 法を用いて評価を行い, 危険率 5% 未満を有意差ありと判定した。

## 結 果

全症例の術前後平均 JOA スコアはそれぞれ 10.8 点 (0~15.5 点), 13.8 点 (4.5~17 点) で, JOA スコアの平均改善率は 52.5% (9.1~100%) であった。表 1 に各群の内訳と平均年齢, 術前 JOA スコア, 改善率を示す。A 群が 20 例 (58%), B 群が 5 例 (15%), C 群が 5 例 (15%), そして D 群が 4 例 (12%) で, 術前平均 JOA スコアはそれぞれ 11.2 点 (6.5~14.5 点), 11.9 点 (9.5~15.5 点), 10.4 点 (3.5~15.5 点), 7.5 点 (0~14 点) であった。JOA スコアの平均改善率は A 群から順に 52.0% (9.1~100%), 70.7% (50~100%), 51.9% (40.7%~66.7%), 33.4% (23.8%~50.0%) で, D 群で低かった。D 群のうち 2 例は癭痕形成のために, 他の 2 例は椎弓上縁の掘削不足や黄色靭帯残存のために脊髄圧迫が残存し, 脊髄前後のくも膜下腔

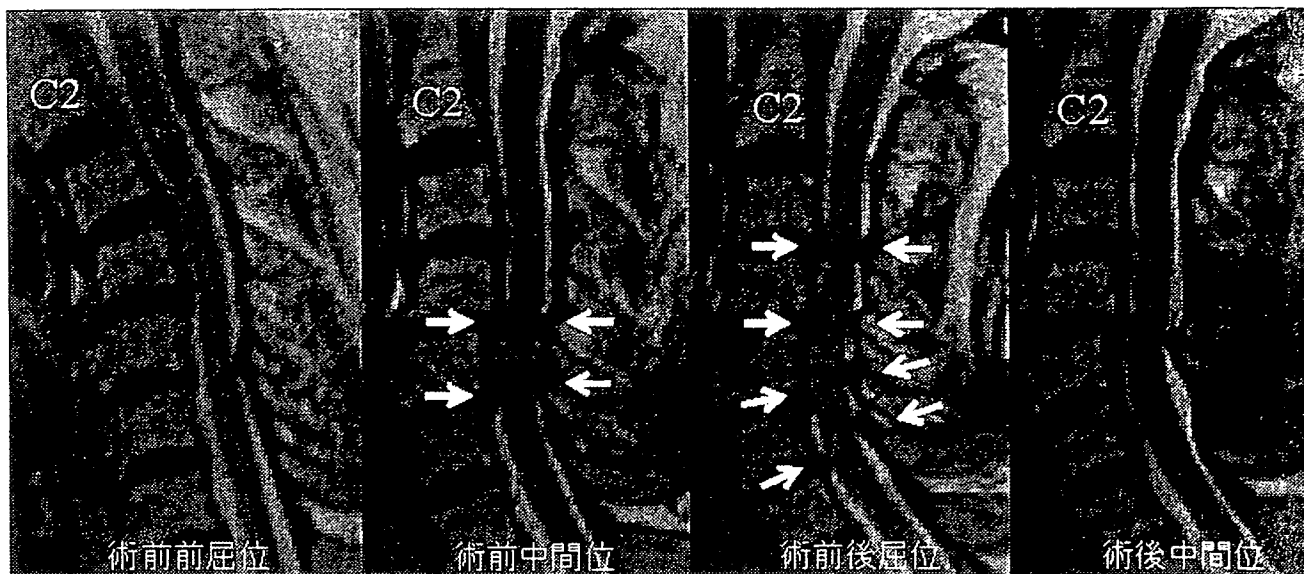


図 2 症例 1：75 歳女性，A 群

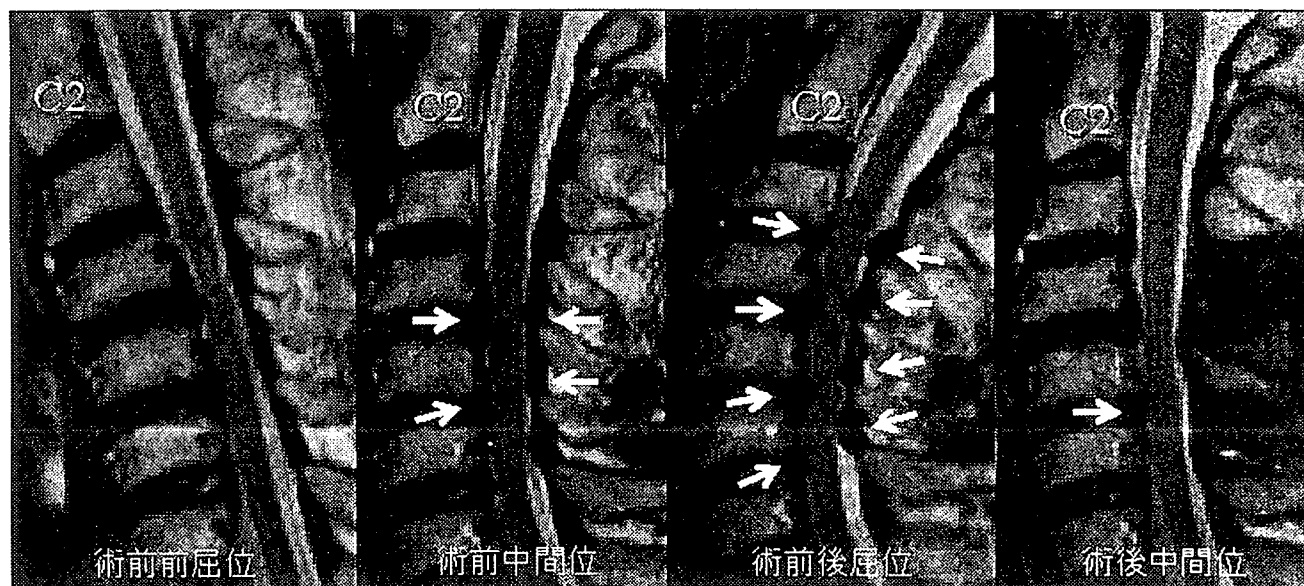


図 3 症例 2：62 歳女性，B 群

が得られなかったと考えた。

### 症例提示

**症例 1：**A 群，75 歳，女性。C4，6 選択的椎弓形成術を施行し，JOA スコアは術前 10.5 点が術後 14 点になった。改善率は 53.8%であった。術後 MR 画像ではすべての椎間でくも膜下腔を認めた (図 2)。

**症例 2：**B 群，62 歳，女性。C4，6 選択的椎弓形成術を施行し，JOA スコアは術前 9.5 点が術後 16 点になった。改善率は 86.7%であった。術後

MR 画像では C5/6 で前方のくも膜下腔が消失していた (図 3)。

**症例 3：**C 群，81 歳，男性。C4，6 選択的椎弓形成術を施行し，JOA スコアは術前 3.5 点が術後 9 点になった。改善率は 40.7%であった。術後 MR 画像では C4/5 および C6/7 で後方のくも膜下腔が消失していた (図 4)。

**症例 4：**D 群，59 歳，男性。C3，5 選択的椎弓形成術を施行し，JOA スコアは術前 14 点が術後 15.5 点になった。改善率は 50.0%であった。術後 MR 画像では術後癒痕形成による圧迫が残存し，C3/4 および 4/5 で前後のくも膜下腔が消失してい

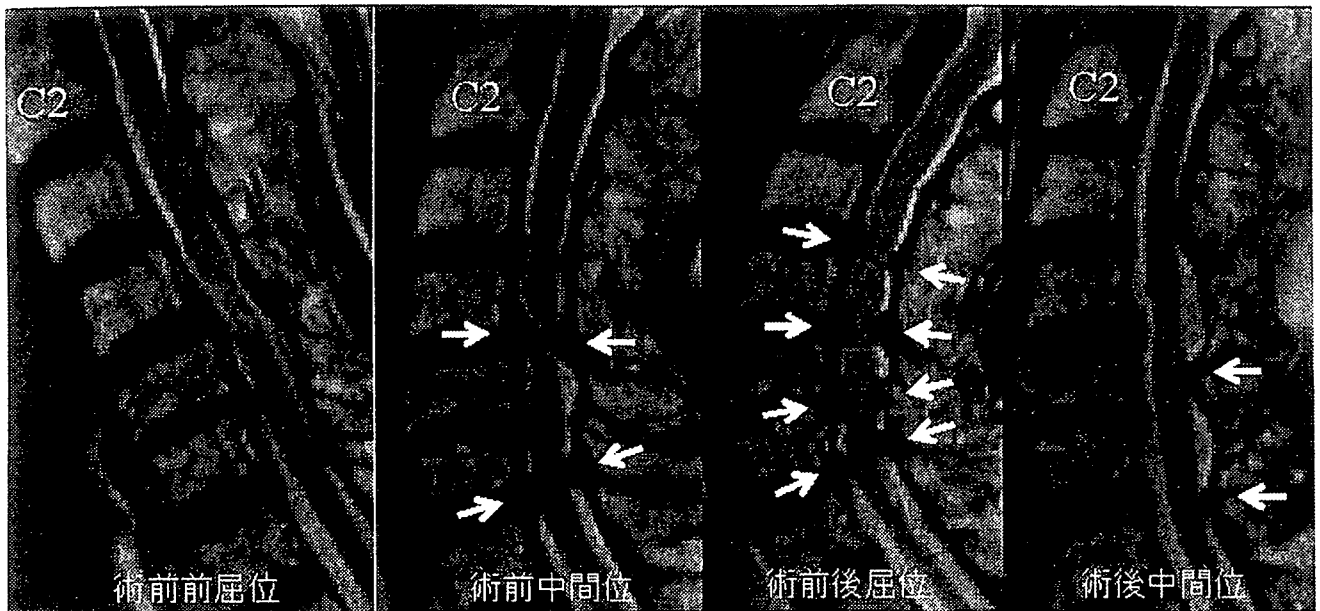


図 4 症例 3 : 81 歳男性, C 群

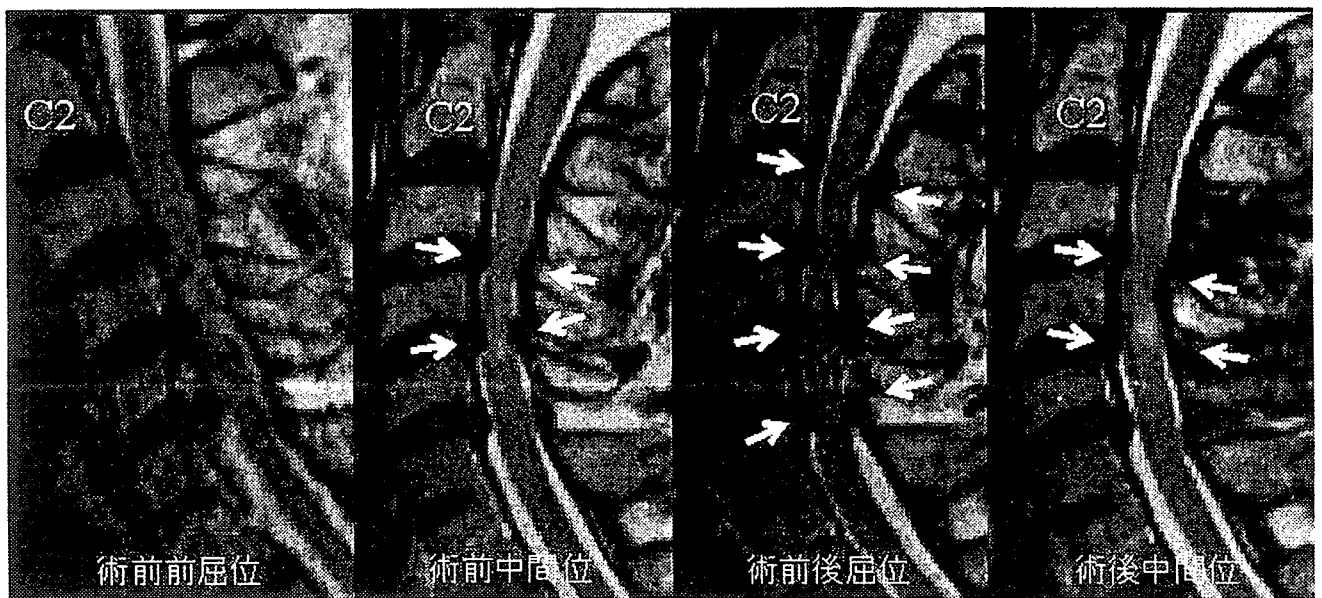


図 5 症例 4 : 59 歳男性, D 群

た (図 5).

### 考 察

CSM に対する後方除圧術として従来広範囲連続除圧が行われてきた。この術式は広く除圧された脊髄が十分に後方へ移動することにより、神経学的改善がもたらされるという仮説に基づいて行われてきたが、後方支持組織への侵襲が大きいため術後の可動域制限、アライメント異常、軸性疼

痛などが残存することが報告されている。われわれはこれらの合併症を軽減する目的で、Shiraishi が考案した筋肉温存型選択的椎弓形成術を施行してきた<sup>4)</sup>。この術式は、後方支持組織を可及的に温存しながら椎間レベルの狭窄に対して黄色靭帯と椎弓上縁を切除する術式であり、脊髄の後方移動量は広範囲連続除圧術より小さいことが報告されている<sup>2)</sup>。

脊髄後方移動量と臨床成績との関連について、Sodeyama らは脊髄後方移動量が 3 mm 以上得られ

た症例で<sup>5)</sup>, Itoh らは脊柱管が 4 mm 以上拡大した症例で良好な成績を得たと報告した<sup>3)</sup>. 一方, われわれは脊髄後方移動量と臨床成績との間には関連がないことを報告しており<sup>2)</sup>, この点については今後も論議が必要である. そこで今回は, 除圧状態を評価する指標として脊髄後方移動量ではなく, MR 画像でのくも膜下腔の有無に着目して臨床成績との関連を評価した.

本研究の結果から, A 群, B 群, および C 群, すなわち術後 MR 正中矢状断像ですべての椎間で脊髄の前方または後方のいずれかにもくも膜下腔を認めた症例群では, 従来の広範囲椎弓形成術と遜色ない神経学的改善が得られた. 前方または後方どちらか一方に限局したくも膜下腔の消失は術後の短期成績には影響せず, 脊髄圧迫を取り除くためには過度の脊髄後方移動や広範囲除圧は必ずしも必要ないと考えた.

一方, D 群, すなわち術後 MR 正中矢状断像で前方および後方のくも膜下腔がともに消失している椎間を認めた症例群では術後の神経学的改善が不良であった. D 群の術前 JOA スコアが他の群と比較すると低かったため成績不良因子の特定は困難であるが, 血腫の癒痕化, 椎弓上縁の除圧不足, あるいは黄色靭帯の残存などにより脊髄前後のくも膜下腔が得られないと成績が不良になる可能性がある. 本術式は従来の術式と比較すると死腔が少なく血腫の影響が大きく出やすいので, 術中の確実な止血と術後のドレナージが重要であり, また, 術前のより詳細な画像評価で椎弓上縁と黄色靭帯を確実に切除することが重要であると考えた.

## まとめ

1) 選択的頸椎椎弓形成術後の MR 画像を用い

て除圧状態を調査し, 術後成績との関連を検討した.

2) 術後 MR 画像で, 脊髄の前方または後方のいずれか一方にくも膜下腔を認めた症例の術後成績は良好であった.

3) 硬膜管を過度に除圧しなくても良好な成績が得られたことから, 従来の広範囲連続除圧は必ずしも必要ないと考えた.

4) 脊髄前後のくも膜下腔がともに消失している椎間を有した症例は成績不良であった.

5) 選択的椎弓形成術を施行する際には椎弓上縁の十分な除圧と, 術後血腫に対する対策が必要と考えた.

## 文 献

- 1) 原田智久, 三上靖夫, 玉井和夫, 他: 頸椎動態 MRI を用いた動的狭窄因子の検討. 中部整災誌 48: 479-480, 2005.
- 2) Hatta Y, Shiraishi T, Hase H, et al: Is posterior spinal cord shifting by extensive posterior decompression clinically significant for multisegmental cervical spondylotic myelopathy? Spine 30: 2414-2419, 2005.
- 3) Itoh T, Tsuji H: Technical improvements and results of laminoplasty for compressive myelopathy in the cervical spine. Spine 10: 729-746, 1985.
- 4) Shiraishi T: A new technique for exposure of the cervical spine laminae: technical note. J Neurosurg (Spine 1) 96: 122-126, 2002.
- 5) Sodeyama T, Goto S, Mochizuki M: Effect of decompression enlargement laminoplasty for posterior shifting of the spinal cord. Spine 24: 1527-1532, 1999.

## 胸椎後縦靱帯骨化症に対する手術法の検討

*Clinical Results of Surgical Treatment for OPLL of Thoracic Spine*

北中重行 三上靖夫 長谷 齊  
八田陽一郎 池田 巧 久保俊一

**Abstract** The purpose of this study is to investigate the clinical results of surgical treatment for ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) in the kyphotic part of the thoracic spine. Three operative procedures were performed for 9 cases with OPLL of the upper and middle thoracic spine. Posterior decompression with fusion was indicated for 4 cases, anterior decompression via posterior approach for 3, and posterior decompression for 2. Preoperative walking ability, clinical results, and radiological findings were evaluated for each surgical method. Radiological findings were evaluated by type of ossification lesion, ossification-kyphosis angle of decompression area and change of kyphosis angle. Postoperative progress of kyphosis was associated with poor neurological recovery. Clinical results were good for cases with little change in the kyphosis angle after operation. We thought that a dynamic factor played a part in the clinical results, because the posterior decompression with fusion group obtained good recovery, and that posterior decompression with fusion was a useful operation even for severe anterior compression of the spinal cord.

**Key words** 後縦靱帯骨化症 (OPLL), 胸椎 (thoracic spine), 手術法 (surgical treatment)

### はじめに

胸椎後縦靱帯骨化症 (以下胸椎 OPLL) に対し、さまざまな手術方法が報告されているが、術式を選択には議論がある<sup>1~3)</sup>。本研究の目的は、後弯部位である上中位胸椎に生じた OPLL に対し、当科で施行した後方進入前方除圧術、後方除圧術、および後方除圧固定術の臨床成績を比較検討することである。

### 対 象

後弯部位である上中位胸椎に生じた OPLL 9 例 (女性 9 例) を対象とした。平均年齢は 52.2 歳 (32~67 歳)、平均経過観察期間は 22.7 カ月 (2~84 カ月) であった。手術法の内訳は、後方進入前方除圧術が 3 例、後方除圧術が 2 例、後方除圧固定術が 4 例であった。2002 年までは、骨化巣による前

方からの強い脊髄圧迫を認めた症例には後方進入前方除圧術を、後弯が軽度な症例には後方除圧術を施行した。2003 年以降は、全例に後方除圧固定術を施行した。

### 方 法

それぞれの症例の術前の下肢機能と臨床成績、そして画像所見について検討した。術前の下肢機能は JOA スコアの下肢運動機能点数で評価し、手術時に歩行不能であった症例については歩行不能となってから手術までの期間を調査した。臨床成績は平林法による JOA スコアの改善率で評価した。

画像所見は、骨化形態、除圧範囲骨化後弯角、および術前後の後弯角の変化を調査した。骨化形態は、平坦型、嘴状型、連続波状型に分類した (図 1)。除圧範囲の骨化後弯角は、広藤ら<sup>4)</sup>の方法を用い、除圧範囲頭側椎体後上縁と骨化の後方

京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学 (整形外科教室) (〒602-8566 京都市上京区河原町通広小路 上ル梶井町 465) / Shigeyuki KITANAKA, Yasuo MIKAMI, Hitoshi HASE, Yoichiro HATTA, Takumi IKEDA, Toshikazu KUBO: Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine



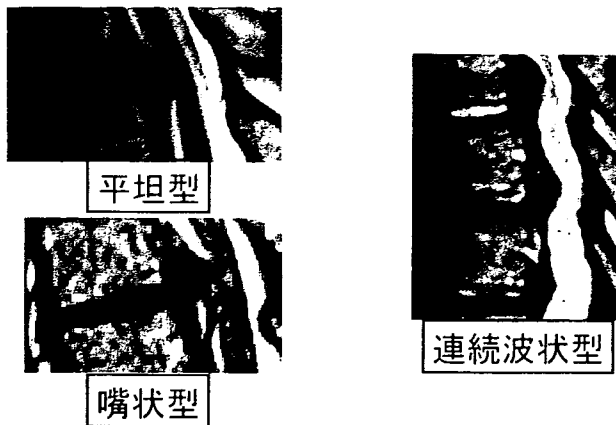


図 1 骨化形態の分類

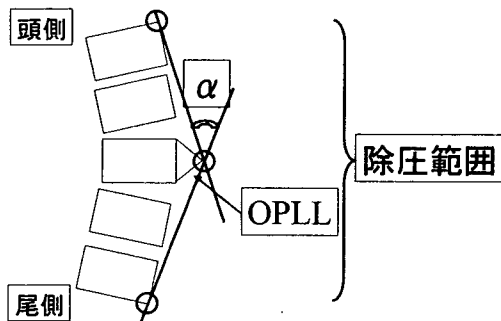


図 2 除圧範囲骨化後弯角 ( $\alpha$ 角)

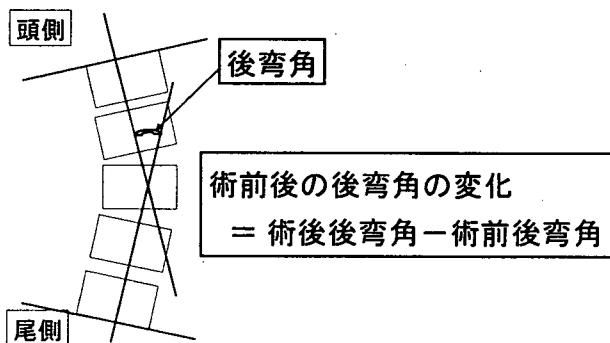


図 3 術前後の後弯角の変化

突出部頂点を結ぶ直線と、後方突出部頂点と除圧範囲尾側椎体後下縁を結ぶ直線のなす角 ( $\alpha$ 角) で求めた (図 2)。後弯角の変化は、cobb 法に準じて術前後弯角と術後後弯角を計測し、それぞれの差を算出した (図 3)。

## 結 果

9 症例の詳細を表 1 に示す。術前歩行能力 (JOA スコア下肢運動機能点数) は平均 1.0 点 (0~2.5

点) であった。手術時に歩行不能であったのは 4 例で、これらの術前歩行不能期間は平均 4.0 週 (2~8 週) であった。改善率は平均 28.8% (-16~80%) であった。

骨化形態は、嘴状型が 9 例中 7 例であった。 $\alpha$  角は平均  $29.4^\circ$  ( $13^\circ \sim 39^\circ$ ) であったが、 $20^\circ$  以上の症例が 9 例中 8 例を占めた。術前後の後弯角の変化は平均  $8.7^\circ$  ( $1^\circ \sim 22^\circ$ ) で、 $10^\circ$  以上変化した 3 例は除圧のみを行った症例で、3 例中 2 例は術後に症状が悪化した。改善率が 30% 以下の 5 例について検討すると、全例で  $5^\circ$  以上の後弯角の変化を認めており、5 例中 4 例は固定術を併用していない症例であった。術式別に検討すると、後方進入前方除圧術の 3 例は、いずれも術後症状が悪化した。一方、固定術を併用した 4 例では、術前後の後弯角の変化は  $6^\circ$  以下であり、術後臨床成績が悪化した症例は認めず、改善率は平均 58.7% (29~80%) であった。

## 考 察

胸椎 OPLL に対する後方進入手術法として、後方除圧術、後方進入前方除圧術、そして後方除圧固定術がある。後方除圧術は、後弯の強い上中位胸椎では除圧効果が得られにくく、後弯変形を進行させる危険がある。後方進入前方除圧術は、除圧効果を得るには優れた術式であるが、難易度の高い手術法であり、固定術を併用しない場合は後方を大きく展開するため、術後に後弯が増強する可能性がある。後方除圧固定術は、後方進入前方除圧術と比較し、除圧効果は劣るが、脊髄に加わる動的因子を抑制することができる。本研究の成績不良例は、固定術を併用していない症例が多く、術前後の後弯角の変化も大きかった。松山ら<sup>3)</sup>は、上中位胸椎部の後弯がわずかでも進行すると脊髄に障害を与えると述べている。本研究では、術前  $\alpha$  角が  $30^\circ$  以上で、術前後の後弯角の変化が大きい症例に術後症状が悪化した症例が多く、特に後弯が強い症例では、術後さらに後弯を増強させない工夫が必要と考えた。一方、固定術を併用し

表 1 症例の内訳

症例番号	術前歩行能力 (JOA スコア下肢 運動機能点数)	術前歩行 不能期間 (週)	改善率 (%)	骨化形態	$\alpha$ 角 ( $^{\circ}$ )	術前後の後弯 角の変化 ( $^{\circ}$ )	手術法
1	0	8	-16	嘴状型	34	22	AD
2	0	4	-57	連続波状型	31	8	AD
3	2	0	29	嘴状型	13	13	PD
4	0	2	79	嘴状型	22	7	PD
5	1	0	-11	嘴状型	30	15	AD
6	1.5	0	80	嘴状型	38	6	PD+F
7	2.5	0	29	嘴状型	39	5	PD+F
8	0	2	59	嘴状型	38	1	PD+F
9	2	0	67	平坦型	20	1	PD+F

AD: Anterior Decompression, PD: Posterior Decompression, F: Fusion

た症例では、比較的良好な成績が得られた。鏡ら<sup>5)</sup>は、両側の椎間関節の機能を喪失するような除圧術には、インストゥルメンテーションを併用した椎間固定術を併用すべきと述べており、また、山崎ら<sup>6)</sup>は後方除圧固定術では、脊柱を安定させ、マイクロモーションに起因する脊髄障害を抑制することが可能と述べている。本研究でも、後弯部での後方除圧固定では除圧効果が十分得られないが、良好な成績が得られたことから、症状の増悪には脊髄に加わる静的圧迫因子よりも動的因子が関与していると考えた。すなわち、前方からの脊髄への圧迫が強くても、後方法で脊柱を安定させ、動的圧迫因子を除去することで十分対処できると考えた。また、山崎ら<sup>7)</sup>は術前の高度脊髄障害を伴った症例には骨化巣摘出は危険と報告している。本研究でも、術前歩行不能であった症例に対する後方進入前方除圧術の成績は不良であったが、後方除圧固定を施行した症例では、全例独歩可能となった。このことから、後方除圧固定術は、高度脊髄障害をもつ胸椎 OPLL に対する有用な術式であると考えた。

## まとめ

1. 上中位胸椎に生じた胸椎後縦靭帯骨化症 9 例の臨床成績を術式別に検討した。

2. 術前後の後弯角の変化が少ない症例で、比較的良好な成績を得た。

3. 後方除圧固定術は、高度脊髄障害をもつ胸椎後縦靭帯骨化症症例に対する有用な術式と考えた。

## 文献

- 1) 大塚訓喜, 寺山和男, 土屋 崇, 他: 胸椎部における後方進入による脊髄前方除圧術. 整形・災害外科 26: 1083-1090, 1983.
- 2) 鏡 邦芳, 高畑雅彦, 伊東 学, 他: 胸椎後縦靭帯骨化症に対する後方進入前方除圧術の長期成績と成績不良因子に関する検討. 厚生省特定疾患脊柱靭帯骨化症調査研究班平成 17 年度研究報告書: 134-136, 2005.
- 3) 松山幸弘, 佐藤公治, 川上紀明, 他: 胸椎後縦靭帯骨化症一術後症状悪化例の検討. 臨床整形外科 35: 39-46, 2000.
- 4) 広藤栄一, 宮崎和躬, 小野崎晃, 他: 胸椎後縦靭帯骨化症に対する後方除圧法の限界について. 日脊会誌 6: 77-82, 1995.
- 5) 鏡 邦芳, 金田清志, 佐藤栄修, 他: 胸椎後縦靭帯骨化症の後方経路脊髄前方除圧と脊柱再建. 臨床整形外科 31: 563-569, 1996.
- 6) 山崎正志, 池田義和, 大河昭彦, 他: 胸椎後縦靭帯骨化症に対する各種術式の成績と術式選択に対する検討. 日脊会誌 12: 306, 2001.
- 7) 山崎正志, 米田みのり, 国府田正雄, 他: 胸椎後縦靭帯骨化症例の術後不良因子の解析. 厚生省特定疾患脊柱靭帯骨化症調査研究班平成 12 年度研究報告書: 145-149, 2001.

# Clinical Significance of CSF Nitric Oxide Metabolites in Spinal Cord Injury

S. Kimura<sup>1</sup>, N. Hosaka<sup>2</sup>, H. Denda<sup>3</sup> and N. Endo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Rehabilitation Center, Niigata University Hospital, Niigata, Japan

<sup>2</sup>Department of Orthopedic Surgery, Niigata Rousai Hospital, Niigata, Japan

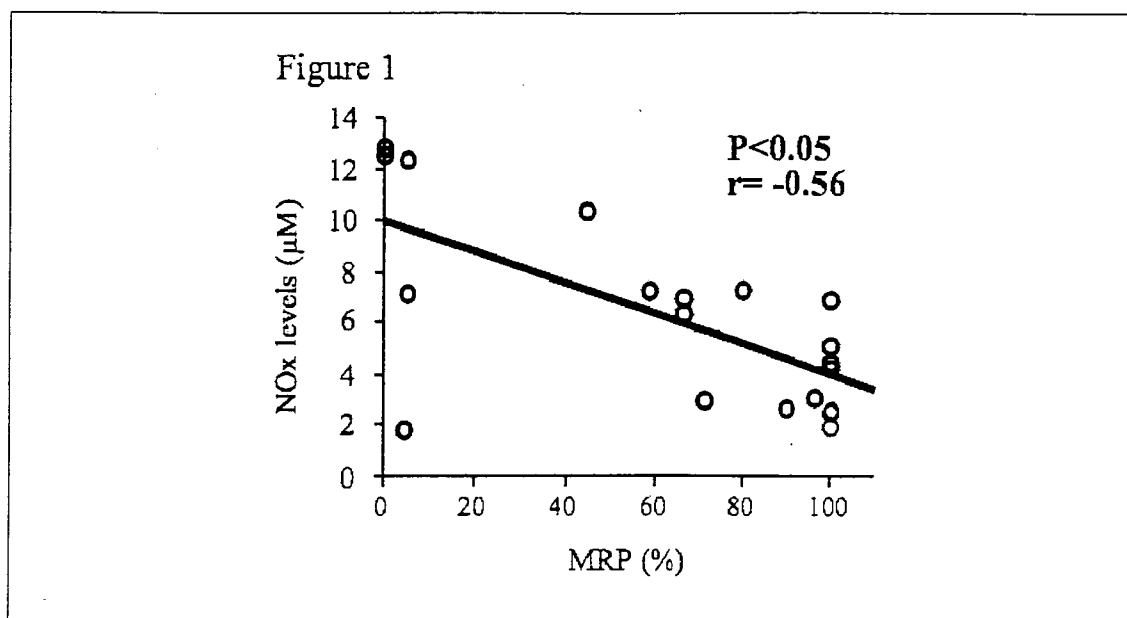
<sup>3</sup>Department of Orthopedic Surgery, Niigata University, Niigata, Japan

## Summary

The objective of the present study was to examine the correlation between cerebrospinal fluid (CSF) nitric oxide metabolites ( $\text{NO}_2^-$  plus  $\text{NO}_3^-$ : NOx levels) and neurologic recovery in spinal cord injury (SCI). The NOx levels tended to be high from 5 to 14 days in same patients. The NOx levels at subacute phase were higher than those in control, and at acute and chronic phase. Also, there was a negative correlation between the motor recovery percentage (MRP) and the NOx levels only at subacute phase. This indicates that NOx levels at subacute phase would be novel quantitative predictors for neurologic prognosis in SCI.

## Introduction

In animal models of SCI, inducible NO synthase is expressed in the spinal cord immediately after sustaining SCI.<sup>1)</sup> Excessive NO production has cytotoxic effects and induces neuronal apoptosis, causing neural degeneration and neurodysfunction in the spinal cord.<sup>2)</sup> However, little is known about the relationship between NOx levels in the cerebrospinal fluid (CSF) and neurologic recovery in clinical cases. We previously reported that preoperative concentrations of NOx levels in the CSF are higher in patients with lumbar degenerative diseases than in pain-free controls<sup>3)</sup>, and are significantly correlated with the degree of pain relief following surgery.<sup>4)</sup> The objectives of this study were 1) to investigate time-course of the CSF NOx levels in same patients, and 2) to examine the correlation between NOx levels and neurologic recovery after SCI.



## References

- 1) Nakahara S, Yone K, Setoguchi T, Yamaura I, Arishima Y, Yoshino S, Change in nitric oxide synthase in spinal cord after traumatic injury in rats, *J Neurotrauma* 11, 1467-1474, 2002.
- 2) Bao F, Liu D, Peroxynitrite generated in the rat spinal cord induces neuron death and neurological deficits, *Neuroscience* 115, 839-849, 2002.
- 3) Kimura S, Watanabe K, Yajiri Y, Motegi T, Masuya Y, Shibuki K, Uchiyama S, Homma T, Takahashi HE, Cerebrospinal fluid nitric oxide metabolites in painful diseases, *NeuroReport* 10, 275-279, 1999.
- 4) Kimura S, Watanabe K, Yajiri Y, Uchiyama S, Hasegawa K, Shibuki K, Endo N, Cerebrospinal fluid nitric oxide metabolites are novel predictors of pain relief in degenerative lumbar diseases, *Pain* 92, 363-371, 2001.
- 5) Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF Jr, Holford TR, Baskin DS, Eisenberg HM, Flamm E, Leo-Summers L, Maroon JC, Marshall LF, Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the second National Acute Spinal Cord Injury Study, *J Neurosurg* 76, 23-31, 1992.
- 6) Katoh S, El Masry WS, Jaffray D, McCall IW, Eisenstein SM, Pringle RG, Pullicino V, Ikata T, Neurological outcome in conservatively treated patients with incomplete closed traumatic cervical spinal cord injuries, *Spine* 21, 2345-2351, 1996.
- 7) Marino RJ, Ditunno JF Jr, Donovan WH, Maynard F Jr, Neurologic recovery after traumatic spinal cord injury. Data from the Model Spinal Cord Injury Systems, *Arch Phys Med Rehabil* 80, 1391-1396, 1999.
- 8) Selden NR, Quint DJ, Pate N, Hannah S, Papadopoulos SM, Emergency magnetic resonance imaging of cervical spinal cord injuries: clinical correlation and prognosis, *Neurosurgery* 44, 785-93, 1999.