

Figure 1. Diameter (D), length (L), and angle (A) of simulated pedicle screws in a transverse plane. The abscissa-axis is determined by connecting both of the middle points of the superior facet base. Diameter is set to obtain the largest value among multiple true-orthogonal axial images in individual vertebrae.

ture. Among various techniques available for pedicle screw placement, we chose the straightforward technique because of its prevalence and its biomechanical superiority over the anatomic technique.<sup>8</sup> Three parameters of diameter, length, and angle on both sides of a pedicle were measured in a true-orthogonal image of each vertebra. We chose the optimal slice where an insertion point and direction were determined to get the largest diameter of a screw in every vertebra. We measured diameter in the transverse plane (Figure 1) as well as diameter in the coronal plane at the outer cortex of a pedicle. Shorter one was adopted. Length from the insertion point to the tip of the simulated screw was measured. For description of the angle, we defined a new Cartesian coordinate system. A line connecting both sides of the middle of the superior facet base was defined as the abscissa-axis. Angle was measured with reference to the ordinate-axis, with a positive value when a screw was aimed at the vertebral body.

We analyzed 1100 pedicles from T1 to L5 vertebrae after excluding those pedicles outside the curves. Each parameter at 1 side was compared with a value on the contralateral side. Statistical analysis was performed with unpaired *t* test. Difference was regarded as significant when a value was below *P* = 0.05. Intraobserver and interobserver interclass correlation coefficients (ICCs) in 3 parameters were calculated in 30 vertebrae of 2 patients.

■ Results

**Diameter**

All screws except a few in T1 and L5 had shorter diameter in the axial image than in the coronal image (Table 1). Diameter of the screws decreased in the middle thoracic spine. Screws of L1 and L2 were significantly smaller than those of T12 and L3 (*P* < 0.001). The diameter of T2–T10 on the concave side was significantly shorter than that on the convex side (*P* < 0.01) (Figure 2). Sixty-two percent of the concave T3–T9 screws were less than 4 mm and 37% did not hold a 4-mm diameter

**Table 1. Diameter of Pedicle Screws (From the Outer Cortex of Pedicles)**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>Concave</b>									
Mean	6.0	4.9	3.3	2.7	3.0	3.5	3.7	3.8	4.1
SD	1.1	1.0	1.3	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3
Min	4.1	3.3	0.5	0.8	0.6	1.4	1.6	1.4	1.8
Max	7.9	6.5	5.7	4.4	5.0	6.7	6.7	6.3	7.2
N	24	28	30	32	33	34	35	36	37
<b>Convex</b>									
Mean	6.3	5.5	4.7	4.3	4.5	4.4	4.6	4.6	4.9
SD	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	0.8	0.8	1.0
Min	4.6	3.8	2.8	2.4	3.0	2.3	2.7	2.3	3.3
Max	8.8	7.0	6.2	6.0	7.2	7.0	6.1	5.9	8.2
<b>T10 T11 T12 L1 L2 L3 L4 L5</b>									
<b>Concave</b>									
Mean	5.2	6.7	6.8	5.8	6.3	7.8	9.0	9.1	
SD	1.2	1.4	1.5	2.0	1.7	1.3	1.3	1.3	
Min	2.9	3.7	3.8	2.6	3.3	5.7	6.9	7.3	
Max	7.8	8.9	10.0	10.9	11.5	10.8	11.5	10.5	
N	39	40	40	41	36	32	22	11	
<b>Convex</b>									
Mean	6.0	7.2	7.1	5.6	5.9	7.4	8.7	10.0	
SD	1.2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.8	1.5	
Min	3.6	3.6	2.3	3.2	2.5	3.9	5.6	8.1	
Max	8.4	11.0	10.0	9.8	8.6	10.1	12.2	12.1	

SD indicates standard deviation; min, minimum value; max, maximum value.

screw even with 25% expansion (4.0/1.25 = 3.2 mm) (Figure 3). Our data indicates that pedicles of right T3–T5 in the proximal thoracic curve and those of left T4–T9 in the main thoracic curve do not hold a 4-mm diameter screw in a typical right thoracic curve. Diameter of the screw at the main curve did not correlate with the Cobb angle nor with a patient's age (correlation coefficient, 0.039; *P* = 0.82, 0.13; *P* = 0.55).

**Length**

Length of screws decreased at the middle thoracic spine as shown in Table 2. All but 1 vertebra accepted a 20-mm length screw. Eleven percent of T4–T8 vertebrae on the convex side required screws shorter than 25 mm. The length required on the convex side were shorter at T5 and T7–T9 than that on the concave side (*P* < 0.05) (Figure 4).

**Angle**

Screws were aimed in the medial direction in the upper thoracic and lower lumbar spine (Table 3) and the average angle of screws of T1, T2, and L5 was greater than 15°. Seventeen percent of screws at T7–T10 were aimed in the lateral direction (Figure 5). Angles on the concave side did not significantly differ from those on the convex side (*P* = 0.08).

ICC of diameter was 0.957 (2-sided 95% confidence interval: 0.929–0.974) in the intraobserver measurement and 0.929 (0.864–0.961) in the interobserver measurement. ICCs of length and angle were 0.936 (0.895–0.961) and 0.922 (0.972–0.952) in the intraobserver measurement and 0.932 (0.889–0.959) and 0.896 (0.829–0.937) in the interobserver measurement.

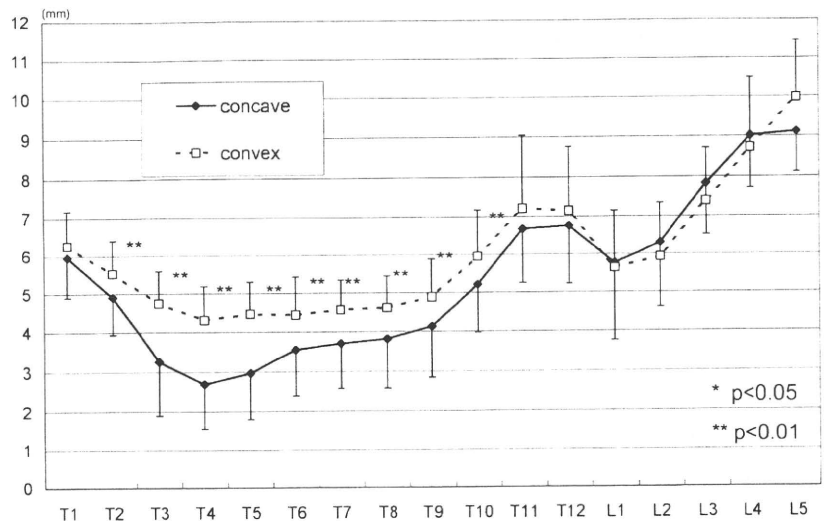


Figure 2. Diameter of pedicle screws.

■ Discussion

**MRI Versus CT**

Liljenqvist *et al* reported 2 fine analyses of pedicle morphology with scoliosis and revealed smaller pedicles on the concave side. In their CT study,<sup>2</sup> tilt of an individual vertebra was partially resolved by sagittal tilting of gantry in 29 patients with idiopathic scoliosis. Liljenqvist *et al* did not adopt multiplanar reconstruction because the 3-mm interval was too large and reconstruction processing would result in an inaccurate value. In the present study, CT data were obtained with a diameter of 1.25 mm for the navigation surgery in which the accuracy and measurement of MPR images are guaranteed. Second, Liljenqvist *et al* analyzed a pedicle shape in 26 patients using MRI which compensated the tilting in scoliosis.<sup>3</sup> Concurrently, an inherent issue of analyzing bony structures by MRI emerged.

Both of the Liljenqvist's studies measured the inner cortical width of a pedicle; we chose to measure the outer width for 2 reasons. One was ease of measurement because of the clearer border of the outer cortex. Especially in a thin pedicle, the inner surface of the cortex was obscure

even in CT. That may be the reason for disagreement at the upper thoracic spine between the present study and Liljenqvist's MRI study, though the outer cortical diameter in the present study largely agreed with the inner cortical diameter in 2 reports of Liljenqvist. Second is an elastic characteristic of a pedicle.<sup>5,9,10</sup> We agree with O'Brien *et al*'s suggestion<sup>5</sup> of measuring the outside pedicle dimension by taking plastic deformation into account.

**Diameter**

Our present data suggested that a large proportion of thoracic pedicles on the concave side were too small to accept the 4-mm diameter screw. Even if a pedicle allows 25% enlargement as Rinella *et al* reported,<sup>9</sup> the outer diameter should be over 3.2 (=4.0/1.25) mm. The present data suggests that 37% (88/237) of concave T3-T9 pedicles will be fractured if a screw for the thoracic spine is placed in them.

One possible solution may be to use the anatomic trajectory, although a screw placed by the anatomic trajectory is biomechanically weaker than one placed by the straightforward trajectory.<sup>8</sup> Moreover, the screw-head

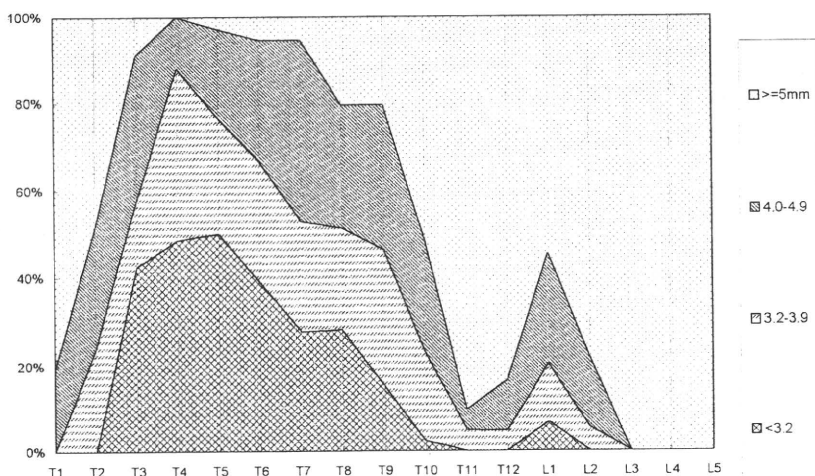


Figure 3. Bimodal distribution of diameter of pedicle screws on the concave side.

**Table 2. Length of Pedicle Screws**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>Concave</b>									
Mean	28.5	30.4	30.5	30.5	31.6	31.7	32.5	33.9	34.0
SD	3.3	3.5	3.8	4.2	4.3	3.5	3.5	4.7	4.6
Min	22.9	24.0	23.3	21.3	25.0	25.2	25.8	26.2	22.0
Max	35.0	37.4	42.8	41.3	40.3	40.8	40.9	51.6	41.8
<b>Convex</b>									
Mean	29.2	30.7	30.3	29.4	29.0	30.2	29.9	30.2	31.6
SD	2.9	2.8	3.1	3.2	3.7	4.0	5.0	4.3	4.3
Min	23.6	24.5	22.4	21.8	21.2	22.4	19.1	23.0	23.3
Max	34.7	37.2	37.1	35.7	36.7	40.9	43.3	38.8	40.1

	T10	T11	T12	L1	L2	L3	L4	L5
<b>Concave</b>								
Mean	35.1	35.2	37.2	42.6	44.6	45.6	44.8	43.5
SD	4.1	3.6	4.0	4.5	5.2	3.9	3.9	6.1
Min	26.4	28.7	29.4	32.8	33.3	38.2	37.4	34.1
Max	43.8	48.5	46.9	53.4	59.1	54.0	52.4	52.7
<b>Convex</b>								
Mean	33.4	33.6	36.1	41.8	44.4	45.7	43.8	44.7
SD	3.8	5.6	4.6	4.8	5.1	3.8	3.5	4.9
Min	24.6	21.5	27.9	32.8	24.0	38.9	37.1	37.8
Max	41.6	51.7	50.5	54.9	54.5	53.2	49.9	51.5

**Table 3. Direction of Pedicle Screws**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>Concave</b>									
Mean	27.1	17.4	13.5	8.4	7.1	4.0	4.3	4.6	4.0
SD	5.8	5.8	3.8	6.2	5.5	5.2	5.0	5.5	5.4
Min	17.0	7.0	7.0	-9.0	-7.0	-10.0	-4.0	-4.0	-10.0
Max	39.0	36.0	20.0	18.0	17.0	16.0	14.0	15.0	16.0
<b>Convex</b>									
Mean	26.9	17.3	9.4	7.1	5.2	5.0	3.3	2.2	4.4
SD	4.8	4.1	4.1	4.0	4.8	5.1	4.9	4.8	6.1
Min	17.0	9.0	0.0	0.0	-4.0	-8.0	-7.0	-9.0	-10.0
Max	36.0	27.0	17.0	15.0	14.0	16.0	13.0	9.0	13.0

	T10	T11	T12	L1	L2	L3	L4	L5
<b>Concave</b>								
Mean	5.8	6.3	4.6	7.9	10.6	13.1	15.1	24.5
SD	5.7	4.8	4.7	5.0	3.6	4.8	4.5	10.1
Min	-12.0	-5.0	-3.0	-5.0	3.0	4.0	4.0	11.0
Max	19.0	18.0	20.0	18.0	19.0	22.0	23.0	42.0
<b>Convex</b>								
Mean	3.7	4.9	5.8	8.0	9.7	13.6	14.8	22.5
SD	5.0	5.1	6.5	5.4	5.0	4.3	4.1	12.3
Min	-10.0	-8.0	-15.0	-5.0	-4.0	2.0	9.0	0.0
Max	13.0	15.0	17.0	21.0	18.0	20.0	25.0	38.0

needs to be tilted for rod settlement and a multiaxial screw with a relative large head is mandatory. From our experience of 50 scoliosis surgeries done using the navigation system, pedicles too narrow for the straightforward technique were usually impracticable even with the anatomic technique. We did not try to simulate the anatomic trajectory because simulation of screw placement would have been too complicated. Future analysis of feasibility of using the anatomic trajectory is warranted.

Another solution might be to use the in-out-in technique. However, pull-out testing showed the extrapedicular screw had inferior pull-out strength compared with a transpedicular screw,<sup>11</sup> and the authors are doubtful of its strength and safety when a lateral force is exerted especially on the concave midthoracic side.

Though powerful correction force and maintenance by segmental pedicle screw instrumentation is very fas-

inating, surgeons need not to always use pedicle screws but can use other anchoring methods like hooks and wires when preoperative evaluation reveals narrow pedicles which are not appropriate for pedicle screw placement.

**Length and Direction**

Inappropriate length or direction of a pedicle screw can be more hazardous than inappropriate diameter. A screw directed too medially can put the spinal cord in jeopardy. A screw advanced too anteriorly or too laterally poses a potential risk of aorta injury. Vaccaro *et al* analyzed nonscoliotic thoracic spine and found that the aorta and the esophagus are at greatest risk of injury when a pedicle screw penetrates an anterior cortex of the vertebral body.<sup>4</sup> The present study showed 11% of the T4-T8 vertebrae did not accept a 25-mm length screw on the convex side. Though the middle thoracic vertebrae ac-

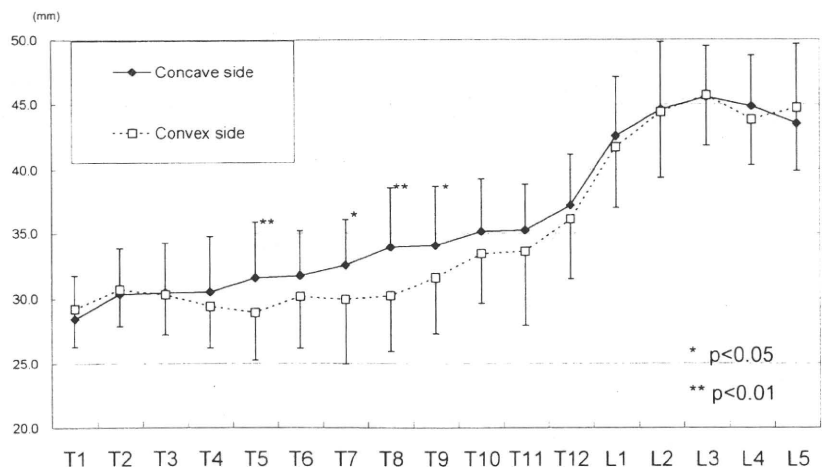


Figure 4. Length of pedicle screws.

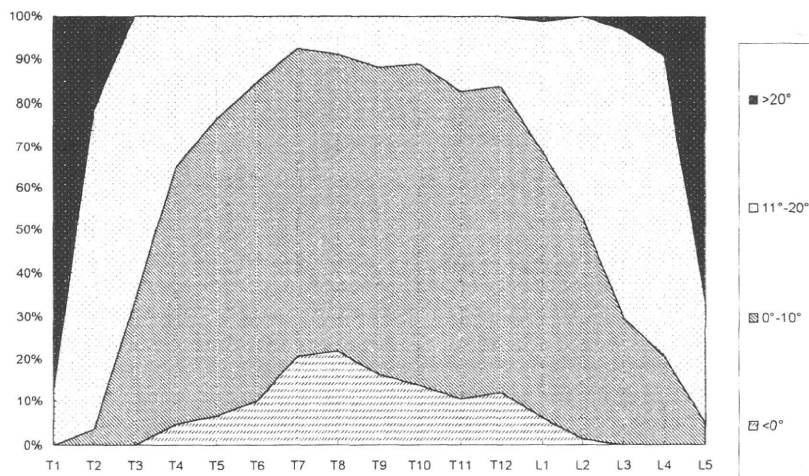


Figure 5. Distribution of angle of pedicle screws. Angle shows lowest value at T7–T8.

cept screws of this length, the aorta usually resides just lateral of the vertebral body on the left side.<sup>12</sup> Considering the lateral force exerted during a correction maneuver, special attention should be given to place screws on the concave side.

We designed a new abscissa-axis with which surgeons can estimate the direction from the explored spine in posterior surgery. The present study showed that 23% of screws at T7–T8 aimed in a lateral direction on the convex side from the perspective of the posterior spine. Large lateral tilt at T1–T2 pedicles in the present study suggested that multiaxial screws seem practical for smooth connection with adjacent screws.

#### Limitation

ICCs of length and angle were smaller than that of diameter in the repeatability test. As shown in a report of a funnel technique by Yingsakmonkol *et al*,<sup>13</sup> length and direction of a pedicle screw sometimes allows a range of values. Length may differ by several millimeters depending on selection of the insertion points because some of these points are determined at the base of a pedicle, and some at the transverse process. Because we wanted to simulate the same-screw placement as we actually use the navigation system, a more consistent method of measurement had not been considered.

#### Radiation Exposure by CT

Projected exposure dose by 1 CT is estimated to be 30 mGy in our university hospital. Our experience of pedicle screw placement with a navigation system by preoperative CT substantially decreased screw breach from 7% by free-hand technique to 2%. We believe that reduction of screw breach by the navigation system outweighs the additional exposure for patients.

In summary, 37% of T3–T9 concave pedicles were too small for a 4-mm diameter screw even with 25% expansion. At the middle thoracic spine on the concave side, the direction and length of a pedicle must be carefully determined. We recommend that surgeons consider combined use of various anchoring when preoperative

evaluation reveals that pedicles are narrow for screw placement.

#### Key Points

- We evaluated appropriate diameter, length, and direction of pedicle screws in patients with scoliosis by multiplanar reconstruction of CT.
- Thirty-seven percent of pedicles at T3–T9 on the concave side were too small for a 4-mm diameter screw even with expansion.
- Eleven percent of pedicle screws at T4–T8 on the convex side were less than 25 mm in length and 17% of screws at T7–T10 were placed in the lateral direction.
- Surgeons should not use pedicle screws when preoperative evaluation reveals that pedicles are too narrow for proper screw placement.

#### References

1. Catan H, Buluç L, Anik Y, et al. Pedicle morphology of the thoracic spine in preadolescent idiopathic scoliosis: magnetic resonance supported analysis. *Eur Spine J* 2007;16:1203–8.
2. Liljenqvist UR, Link TM, Halm HF. Morphometric analysis of thoracic and lumbar vertebrae in idiopathic scoliosis. *Spine* 2000;25:1247–53.
3. Liljenqvist UR, Allkemper T, Hackenberg L, et al. Analysis of vertebral morphology in idiopathic scoliosis with use of magnetic resonance imaging and multiplanar reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A:359–68.
4. Vaccaro AR, Rizzolo SJ, Balderston RA, et al. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part II: an anatomical and radiographic assessment. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:1200–6.
5. O'Brien MF, Lenke LG, Mardjetko S, et al. Pedicle morphology in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: is pedicle fixation an anatomically viable technique? *Spine* 2000;25:2285–93.
6. Xiong B, Sevastik B, Sevastik J, et al. Horizontal plane morphometry of normal and scoliotic vertebrae. *Eur Spine J* 1992;4:6–10.
7. Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83:1169–81.
8. Lehman RA Jr, Polly DW Jr, Kuklo TR, et al. Straight-forward versus anatomic trajectory technique of thoracic pedicle screw fixation: a biomechanical analysis. *Spine* 2003;28:2058–65.
9. Rinella A, Cahill P, Ghanayem A, et al. Thoracic pedicle expansion after pedicle screw placement in a pediatric cadaveric spine: a biomechanical analysis. Presented at the SRS 39th annual meeting, Buenos Aires, Argentina, 2004.



10. Yazici M, Pekmezci M, Cil A, et al. The effect of pedicle expansion on pedicle morphology and biomechanical stability in the immature porcine spine. *Spine* 2006;31:E826-9.
11. White KK, Oka R, Mahar AT, et al. Pullout strength of thoracic pedicle screw instrumentation: comparison of the transpedicular and extrapedicular techniques. *Spine* 2006;31:E355-8.
12. Sucato DJ, Duchene C. The position of the aorta relative to the spine: a comparison of patients with and without idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85-A:1461-9.
13. Yingsakmonkol W, Karaikovic E, Gaines RW. The accuracy of pedicle screw placement in the thoracic spine using the "funnel technique": part 1. A cadaveric study. *J Spinal Disord Tech* 2002;15:445-9.

## 勤労者における仕事に支障を来す腰痛の関連要因の探索的検討\*

松平 浩\*<sup>1)</sup> 町田 秀人\*<sup>2)</sup> 小西 宏昭\*<sup>3)</sup>  
 三好 光太\*<sup>4)</sup> 小川 真司\*<sup>5)</sup> 内田 毅\*<sup>2)</sup>  
 原 慶宏\*<sup>1)</sup> 竹下 克志\*<sup>1)</sup> 中村 耕三\*<sup>1)</sup>

### Associated Factors for Low Back Pain with Disability among Workers

Ko Matsudaira\*<sup>1)</sup>, Hideto Machida\*<sup>2)</sup>, Hiroaki Konishi\*<sup>3)</sup>, Kota Miyoshi\*<sup>4)</sup>, Shinji Ogawa\*<sup>5)</sup>, Takeshi Uchida\*<sup>2)</sup>, Nobuhiro Hara\*<sup>1)</sup>, Katsushi Takeshita\*<sup>1)</sup>, Kozo Nakamura\*<sup>1)</sup>

臨整外 44 : 263~268, 2009

**Key words :** 腰痛 (low back pain), 関連要因 (associated factors), 職業性疾患 (occupational disease)

仕事に支障を来す腰痛の関連要因を横断データを用いて検討した。対象者数は9,307名であった。調査時の過去1カ月間におけるdisabilityの強い(仕事への支障度が強い)腰痛の有無を従属変数とし、関連要因を検討した。「睡眠時間」や「家族歴」などと強い関連を示したが、最も関連が強かった要因は、人間工学的要因の「前屈み・中腰姿勢の作業に4時間以上従事していること」(調整オッズ比:3.84, 95% CI:2.92-5.05)であった。強い関連要因を明らかにするため、引き続きコホート研究を遂行中である。

The purpose of this study was to identify factors associated with low back pain resulting in disability based on cross-sectional survey data from 9,307 workers. We assessed relationships between low back pain resulting in disability in the previous one month (dependent variable) and potential associated factors. One of the physical factors, "working four hours or more a day in either a half-crouching position or slouching posture", was the factor that was most strongly associated with the dependent variable (adjusted OR : 3.84, 95% CI : 2.92-5.05). Further investigation is necessary to identify factors that are strongly associated with the occurrence of low back pain resulting in disability. A prospective cohort study is currently under way.

### はじめに

腰痛は一般人口における発生頻度が高く<sup>8)</sup>、欧米では腰痛による就業障害は社会問題化してお

り、経済的損失も少なくない。腰痛は20世紀を代表する災厄と称されたが<sup>9)</sup>、21世紀の現在でもその状況は変わっていない。本邦においても腰痛の有訴者率は男性で1位、女性では肩こりに次いで

\* 2008年6月6日受稿

<sup>1)</sup> 東京大学医学部附属病院整形外科・脊椎外科〔〒113-8655 文京区本郷7-3-1〕Department of Orthopaedic Surgery, The University of Tokyo

<sup>2)</sup> 関東労災病院整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Japan Labour Health and Welfare Organization Kanto Rosai Hospital

<sup>3)</sup> 長崎労災病院整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Japan Labour Health and Welfare Organization Nagasaki Rosai Hospital

<sup>4)</sup> 横浜労災病院脊椎脊髄外科 Department of Spine and Spinal Surgery, Japan Labour Health and Welfare Organization Yokohama Rosai Hospital

<sup>5)</sup> 福島労災病院整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Japan Labour Health and Welfare Organization Fukushima Rosai Hospital



図1 腰痛と定義した範囲

2位, 通院者率は男女とも高血圧に次いで2位であり, 腰痛を有することはめずらしいことではなく, 生活習慣病ならぬ生活習慣痛と称しても過言ではない。

腰痛は作業関連性疾患の代表格でもあるが, 米国においては多くの人が腰痛を抱えながら仕事を続けており, 腰痛に対する費用の75%以上は, disabilityの強い(仕事に支障を来す)5%の患者に費やされているとの報告がある<sup>4)</sup>。これらの報告を踏まえ, Snook<sup>11)</sup>は現代社会において大きな問題は, “low back pain”ではなく, “low back disability”であると述べている。

腰痛の関連要因としては, 年齢, 肥満, 喫煙, 勤労者における人間工学的問題, 心理社会的問題など, 様々なものが挙げられる<sup>11)</sup>。そこでわれわれは, 勤労者の非特異的腰痛の実態を把握するとともに, 腰痛の新規発生と慢性化に関連する危険因子を検討することを目的として, 勤労者を対象とした2年間の前向きコホート研究を実施することにした。調査は, 横断調査(ベースライン調査), 1年後追跡調査, 2年後追跡調査の計3回行い, 調査票を用いてデータを収集した。今回, 横断調査の結果を用いて, disabilityの強い腰痛の関連要因について探索的に検討したので報告する。

## 対象および方法

### 1. 調査対象とデータ収集

2005年9月からの6カ月間, 42事業所の約3万人の多業種の勤労者(18歳以上)に調査協力を依頼し, 書面で同意を取得できた9,307人からデータを収集した。対象者の属性は, 年齢(平均±標準偏差)42.2±10.5歳, 男性7,720名(83.0%), 主な職種は, 事務作業2,063名(30.1%), 営業1,250名(18.2%), 看護師597名(8.7%), 製造業594名(8.4%)であった。

本研究は, 独立行政法人労働者健康福祉機構「労災疾病等13分野医学研究・開発, 普及事業」によるものであり, 実施にあたっては独立行政法人労働者健康福祉機構の医学倫理審査会での承認を得た。

### 2. 調査票の作成

本調査では, 腰痛の範囲を明確化し, 腰痛の程度, 作業姿勢や作業動作の人間工学的要因, 仕事の満足度やストレスなどの心理社会的要因, 生活習慣, 健康関連 quality of life(QOL)などを含めた詳細かつ多面的な自記式調査票を作成し, 検討に必要なデータを収集した。

腰痛の範囲は, その領域に関し肋骨縁より下部で, 下殿溝より上部までとし(図1), 腰痛の状態の程度(grade)は以下の4段階(1が最良, 4が最悪)とした。

1. 腰痛を伴うことはなかった
2. 腰痛を伴うことはあったが, 仕事に支障を来すことはなかった
3. 腰痛のため仕事に支障を来したこともあったが, 休職はしなかった
4. 腰痛のため休職をした

(grade 3および4を disabilityの強い腰痛と定義)。

また, 本調査では, 腰痛特異的スコアの世界標準である Oswestry Disability Questionnaire<sup>3)</sup>, Short Form-8(SF-8), 厚生労働省の職業性ストレス簡易調査票<sup>10)</sup>なども併せて使用した。

### 3. データ管理

データ管理においては、本調査専用のデータベースシステムを構築し、収集した調査票の回答結果を入力した。データ入力、データクリーニング、集計解析のためのデータ分類などは、医学系データベースを専門とするデータマネージャーの指示・指導のもと実施し、疫学研究として、科学的、倫理的に、質の高いデータの保持に努めた。また、個人情報については別管理とし、入力データのみでは個人が特定できないように配慮した。

### 4. 関連要因の検討

腰痛状態の程度の grade 3 および 4 を disability の強い腰痛と定義し、全体と職種別の有訴率 (prevalence) を求めた。また、前述した腰痛 grade と腰痛特異的尺度である Oswestry Disability Index (ODI)<sup>3)</sup> との相関係数を求め、grade の妥当性を検討した。

関連要因の解析には、ロジスティック回帰分析を用いた。調査時の過去1カ月間における disability の強い腰痛の有無を従属変数とし、年齢 (40代未満/40代/50代以上)、性別 (男性/女性)、肥満 (Body Mass Index : BMI 25 kg/m<sup>2</sup> 以上を肥満ありと定義)、喫煙習慣 (Brinkmann 係数 400 以上をヘビースモーカーと定義)、睡眠時間 (5時間未満を短睡眠時間と定義)、運動習慣 (過去1年間の定期的な運動習慣の有無)、学歴 (最終学歴を中学・高校卒等と大学・短大・専門学校等で区分)、腰痛の家族歴 (家族における disability を伴った腰痛の既往の有無)、人間工学的要因、心理社会的要因を独立変数とした。単変量解析により粗オッズ比と 95%信頼区間 (CI) を求めた後、統計的に有意な関連を認めた要因を独立変数として多変量解析を行い、要因調整オッズ比とその 95%CI を算出した。人間工学的要因、心理社会的要因については、多数の項目を収集しているため、解釈可能性や他項目との関連性を考慮し、代表項目を1項目ずつ選択することとした。統計的検定は両側で行い、有意水準は 5% とした。統計パッケージは STATA 9 を用いた。

表1 腰痛の有訴率

	全体	事務作業	営業	看護師	製造
n	9,277	2,057	1,244	595	573
grade 1	4,552	1,122	608	180	220
(%)	(49.1)	(54.6)	(48.9)	(30.3)	(38.4)
grade 2	4,185	855	573	361	301
(%)	(45.1)	(41.6)	(46.1)	(60.7)	(52.5)
grade 3	469	62	57	53	50
(%)	(5.1)	(3.0)	(4.6)	(8.9)	(8.7)
grade 4	71	18	6	1	2
(%)	(0.8)	(0.9)	(0.5)	(0.2)	(0.4)
有訴率	5.8%	3.9%	5.1%	9.1%	9.1%

\*最近1カ月間の腰痛。

\*grade 1 : 腰痛はなかった/grade 2 : 腰痛はあったが、仕事に支障はなかった/grade 3 : 腰痛のため仕事に支障を来したこともあったが、休職はしなかった/grade 4 : 腰痛のため休職したことがある。

\* (%) は各列の n を 100 とした割合、有訴率は disability が強い腰痛 (grade 3 + grade 4) の割合。小数点以下 2 桁を四捨五入 (有訴率は grade 3 および grade 4 の割合を足した後に四捨五入)。

\*欠損値、不明などは解析対象から除外。

## 結果

過去1カ月の腰痛状態の程度は、「腰痛はなかった (grade 1)」が 49.1%、「腰痛はあったが、仕事に支障はなかった (grade 2)」が 45.1%、「腰痛のため仕事に支障を来したこともあったが、休職はしなかった (grade 3)」が 5.1%、「腰痛のため休職したことがある (grade 4)」が 0.8%であった。およそ半数の対象者が腰痛を有していたが、仕事に支障を来す腰痛、つまり disability の強い腰痛 (grade 3 および grade 4) は全体の 5.8%であった (表 1)。職種別での disability の強い腰痛の有訴率は、看護師および製造業では 9.1% と高かったが、営業および事務作業ではそれぞれ 5.1%、3.9% と低かった (表 1)。腰痛 grade と腰痛特異的尺度である ODI には強い相関がみられた (Spearman の相関係数 :  $\rho = 0.74$ )。

関連要因の解析を行う前に、収集した多数の項目の中から、人間工学的要因および心理社会的要因の代表項目をそれぞれ一つ選択した。人間工学的要因については、「前屈み・中腰姿勢で作業に従事している時間」を代表項目とした。この項目は

表2 腰痛との関連性：統計的に有意な関連を認めた要因

要因		%	粗オッズ比	95% CI	調整 オッズ比	95% CI
睡眠時間	5時間以上	5.9				
	5時間未満	94.1	1.90	1.41-2.56	1.71	1.24-2.35
運動習慣	何かしている	47.2				
	ほとんどしていない	52.8	1.63	1.35-1.96	1.40	1.16-1.70
最終学歴	短大・大学卒等	67.3				
	中学・高校卒等	32.7	1.53	1.28-1.83	1.32	1.08-1.60
家族歴	いいえ	76.5				
	はい	23.5	2.04	1.70-2.45	1.88	1.55-2.29
心理社会的要因 (MCS)	良い	24.4				
	やや良い	25.4	0.98	0.74-1.29	0.83	0.62-1.12
	やや悪い	24.7	1.24	0.95-1.62	1.04	0.78-1.38
	悪い	25.5	1.98	1.55-2.53	1.47	1.13-1.91
人間工学的要因 (中腰・前屈み)	しない	68.8				
	2時間未満	15.2	2.14	1.68-2.73	1.93	1.49-2.48
	2~4時間	8.7	3.97	3.10-5.09	3.34	2.56-4.36
	4時間以上	7.3	4.77	3.71-6.14	3.84	2.92-5.05

\*MCSは、4分位点(25%点)で分類(状態悪い：~38.9/やや悪い：~43.5/やや良い：~47.4/良い：~Max).

\*中腰・前屈みは、「身体を前後に曲げる動作」、「腰をひねる動作」、「ゆれや振動を伴う」との関連性から分類.

「重量物を取り扱う時間」と正の相関(Spearmanの相関係数： $\rho=0.52$ )を示し、逆に「デスクワークに従事している時間」とは負の相関を示した(Spearmanの相関係数： $\rho=-0.52$ )。またbending動作(身体を前後に曲げる動作)およびtwisting動作(腰をひねる動作)の選択肢(行わない/ときどきは行う/勤務時間の半分は行う/ほとんど行う)に対し、bending動作では0/0/2/4、twisting動作では0/1/2/4と、「前屈み・中腰姿勢で作業に従事している時間」の中央値が変化し、正の関連が示唆された。以上の結果、解釈可能性と他の項目との関連性の高さから、「前屈み・中腰姿勢で作業に従事している時間」を代表項目として妥当と判断した。項目分類は、他項目との関連性を踏まえ、「しない/2時間未満/2時間以上4時間未満/4時間以上」とした。

心理社会的要因については、SF-8の精神的サマリースコア(MCS)を代表項目とした。仕事の満足度に対して、「満足/まあ満足/やや不満足/不満足」の4段階評価別のMCSの中央値は46.0/44.3/40.9/37.5、職業性ストレス簡易調査票の「ストレス無/有」判定基準に対して、MCSの中央値

は「対人関係」では43.9/40.6、「精神的ストレス」では43.7/35.4、「職場の支援」では43.7/41.2と、それぞれの項目においてMCSと正の関連性が示唆された。以上の結果、MCSを代表項目として選択し、4分位点(25%点)で4段階に分類した(悪い：MCS点数が38.9以下/やや悪い：43.5以下/やや良い：47.4以下/良い：47.4を超える)。

単変量解析の結果、年齢、性別、肥満、喫煙習慣はdisabilityの強い腰痛と統計的に有意な関連を示さなかったが(オッズ比[95%CI]：年齢40代/40代未満0.98[0.79~1.21]、50代以上/40代未満0.86[0.69~1.07]；性別女性/男性1.23[0.99~1.53]；肥満あり/なし1.16[0.96~1.41]；喫煙習慣ヘビースモーカーである/でない0.98[0.79~1.20])、睡眠時間、運動習慣、最終学歴、家族歴、心理社会的要因、人間工学的要因は統計的に有意な関連を示した(表2)。人間工学的および心理社会的要因は、その状態が悪くなるほどオッズ比が高くなる傾向を示した。ついで行った多変量解析でも、オッズ比が若干低くなったが、これらの要因は同様に統計的に有意な関連を示した(表2)。どちらの解析でも、人間工学的要



因のオッズ比が他と比較して最も高かった。

## 考察

欧米では、腰痛に関する多くの疫学研究が行われてきたが、関連要因として、「年齢」、「肥満」、「ヘビースモーカーであること」、「家族・遺伝性要因」、「作業関連性要因」<sup>11)</sup>などが挙げられている。作業関連性要因には、重量物の挙上、前かがみ動作、腰の捻り動作などの人間工学的要因(身体的負荷)<sup>12)</sup>や仕事への低い満足度、職場の支援不足など<sup>5)</sup>の心理社会的要因がある。通常、関連要因の検討対象は、low back painであることが多いが、今回は low back disability に着目し、関連要因の検討を行った。

本調査で使用した腰痛状態の程度を評価する腰痛 grade は、ODI と強い相関があり、評価指標として妥当であることが示唆された。仕事に支障がない、つまり disability を伴わないものも含めた腰痛全体の過去1カ月間の有病率(1-month prevalence)は、約51%と高かったが、仕事に支障を来した disability の強いものに限ると約6%であった。

ロジスティック回帰分析を用いた腰痛の関連要因の検討では、単変量解析、多変量解析ともに、睡眠時間、運動習慣、学歴、家族歴、人間工学的要因、心理社会的要因が統計的に有意な結果を示した。その中でも最も関連が強かった(オッズ比が高かった)要因は、人間工学的要因の代表値とした「前屈み・中腰姿勢での作業時間に2時間以上従事していること」(オッズ比3倍以上)であった。今回の探索的な検討の結果、「睡眠時間の短さ(5時間未満)」、「運動習慣の欠如」、「最終学歴が中学・高校卒等」、「disability の強い腰痛の家族歴」、人間工学的および心理社会的な問題、特に人間工学的な問題が、disability の強い腰痛の原因になり得ることが示唆された。人間工学的アプローチは必ずしも腰痛予防につながらないとされているものの<sup>2)</sup>、low back disability に対し効果があったとする報告も散見されるため<sup>1,6,7)</sup>、わが国でも作業現場における人間工学的介入を積極的に導入してみる必要性があると思われた。

しかし、本結果は横断研究によるものであり、信頼性の高い要因(危険因子)を探るには、縦断研究による因果関係の検討が必要である。現在、2年の追跡調査を遂行中であり、今後より詳細な解析を加えていく予定である。

## まとめ

勤労者が腰痛のため仕事に支障を来していること(disability の強い腰痛)との関連要因として、「睡眠時間が短い(5時間未満)」、「運動習慣の欠如」、「最終学歴が中学・高校卒等」、「disability の強い腰痛の家族歴」、人間工学的要因、および心理社会的要因と、多くの要因が考えられたが、最も強い関連を示したのは人間工学的要因であった。本結果は、横断調査による探索的検討の結果であり、仕事に支障を来す腰痛の原因となる要因(危険因子)を明らかにするため、現在、前向きコホート研究を遂行中である。

## 文献

- 1) Anema JR, Cuelenaere B, van der Beek AJ, et al: The effectiveness of ergonomics interventions on return-to-work after low back pain; a prospective two year cohort study in six countries on low back pain patients sicklisted for 3~4 months. *Occup Environ Med* 61:289-294, 2004
- 2) Burton AK, Balaqué F, Cardon G, et al: How to prevent low back pain. *Best Prac Res Clin Rheumatol* 19:541-55, 2005
- 3) 藤原 淳: 日本語版 Oswestry Disability Index. *脊椎脊髄* 18:146-147, 2005
- 4) Ftymoyer JW, Cats-Baril WL: An overview of the incidences and costs of low back pain. *Orthop Clin North Am* 22:263-272, 1991
- 5) Hoogendoorn WE, van Poppel MN, Bongers PM, et al: Systematic review of psychosocial factors at work and private life as risk factors for back pain. *Spine* 25:2114-2125, 2000
- 6) Lemstra M, Olszynski P: The effectiveness of standard care, early intervention, and occupational management in worker's compensation claims. *Spine* 28:299-304, 2003
- 7) Loisel P, Abenhaim P, Durand JM, et al: A population-based, randomized clinical trial on back pain management. *Spine* 22:2911-2918, 1997
- 8) Nachemson A: Epidemiology and the economics of low back pain. *In: Herkowitz HN,*

- Dvorak J, Bell G, et al (eds): The Lumbar Spine 3rd. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, pp 3-10, 2004
- 9) Nordin M: Returning workers to gainful employment. *In*: Herkowitz HN, Dvorak J, Bell G, et al (eds): The Lumbar Spine 3rd. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, pp 167-177, 2004
- 10) 下光輝一, 小田切優子: 職業性ストレス簡易調査票, 産業精神保健 12: 25-36, 2004
- 11) Snook SH: Work-related low back pain: secondary intervention. *J Electromyogr Kinesiol* 14: 153-160, 2004
- 12) Vingard E, Nachemson AL: Work-related influences on neck and low back pain. *In*: Nachemson AL, Jonsson E, (ed). Neck and Back Pain. The Scientific Evidence of Cause, Diagnosis, and Treatment. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 97-126, 2000

## 別紙4

## 研究成果の刊行に関する一覧表

## 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
森平 泰 須田浩太 楫野知道 種市 洋	腰椎椎間孔狭窄に対する傍脊柱筋間アプローチを用いたmini-open TLIF	脊椎脊髄	23	533-538	2010
並川 崇 種市 洋	腰痛の検査 ②画像診断	からだの科学	266	44-49	2010
種市 洋	腰椎変性後弯症に対する脊椎骨切りまたは椎体間解離を併用した矯正固定術	整・災外	53	1015-1022	2010

## 腰椎椎間孔狭窄に対する傍脊柱筋間アプローチを用いた mini-open TLIF<sup>\*1</sup>

森平 泰<sup>\*2</sup> 須田 浩太<sup>\*2</sup>  
楫野 知道<sup>\*2</sup> 種市 洋<sup>\*3</sup>

### はじめに

腰椎椎間孔部は脊髓造影単独による病態把握が困難で、かつては「Hidden Zone」と呼ばれた。同部位の狭窄は failed back surgery の主因の一角をなす<sup>3)</sup>。しかし、近年は画像診断技術の進歩により同部位の詳細な病態把握が可能となり、同部位をターゲットにした手術治療が増え、治療成績は改善している<sup>1,2,6,8,9)</sup>。

腰椎椎間孔部は、椎間板および椎間関節・黄色靭帯などの腰椎の姿位によって大きく形態変化する要素に囲まれ、動的影響を受けやすい。それゆえに、確実な神経根除圧のためには十分な椎間関節切除を要することがある。除圧のために椎間関節全切除を要する症例では固定術の適応となる<sup>10,15)</sup>。

当科では、側弯変形や側方すべり・後方すべりなどの不安定性を伴う腰椎椎間孔部狭窄に対して、症状側の椎間関節全切除により、脊柱管から

椎間孔内外の神経根走行を確認し、同部位から椎体間ケージが挿入できる transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) を行ってきた。椎体間ケージにより椎間板高は適度に拡大され、術後においてもそれが安定して維持される。さらに、2005年以降は、より低侵襲化を目指して傍脊柱筋間アプローチを併用した mini-open TLIF (以下、mini-TLIF) を開発導入した。その手術手技と有用性を紹介する<sup>11,12,14)</sup>。

### 手術方法

L4/5 単椎間固定を例に説明する。全身麻酔下に、Hall フレーム上で腹臥位とする。L4 棘突起上端から L5 棘突起下端までの正中切開を加える。

L4 棘突起から傍脊柱筋附着部をメスで切離し、コブエレベーターで、症状側の椎間関節外側まで展開する。反対側の脊柱管狭窄を合併して除圧が必要な場合には、反対側も椎間関節部分まで展開しておく。

次に両側ともに筋間アプローチにて多裂筋の外から椎間関節外側を展開する。傍脊柱筋の棘突起附着部にて腰筋膜と脊柱起立筋腱膜の間を外側に

#### Key words

低侵襲手術 (minimally invasive surgery)  
傍脊柱筋間アプローチ (paraspinal approach)  
腰椎椎間孔部狭窄  
(foraminal stenosis of lumbar spine)

<sup>\*1</sup> Clinical Results of Mini-open TLIF through Intermuscular Paraspinal Approach for Foraminal Stenosis of Lumbar Spine

<sup>\*2</sup> 北海道中央労災病院せき損センター [〒072-0015 美唄市東4条南1丁目3-1] / Hiroshi MORIDAIRA, Kota SUDA, Tomomichi KAJINO : Spinal Cord Injury Center, Hokkaido Chuou Rosai Hospital

<sup>\*3</sup> 獨協医科大学整形外科 / Hiroshi TANEICHI

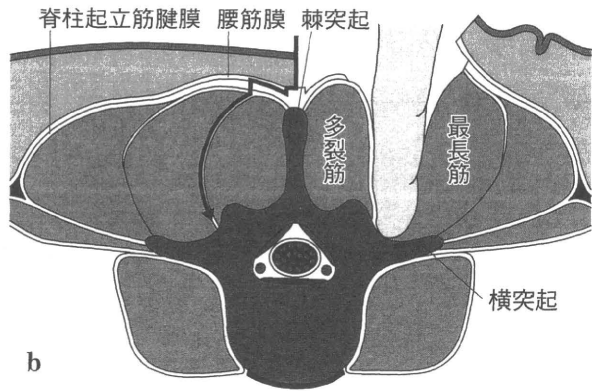
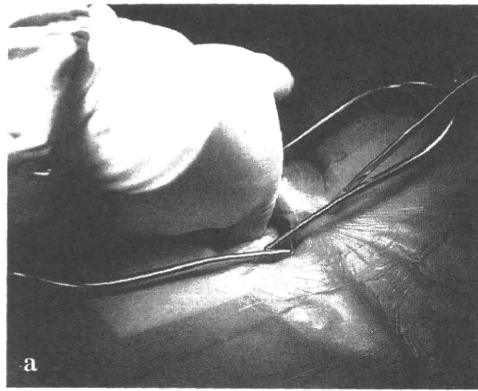


図 1 傍脊柱筋間アプローチ

棘突起付着部から約 3 cm 外側で、脊柱起立筋腱膜をメスで縦割し、内側に多裂筋筋膜をみながら、多裂筋と最長筋の筋間を指で鈍的に分けて、椎間関節外側に到達する。

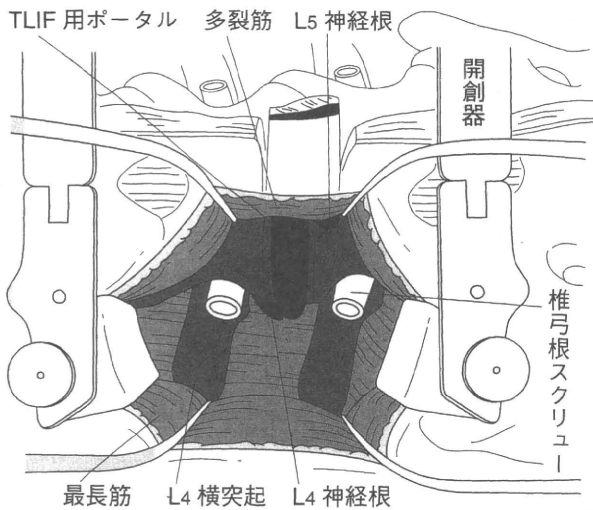


図 2 傍脊柱筋間アプローチからの mini-open TLIF  
外側開創部から椎弓根スクリューを刺入する。椎間関節全切除を行った症状側から片側侵入 TLIF を行う。

向かって剥離し、棘突起付着部から約 3 cm 外側で、脊柱起立筋腱膜をメスで縦割する。内側に多裂筋筋膜をみながら、多裂筋と最長筋の筋間を指で鈍的に分けて、椎間関節外側から L4 および L5 横突起まで展開する (図 1)。このとき症状側の L4/5 椎間関節は正中アプローチにてすでに展開されているため、メルクマールとなる。適当な開創器にて外側開創部を保持する。筆者らは、頭尾側方向はトリムラインを、左右方向はゲルピー鉤を用いることが多い。

外側開創部から両側の椎弓根スクリューを刺入する。椎間関節外側、横突起、副突起を骨膜下に展開し、付着していた筋肉を除去すると、スク

リュー刺入点がより正確になるが、侵襲は大きくなる。X 線イメージを用いることで軟部組織の上からの刺入が可能となる。

続いて、椎管内から椎間孔部の除圧を正中アプローチにて行う。L4 下関節突起ならびに L5 上関節突起は基部より全切除し、椎間板上縁ならびに下縁を確認する。L4 神経根は椎体後壁に沿って神経べらを椎弓根方向に滑らせると確認できる。必要に応じて L4 下関節突起を椎弓根の方向に頭側に切除を加えて、脊柱管から椎間孔内外への L4 神経根走行を確認する。脊柱管狭窄合併例では、両側の内側椎間関節切除にて脊柱管内除圧を行い、L5 神経根を確認する。

椎間関節全切除を行った症状側から片側侵入 TLIF を行う (図 2)。L4 ならびに L5 神経根走行に干渉しない部位に椎間板操作のポータルを作製し、棘突起スプレッターで椎間板腔を広げながらキュレットを用いて椎間板切除を行う。その後、骨移植と椎体間ケージの設置を行う。筆者らは、2 個のボックス型の椎体間ケージを設置しているが、反対側のできるだけ遠い位置にケージを設置する際は外側開創部から、侵入側手前に設置する際は正中アプローチからと、ケージの設置位置によって使い分けている。

その後、外側開創部から、両側のロッドを設置してインストゥルメンテーションを完成させる。椎間関節の残っている反対側に、必要に応じて後側方固定の追加が可能である。



表 1 Mini-TLIF と TLIF の対象

		Mini-TLIF	TLIF
年齢	平均	69.4	65.3
性別	男性	10	13
	女性	14	13
手術椎間	L3/4	3	3
	L4/5	10	10
	L5/S	11	13
疾患	側弯 (10度以上)	5	3
	椎間孔内 ヘルニア	6	7

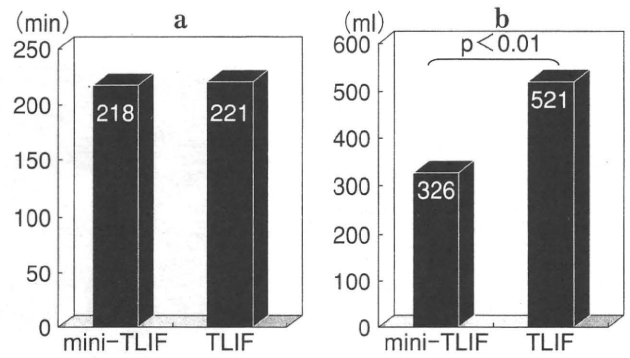


図 3 手術時間 (a) と出血量 (b)

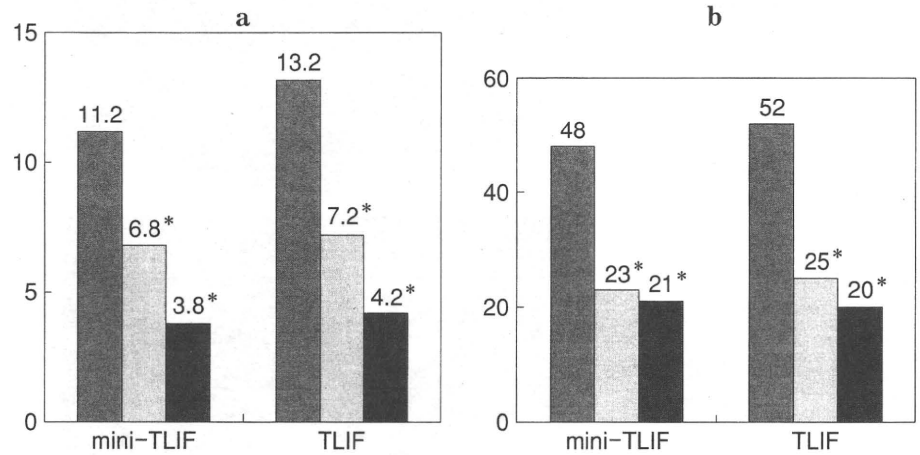


図 4 臨床成績

a: RDQ, b: ODI.

■: 術前, □: 術後 6 カ月,

■: 術後 1 年.

\*:  $p < 0.01$  (術前値から)

## 手術成績

### ① 対象と方法

側弯変形や側方すべり・後方すべりなどの不安定性を伴う腰椎椎間孔狭窄に対して、2005年4月～2008年3月に行われた mini-TLIF 群の 24 例 (男性 10 例, 女性 14 例, 平均年齢 69.4 歳) と、2003 年 4 月～2007 年 3 月に行われた従来型 TLIF 群 (以下, TLIF 群) の 26 例 (男性 13 例, 女性 13 例, 平均年齢 65.3 歳) を対象とした (表 1)。全例, 臨床症状と神経学的所見および神経根ブロックの反応から責任病巣を椎間孔部と診断し, 片側進入にて Brantigan I/F cage 2 個と自家骨移植で一椎間固定を行った。手術椎間は, L3/4 が 6 例, L4/5 が 20 例, L5/S が 24 例であった。Cobb 角 10 度以上の側弯は 8 例に認め, 椎間孔内ヘルニア合併例は 13 例であった。手術時間, 出

血量, 術前および術後 6 カ月, 1 年時の Roland-Morris Questionnaire (RDQ), Oswestry Disability Index (ODI), 腰痛と下肢痛の visual analogue scale (VAS), 骨癒合率を調査した。また, 傍脊柱筋への侵襲を評価するため, 術前後の MRI を撮像し, T2 強調横断像にて多裂筋の術前後信号変化を no change, subtle, moderate, severe の 4 段階に分類した。

### ② 結果

経過観察期間は mini-TLIF 群が平均 20 カ月 (7 カ月～2 年), TLIF 群が平均 25 カ月 (1～3 年) であった。平均手術時間は mini-TLIF 群が 218 分, TLIF 群が 221 分で有意差を認めなかったが, 平均出血量は mini-TLIF 群が 326 ml, TLIF 群が 521 ml と mini-TLIF 群で有意に少なかった ( $p < 0.01$ ) (図 3)。RDQ の臨床成績 (術前-術後 6 カ月-1 年) は, mini-TLIF 群が 11.2-6.8-3.8,





	MRI (T2)	Mini-TLIF	TLIF
no change		0	0
subtle		13	0
moderate		11	4
severe		0	22

図 5 多裂筋の術後変化

TLIF 群が 13.2-7.2-4.2, ODI は mini-TLIF 群が 48%-23%-21%, TLIF 群が 52%-25%-20%であった (図 4)。すなわち、術後はすべて術前より有意に改善したが、両群間の有意差は認めなかった。VAS (腰痛) は mini-TLIF 群が 6.6-2.3-1.7, TLIF 群が 6.5-3.3-2.1, VAS (下肢痛) は mini-TLIF 群が 8.2-1.7-1.6, TLIF 群が 8.3-1.8-1.6 で、両群間の有意差を認めなかった。MRI T2 強

調像における多裂筋の術後信号変化 (subtle/moderate/severe) は、mini-TLIF 群が 13/11/0, TLIF 群が 0/4/22 で、TLIF 群における術後信号変化が高度であった (図 5)。それぞれ 1 例の無症候性の偽関節を認め、骨癒合率は mini-TLIF 群が 95.8%, TLIF 群が 96.1%であった。神経障害や深部感染などの重篤な合併症はなかった。図 6 に症例を提示する。

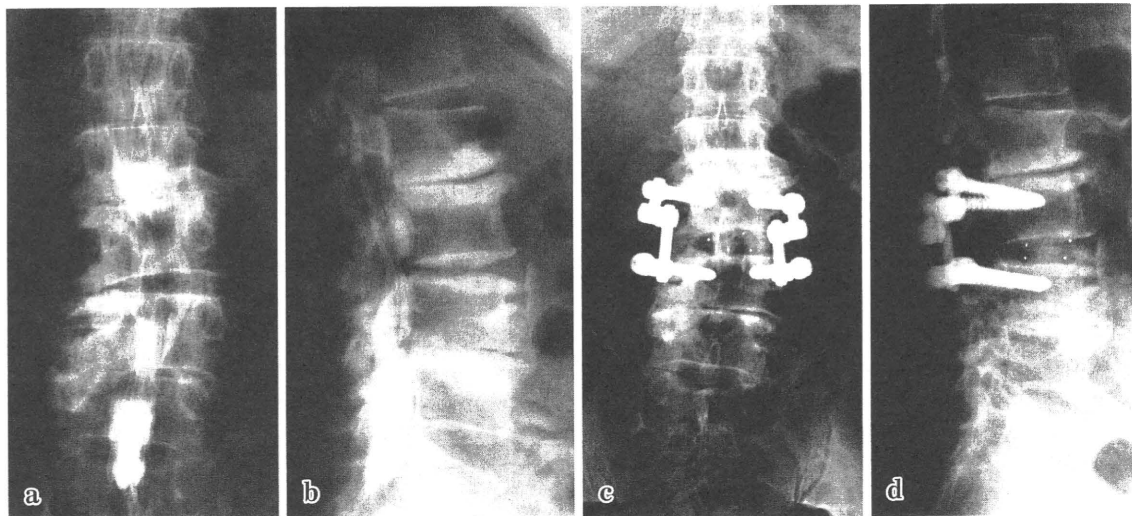


図 6 症例

68歳，男性．変性側弯を伴うL3/4レベルの椎間孔狭窄例（a，b）．1椎間のmini-open TLIFを施行（c，d）．

## 考察

腰椎椎間孔狭窄は，MRIなど画像診断技術の進歩により，詳細な病態認識が可能になってきた．同部に対する除圧術においては，椎間板ヘルニアや肥厚した黄色靭帯に加えて，後方支持組織である椎間関節（特に上関節突起）や椎弓根の一部を切除している．しかし，不安定性があり，動きに伴い同部の形態的な変化が大きい症例においては，術中に除圧不足に陥らない後方支持組織の切除範囲を予測することは困難である．当科では側弯変形や側方すべり・後方すべりなどの不安定性を伴う場合には，症状側の椎間関節全切除にて脊柱管から椎間孔内外の神経根除圧を確認し，同時に椎間孔部から椎体間固定を行ってきた．

固定術の併用により，下肢症状を確実に改善させることが可能だが，一方で，スクリュー刺入，ケージ挿入時における傍脊柱筋圧排など固定術中の筋血流障害による傍脊柱筋の術後変性を生じる問題を有する<sup>7,13</sup>．近年，脊椎低侵襲固定術のためのレトラクターや経皮的椎弓根スクリューシステムが導入されているが，多裂筋と最長筋の筋間アプローチによるmini-TLIFは，アプローチを工夫することで従来の手術器具にて行うことができる低侵襲手術である<sup>4,5,11,12</sup>．

mini-TLIFは，今回の研究におけるMRIの検討から，多裂筋への侵襲がTLIFと比較し軽微であり，また術中出血量も大きく軽減された．臨床成績の結果からはmini-TLIFの術後腰痛への優位性はとらえられなかったが，TLIFと同等の良好な術後成績が得られた．

## まとめ

腰椎椎間孔部狭窄に対するmini-open TLIFは，多裂筋への侵襲がTLIFと比較して軽微で，術中出血量も少なく，TLIFと同等の良好な術後成績が得られた．腰椎椎間孔部狭窄に対するmini-open TLIFは有用な術式と考える．

## 文献

- 1) Aota Y, Niwa T, Yoshikawa K, et al : Magnetic resonance imaging and magnetic resonance myelography in the presurgical diagnosis of lumbar foraminal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 32 : 896-903, 2007
- 2) Baba H, Uchida K, Maezawa Y, et al : Microsurgical nerve root canal widening without fusion for lumbosacral intervertebral foraminal stenosis : technical notes and early results. *Spinal Cord* 34 : 644-650, 1996
- 3) Burton CV, Kirkaldy-Willis WH, Yong-Hing K, et al : Causes of failure of surgery on the lumbar spine. *Clin*

- Orthop Relat Res* 157 : 191-199, 1981
- 4) Dhall SS, Wang MY, Mummaneni PV : Clinical and radiographic comparison of mini-open transforaminal lumbar interbody fusion with open transforaminal lumbar interbody fusion in 42 patients with long-term follow-up. *J Neurosurg Spine* 9 : 560-565, 2008
  - 5) Foley KT, Holly LT, Schwender JD : Minimally invasive lumbar fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 28(15 Suppl) : S26-S35, 2003
  - 6) Jenis LG, An HS, Gordin R : Foraminal stenosis of the lumbar spine : a review of 65 surgical cases. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 30 : 205-211, 2001
  - 7) Kawaguchi Y, Yabuki S, Styf J, et al : Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. Topographic evaluation of intramuscular pressure and blood flow in the porcine back muscle during surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 21 : 2683-2688, 1996
  - 8) Kunogi J, Hasue M : Diagnosis and operative treatment of intraforaminal and extraforaminal nerve root compression. *Spine (Phila Pa 1976)* 16 : 1312-1320, 1991
  - 9) Ozeki N, Aota Y, Uesugi M, et al : Clinical results of intrapedicular partial pediculectomy for lumbar foraminal stenosis. *J Spinal Disord Tech* 21 : 324-327, 2008
  - 10) 佐藤栄修, 星野雅俊, 百町貴彦, 他 : 椎間孔部～椎間孔外狭窄による再手術とその対策. 腰部脊柱管狭窄症 up-to-date. *脊椎脊髓* 21 : 509-514, 2008
  - 11) Taneichi H, Suda K, Kajino T, et al : Unilateral transforaminal lumbar interbody fusion and bilateral anterior-column fixation with two Brantigan I/F cages per level : clinical outcomes during a minimum 2-year follow-up period. *J Neurosurg Spine* 4 : 198-205, 2006
  - 12) 種市 洋 : 低侵襲脊椎固定術のための腰仙椎後方アプローチ mini-open TLIF のための傍脊柱筋間アプローチと正中アプローチの併用. in 岩本幸英 (編) : 新 OS NOW No 28 Useful Surgical Approach—定型からオリジナルまで. メジカルビュー社, 2005, pp141-145
  - 13) Tsutsumimoto T, Shimogata M, Ohta H, et al : Mini-open versus conventional open posterior lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar degenerative spondylolisthesis : comparison of paraspinal muscle damage and slip reduction. *Spine (Phila Pa 1976)* 34 : 1923-1928, 2009
  - 14) Wiltse LL, Spencer CW : New uses and refinements of the paraspinal approach to the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 13 : 696-706, 1988
  - 15) 山田 宏, 吉田宗人 : 椎間孔内・外の狭窄ならびに圧迫病変の診断. 腰部脊柱管狭窄症 up-to-date. *脊椎脊髓* 21 : 364-368, 2008

# 腰痛の検査

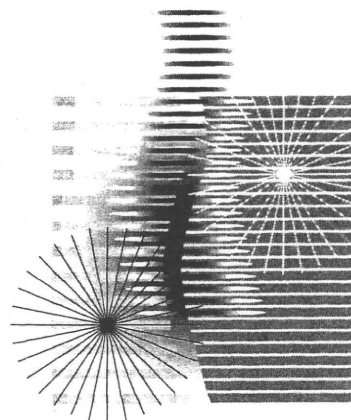
## ②画像診断

並川 崇

獨協医科大学医学研究科整形外科

種市 洋

獨協医科大学医学研究科整形外科准教授



腰痛は日本人有訴率第1位の症状であり、日常診療において、よく遭遇する疾患です。画像診断法はMRIなどの出現により大きく進歩し、これら高度な検査法の普及によって、より容易に検査が可能となりました。それにともない、われわれ医師、患者さんともに、種々の画像検査による形態学的異常にとらわれ、これをもって腰痛の原因としがち傾向が見受けられます。まず神経学的所見を含めた理学所見により臨床診断を下し、適切な画像検査法を選択すること、そして、理学所見から得られた臨床診断を説明しうる画像所見の有無を確認し、総合的に確定診断を下すこと、すなわち偽陽性 (false positive) にとられないことが重要と考えます。

### 単純X線

腰痛で医療機関にかかると、最初に行なわれる基本的な検査は、単純X線検査 (いわゆるレントゲン検査) でしょう。単純X線検査は、先天的な脊椎の形成異常、脊柱変形、脊椎の変性性変化の程度、腫瘍の存在の可能性など、多くの情報が得られます。一方、X線には写らない筋肉、椎間板などの軟部組織の異常の診断については限界がありますので、それらを認識することも重要です。

### ● 腰椎変性疾患

腰痛の主因である腰椎の退行性変化は、いくつもの典型的なX線像を示します。腰椎の変性は椎間板からはじまります。それにより、椎間板の高さが減少し、椎体辺縁の骨棘が形成され、変形性脊椎症と呼ばれる所見を呈します (図1)。椎間板の変性、椎間関節の機能不全により異常可動性が生じ、腰椎変性すべり症が生じることもあります (図2)。椎間板の非対称性の変性、椎体の側方すべり、椎体回旋による椎間関節亜脱臼などによる三次元的な変形から側彎変形をきたす、変性側彎症と呼ばれるものもあります (図3)。

これらの腰椎退行性変化は、脊柱管を狭小化させ、馬尾神経、神経根の機械的圧迫因子となります。その結果、下肢痛、筋力低下、感覚障害をきたす“腰部脊柱管狭窄症”と呼ばれる病態となります。

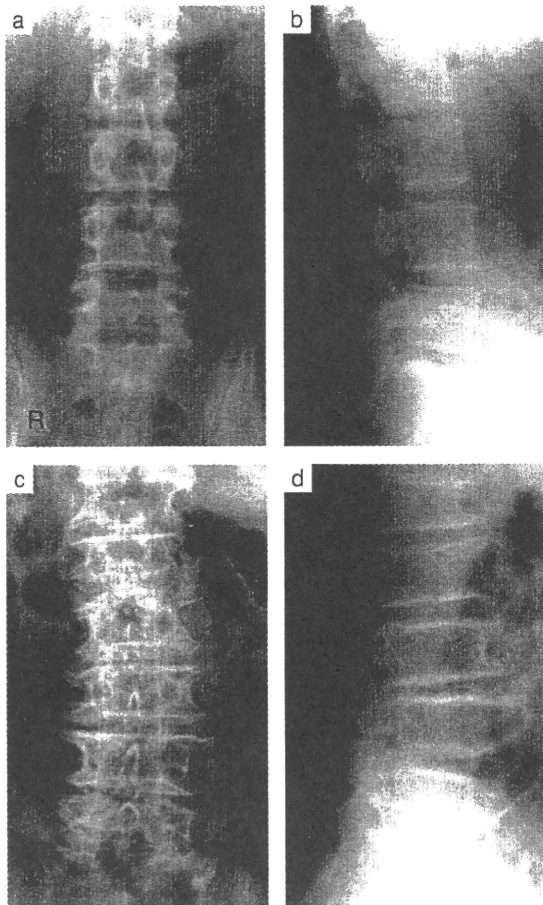
多椎間にわたる腰椎椎間板変性により脊柱前方要素が短縮することに加え、背筋力の低下は、腰椎変性後彎症 (図4) をひきおこします。脊椎圧迫骨折とならび、いわゆる“腰曲がり”の原因となる疾患で、症状は慢性腰痛です。

### ● 外傷

先に述べた脊椎圧迫骨折は、近年増加傾向にある高齢者の骨粗鬆症を基礎として、比較



図1 正常と変形性脊椎症の単純X線画像



ほぼ変性を認めない腰椎単純X線画像 (a, b) と比較し、変形性脊椎症においては椎間板変性を示唆する椎体間高の減少、椎体辺縁の骨棘増生を認める (c, d)

的軽微な外傷（尻もちをついての転倒など）により発生する骨折です（図5）。安静と装具による外固定が治療の基本ですが、発症、治癒とも、患者さん自身が気づかないまま経過する場合があります。しかしながら、骨折が治癒しなければ椎体偽関節（骨癒合が得られず骨折部が不安定な状態）となり、慢性腰痛、脊髄・馬尾神経圧迫による神経麻痺の原因となります。

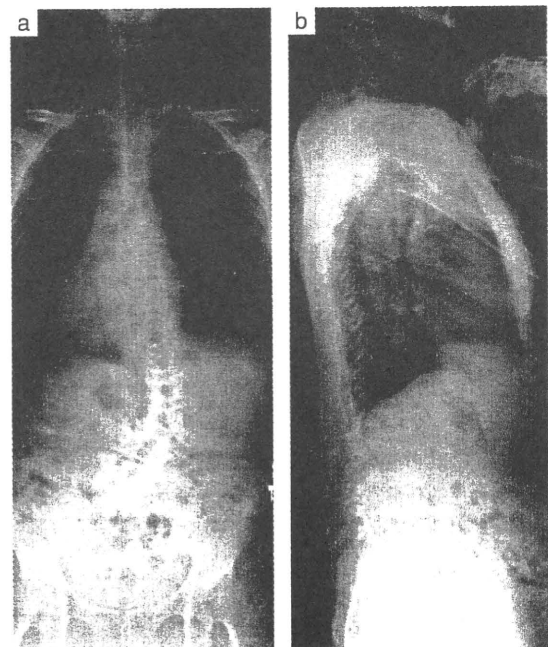
青少年における腰痛の原因として重要な疾患に、腰椎分離症があります。腰椎上・下関節突起間の連続性が絶たれる状態で、発症要因は過度のスポーツ活動によるストレス骨折と考えられています。罹患椎体のすぐ尾側椎間板の変性が進行することにより、椎間不安

図2 腰椎変性すべり症の単純X線画像



側面像において、第4腰椎の前方へのすべりを認める

図3 変性側彎症の単純X線画像



正面像 (a) において、腰椎の顕著な脊椎症性変化、椎体の回旋、椎体間高の非対称性をともなった側彎変形を認める