

## Materials and Methods

The subjects were 99 patients with SCI in whom CSF samples were collected within 30 days after SCI (SCI group, Frankel A: 22, B: 11, C: 32, D: 34 cases). The SCI group ranged from 15<sup>^</sup>85 years with an average follow-up period of 10 months. There were 13 cases for conservative treatment and 86 cases for surgical intervention (Anterior spinal decompression and fusion: 15, cervical laminoplasty: 42, posterior fusion: 27, anterior and posterior fusion: 3 cases). Intravenous methylprednisolone was administered in 49 cases according to the protocol based on the second National Acute Spinal Cord Injury Study (NASCIS a!).<sup>5)</sup> The control group comprised of 5 healthy volunteers and 35 patients with inguinal herniation (n= 11), or who were undergoing removal of metal instrumentation following a fracture in the lower extremity (n = 24) (CON group). Outcome measures: 1) time-course of the NOx levels in 7 cases with NOx measurements more than three times at acute (0-4 days), subacute (5-14 days) and chronic phase (over 15 days). 2) Comparison in the NOx levels in all cases among three groups with acute, subacute and chronic phase when CSF were collected after SCI. 3) Correlation between the NOx levels and the neurologic recovery rate using ASIA motor recovery percentage (MRP)<sup>6)</sup> at subacute phase. The data were expressed as the mean  $\pm$  SE. One-way ANOVA was used to compare the means of three groups. Correlations were assessed by Spearman's ranked correlation coefficient.

## Results

1) The NOx levels tended to be high from 5 to 14 days, although there was no significant difference in the NOx levels among acute, subacute and chronic phase. 2) The NOx levels ( $7.2 \pm 1.0 \mu\text{M}$ ) at subacute phase were higher than those in control ( $5.0 \pm 0.3 \mu\text{M}$ ) and at acute phase ( $4.8 \pm 0.4 \mu\text{M}$ ). 3) There was a negative correlation ( $r = -0.56$ ,  $p < 0.05$ ) between the MRP and the NOx levels only at subacute phase (n=20, figure 1).

## Conclusions

Based on the analysis of 1461 SCI cases, the Frankel classification at the acute phase is predictive of neurologic prognosis because 3.0 % of cases with Frankel A, 31.3 % of cases with Frankel B, and 70.7 % of cases with Frankel C recovered to at least a Frankel D at 1-year follow-up.<sup>7)</sup> Seldon and co-workers demonstrated that the spreading and lengthening of intramedullary T2 signal intensity in the spinal cord on magnetic resonance images are predictors of neurologic prognosis.<sup>8)</sup> To our knowledge, however, there are no quantitative predictors for neurologic recovery in SCI at the subacute phase. In the present study, the CSF NOx levels at subacute phase are quantitatively correlated with neurologic recovery rate. This indicates that NOx levels would be novel quantitative predictors for neurologic prognosis in SCI.

MINI REVIEW

Mayumi Sakuma\* · Naoto Endo · Takeo Oinuma

## Serum 25-OHD insufficiency as a risk factor for hip fracture

Received: December 8, 2006 / Accepted: January 9, 2007

**Abstract** The aging population and an increasing number of hip fractures worldwide have made prevention of hip fractures a matter of importance. The prevalence of hypovitaminosis D in patients with acute hip fracture has been reported widely in recent years, and the vitamin D nutritional status in such reports is usually evaluated based on serum 25-hydroxyvitamin D (25-OHD). The aim of this article is to review the relationship of serum 25-OHD and osteoporotic fracture and the prevalence of 25-OHD insufficiency in patients with hip fracture, including assessment of nutritional status, oral status, activity, and dementia. We conclude that the serum 25-OHD level may be a useful index for risk of hip fracture in elderly people.

**Key words** 25-hydroxyvitamin D · intact PTH · hip fracture · number of remaining teeth · activity · dementia

### 25-OHD insufficiency and hip fracture

The number of cases of hip fracture has been increasing with the aging of societies worldwide, and methods for prevention of hip fracture are therefore of value. Vitamin D is an important nutrient for bone health and is a regulator of calcium metabolism. Vitamin D nutritional status is evalu-

ated by measuring serum 25-hydroxyvitamin D (25-OHD), and 25-OHD insufficiency may occur in elderly people because of malnutrition, dementia, and inactivity leading to decreased exposure to sunlight. Serum 25-OHD insufficiency leads to an increase in parathyroid hormone (PTH) levels (secondary hyperparathyroidism), resulting in bone loss [1] and leading to hip fracture and decreased activities of daily living (ADL) or quality of life (QOL). Subclinical 25-OHD insufficiency is also considered to be a risk factor for osteoporotic hip fracture in elderly people [2–4] (Fig. 1). Hollis [5] reported that the normal range of 25-OHD is 32–100 ng/ml, and other studies performed in the United States and Australia [6,7] have shown that a serum 25-OHD level of at least 15–20 ng/ml is needed to achieve optimum PTH levels. Therefore, we defined a 25-OHD level of less than 20 ng/ml as vitamin D insufficiency (Fig. 2); we note that vitamin D deficiency defined as a 25-OHD of less than 5 ng/ml causes osteomalacia/rickets [8,9].

### Serum 25-OHD status in hip fracture patients: the Sado study

In the United States, a serum 25-OHD level lower than 12 ng/ml was observed in 50% of women with osteoporotic hip fractures [4], and in Italy this value was found to be 13.5%, with 21.6% of patients having a serum 25-OHD level less than 20 ng/ml [3]. We compared the serum 25-OHD level in hip fracture patients with that in non-hip fracture control subjects over 1 year in the elderly population on Sado Island, Niigata, Japan (total population, 70 011; 34% were 65 years old and older); these data showed that the serum 25-OHD level was significantly lower in the hip fracture patients [10]. In addition to checking the 25-OHD levels and determining other laboratory data, we collected serum and urine samples at admission and also examined changes in the levels of serum 25-OHD in acute hip fracture patients at another general hospital in Niigata City [11]. Although the sample size was small ( $n = 12$ ), serum 25-OHD did not show large changes (less than  $\pm 10\%$ )

M. Sakuma (✉) · N. Endo

Division of Rehabilitation Medicine, Department of Community Preventive Medicine, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, 1-757 Asahimachi dori, Niigata 951-8510, Japan  
Tel. +81-25-227-2272; Fax +81-25-227-0782  
e-mail: maysakuma@yahoo.co.jp

N. Endo

Division of Orthopedic Surgery, Department of Regenerative and Transplant Medicine, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata, Japan

T. Oinuma

Department of Orthopedic Surgery, Sado General Hospital, Sado, Japan

\*M. Sakuma is a recipient of JSBMR Encouragement Award 2005

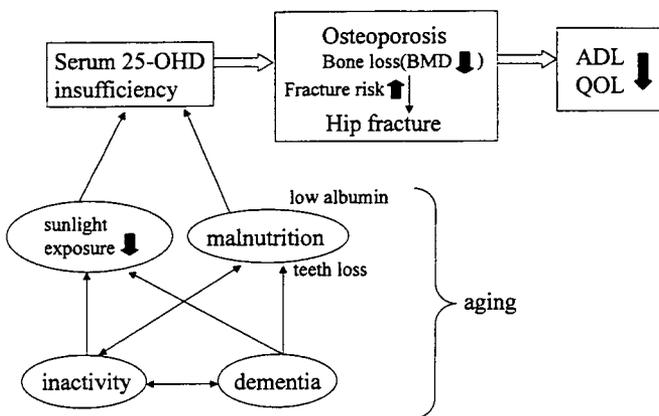
during hip fracture healing, in comparison with the levels of other biochemical markers.

In the Sado study, 62% of 50 hip fracture patients had vitamin D insufficiency, which was defined as a serum 25-OHD concentration less than 20 ng/ml (Fig. 3). The average serum 25-OHD concentration was 17.8 ng/ml in hip-fracture patients and 25.8 ng/ml in non-hip fracture controls [10]; the mean for the patient population was lower than the recent mean value of 20.9 ng/ml reported for nonosteoporotic Japanese women more than 70 years of age [12]. In an age-matched comparative analysis, serum 25-OHD (means of

16.6 ng/ml and 22.0 ng/ml in hip fracture patients and controls, respectively) and albumin (3.6 g/l and 4.0 g/l, respectively) were significantly lower and intact PTH (45.8 pg/ml and 35.8 pg/ml, respectively) was significantly higher in the hip fracture patients [10]. In addition, the serum PTH level was not elevated (<65 pg/ml) in about 80% of hip fracture patients with 25-OHD insufficiency (see Fig. 3). Chapuy et al. [13] have reported that low serum 25-OHD does not always lead to an increase in serum PTH, and Sahota et al. [14,15] suggested that a slight reduction in serum calcium and a substantial decrease in 1,25-(OH)<sub>2</sub>D may be partly related to the failure of the parathyroid gland to mount an adequate PTH response; however, the mechanisms underlying the PTH response remain unclear, and the cutoff for definition of an elevated PTH level requires further examination. A better understanding of the mechanism of serum 25-OHD and intact PTH and their relationship to bone metabolism is important for prevention of osteoporotic fractures and development of individualized treatment.

Regarding the relationship of serum 25-OHD and the number of remaining teeth, for which the average is 6.3 in hip fracture patients and 8.9 in controls, there was no significant difference between the hip fracture group and the control group. However, a significant negative correlation between age and number of teeth was found ( $\alpha = -0.45, P < -0.01$ ) [10] and a significant correlation between 25-OHD and number of teeth ( $\alpha = 0.20, P < 0.05$ ) was also observed. It appears likely that the number of remaining teeth is mainly influenced by age; however, Krall et al. [16] have suggested that intake levels of calcium and vitamin D have a beneficial effect on tooth retention, which suggests a mutually beneficial relationship between the status of the oral cavity and nutritional status.

We also examined the relationship of the severity of dementia and physical activity level with serum 25-OHD in hip fracture patients, using a classification based on the criteria of the long-term care insurance system developed by the Ministry of Health, Labor and Welfare of Japan [17,18]. The mean 25-OHD level was highest, at more than 20 ng/ml,

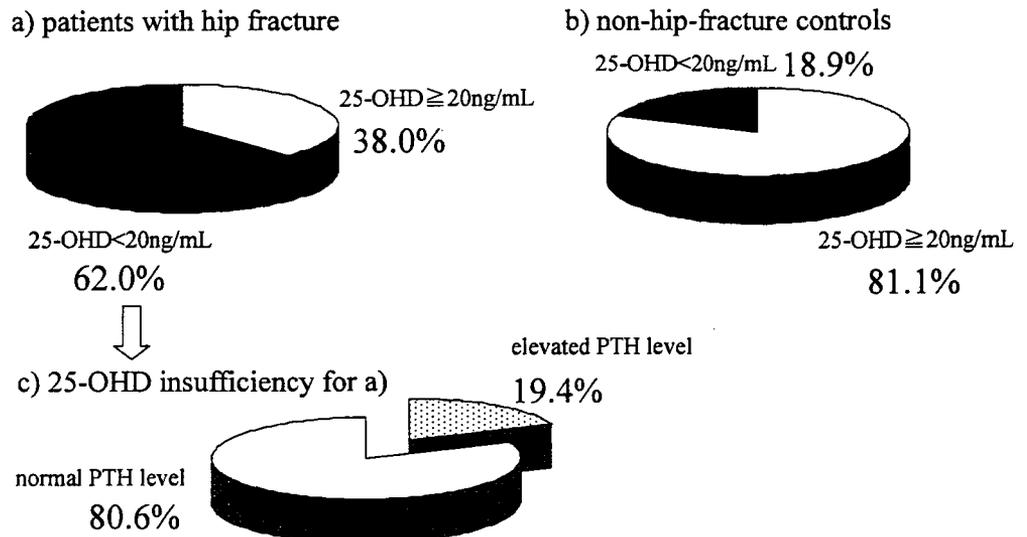


**Fig. 1.** Schema for the risk of fracture resulting from 25-hydroxyvitamin D (25-OHD) insufficiency and related factors. *BMD*, bone mineral density; *ADL*, activities of daily living; *QOL*, quality of life

<u>25-OHD insufficiency</u>	<20ng/mL osteoporosis (osteopenia, fragile bone)
<u>25-OHD deficiency</u>	<5ng/mL rickets, osteomalacia bone mineralization problems

**Fig. 2.** 25-OHD insufficiency and deficiency

**Fig. 3.** Percentages of patients with 25-OHD insufficiency and elevated parathyroid hormone (*PTH*). In patients with hip fracture, 62.0% (31 of 50) had serum 25-OHD levels <20 ng/ml (a). In non-hip fracture controls, 18.9% (10 of 53) had serum 25-OHD levels <20 ng/ml (b). In hip fracture patients with low 25-OHD, 19.4% (6 of 31) had elevated PTH levels (>65 pg/ml) (c). (From [9])



**Table 1.** Relationship between dementia level and mean serum 25-hydroxyvitamin D (25-OHD)

Dementia level	25-OHD	P value
↓ Independent I II ↓ Severe III-IV	↓ Lower	$P < 0.05^*$

\*Kruskal-Wallis test

in the independent (based on dementia level) group, and then tended to decrease as the degree of dementia progressed ( $P < 0.05$ ) (Table 1). Sato et al. [19] reported that serum 25-OHD levels are significantly decreased in Alzheimer disease (AD) patients, and that vitamin D deficiency is more common among AD patients. They also reported that AD patients with lower bone mineral density (BMD) and low serum 25-OHD concentrations have an increased risk of hip fracture [20].

We have also examined the relationship between physical activity level and serum 25-OHD in hip fracture patients [10]. The mean level of 25-OHD was more than 20ng/ml in the group assessed to be independent, and tended to decrease as the degree of activity decreased. Bischoff-Ferrari et al. [21] reported that 25-OHD concentrations between 40 and 94nmol/l are associated with better musculoskeletal function in the lower extremities, and Di Monaco et al. [22] found a significant positive correlation between serum 25-OHD<sub>3</sub> and Barthel index score in hip fracture patients. Nakamura et al. [23,24] reported that elderly people requiring care at home have a high risk of hypovitaminosis D, and their low serum 25-OHD levels are mainly associated with low ADL levels. Therefore, although the relationships among dementia, activity level, and 25-OHD are not completely clear, decreased exposure to sunlight, decreased vitamin D production in the skin, and malnutrition appear to be of importance. Overall, these results suggest that dementia, decreased activity, and vitamin D deficiency are mutually associated and carry a high risk for hip fracture.

## Summary and conclusion

Vitamin D insufficiency is prevalent in hip fracture patients and is associated with the status of the oral cavity, nutritional status, recognition function, and physical activity levels. Although these conditions are not caused by vitamin D insufficiency alone, we suggest that a good vitamin D status will reduce fragility in elderly people. The serum PTH level was not elevated in about 80% of hip fracture patients with 25-OHD insufficiency, but the mechanism of this observation remains unclear. Therefore, accumulation of more data linking 25-OHD, intact PTH, and hip fracture is required; this information should lead to better prevention of hip fracture in at-risk individuals and improved treatment of hip fracture and osteoporosis.

## References

- Garnero P, Sornay-Rendu E, Chapuy MC, Delmas PD (1996) Increased bone turnover in late postmenopausal women is a major determinant of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 11:337-349
- Cumming RG, Klineberg RJ (1994) Case-control study of risk factors for hip fractures in the elderly. *Am J Epidemiol* 139: 493-503
- Nuti R, Martini G, Valenti R, Gambera D, Gennari L, Salvadori S, Avanzati A (2004) Vitamin D status and bone turnover in women with acute hip fracture. *Clin Orthop Relat Res* 422:208-213
- LeBoff MS, Kohlmeier L, Hurwitz S, Franklin J, Wright J, Glowacki J (1999) Occult vitamin D deficiency in postmenopausal US women with acute hip fracture. *JAMA* 281:1505-1511
- Hollis BW (2005) Circulating 25-hydroxyvitamin D levels indicative of vitamin D sufficiency: implications for establishing a new effective dietary intake recommendation for vitamin D *J Nutr* 135:317-322
- Malabanan A, Veronikis E, Holick MF (1998) Redefining vitamin D insufficiency. *Lancet* 351:805-806
- Need AG, Horowitz M, Morris HA, Nordin BC (2000) Vitamin D status: effects on parathyroid hormone and 1,25-dihydroxyvitamin D in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 71:1577-1581
- Pettifor JM (2006) Nutritional and drug-induced rickets and osteomalacia. In: Favus MJ (ed) *Primer on the Metabolic Bone Disease and Disorders of Mineral Metabolism*, sixth edn. American Society of Bone and Mineral Research, Washington, DC, pp 330-338
- Sahota O (2000) Osteoporosis and the role of vitamin D and calcium-vitamin D deficiency, vitamin D insufficiency and vitamin D sufficiency. *Age Aging* 29:301-304
- Sakuma M, Endo N, Oinuma T, Hayami T, Endo E, Yazawa T, Watanabe K, Watanabe S (2006) Vitamin D and intact PTH status in patients with hip fracture. *Osteoporos Int* 17:1608-1614
- Sakuma M, Endo N, Minato I, Toyama T, Endo E (2006) Changes in serum 25-OHD and intact PTH status after hip fracture. *Acta Med Biol* 54:93-98
- Okano T, Shiraki M, Tanaka K, Uenishi K, Ishida H, Tsugawa N, Suhara Y (2006) Nihonjin-josei ni okeru vitamin D fusoku no shiyou to naru ketchū 25-hydroxyvitamin D sansyou-chi no sakutei to vitamin D eiyou ni kansuru chousa-kenkyū (in Japanese). *Osteoporosis Jpn* 14:49-52
- Chapuy MC, Preziosi P, Maamer M, Arnaud S, Galan P, Hercberg S, Meunier PJ (1997) Prevalence of vitamin D insufficiency in an adult normal population. *Osteoporos Int* 7:439-443
- Sahota O, Gaynor K, Harwood RH, Hosking D (2001) Hypovitaminosis D and 'functional hypoparathyroidism' - the NoNoF (Nottingham Neck of Femur) study. *Age Aging* 30: 467-472
- Sahota O, Munday MK, San P, Godber IM, Lawson N, Hosking DJ (2004) The relationship between vitamin D and parathyroid hormone: calcium homeostasis, bone turnover, and bone mineral density in postmenopausal women with established osteoporosis. *Bone (NY)* 35:312-319
- Krall EA, Wehler C, Garcia RI, Harris SS, Dawson-Hughes B (2001) Calcium and vitamin D supplements reduce tooth loss in the elderly. *Am J Med* 11:452-456
- Sato S, Demura S, Minami M, Kasuga K (2002) Longitudinal assessment of ADL ability of partially dependent elderly people: examining the utility of the index and characteristics of longitudinal change in ADL ability. *J Physiol Anthropol Appl Hum Sci* 21:179-187
- Arai Y, Zarit SH, Kumamoto K, Takeda A (2003) Are there inequities in the assessment of dementia under Japan's LTC insurance system? *Int J Geriatr Psychiatry* 18:346-352
- Sato Y, Asoh T, Oizumi K (1998) High prevalence of vitamin D deficiency and reduced bone mass in elderly women with Alzheimer's disease. *Bone (NY)* 23:555-557
- Sato Y, Kanoko T, Satoh K, Iwamoto J (2004) Risk Factors for hip fracture among elderly patients with Alzheimer's disease. *J Neurol Sci* 223:107-112

21. Bischoff-Ferrari HA, Dietrich T, Orav EJ, Hu FB, Zhang Y, Karlson EW, Dawson-Hughes B (2004) Higher 25-hydroxyvitamin D concentration are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged  $\geq 60$ y. *Am J Clin Nutr* 80:752–758
22. Di Monaco M, Vallerio F, Monaco R, Manutino F, Cavanna A (2005) Serum levels of 25-hydroxyvitamin D and functional recovery after hip fracture. *Arch Phys Med Rehabil* 86:64–68
23. Nakamura K, Nishiwaki T, Ueno K, Yamamoto M (2005) Serum 25-hydroxyvitamin D levels and activities of daily living in noninstitutionalized elderly Japanese requiring care. *J Bone Miner Metab* 23:488–494
24. Nakamura K (2006) Vitamin D insufficiency in Japanese populations: from the viewpoint of the prevention of osteoporosis. *J Bone Miner Metab* 24:1–6

# Failure of reconstruction surgery using anterior fibular strut grafting to correct postlaminectomy kyphosis

Akihito Nagano, Kei Miyamoto, Kazunari Fushimi, Hideo Hosoe, Katsuji Shimizu \*

Department of Orthopaedic Surgery, Gifu University Graduate School of Medicine, 1-1 Yanagido, Gifu-City, Gifu-Prefecture 501-1194, Japan

Received 8 November 2005; accepted 28 December 2005

## Abstract

A patient with postlaminectomy kyphosis with a neurological deficit which developed following the initial surgical treatment is reported. A 49-year-old man, complaining of neck pain, sought treatment in 1995. An extramedullary cervical spinal tumor was diagnosed and C2–C4 laminectomy and resection of the tumor were performed. Recurrence of the tumor was seen 1 year later and a second tumor resection and radiation therapy were performed. One year after the second resection of the tumor, X-rays of the cervical spine revealed kyphosis. Anterior spinal fusion without instrumentation was performed followed by immobilization using a halo vest for 4 months. However, pseudoarthrosis and progression of the kyphosis occurred postoperatively. Iliac bone grafting at the pseudoarthrosis site and posterior internal fixation with lateral mass plates was performed. Bony fusion between the graft and C6 vertebra was obtained after these procedures, but the neurological deficits were not completely resolved. Clinicians who treat spinal cord tumors may learn from this treatment failure.

© 2006 Elsevier Ltd. All rights reserved.

**Keywords:** Postlaminectomy kyphosis; Bone graft; Spinal fusion; Spinal instrumentation; Pseudoarthrosis

## 1. Introduction

The occurrence of postlaminectomy kyphosis is a rare and challenging problem.<sup>1</sup> The surgeon must consider multiple factors to prevent subsequent kyphosis when performing laminectomy of the cervical spine. If a kyphotic deformity of the cervical spine does develop postoperatively, the deformity must be corrected and neural compression relieved with caution, due to the fragility of soft tissue restraints.<sup>1,2</sup> The failure of postlaminectomy reconstruction surgery is commonly caused by graft failure, fixation failure, or both.<sup>1</sup>

We report a patient with postlaminectomy kyphosis and the clinical results after corrective surgery. The first reconstruction surgery failed, but revision surgery finally achieved a successful fusion.

## 2. Case report

The patient was a 49-year-old man with neck discomfort that began in January, 1995 and for which he sought treatment in April, 1995. Magnetic resonance imaging (MRI) showed a spinal tumor extending from C2 to C4 (Fig. 1). In August 1995, a laminectomy at C2–4 and an excision of the extramedullary spinal tumor were performed. A pathological examination of the excised tumor revealed it to be a

meningioma. One year post-laminectomy, a localized recurrence of the tumor was found. An excision of the spinal tumor was again performed in August, 1996, followed by radiation therapy, after which no recurrence was observed. A year later in 1997, the patient returned with gait disturbance as his chief complaint. He also reported neck pain, which had been present since 1995, and numbness of his left upper arm. Radiographs of the cervical spine showed 35° of kyphosis between lines extending from the posterior margins of the C2 and C7 vertebrae (C2–7 angle) (Fig. 2).

A neurological examination showed hypesthesia of the upper extremities, bilateral ankle clonus and exaggerated deep tendon reflexes; a physical examination revealed that the patient was not able to hold his head upright. Increasing neck pain, muscular spasms and dysfunction in finger motion and of the bladder had occurred over the past 6 months. The patient could not use chopsticks and suffered from pollakisuria. MRI showed that the cervical kyphotic deformity and osteophytes were exerting anterior compression on the spinal cord.

To correct the kyphosis and to relieve the neural compression, an anterior cervical corpectomy and fusion of C3–C5, using fibular strut bone, was performed in December, 1997 (the first corrective surgery). The C2–7 angle was decreased to 9° of kyphosis (Fig. 3). The patient was immobilized with a halo vest for 4 months.

Sixteen months after this corrective surgery, the patient's symptoms worsened. He could not hold his head upright. He had gait disturbance, severe neck pain and hypesthesia of both arms. The neurological dysfunction was even more

\* Corresponding author. Tel.: +81 58 230 6333; fax: +81 58 230 6334.  
E-mail address: shim@cc.gifu-u.ac.jp (K. Shimizu).



Fig. 1. T1-weighted sagittal MRI of the cervical spine. An extramedullary spinal tumor was observed extending from C2 to C4 (arrow). A pathological examination revealed this tumor to be a meningioma.



Fig. 2. Lateral cervical spine X-ray before the first corrective surgery showed a kyphotic deformity of the cervical spine. The angle between two lines extending from the C2 and C7 posterior margins was 35° of kyphosis.

severe than that seen before the first corrective surgery. Cervical spine X-rays revealed migration of the fibular strut bone into the C6 vertebra and subsequent kyphotic deformity of 30° in the C2–7 angle (Fig. 4). The C2 vertebra and graft were united, but the C6 vertebra had not united with the graft. MRI showed that a residual fragment of the C4 vertebra remaining after the corpectomy was compressing the spinal cord (Fig. 5).

In February, 2000, revision surgery (the second corrective surgery) was performed to relieve both the neurological deficit and non-union at the pseudoarthrosis site. Anterior decompression of the C4 vertebra, curettage at the pseudoarthrosis site and iliac bone grafting were initially performed, followed by posterior spinal fusion of C4–Th1 with a lateral mass plate. The kyphotic deformity was then decreased to 20° in the C2–7 angle. A Halo vest was applied for 3 months postoperatively and satisfactory osseous fusion of the graft was achieved (Fig. 6). Improvement in gait and restoration of the patient's ability to keep his head upright were seen, although numbness in the hands and arms and the neck pain were not completely relieved.

### 3. Discussion

Postlaminectomy kyphosis of the cervical spine is unusual.<sup>1</sup> One of the causes of this condition is the removal of the tethering posterior restraints in the cervical spine<sup>1</sup> or weakening of the posterior restraints resulting from radiation treatment for tumors.<sup>1</sup> Pre-existing kyphosis significantly increases the risk of increased deformity following cervical laminectomy.<sup>1,3,4</sup> This patient had undergone two surgical procedures as well as radiation therapy; these treatments may have caused the posterior restraints of the cervical spine to weaken. The straight alignment of the cervical spine, which was observed preoperatively, is also a risk factor for postlaminectomy kyphosis.<sup>1</sup>

Symptoms of postlaminectomy kyphosis may include neck pain, muscle spasm, progressive neurological deficits and postural dysfunction. Generally, as the kyphotic deformity progresses, the spinal cord becomes draped over the posterior aspect of the vertebrae and longitudinal cord tension is increased.<sup>1</sup> In this patient, the kyphotic deformity developed after the first corrective surgery because the residual C4 vertebral body shifted medially and evaginated into the spinal canal, significantly compressing the spinal cord. This may have occurred because the residual vertebral body after anterior corpectomy and posterior laminectomy has a 360° instability.<sup>1</sup>



Fig. 3. Lateral cervical spine X-ray taken immediately after the first corrective surgery. The C2–7 angle was 9°.

Subsequent spinal cord ischemia exacerbates the cord injury, and myelopathy progresses. In this patient, numbness of the left arm and hand, gait disturbance and bladder dysfunction all gradually became more severe with the progression of the cervical deformity.

Surgical treatment for postlaminectomy kyphosis involves correction of the deformity and may require decompression of the spinal cord. Several procedures have been reported, including external traction and posterior fixation,<sup>4,5</sup> anterior decompression and fusion with or without external fixation,<sup>3,6</sup> a combination of anterior corpectomy and fusion with posterior internal fixation,<sup>3</sup> and anterior decompression and fusion with anterior internal fixation.<sup>2</sup> Whether the anterior or posterior approach, or both used concurrently, is the most appropriate choice for treating this condition remains controversial.<sup>7,8</sup> In their review of postlaminectomy kyphosis, Albert and Vacarro stated that anterior corpectomies and strut grafting with a junctional buttress plate, followed by sequential posterior segmental fixation and facet fusions with morselized autograft to obtain 360° fusion, would be the preferred course of treatment for this pathological condition.<sup>1</sup>

In our case, combined pathological conditions of kyphotic deformity and spinal cord compression had to be treated. We thought that an anterior approach would potentially solve both these problems simultaneously. Therefore, a multilevel corpectomy and fusion with fibu-

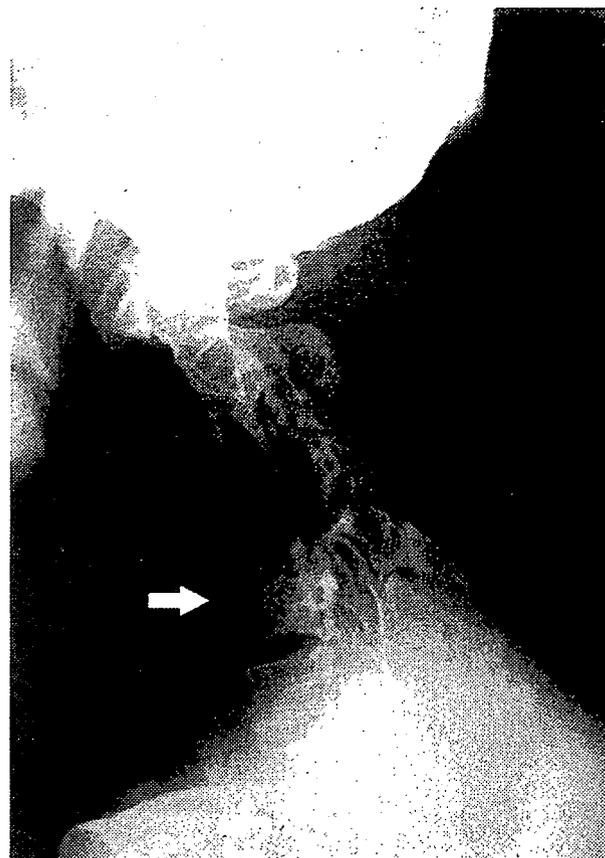


Fig. 4. Lateral cervical spine X-ray. Pseudoarthrosis of graft-C6 vertebra shown by radiography before the revision surgery (arrow). The angle between two lines extending from the C2 and C7 posterior margins was 30° of kyphosis.

lar strut graft were performed. At that time, we expected that the fibular strut graft would withstand the large flexion forces encountered by the cervical spine. However, a multilevel discectomy and fusion with an anterior plate would also have been a reasonable choice, as long as the anterior release by disc excision could be extensively performed and supplemented by posterior fusion.

As patients with postlaminectomy kyphosis have been reported to have 360° instability of the cervical spine,<sup>1</sup> rigid fixation should have been considered together with the strut graft. This patient had no internal fixation, but an external halo vest was used for 4 months after the first corrective surgery. In spite of this, the patient ultimately developed pseudoarthrosis at the distal end of the fibular strut, perhaps as a consequence of the strut graft exerting excessive stress on the vertebral endplate. This failure indicates that the Halo vest alone did not provide sufficiently rigid fixation to retain the graft until bony union was obtained. Furthermore, radiotherapy may have weakened the viability of the C6 vertebral body, and inhibited union.<sup>9</sup>

In this patient, it was impossible to correct the kyphotic deformity by postural correction before the revision surgery (second corrective surgery), presumably because the C2-fibular graft junction had fused. Surgical correction of

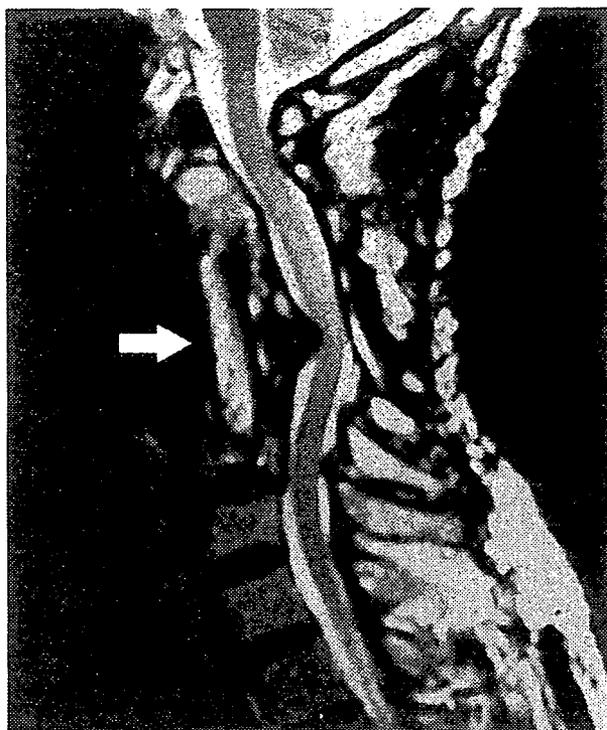


Fig. 5. Magnetic resonance imaging (MRI) (T2-weighted) demonstrated that, after corpectomy, the residual part of the C4 vertebra notably compressed the spinal cord (arrow).



Fig. 6. Lateral cervical spine X-ray. After the second corrective surgery, a successful fusion of the graft-C6 site was obtained (arrow).

the deformity could not be performed because a posterior release would be necessary before anterior decompression and re-grafting; this procedure was deemed too invasive for this patient.

To reduce the incidence of postlaminectomy kyphosis, Albert and Vacarro also suggested that prophylactic fusion should be considered for patients undergoing multilevel laminectomy, patients with preoperative cervical instability, and young patients.<sup>1,10</sup> Retrospectively, posterior fusion performed at the initial tumor removal (first operation) may have prevented the development of postlaminectomy kyphosis in the present case.

#### 4. Conclusion

We have reported a patient with postlaminectomy kyphosis who was initially treated surgically without success. Successful bone graft union was obtained and gait disturbance and postural disability were improved after two corrective surgeries. Prophylactic fusion at the time of the first laminectomy (initial tumor removal) or internal fixation during the anterior corpectomy (first corrective surgery) may have prevented the development of postlaminectomy kyphosis.

doi:10.1016/j.jocn.2005.12.021

#### References

1. Albert TJ, Vacarro A. Postlaminectomy kyphosis. *Spine* 1998;**23**:2738–45.
2. Herman JM, Sonntag VK. Cervical corpectomy and plate fixation for postlaminectomy kyphosis. *J Neurosurg* 1994;**80**:963–70.
3. Sim FH, Svien HJ, Bickel WH, et al. Swan-neck deformity following extensive cervical laminectomy. A review of twenty-one cases. *J Bone Joint Surg (Am)* 1974;**56**:564–80.
4. Mikawa Y, Shikata J, Yamamuro T. Spinal deformity and instability after multilevel cervical laminectomy. *Spine* 1987;**12**:6–11.
5. Okada K, Shirasaki N, Hayashi H, et al. Treatment of cervical spondylotic myelopathy by enlargement of the spinal canal anteriorly, followed by arthrodesis. *J Bone Joint Surg (Am)* 1991;**73**:352–64.
6. Zdeclick TA, Bohlman HH. Cervical kyphosis and myelopathy. Treatment by anterior corpectomy and strut grafting. *J Bone Joint Surg (Am)* 1989;**71**:170–82.
7. Cybulski GR, Douglas RA, Meyer Jr PR, et al. Complications in three-column cervical spine injuries requiring anterior-posterior stabilization. *Spine* 1992;**17**:253–6.
8. Steinmetz MP, Kager CD, Benzel EC. Ventral correction of postsurgical cervical kyphosis. *J Neurosurg* 2002;**97**:1–7.
9. Emery SE, Hughes SS, Junglas WA, et al. The fate of anterior vertebral bone grafts in patients irradiated for neoplasm. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**300**:207–12.
10. Nowinski GP, Visaricus H, Nolte LP, et al. A biomechanical comparison of cervical laminoplasty and cervical laminectomy with progressive facetectomy. *Spine* 1993;**18**:1995–2004.

## 頸部脊髄症手術の合併症

### —前方法, 後方法の比較—

細江英夫<sup>1)</sup>, 清水克時<sup>1)</sup>, 鈴木直樹<sup>1)</sup>, 宮本 敬<sup>1)</sup>, 福田章二<sup>1)</sup>, 岩井智守男<sup>1)</sup>

頸髄症の原因である頸椎症, 後縦靱帯骨化症(OPLL), 椎間板ヘルニアなど頸椎変性疾患に対する手術は, 前方手術と後方手術に大別される. 今回, 頸部脊髄症手術における合併症について, 代表的術式である前方除圧固定術と椎弓形成術で比較検討を行った.

#### 対象および方法

1997年1月～2006年11月に, 頸椎変性疾患に対し当施設および関連施設で行われた前方固定術は207例, 椎弓形成術は245例であった. 前方は主に椎体亜全摘, 後方はT-saw laminoplastyであった. 当科では, 主病変が前方にある場合は, 基本的に前方法を選択する. C1, 2まで延びるOPLL, 超高齢者などハローベストが困難な場合, 主病変が後方の場合には後方法を選択する. 除圧範囲は, 前方法, 後方法とも隣接障害やOPLLの増大を考慮し広めに設定し, 前方で平均3.1椎間, 後方で4.8椎間であった. 平均年齢は前方56歳, 後方67歳と後方法が有意に高く, 80歳以上も29例と多かった. 手術侵襲, C5麻痺, 軸性疼痛, 硬膜損傷, 術後感染, 再手術, 脊髄麻痺などについて調査した.

軸性疼痛(肩こり)はアンケートによる調査を行った. 肩こりの程度は, 4段階に, 部位は頸部, 肩部, 肩甲部に分けた. それぞれ, 術前と現在の状態について質問した. 術前後の変化は, 改善, やや改善, 不変, やや悪化, 悪化の5段階で評価した. 前方法患者の一部に対して採骨部痛, 足関節痛, 喉の症状を調査した.

#### 結 果

##### 1. 手術侵襲

前方法の平均手術時間は, 190分, C3-6もしくは

C3-7の椎弓形成術は113分であった( $P < 0.001$ ). 出血量は216g, 166gで有意差はなかった.

##### 2. C5麻痺

三角筋や上腕二頭筋の筋力3未満を呈する術後C5麻痺について, 前方法では6例に後方法では8例に生じていた. 前方法では全例自然軽快したが, 後方法後のものは5例で軽快傾向乏しく, 3例でforaminotomy(初回手術から3, 4, 20ヵ月後)を追加した.

##### 3. 軸性疼痛

術前の軸性疼痛は, 前方法, 後方法の間に差はなかった. 術後は後方法で多く( $P < 0.05$ ), 中等度以上の肩こりも49%と増加していた. 術前後の変化では, 前方法で改善が24%あったのに対し, 後方法では8%と少なかった. また, 前方法では悪化が29%であったのに対し, 後方法では47%と多かった. 肩こりの部位について, 両群とも術前, 術後とも肩部が多かった. 前方法では, 部位の変化は少なかったが, 後方法では多部位に疼痛を感じる症例(術前10%)や肩甲部を含む症例(術前7%)がともに24%と増加していた.

##### 4. その他の合併症

硬膜損傷は, OPLL摘出のため前方法で多かった. 感染は2例ずつで, 早期再手術は前方法に5例と多く, implantや移植骨のトラブルであった. 後方法では, 血腫による麻痺と再手術があったのに対し, 前方法は除圧不足によると思われる麻痺が3例にあった.

##### 5. 前方法固有の合併症

採骨部痛は全くないか軽度が38例, 7例が常に痛みがあり, 1例が常に激しい痛みがあった. 足関節痛は, 全くないか軽度が41例, 5例が常に痛みがあった. 喉の障害について, 食道損傷のような大きな問

Complications in surgical treatment for cervical myelopathy—Anterior procedure v.s. posterior procedure— : Hideo HOSOE et al. (Department of Orthopaedic Surgery, Gifu University School of Medicine)

1) 岐阜大学医学部整形外科学教室

**Key words** : Surgical complications, Laminoplasty, Corpectomy

## 前方固定

- ・Implant、移植骨に関するトラブル → 手技向上
- ・喉頭浮腫 → 開創器（正しい装着、時間短縮）
- ・採骨部痛 → 手技向上
- ・硬膜損傷 → OPLL摘出のため → 修復手技  
避けにくい → 術後管理

## 椎弓形成術

- ・軸性疼痛 → 筋付着部温存 開創器（時間短縮） 後療法
- ・C5麻痺 → 愛護的手技？ 側溝の位置？

図 合併症に対する対策

題はなかったが、気になる症例が2割ほどあった。

## 考 察

頸椎手術における患者満足度は、神経症状の改善に大きく関与するが、JOAスコアに現れないさまざまな合併症はそれを低下させる。

術後C5麻痺について、約5%に発生し、その成因、危険因子など報告により異なる<sup>2)3)</sup>。予防法についても術前、術中電気診断や溝作成の位置、予防的foraminotomyなどさまざまな意見がある。経過は良好で自然軽快するとされているが、回復してこない症例も存在し、その対応に関しては報告が少ない。

術後軸性疼痛について、後方支持組織と軸性疼痛との関連性から、後方支持組織温存のためのさまざまな新しい工夫が報告され<sup>4)</sup>、当科でも、2004年夏からC2やC7の筋付着部の温存を行っている。

腓骨採取に障害について、皆無ではなく無視はできない<sup>5)</sup>。前方手術後の嚥下障害について、経時的に減少し大きな障害になることは少ないが、女性、再手術、多椎間手術は危険因子とされる<sup>6)</sup>。

今回の検討から、前方手術ではimplantや移植骨のトラブルをなくすために、正しい除圧、移植母床の作成、適正なサイズの移植骨など前方手技に慣れることが重要で、開創器によるダメージ、採骨時におけるダメージに注意することが重要と思われた。後方手術では、筋付着部温存、開創器装着時間、後療法など軸性疼痛を軽くする工夫を行うことが重要であると思われた。C5麻痺に関しては、予防は困難と考え、3ヵ月以上続く重度麻痺（筋力2未満）に関しては、除圧追加で対応し症例を重ねる予定である（図）。

## ま と め

1. 頸椎脊髄症手術の合併症について調査した。
2. 術後C5麻痺、軸性疼痛は後方法で問題となる場合が多かった。
3. 前方法では、再手術に直結するimplantや移植骨に関する合併症に注意する必要がある。

## 文 献

- 1) 細江英夫, 若林 英, 清水克時, 他. 頸椎変性疾患における術後軸性疼痛—前方法, 後方法の比較—. 中部整災誌 2005; 48: 23-24.
- 2) Hasegawa K, Homma T, Chiba Y. Upper extremity palsy following cervical decompression surgery results from a transient spinal cord lesion. Spine 2007; 32: E197-202.
- 3) Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al. C5 palsy after decompression surgery for cervical myelopathy: review of the literature. Spine 2003; 28: 2447-2451.
- 4) Hosono N, Sakaura H, Mukai Y, et al. C3-6 laminoplasty takes over C3-7 laminoplasty with significantly lower incidence of axial neck pain. Eur Spine J 2006; 15: 1375-1379.
- 5) Lee EH, Goh JC, Helm R, et al. Donor site morbidity following resection of the fibula. J Bone Joint Surg 1990; 72-B: 129-131.
- 6) Lee MJ, Bazaz R, Furey CG, et al. Risk factors for dysphagia after anterior cervical spine surgery: a two-year prospective cohort study. Spine J 2007; 7: 141-147.

## 馬尾型腰部脊柱管狭窄症により尿閉をきたした2症例

神 與市 八木 貴史  
平泉 裕 阪本 桂造 宮岡 英世

**Key words :** lumbar spinal canal stenosis (腰部脊柱管狭窄症), Urinary retention (尿閉)  
Cauda equine (馬尾)

〔目的〕一般的に馬尾型腰部脊柱管狭窄症では膀胱直腸障害や下肢筋力低下による歩行障害などの馬尾症状が出現する場合手術の適応とされているが、今回尿閉となり手術を施行した2症例を経験したので若干の文献学的考察を加え報告する。

〔症例〕症例1は78歳女性で10年以上前から歩行時の下腿のしびれや冷感が出現しており、MRIにてL4/5の腰部脊柱管狭窄症と診断され近医よりプロスタグランジン製剤の内服を処方されていた。平成17年春頃より500m以下の間欠歩行となり4月25日当科を紹介される。主訴は歩行困難、腰痛、両下肢の痺れ感であった。初診時、TA以下に筋力低下認めたと足背動脈は触知可能であり、膀胱直腸障害は認めなかった。日本整形外科学会腰痛疾患治療成績判定基準（以下JOAスコア）は17/29点であった。患者さんにMRIを勧めたところ閉所恐怖症があり、以前に検査したときに大変辛い思いをしたとのことで拒否されている。看護師からの情報では整形外科を受診するとMRIを勧められて手術をしなくてはいけなくなる、痛みはなくしびれだけだから我慢していたとのことだった。その後近医にて経過観察していたところ10月上旬より頻尿出現、10月31日には1時間おきの頻尿となりT字杖歩行がやっとの状態であった。11月1日には尿意の減少、立位保持不能、四つん這い移動、会陰部、両下肢の痺れの増悪を認め11月6日には尿閉となり11月7日前医より紹介され当科を再診となった。中臀筋力がMMT2であり、足部の深部覚もシビアに障害されていたために立位保持は不能であったが、腰痛や下肢痛は認めなかった。知覚はL5以下、特に会陰部と肛門周囲に強い知覚鈍麻とシビレを認めJOAスコアは2点であった。オープン型MRIにて検査したところ、L4/5 優位のL4/5、L5/S1の脊柱管狭窄とL2レベルまで膨張した膀胱が腹腔内を占拠していた。導尿したところ2600mlの排尿があった（図1）。脊髓造影では屈曲位にても交通性を認めないL4/5での重度の完全ブロックを呈していた。CTMでは、狭窄の原因が黄色靭帯の肥厚とヘルニアによるcombined typeであることが分かった（図2）。尿閉より5日後の平成17年11月11日にL5椎弓切除による後方除圧術を施行した。術後2日目で会陰部、肛門周囲のシビレが消失し、下腿を除く知覚はほぼ正常に改善した。術後2週で中臀筋力が

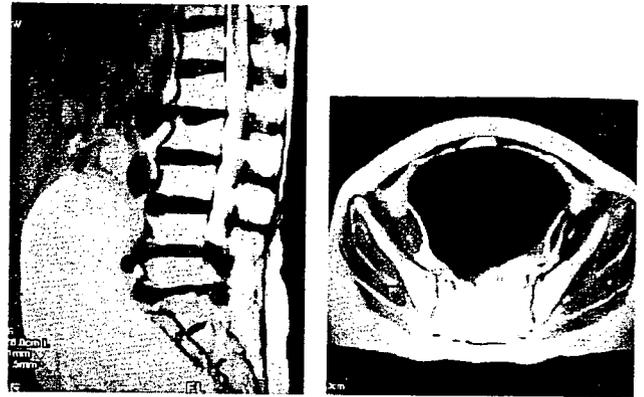


図1. 術前MRI像 症例1



図2. 術前脊髓造影、CT像 症例1

2から3へと改善し歩行器移動が可能となったが、依然尿意はなくカテラグを利用した3時間おきの膀胱訓練を継続した。術後5週でつたい歩き可能となり退院となった。術後のMRIではL4/5レベルでの良好な除圧を認めた。退院後は当科と泌尿器科で定期的な経過観察を行い、術後3ヶ月でカテーテル抜去に成功した。術後6ヶ月で屋外のT字杖歩行が可能となり、TA、Gastro、中臀筋に改善を認めJOAスコアは21点へと改善した。症例2は87歳女性、平成18年1月より立位、歩行時の両下肢のしびれと排尿遅延が出現し、3月には腰痛、両下肢のしびれの増悪、筋力の低下に気づいている。4月3日歩行不能、尿閉となり前医に入院し5月16日当科へ紹介となった。中臀筋力がMMT3/2であり立位保持は不能であった。会陰部と肛門周囲に強い知覚鈍麻としび

れを認め JOA スコアは 1 点であった。MRI では L4/5 の椎間板狭小化と L4 前方すべりに伴う黄色靭帯の肥厚による高度な脊柱管狭窄を認めた (図 3)。尿閉より 57 日後の平成 18 年 5 月 30 日に後方除圧術を施行した。術後 2 日目で会陰部、肛門周囲のシビレが消失し、足部を除く知覚はほぼ正常に改善した。術後 2 週で中臀筋力が 2 から 3 へと改善し歩行器移動が可能となったが、依然尿意はなくカテラグを利用した 4 時間おきの膀胱訓練を継続した。術後 5 週で伝い歩き可能となり前医へ転院となった。術後の MRI では L4/5 レベルでの良好な除圧を認めた。術後 3 ヶ月でカテーテル抜去に成功し、術後 5 ヶ月で屋内の T 字杖歩行可能となった。TA、EHL、GC、中臀筋に改善を認め、JOA スコアは 22 点に改善した。



図 3. 術前 MRI 像 症例 2

〔考察〕腰部脊柱管狭窄症における排尿障害の発現はよく知られているところではあるが、患者の排尿障害に対する認識は適切でないことが多い。例えば、排尿障害は加齢的な変化であり、あまり病的問題はないと考えていたり、排尿障害はあくまでも前立腺などの器質的な問題であり狭窄症とは関連性がないと考えていたりする。また、腰部脊柱管狭窄症における排尿障害は徐々に悪化するため、1 時間おきの頻尿や尿閉などの高度な障害になって初めて病識を持つなどである。間欠性跛行の歩行距離が 500m 以下のような重度の障害を呈する馬尾型の場合には、会陰部の症状、排尿状況を詳細に問診し膀胱機能に異常を疑わせる場合には膀胱・尿道機能評価をするべきである。症例 1 では初診時の問診表で両臀部以外に肛門部に丸印が書かれていた。しかし、初診時の JAO スコアでは膀胱機能は問診によると「正常」であった。初診時に膀胱・尿道機能評価をするべきであったと考える。関戸ら<sup>1)</sup>は神経因性膀胱のみの症状を呈した腰部脊柱管狭窄症 3 例を報告し、曾根ら<sup>2)</sup>は腰部脊柱管狭窄症患者 23 例中 17 例 (73.9%) に何らかの排尿障害を認めたと報告し、加藤ら<sup>3)</sup>は排尿障害を訴えた手術を行った 9 例中 7 例に術前の膀胱内圧測定異常を認めたと報告しており、腰部脊柱管狭窄症に伴う排尿障害の割合は既存の

10~30%という報告よりも多いと予測される。尿閉から手術までの期間と改善度の関係であるが、安川ら<sup>4)</sup>は腰椎椎間板ヘルニアによる尿閉の 2 例は症状発生後 0~1 日で手術したので改善しやすかったが、腰部脊柱管狭窄症によるものは症状発生後 4~6 週間での手術だったので改善は見られなかったとしている。しかし、田平ら<sup>5)</sup>は尿閉発症後 1 ヶ月後の手術で改善した 1 例と尿失禁発症後 2 ヶ月および 5 年での手術で完全回復にいたった 2 症例を報告している。自件例でも症例 2 は尿閉発症後 2 ヶ月での手術であったが完全回復をみているごとく、腰部脊柱管狭窄症による高度排尿障害はその期間に関わらず手術での改善を期待できると考える。その理由としてヘルニアによる発症は急激であるのに対して、馬尾型狭窄症では長い期間かけて徐々に圧迫されているため、いくらかの予備能力があるためだと考察する。いずれにしろ、術前、術後の泌尿器科との連携によるきめ細かい対応が重要であると考えられる。

〔まとめ〕腰部脊柱管狭窄症患者が両側の下肢症状や歩行障害を訴えている場合は重度の馬尾型障害である可能性が高く、会陰部や陰茎に異常がないか詳細に問診し膀胱機能評価をするべきである。また、患者家族、医療関係者には片側の下肢痛 (神経根型) よりも両下肢の痺れ、会陰部の異常感覚 (馬尾型) の方が麻痺になりやすいことの教育をするべきである。

#### 参考文献

- 1) 関戸哲利, 久松英治, 堤雅一, 石川悟ほか: 腰部脊柱管狭窄症が原因と考えられた尿閉の 3 例. 日本排尿機能学会誌 14 (1): 198, 2004.
- 2) 曾根淳史, 小山幸次郎, 田中啓幹ほか: 腰部脊柱管狭窄症における排尿障害の検討. 日本パラプレジア医学会雑誌 3 (1): 152-153, 1990.
- 3) 加藤隆範, 小林峰生, 近藤厚生: 腰部脊柱管狭窄症の排尿障害について. 日本パラプレジア医学会雑誌 7 (1): 178-179, 1994.
- 4) 安川幸廣, 秋月章, 瀧澤勉ほか: 尿閉をきたした腰椎変性疾患の術後成績および排尿機能の検討. 日本リハビリテーション医学会雑誌 37 (3): 741-742, 2000.
- 5) 田平礼一, 後藤琢也, 賀茂和典ほか: 膀胱直腸障害を呈した腰椎疾患の治療経験. 中部日本整形外科学会雑誌 37 (3): 741-742, 1994.

## 腰部脊柱管狭窄症に対する縦割棘突起八の字還納固定式除圧術

*A New Decompression Method for Lumbar Spinal Canal Stenosis Using a Technique of Figure Eight Reattachment of Split Spinous Process*

神 與市 八木貴史 村島一平  
鈴木邦彦 平泉 裕 宮岡英世

**Abstract** Purpose: We developed a new technique of figure eight reattachment of split spinous process in lumbar spinal canal stenosis. The purpose of this study is to describe this procedure and its short-term results.

Materials: The subjects were 33 patients (17 male and 16 female). The average age was 73.3 years, and the average period of postoperative follow-up was 5.1 months. A total of 44 levels were decompressed.

Methods: After skin incision, the supraspinous and interspinous ligaments were cut longitudinally with a scalpel at the midline. The spinous process was split with an osteotome. After decompression was finished, the split spinous processes were sewed up with their base.

Results: The mean operation time was 120 minutes per level, and mean blood loss was 89 ml per level. The average period for sitting was 1.0 days, for walking 1.6 days and for hospitalization 12.0 days after operation. The mean recovery rate by the JOA score was 80.3%. The mean length of skin incision at L4/5 was 2.9 cm.

Discussion: The problems of bilateral microendoscopic decompression by unilateral approach are that the preservation of the facet on the approach side is difficult and the learning curve is steep. The advantages of this method are small skin incision, preservation of ligaments and paravertebral muscles, good orientation and wide operative view, easy decompression of the lateral recess from the other side, and preservation of the lever arm of the extension mechanism.

Conclusion: This method does not need special equipment, is minimally invasive and offers precise decompression. The short-term results were excellent.

**Key words** 腰部脊柱管狭窄症 (lumbar spinal canal stenosis), 縦割棘突起還納固定 (reattachment of split spinous process), 八の字 (figure eight)

### はじめに

腰部脊柱管狭窄症に対して低侵襲な除圧が従来の手術機器で可能であり、術後のレバーアーム機能を完全に温存できる縦割棘突起八の字還納固定式除圧術を考案し、良好な臨床成績を得たので本法の術式を紹介しその短期成績を報告する。

### 対 象

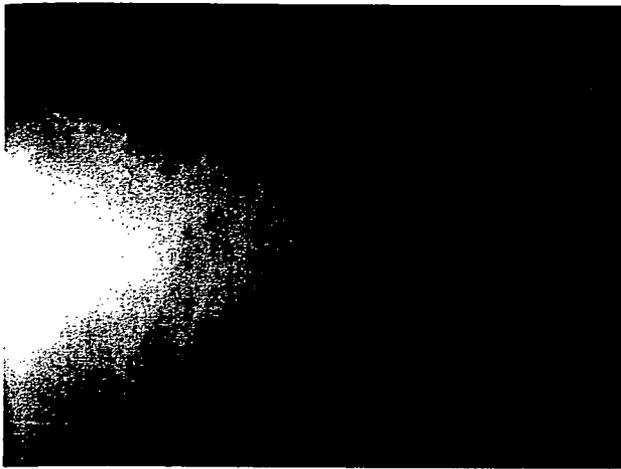
対象は著者が本法を施行した腰部脊柱管狭窄症 33 例 (男性 17 例, 女性 16 例) 44 椎間である。神経根型が 14 例で馬尾型 15 例, 混合型 4 例であった。手術レベルは L4/5 単椎間が 22 例と最多であった。44 椎間中 22 椎間にすべり症を認め、

L4 前方すべりが 18 椎間と最多であった。この 22 椎間のすべり長の平均は 6.1 mm (2~12 mm) であった。また、この 22 椎間中 14 椎間に X 線動態撮影で不安定性を認め、その平均は 2.9 mm (2~6 mm) であった。X 線動態撮影による局所後弯は 10 椎間に認められ、その平均は 4.6 度 (1~14 度) であった。術前平均 JOA スコアは 13.5 点 (1~20 点), 手術時平均年齢は 73.3 歳 (59~87 歳), 術後平均観察期間は 5.1 ヶ月 (1~13 ヶ月) であった。

### 手術手技

患者は全身麻酔後、ボルスター (長枕) 2 本を使用した腹臥位とする。小皮切で正確に除圧するために術前に側面像の X 線イメージを見ながら除

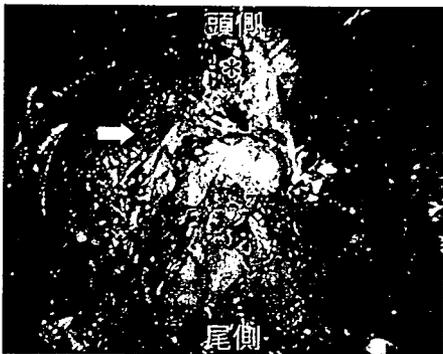
昭和大学整形外科教室 [〒142-8666 品川区旗の台 1-5-8] / Yoichi JIN, Takashi YAGI, Ippei MURASHIMA, Kunihiko SUZUKI, Yutaka HIRAIZUMI, Hideyo MIYAOKA: Department of Orthopedic Surgery, Showa University School of Medicine



a : K-wire による術前マーキング



d : バックス鉗子による棘突起基部の骨孔作製.



b : 棘突起縦割後カスパー開窓器で展開された術野. 術前マーキングで作製された椎弓上の骨孔 (⇔) が椎間板上縁レベルのランドマークとなる.  
\* : 棘突起基部



e : 縦割した右の棘突起にエアートームで骨孔を作製.



c : ケリソン鉗子による対側除圧



f : 棘突起基部と縦割した棘突起の骨孔に2バイクリルを八の字状に通したところ.

図 1 手術手技

圧椎間の頭側椎体下縁レベルで終板に平行に経皮的に椎弓に直径 2 mm の K-wire で骨孔を作製している。K-wire 先端に段差を作り 2 mm 以上刺入されないように工夫している (図 1a)。手術は 2.6 倍ルーペとヘッドライトを使用している。棘上・棘間靭帯をメスにて縦切開し、その後棘突起背側の正中線に沿ってエアートームにてノミの刺入線を作成する。術前 CT にて計測した深さをノミに印を付けて約 20 度頭側に傾け棘突起の正中をカットしていく。目標の深さまで達したら次にノミを約 30 度外側へ傾けて棘突起基部を斜めに切離する。半切した棘突起に棘上・棘間靭帯、傍脊柱筋を付けたままカスパー開創器で術野を左右に展開する。マーキングした骨孔をランドマークとして開窓術 (左右はトランペット状に頭側はドーム状に) を施行する (図 1b)。カスパー開創器を傾けることで約 30 度の傾斜で対側の除圧が可能である (図 1c)。除圧終了後、棘突起基部にバックス鉗子で横方向に 2 個の骨孔を作製し (図 1d)、左右に縦割した棘突起にエアートームでそれぞれ 2 個の骨孔を作製する (図 1e)。次にこれらの骨孔に 2 バイクリルを八の字に通して棘突起背側できつく締め上げて縫合し、最後に棘上・棘間靭帯を縫合する (図 1f)。筋膜はいっさい損傷されない。この時点で還納固定された棘突起の固定性が強固であることを指で押して確認している。手術手技を腰椎模型を用いて図 2 に示す。術後は簡易コルセットを約 1 ヶ月間使用しているがそれ以外の日常生活制限はしていない。

## 検討項目

手術時間、出血量、腰痛治療成績判定基準 (JOA スコア) の改善率、術後腰椎不安定性の発生率、術後の歩行までの日数、入院期間、縦割した棘突起の骨癒合率および合併症について調査した。

## 結果

1 椎間あたりの平均手術時間は 120 分 (90~180

分)、平均出血量は 89ml (10~220 ml)、L4/5 の 1 椎間に限るとそれぞれ 140 分 (115~180 分)、83 ml (10~200 ml) であり、平均皮切長は 2.9 cm (2.5~3.5 cm) であった。術翌日には全員が座位可能であり、術後平均 1.6 日 (1~3 日) で歩行、12.0 日 (5~24 日) で退院している。JOA スコアの平均改善率は術後 3 ヶ月で 71.0% (40~100%)、6 ヶ月で 80.3% (50~100%) であった。CT による縦割した棘突起の矢状面での骨癒合率は術後 3 ヶ月で 90.0%、6 ヶ月で 96.8%、棘突起基部ではそれぞれ 25.0%、56.7% であった。経過観察期間における X 線動態撮影によるすべり長の増悪や局所後弯角の増悪した症例はいなかった。合併症であるが、小さなピンホールの硬膜損傷が 2 例にあったが、レベル誤認やオープンコンバージョン、除圧不足などはなかった。

## 症例

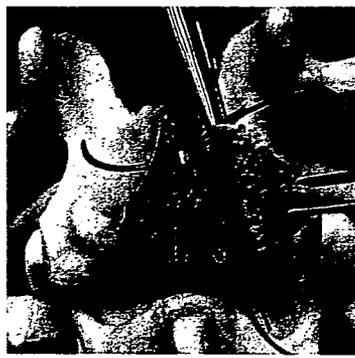
80 歳男性、L4/5 の馬尾型狭窄症で術前の JOA スコアは 17 点であった。術後 3 ヶ月の水平断の CT では棘突起の縦断面と棘突起基部の斜に切離した面での骨癒合、および lateral recess の十分な骨性除圧を認める。矢状断の CT では L4 椎弓尾側と L5 椎弓頭側の骨性除圧が確認でき、また縦割した棘突起と棘突起基部の骨癒合が認められる。JOA スコアは 28 点となり改善率 91.7% であった (図 3)。

## 考察

近年、腰部脊柱管狭窄症に対する後方低侵襲除圧術では、吉田ら<sup>4)</sup>の内視鏡下片側進入両側除圧術や渡辺ら<sup>5)</sup>、小倉ら<sup>3)</sup>による棘突起正中縦割進入法による椎弓切除術や八田ら<sup>1)</sup>による筋肉温存型腰椎椎弓間除圧術 muscle-preserving interlaminar decompression (MILD) 法、その内視鏡下の術式である三上ら<sup>2)</sup>による ME-MILD 法などが報告されている。内視鏡下片側進入両側除圧術の問題点として、進入側の除圧不足や椎弓の幅の狭い症例で



a : 側面図. 20 mm 幅ノミを約 20 度頭側に向けて棘突起正中を縦割する.



e : 棘突起基部の頭側の骨孔に糸を通す.



i : 糸を締めていくと割面同士が接触し出す.



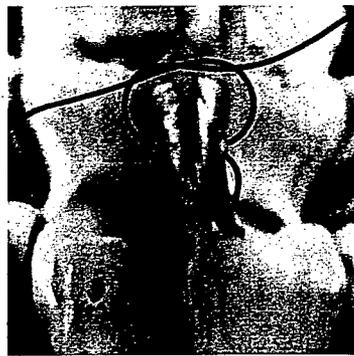
k : 棘突起の側面図



b : 背側図. 棘突起の縦割線と右椎弓上に作製されたマーキングの骨孔.



f : 縦割された左棘突起の頭側の骨孔に外側より糸を通す.



j : 棘突起頭側図. 八の字にかけた糸を締めることにより左右の縦割した棘突起同士が圧着されると同時に山型にカットされた棘突起基部にも還納圧着固定される.



l : 棘突起の尾側図



c : 尾側図. 正中を縦割していったノミを外側に約 30 度傾けて棘突起基部を斜めに切離する.



g : f の糸を再度縦割された右棘突起の頭側の骨孔に糸を通し, 背側に出す.



m : 棘突起の尾側面図

k ~ m : 正確に還納圧着固定されている.

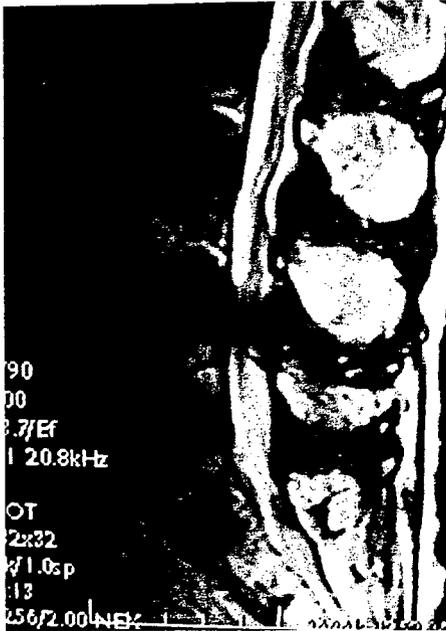


d : 除圧完了後の背側図. 縦割された右棘突起の頭側の骨孔に糸を通す.



h : 他方の糸も同様な操作をする. この時点ではまだ左右の縦割された棘突起と棘突起基部は接触していない.

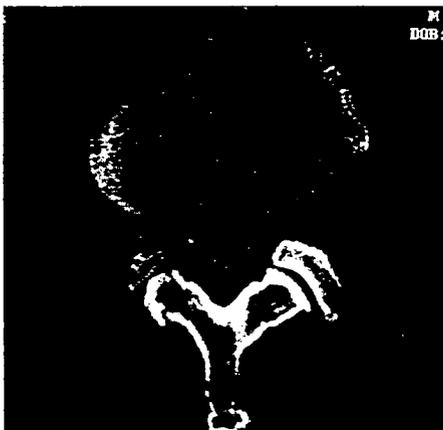
図 2 腰椎模型による手術手技の説明



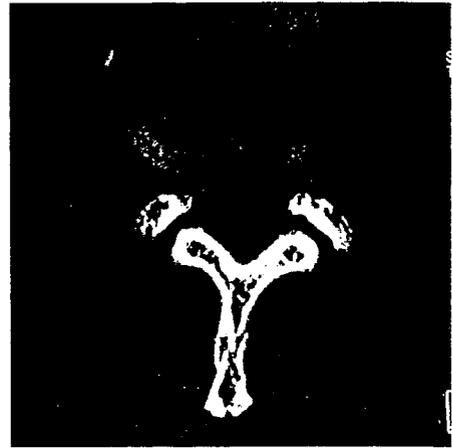
a : 術前 MRI T2 強調矢状断像



b : 術前 MRI T2 強調水平断像



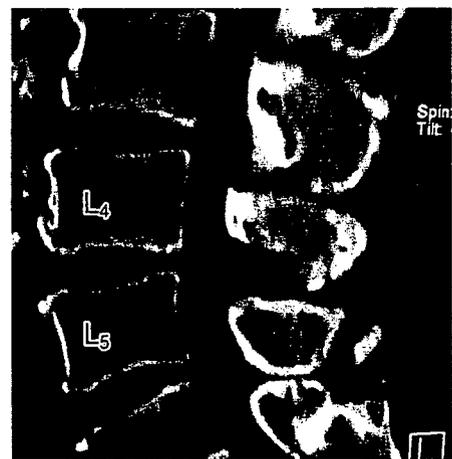
c : 術前 CTM 水平断像



d : 術後 3 ヶ月の CT 水平断像 (椎間板高位). 縦割部, 棘突起基部ともに仮骨良好で骨癒合を認める.



e : 術後 3 ヶ月の CT 水平断像 (椎弓根高位). lateral recess の良好なトランペット状除圧と縦割棘突起の骨癒合を認める.



f : 術後 3 ヶ月の CT 矢状断像. L4 椎弓尾側と L5 椎弓頭側の骨性除圧と縦割棘突起の棘突起基部との骨癒合を認める.

図 3 症例 : 80 歳男性, L4/5 馬尾型狭窄症

は進入側の椎間関節の温存が困難，対側の椎間板の処置が困難である，すべり症の場合頭側の除圧不足が発生しやすい，3椎間以上では適応となりにくい，チューブラーレトラクターを過度に傾斜させることによる傍脊柱筋の侵襲，視野が限られており全体像が把握しにくい，ラーニングカーブ（習熟曲線）が直視下手術よりも急峻であるなどが挙げられている。渡辺らや小倉らの棘突起正中縦割進入法では縦割した左右の棘突起を縫合再建しても椎弓切除後棘突起と椎弓を再縫着していないため椎弓との連続性がなくなり，棘突起のレバーアーム機能を損なったり，術後不安定性による腰痛・下肢痛の再燃などの可能性が考えられる。MILD，ME-MILD法では，棘突起の尾側を eggshell 状に掘削し術野を展開しているが，棘突起の背尾側部は頭側よりも幅が広く，棘上・棘間靭帯や多裂筋などが付着しておりレバーアーム機能を発揮するうえで重要な部位であるので，同部位の骨性分を eggshell 状にほぼ切除してしまう MILD，ME-MILD 法では棘突起正中縦割進入法と同様な合併症の危険性がある。棘突起どうしが接触している場合にはその危険性の確率は大きくなる。また，棘突起が小さくなるため後屈時の制動効果が減弱する可能性が懸念される。

本術式の特長は 3 cm 以下の小皮切である。棘突起を基部まで正中で縦割するため棘上・棘間靭帯，傍脊柱筋を温存できる。左右の全体像が見え術前マーキングで作製した椎弓上の骨孔がランドマークとなるので，良好で正確なオリエンテーションを獲得できる。術野に棘突起背尾側部がないため広い術野が得られ，反対側からの lateral recess の除圧操作が安全，容易にできる。手術手技がカスパー開創器とルーペ，ヘッドライトという従来の機材で可能なため，ラーニングカーブが内視鏡下手術よりも緩やかである。縦割した棘突起を合

わせて棘突起基部に還納縫着するため，棘突起・傍脊柱筋・靭帯で構成されるレバーアーム機能の再建ができるなどである。術後 6 ヶ月での棘突起基部での骨癒合率は 56.7% と縦割した左右の棘突起どうしの骨癒合率 96.8% よりも低かったが，この理由として初期の症例では骨切り面に骨蠟を使用していたこと，棘突起基部の骨孔を 2 個ではなく 1 個としていたため初期固定性があまり強固ではなかったことなどが考えられる。現在は骨切り面の止血はフィブリンシートとし，棘突起基部の骨孔を 2 個としているので，この部位での骨癒合率も改善している。

## 結 語

1) 腰部脊柱管狭窄症に対して棘突起のレバーアーム機能を完全に温存できる独自の新しい術式である縦割棘突起八の字還納固定式除圧術を紹介した。

2) 本法は特殊な機材を必要とせず低侵襲で正確な除圧が可能であり，短期ではあるが良好な臨床症状の改善が得られた。

## 文 献

- 1) 八田陽一郎，阪本厚人，原田智久，他：腰部脊柱管狭窄症に対する新しい低侵襲除圧術—筋肉温存型腰椎椎弓間除圧術—。Medical Postgraduates 42：425-431，2004。
- 2) 三上靖夫，長谷 斉，八田陽一郎，他：腰部脊柱管狭窄症に対する新しい内視鏡下除圧術—内視鏡下棘突起間進入椎弓間除圧術—。Medical Postgraduates 43：35-40，2004。
- 3) 小倉 卓，長谷 斉，池田 巧，他：棘突起正中縦割法による腰椎椎弓切除術。脊椎・脊髄神経手術手技 6：124-127，2004。
- 4) 吉田宗人：内視鏡下手術の応用「腰部脊柱管狭窄症—治療と診断のニューコンセプト」。整形外科 53：1096-1103，2002。
- 5) 渡辺航太，細谷俊彦，白石 建：腰部脊柱管狭窄症に対し後方軟部組織を温存する術式—棘突起縦割式椎弓切除術。臨床整形外科 38：1401-1406，2003。

# 特集 骨粗鬆性脊椎骨折の発症リスクファクターと予後因子

第20巻第1号

## 骨粗鬆症性脊椎骨折の予後と対策 —とくに後壁損傷例について—

*Prognosis and treatment of the osteoporotic vertebral fracture, especially with posterior wall damaged cases*

神 與市\* 阪本 桂造\*  
Yoichi Jin Keizo Sakamoto

### はじめに

骨粗鬆症性脊椎骨折は高齢者における4大好発骨折部位の1つであり、日常の診療でよく遭遇する病態である。しかし、ほとんどの症例は数週間の保存的治療で症状が軽快するため、その治療方法の予後や成績不良因子についてはあまり報告がされてこなかった。

しかし、最近になり骨折椎体の偽関節(もしくは遷延治癒)による頑固な疼痛の持続や脊髄麻痺に対する治療法の報告が散見されるようになってきた。過去に報告されている臨床症状の予後を左右する因子として、発症からの治療開始時期、初診時椎体楔状率、初診時後弯角、受傷椎体高位、椎体後壁損傷、脊椎動態撮影による伸展位での椎体腹側の開大、初期保存治療の違い、MRI T1低輝度領域の範囲や造影MRIによる非造影範囲の大きさなどがある。本編では、椎体後壁骨折に

注目し骨粗鬆症性脊椎骨折の予後とその対策について文献学的考察を加えて述べてみたい。

### I. 対象

対象は骨粗鬆症性脊椎骨折と診断され、症状発現後3カ月経過してもなお強い動作時痛や下肢のなんらかの神経障害を有する18例(男性3例、女性15例)であった。年齢は55~87歳、平均74.7歳で、症状発現後期間は3~10カ月、平均4.5カ月であった。初期治療としては、未治療5例、軟性コルセットで通院加療8例、軟性コルセットで入院加療3例、硬性コルセットで入院加療2例であった。受傷椎体高位、後壁骨折の有無などはMRI、CT、X線から診断した。後壁の膨隆のみで明らかな骨折線や骨片の転位のない後壁損傷は後壁骨折とはしなかった。損傷椎体はTh11が1例、Th12が5例、L1が8例、L2が4例、L3、L4、L5がそれぞれ1例であった。後壁骨折と臨床症状、治療選択につき検討した。

### II. 結果

18例中、後壁骨折を認めたのは女性6例、

#### Key words▶

骨粗鬆症 (osteoporosis)  
脊椎骨折 (vertebral fracture)  
後壁損傷 (posterior wall damage)

\*昭和大学医学部 整形外科教室  
(〒142-8666東京都品川区旗の台1-5-8)