Improvement effect of low back pain with microendoscopic decompression for lumbar spinal stenosis: Comparison with degenerative spondylolisthesis and pattern of neurological disorder

Izaya Ogon¹, Tsuneo Takebayashi², Mitsunori Yoshimoto¹,
Hiroyuki Takashima^{1,3}, Tomonori Morita¹,
Yoshinori Terashima¹, and Toshihiko Yamashita¹

¹Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical University School of Medicine

²Sapporo Maruyama Orthopaedic Hospital

³Division of Radiology and Nuclear Medicine, Sapporo Medical University Hospital

Abstract

Sixty-five patients (45 male, 20 female; mean age: 71.7 ± 0.9) who underwent microendoscopic muscle preserving interlaminar decompression for lumbar spinal stenosis (LSS) were classified according to degenerative spondylolisthesis and pattern of neurological disorder. We estimated concerning clinical results and association between low back pain (LBP) and lumbar lordosis (LL). Postoperatively, leg symptom as well as LBP significantly improved in all groups. The improvement of LBP was significantly correlated with the increase of LL. Lumbar decompression for LSS may improve LBP and the lumbar alignment regardless of spondylolisthesis and pattern of neurological disorder.

Keywords

Microendoscopic decompression; Low back pain;
Degenerative spondylolisthesis; Pattern of neurological disorder

Received: 31 October 2016

Accepted: 11 June 2017

腰部脊柱管狭窄症に対する内視鏡下除圧術の腰痛改善効果：
変性すべりと神経障害形式による比較

黄金 勲矢¹／竹林 庸雄²／吉本 三徳¹／高島 弘幸^{1,3}／森田 智慶¹／寺島 嘉紀¹／山下 敏彦¹

¹札幌医科大学 整形外科講座, ²札幌円山整形外科病院, ³札幌医科大学 放射線部

はじめに

腰部脊柱管狭窄症（lumbar spinal stenosis; LSS）は下肢症状を主体とする疾患群であり腰痛の有無は問わないとされている。よって、LSS に対する除圧術は通常下肢症状の改善を目的として行われるが、近年除圧術後に腰痛が改善したとの報告がある^{1,2)}。神経根型 LSS における神経根性腰痛⁴⁾や、LSS による下肢神経症状を軽減するための前傾姿勢による腰痛³⁾などの関与も報告されているがその詳細は不明な点が多く、単独除圧術が腰痛に対して有効であるかは未だ議論的である。当科では、すべりがあっても不安定性を認めない LSS に対して単独除圧術を行っている⁸⁾。腰痛の原因がすべりによる潜在的な不安定性であれば、単独除圧術で腰痛は改善しないと仮説をたてた。

本研究では、除圧術が LSS における腰痛に与える影響を明らかにするため、LSS に対して除圧術を行った症例をすべりの有無および神経障害形式で分類し臨床成績、および腰痛と腰椎前弯角の関連について解析を行った。

対象と方法

本研究は、札幌医科大学臨床研究審査委員会の承認を得て、文書および口頭で十分に説明し全被検者から同意を得たうえで行われた。

対象は薬物治療やブロック注射などの保存療法で間欠跛行が改善しない LSS に対して内視鏡下筋肉温存型椎弓間除圧術（microendoscopic muscle preserving interlaminar decompression; ME-MILD）を行った症例である。前後屈単純

X 線写真側面像ですべりが 3 mm 以上または椎間角が 20° 以上変化する症例、もしくは前屈位で後方開大度が 5° 以上の症例は椎間不安定性を有すると判断し本術式の適応から除外した。当院で ME-MILD を施行した連続する 65 例（男性 45 例、女性 20 例、平均年齢 71.7±0.9 歳、55～84 歳）が対象となった。このうち 25 例が Meyerding 分類 grade 1 の変性すべりをともなっていた。神経障害形式は神経根型が 22 例（33.8%）、馬尾型が 30 例（46.2%）、混合型が 13 例（20.0%）であった。除圧椎間数は 1 椎間が 27 例（41.5%）、2 椎間が 31 例（47.7%）、3 椎間が 7 例（10.8%）であった。除圧高位は L2/3 が 12 例、L3/4 が 37 例、L4/5 が 59 例、L5/S が 2 例であった。

手術は Yoshimoto ら⁸⁾の方法に準じて ME-MILD を行った。術前と術後 2 ヶ月に腰痛、下肢痛、下肢しびれを visual analog scale (VAS) で評価し、術前後の変化、腰痛と下肢痛および腰痛と下肢しびれの改善度（術前 VAS－術後 VAS）の関連を解析した。また、腰椎単純 X 線写真側面像で腰椎前弯角（L1 椎体上縁と S1 椎体上縁のなす角度）を計測し、腰痛との関連、および腰痛の改善度と腰椎前弯角の変化度（術後－術前）の関連について検討した。腰痛、下肢痛、下肢しびれ、腰椎前弯角はそれぞれ、症例全体での検討およびすべりの有無と神経障害形式により比較検討した。さらに腰痛 VAS 改善度の中央値で腰痛改善群と非改善群の 2 群に分類して術前、術後の腰椎前弯角と変化度に関して比較検討を行った。

結果はすべて平均値±標準誤差で示した。統計学的検討は 2 群間の検定には Mann-Whitney U 検定、2 変量間の相関関係の検定には Pearson の相関係数、3 群間の比較には一元配置分散分析法（ANOVA）、Tukey-Kramer

Fig.1 Preoperative and postoperative (A) low back pain (LBP) visual analog scale (VAS), (B) leg pain VAS, (C) leg numbness VAS.

Data are shown as the means $\pm$ standard error of the mean. * $p < 0.01$

Fig.2

(A) Association between improvement of LBP VAS and that of leg pain VAS.

(B) Association between improvement of LBP VAS and that of leg numbness VAS.

test を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

症例全体において、腰痛 VAS の平均は術前が 55.5 ± 3.5 mm, 術後が 21.6 ± 2.9 mm (Fig.1-A),

下肢痛 VAS の平均は術前が 65.7 ± 3.2 mm, 術後が 23.7 ± 3.1 mm (Fig.1-B), 下肢しびれ VAS の平均は術前が 65.1 ± 3.0 mm, 術後が 24.7 ± 3.3 mm (Fig.1-C) であり、術前と比較して術後ではいずれも有意に改善していた ($p < 0.01$)。また、腰痛 VAS 改善度と下肢痛 VAS 改善度の相関係数は $r = 0.49$ ($p < 0.01$) (Fig.2-A), 腰痛 VAS 改善度と下肢しびれ VAS

Fig.3 Preoperative and postoperative (A) LBP VAS without spondylolisthesis, (B) LBP VAS with spondylolisthesis, (C) leg pain VAS without spondylolisthesis, (D) leg pain VAS with spondylolisthesis, (E) leg numbness VAS without spondylolisthesis, (F) leg numbness VAS with spondylolisthesis.

Data are shown as the means $\pm$ standard error of the mean. * $p < 0.01$

改善度の相関係数は $r = 0.55$ ($p < 0.01$) (Fig.2-B) とともに有意な正の相関を認めた。非すべり群とすべり群の比較において、腰痛 VAS の平均は非すべり群で術前が 52.7 ± 4.5 mm, 術後が 17.3 ± 3.0 mm (Fig.3-A), すべり群で術前が 59.9 ± 5.5 mm, 術後が 28.4 ± 5.5 mm (Fig.3-B), 下肢痛 VAS の平均は非すべり群で術前が 65.0 ± 4.1 mm, 術後が 23.8 ± 4.1 mm (Fig.3-C), すべり群で術前が 66.9 ± 5.0 mm, 術後が 23.5 ± 5.1 mm (Fig.3-D), 下肢しびれ VAS の平均は非すべり群で術前が 64.4 ± 3.5 mm, 術後が

24.7 ± 4.2 mm (Fig.3-E), すべり群で術前が 66.2 ± 5.5 mm, 術後が 24.8 ± 5.4 mm (Fig.3-F) であり、両群とも術前と比較して術後では腰痛, 下肢痛, 下肢しびれが有意に改善していた ($p < 0.01$)。また、腰痛, 下肢痛, 下肢しびれの VAS は術前, 術後, 改善度において両群間でいずれも有意差を認めなかった (Table 1)。神経障害形式の比較において、腰痛 VAS の平均は神経根型で術前が 60.0 ± 5.3 mm, 術後が 28.6 ± 4.9 mm (Fig.4-A), 馬尾型で術前が 49.0 ± 5.9 mm, 術後が 15.8 ± 4.1 mm (Fig.4-B),

Fig.4 Preoperative and postoperative (A) LBP VAS of radiculopathy type, (B) LBP VAS of cauda equina type, (C) LBP VAS of combined type.

Data are shown as the means $\pm$ standard error of the mean. * $p < 0.01$

Table 1 Comparison of LBP, leg pain, leg numbness and LL with spondylolisthesis

	非すべり群 (n=40)	すべり群 (n=25)	p
腰痛 VAS			
術前 (mm)	52.7 $\pm$ 4.5	59.9 $\pm$ 5.5	0.29
術後 (mm)	17.3 $\pm$ 3.0	28.4 $\pm$ 5.5	0.17
改善度 (mm)	35.4 $\pm$ 4.5	31.5 $\pm$ 7.8	0.73
下肢痛 VAS			
術前 (mm)	65.0 $\pm$ 4.1	66.9 $\pm$ 5.0	0.98
術後 (mm)	23.8 $\pm$ 4.1	23.5 $\pm$ 5.1	0.78
改善度 (mm)	41.2 $\pm$ 5.6	43.4 $\pm$ 7.9	0.75
下肢しびれ VAS			
術前 (mm)	64.4 $\pm$ 3.5	66.2 $\pm$ 5.5	0.53
術後 (mm)	24.7 $\pm$ 4.2	24.8 $\pm$ 5.4	0.86
改善度 (mm)	39.7 $\pm$ 5.2	41.4 $\pm$ 7.2	0.84
腰椎前弯角			
術前 (°)	36.1 $\pm$ 1.1	34.2 $\pm$ 1.9	0.54
術後 (°)	41.5 $\pm$ 1.3	39.9 $\pm$ 2.3	0.90
変化度 (°)	5.4 $\pm$ 1.0	5.7 $\pm$ 1.3	0.80

VAS; visual analog scale, 平均値 $\pm$ 標準誤差で表示

Table 2 Comparison of LBP and LL with pattern of neurological disorder

	神経根型 (n=22)	馬尾型 (n=30)	混合型 (n=13)	p
腰痛 VAS				
術前 (mm)	60.0 $\pm$ 5.3	49.0 $\pm$ 5.9	65.6 $\pm$ 5.6	0.28
術後 (mm)	28.6 $\pm$ 4.9	15.8 $\pm$ 4.1	23.4 $\pm$ 6.3	0.23
改善度 (mm)	33.2 $\pm$ 6.7	33.2 $\pm$ 5.8	42.2 $\pm$ 8.6	0.52
腰椎前弯角				
術前 (°)	35.9 $\pm$ 1.7	36.1 $\pm$ 1.5	33.0 $\pm$ 2.0	0.46
術後 (°)	41.0 $\pm$ 1.9	41.5 $\pm$ 1.9	39.4 $\pm$ 2.7	0.81
変化度 (°)	5.1 $\pm$ 1.1	5.4 $\pm$ 1.1	6.4 $\pm$ 0.8	0.82

VAS; visual analog scale, 平均値 $\pm$ 標準誤差で表示

混合型で術前が 65.6 $\pm$ 5.6 mm, 術後が 23.4 $\pm$ 6.3 mm (Fig.4-C)であった。腰痛 VAS はいずれの神経障害形式においても術前と比較して術後では有意に改善していた ($p < 0.01$)。また, いずれの神経障害形式においても術前, 術後の腰痛 VAS, および腰痛 VAS の改善度に有意差を認めなかった (Table 2)。

Fig.5 Preoperative and postoperative lumbar lordosis (LL).

Data are shown as the means $\pm$ standard error of the mean. * $p < 0.01$

症例全体において、腰椎前弯角の平均は術前が $35.4 \pm 1.0^\circ$ 、術後が $40.9 \pm 1.2^\circ$ と有意に増加した ($p < 0.01$) (Fig.5)。また、術前、術後の腰痛VASと腰椎前弯角の相関係数はそれぞれ $r = -0.46$ ($p < 0.01$) (Fig.6-A)、 $r = -0.34$ ($p < 0.01$) (Fig.6-B)であり有意な負の相関を認めた。さらに、腰痛VAS改善度と腰椎前弯角変化度の

相関係数は $r = 0.65$ ($p < 0.01$) で有意な正の相関を認めた (Fig.6-C)。非すべり群とすべり群の比較において、腰椎前弯角の平均は非すべり群で術前が $36.1 \pm 1.1^\circ$ 、術後が $41.5 \pm 1.3^\circ$ (Fig.7-A)、すべり群で術前が $34.2 \pm 1.9^\circ$ 、術後が $39.9 \pm 2.3^\circ$ (Fig.7-B)であった。両群とも術前と比較して術後では腰椎前弯角が有意に増加していた ($p < 0.01$)。また、腰椎前弯角は術前、術後、変化度において両群間でいずれも有意差を認めなかった (Table 1)。神経障害形式の比較において、腰椎前弯角の平均は神経根型で術前が $35.9 \pm 1.7^\circ$ 、術後が $41.0 \pm 1.9^\circ$ (Fig.8-A)、馬尾型で術前が $36.1 \pm 1.5^\circ$ 、術後が $41.5 \pm 1.9^\circ$ (Fig.8-B)、混合型で術前が $33.0 \pm 2.0^\circ$ 、術後が $39.4 \pm 2.7^\circ$ (Fig.8-C)であった。腰椎前弯角はいずれの神経障害形式においても術前と比較して術後では有意に増加していた ($p < 0.01$)。また、いずれの神経障害形式においても術前、術後の腰椎前弯角、および腰椎前弯角の変化度に有意差を認めなかった (Table 2)。

腰痛VAS改善度の中央値 (40 mm) で2群に分類した術前の腰椎前弯角の平均は改善群で

Fig.6

- (A) Association between preoperative LBP VAS and LL
- (B) Association between postoperative LBP VAS and LL
- (C) Association between improvement of LBP VAS and change of LL.

Fig.7 Preoperative and postoperative (A) LL without spondylolisthesis, (B) LL with spondylolisthesis. Data are shown as the means $\pm$ standard error of the mean. * $p<0.01$

Fig.8 Preoperative and postoperative (A) LL of radiculopathy type, (B) LL of cauda equina type, (C) LL of combined type.

Data are shown as the means $\pm$ standard error of the mean. * $p<0.01$

36.1 $\pm$ 1.4°, 非改善群で 34.6 $\pm$ 1.4°であり有意差を認めなかった。一方、術後の腰椎前弯角の平均は改善群で 44.4 $\pm$ 1.4°, 非改善群で 36.9 $\pm$ 1.8°と有意差を認めた ($p<0.01$)。また、腰椎前弯角の変化度の平均は改善群で 8.3 $\pm$ 2.2°, 非改善群で 2.3 $\pm$ 2.1°と有意差を認めた ($p<0.05$) (Table 3)。

考 察

本研究においては、LSS に対して単独除圧術を行うことで、すべりの有無および神経障害形式にかかわらず、下肢神経症状だけではなく腰痛も改善していた。それらの改善度に正の相関

Table 3 Comparison of LL with improvement of LBP

	改善群 (n=34)	非改善群 (n=31)	p
腰椎前弯角			
術前 (°)	36.1±1.4	34.6±1.4	0.41
術後 (°)	44.4±1.4	36.9±1.8	<0.01
変化度 (°)	8.3±2.2	2.3±2.1	<0.05

平均値 ± 標準誤差で表示

を認めた。

近年、非固定の除圧術で腰痛が改善し、さらに脊柱アライメントが改善したという報告がある^{1,2)}。Fujii ら¹⁾はLSSに対して還納式腰椎椎弓形成術を施行したところ、腰痛VASの平均は69 mmが36 mmに減少し、腰椎前弯角の平均は術前38°が術後44°に増加、さらにsagittal vertical axis (SVA)、胸椎後弯角、骨盤傾斜角も改善したと述べた。本研究でも除圧後に腰痛VASは減少、腰椎前弯角は増加し、それらの変化量に正の相関を認めた。また、腰痛改善群では非改善群よりも有意に腰椎前弯角が増加した。LSSでは腰部伸展位をとることで硬膜外圧が上昇し硬膜静脈叢が圧迫され下肢症状が増悪する⁷⁾ために、健常人と比較して腰椎前弯角は小さく、立位姿勢は体幹前傾となる⁶⁾。このことから、LSSにおける下肢症状を軽減するための腰椎前屈姿勢が除圧によって下肢神経症状の改善とともに矯正され、その結果腰痛も改善した可能性が考えられた。逆に言えば、術前に腰椎前弯が保たれている症例での腰痛は、除圧単独による腰痛の改善が期待できないかもしれない。

LSSに対する除圧術として椎弓切除が一般的に行われてきたが、術後腰痛、後方支持組織の

切除による術後脊柱アライメント異常や不安定性、傍脊柱筋の剥離による筋萎縮や背筋力低下などの合併症も報告されてきた。ME-MILDは正中から進入するため、左右両側でトランベクト型の除圧を容易に行うことができ椎間関節が温存される。また、棘突起の内部から骨を掘削するため傍脊柱筋に対する侵襲が小さい^{5,8)}。Yoshimoto ら⁸⁾はME-MILDによる椎間関節切除量はL2/3が5.7%、L3/4が4.7%、L4/5が1.9%、L5/Sが0.4%、全体の平均が3.0%であり椎間関節は良好に温存されたと述べた。森ら⁵⁾はME-MILDを施行した症例の術後平均41.2ヵ月の経過観察期間における傍脊柱筋の筋断面積を計測し、筋萎縮率は除圧椎間で4.7%、非除圧椎間は0.4%であり、除圧椎間と非除圧椎間椎間に有意差を認めなかったと述べた。このようにME-MILDは後方支持組織に対する最小限の侵襲で除圧を行うことができ、すべりをともなう症例に対しても明らかな椎間不安定性のない症例に限れば神経障害形式にかかわらず単独除圧術で腰痛の改善および腰椎アライメントの矯正をえられる可能性が示唆された。短期成績であることが本研究の限界である。今後、中・長期成績を検討する必要があると考えられる。

まとめ

- (1) 内視鏡下单独除圧術を施行したLSS 65例をすべりの有無および神経障害形式で分類し臨床成績、および腰痛と腰椎前弯角の関連を検討した。
- (2) 術後、すべりの有無および神経障害形式にかかわらず、下肢神経症状および腰痛が有

意に改善した。

- (3) 腰痛の改善度と腰椎前弯角の変化度に有意な正の相関を認めた。

文 献

- 1) Fujii, K., Kawamura, N., Ikegami, M., Niitsuma, G., Kunogi, J., Radiological improvements in global sagittal alignment after lumbar decompression without fusion, *Spine*, 40 (2015) 703–709.
- 2) Hikata, T., Watanabe, K., Fujita, N., Iwanami, A., Hosogane, N., Ishii, K., Nakamura, M., Toyama, Y., Matsumoto, M., Impact of sagittal spinopelvic alignment on clinical outcomes after decompression surgery for lumbar spinal canal stenosis without coronal imbalance, *J. Neurosurg. Spine*, 23 (2015) 451–458.
- 3) Jones, AD., Wafai, AM., Easterbrook, AL., Improvement in low back pain following spinal decompression observational study of 119 patients, *Eur. Spine J.*, 23 (2014) 135–141.
- 4) 紺野 慎一, 神経根性腰痛, 日腰痛会誌, 13 (2007) 48–51.
- 5) 森弦, 三上靖夫, 原田智久, 長江将輝, 外村仁, 久保俊一, 腰部脊柱管狭窄症に対する正中進入内視鏡下除圧術の術後腰痛に関する検討, 中部整災誌, 52 (2009) 887–888.
- 6) Suzuki, H., Endo, K., Kobayashi, H., Tanaka, H., Yamamoto, K., Total sagittal spinal alignment in patients with lumbar canal stenosis accompanied by intermittent claudication, *Spine*, 35 (2010) E344–E346.
- 7) Takahashi, K., Miyazaki, T., Takino, T., Matsui, T., Tomita, K., Epidural pressure measurements. Relationship between epidural pressure and posture in patients with lumbar spinal stenosis, *Spine*, 20 (1995) 650–653.
- 8) Yoshimoto, M., Miyakawa, T., Takebayashi, T., Ida, K., Tanimoto, K., Kawamura, S., Yamashita, T., Microendoscopy-assisted muscle-preserving interlaminar decompression for lumbar spinal stenosis: clinical results of consecutive 105 cases with more than 3-year follow-up, *Spine*, 39 (2014) E318–E325.

Address for correspondence: Izaya Ogon
Department of Orthopaedic Surgery,
Sapporo Medical University School of Medicine
South-1, West-16, Chuo-ku, 291, Sapporo 060-
8543, Japan