

腰部脊柱管狭窄症に対する経皮的狭窄内視鏡下 腰椎除圧術による低侵襲化

伊藤 不二夫¹ 伊藤 全哉¹ 柴山 元英¹ 中村 周¹ 山田 実¹
吉松 弘喜¹ 倉石 慶太¹ 星 尚人¹ 三浦 恭志²

要旨

はじめに：高齢化社会につれ腰部脊柱管狭窄症は増加傾向にあり，低侵襲・小切開としつつも，作業腔の太い内視鏡が望まれていた．我々は韓国内視鏡専門医と意見交換し，ドイツ Maxmore 社での Percutaneous Stenoscopic Lumbar Decompression (PSLD[®]) 開発事業に参加してきた．

対象と方法：片側進入両側除圧法の PSLD[®]内視鏡は，外筒 9.5 mm，作業腔 5.5 mm で，1~5.0 mm 径の Kerrison，同径ダイヤモンドバー，ノミ，鋭匙等が使用できる．高周波で軟部組織・黄色靭帯浅層を手早く処理し，4 mm バーで椎弓を荒削り後，深部は 2.5~3 mm バーで慎重に骨削開する．黄色靭帯はケリソで椎弓深部から遊離除圧し，浮上したら中央で縦裂きし一塊として摘出する．

結果：77 名の腰部脊柱管狭窄症 1~3 椎間に対しての結果は Macnab 基準で優・良が 85.7% であり，硬膜損傷は 5 例であった．

結語：PSLD[®]システムにより観血手術類似器具を使用し，骨削開・黄色靭帯切除・椎間板摘出等がスムーズに行えた．1 皮切で 3 椎間除圧までが可能であった．

キーワード：経皮的狭窄内視鏡腰椎除圧術，単穴片側進入両側除圧術，低侵襲脊椎手術

はじめに

腰部脊柱管狭窄症（以下狭窄症）は退行変性疾患であり，腰下肢痛・歩行障害・日常生活機能低下・locomotive syndrome 等を起こす．年齢が増すにつれ多くの全身合併症も伴いやすく，短期臥床・低侵襲の治療法が大切である^{1),2)}．

従来より当院では狭窄症に対して片側進入両側除圧法である Micro-Endoscopic Laminotomy (MEL)，Full Endoscopic Laminotomy (FEL)³⁾へと，より小切開・より低侵襲な方法に変遷してきた．しかし各々には利点や問題点があり，これらの点を解決すべく韓国内視鏡専門医 Dr. Gun Choi (Pohang Wooridul

Hospital, Pohang in Korea)，Dr. Kang Taek Lim (Good Doctor Tuen Tuen Hospital, Souel in Korea)，ドイツ Maxmore 社 (Maxmore Co., Ltd., Unterfoehring, Germany) 等と意見交換し，Percutaneous Stenoscopic Lumbar Decompression (PSLD[®]) 開発事業に携わってきた．PSLD[®]は MEL と FEL の中間に位置し，MEL に近い器具が使用でき，かつ FEL 同様水灌流下で行われ，切開は 1 cm 弱と小さく早期回復が可能である．PSLD[®]の有用性につき検討し報告する．尚，Maxmore 社等をはじめ，開示すべき利益相反関連事項はない．

連絡先：伊藤 不二夫 (ito@itoortho.or.jp)

¹ あいちせぼね病院

² 東京腰痛クリニック

受付日：2021 年 5 月 1 日，採用日：2021 年 7 月 30 日

Copyright © Journal of Spine Research

表 1 除圧対象椎間

椎間数	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S	症例数	手術椎間
1 椎間	4 例	17 例	43 例	6 例	70 例	70 椎間
2 椎間		L3/4/5 L2/3/4		5 例 1 例	6 例	12 椎間
3 椎間		L3/4/5/S L2/3/4/5		1 例 1 例	2 例	6 椎間
合計					78 例	88 椎間

腰部脊柱管狭窄症 78 名 (1 椎間 70 例, 2 椎間 6 例, 3 椎間 2 例), 計 88 椎間が対象.

対象と方法

2016.12~2018.3 の間に当院で PSLD[®]を行った狭窄症 78 名(1 椎間 70 例, 2 椎間 6 例, 3 椎間 2 例), 88 椎間を対象とした(表 1). 男性 50 名, 女性 28 名. 平均年齢 72.5±16.5 歳(50~91 歳), 平均罹病期間 16.8±12.2 ヶ月であった. 手術適応は以下のごとくとした; 1) 歩行距離が 100 m 以下の神経原性間歇跛行を訴える例. 2) 3 ヶ月以上の保存療法が無効例. 除外例としては; 1) X 線機能撮影上後方離開が 10° 以上例, もしくは脊椎すべりの程度が Meyerding 分類で II 以上の例. 2) 血管性間歇跛行を有する例であった.

尚, 本研究は外部委員を含めた院内倫理委員会の許可を受け, かつ全患者からインフォームドコンセントを署名入りで承諾を得ている.

手術体位と PSLD[®]内視鏡 (図 1)

マホメット腹臥位で, 腹部圧迫を避け, 股関節・膝関節は屈曲位とし, 腰部前弯を軽減する(①). 椎間関節肥厚変性の少ない側に術者は立ち 1 cm 弱の皮膚切開をする. 肥厚椎間関節は対側斜位にすることで削開が容易となる. 除圧が複数椎間の場合は皮膚切開を 1~1.5 cm 程度とし, 外筒を皮下まで引き出し, 皮膚のみを移動させ, 次の椎弓間上の筋膜を切開する jumping technique 法とした. 内視鏡を左手で把持し, 右手で各種の器具を内視鏡内に挿入して利用する(②). まず 7.9 mm 拡張棒 dilator 先端を目的椎弓間腔に挿入し, それに沿わせて 9.5 mm 径外筒を上位椎弓下縁にあてがう. 外径 8.5 mm の PSLD[®]内視鏡を外筒内に入れ除圧操作を開始する(③, ④-2). working space は 5.5 mm, 有効長 11.2 cm, 内視鏡全長 21.5 cm, 内視鏡レンズ角 10 度または 30 度を利用する(④-1, ⑥). 5 mm 径 internal retract tube はヘルニア摘出の際に神経根をよけ, こ

の tube 内に 3.5 mm 径ヘルニア鉗子を入れ摘出する(④-3, ⑤)⁴⁾.

PSLD[®]用各種器具 (図 2)

1. 軟部組織蒸散・止血高周波装置

高周波プローブ Arthrocare (Stryker Co., Ltd., Kalamazoo, MI, USA) は脂肪組織や黄色靭帯断端を蒸散させ, 90° 先端プローブは広い面を蒸散でき(①-1), 45° 先端プローブはやや狭い範囲で正確な止血に便利な軟部組織熱凝縮装置である(①-2). ラジオ波バイポーラプローブ (Elliquence, Baldwin, New York, USA) は先端が細く自由に曲がるため, 点として毛細血管を凝縮し, 細かい部分の軟部組織蒸散・止血に有用である(②). 使用時の発熱は持続水灌流下でなされるので安全性が高い.

2. プリマド High-speed drill (NSK-中西インターナショナル, 大阪, 日本)

5 mm 径 stem ドリルは 5・4・3 mm のダイヤモンドバーを装着でき, 作動時に骨削開面は細かく摩擦減されるため, 骨表面からの出血は少なく, 軟部組織を巻き込みにくく, 骨除圧作業に有用である(③-1, ③-2).

3. 各種プローブ

直と曲がりのプローブは神経根や黄色靭帯をよけるのに使用され(④-1, ④-2), ボールプローブは黄色靭帯を縦裂きにしたり, 神経根を探ったり, 椎間板髄核を引き出す場合, さらに除圧されているか否かのスペースを確認する際等に有益である(④-3) (田中医科器械製作所, 東京).

4. 各種鋭匙

逆反り鋭匙は黄色靭帯深層付着部を椎弓深部からの離脱に利用する(⑤-1). 中鋭匙(⑤-2)・大鋭匙(⑤-3)は深部椎弓や骨棘除去に利用する(田中医科器械製作所, 東京).

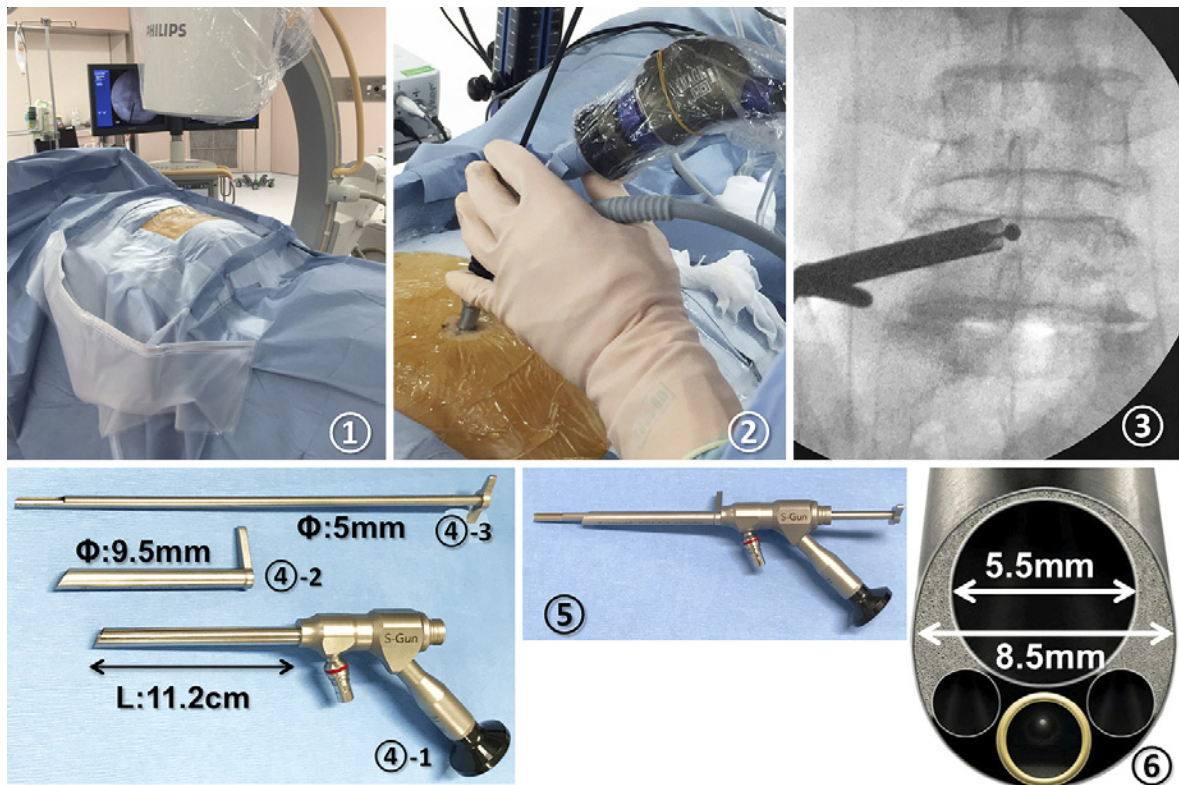


図1 (①～⑥). 手術体位と PSLD® 内視鏡

- ①：マホメット腹臥位で股関節・膝関節は屈曲位，腰部前弯を軽減する。骨肥厚少ない側より 1 cm 弱切開。
- ②：内視鏡左手把持，右手は器具を操作。
- ③：拡張棒 dilator を目的椎弓間腔に挿入し，外筒を上位椎弓下縁にあてがい，PSLD 内視鏡と入れ替える。
- ④-1：PSLD® 内視鏡の有効長は 11.2 cm，内視鏡全長 21.5 cm。
- ④-2：9.5 mm 外径，10.7 cm 長の外筒先端は斜口と平口がある。
- ④-3：5 mm 径 internal retract tube は神経根を retract し，3.5 mm 径鉗子でヘルニア摘出できる。
- ⑤：internal retract tube を PSLD® 内視鏡内に入れ作業する。
- ⑥：PSLD® 内視鏡先端像。外径は 8.5 mm，作業腔は 5.5 mm，中央下端ロッドレンズ角は 10° と 30° がある。持続灌流水の入口と出口がある。

5. 各種ノミ

4 mm 先端の平ノミ・丸ノミは上関節突起等の肥厚狭窄骨切削に利用する(⑥)(田中医科器械製作所，東京)。

6. Kerrison Ronjeur

径 5 mm で bite 部分は 1～5 mm の各 1 mm 間隔の 5 本セットがあり，黄色靭帯・椎弓切除に使用する(⑦)(田中医科器械製作所，東京)。

手術手順 (図 3)

Step1：皮切と外筒の setting

骨変化の少ない側に術者は立つ。image 側面像で上位椎弓下縁真上を皮膚切開始点とし，棘突起側面で尾側へ 1 cm 弱とする(①)。筋膜切開したら 7.9 mm dilator を椎弓間腔内に挿入し，その先端が椎弓後面より少し奥に進めた所が黄色靭帯の表層背側面になる。9.5 mm 斜口外筒を dilator に重ねてその先端まで入れ筋層剥離・切除を省く。ただ椎弓間腔狭

小例では上位椎弓下縁に，斜口を押し当てる様にセットする。dilator を抜き，内視鏡を外筒内に挿入する(②)。椎弓間腔は多くは狭小化して境界不鮮明なため，上位椎弓上面及び椎弓間腔の軟部組織を arthrocare で蒸散凝縮し，椎弓骨内面の輪郭を明確化すると orientation がつきやすい。靭帯浅層を露出し forceps で薄く剥ぎ取るように摘出する。ただ黄色靭帯と硬膜は圧排による癒着ヶ所もあり，硬膜損傷や出血を防ぐため，靭帯深層は手術の最終過程まで温存しておく。

Step2：上位椎弓下縁部分切除と黄色靭帯離脱

黄色靭帯は上位椎弓下縁に頭側まで横幅広範に附着している。靭帯浅層は厚いが切除しやすく，深層は骨内面にしっかりと附着する。上位椎弓下縁と棘突起基部移行部を始点として 4 mm ダイヤモンドバーで黄色靭帯頭側附着部が遊離するまで，椎弓背側骨皮質・海面骨・腹側骨皮質の順に横幅広く削開

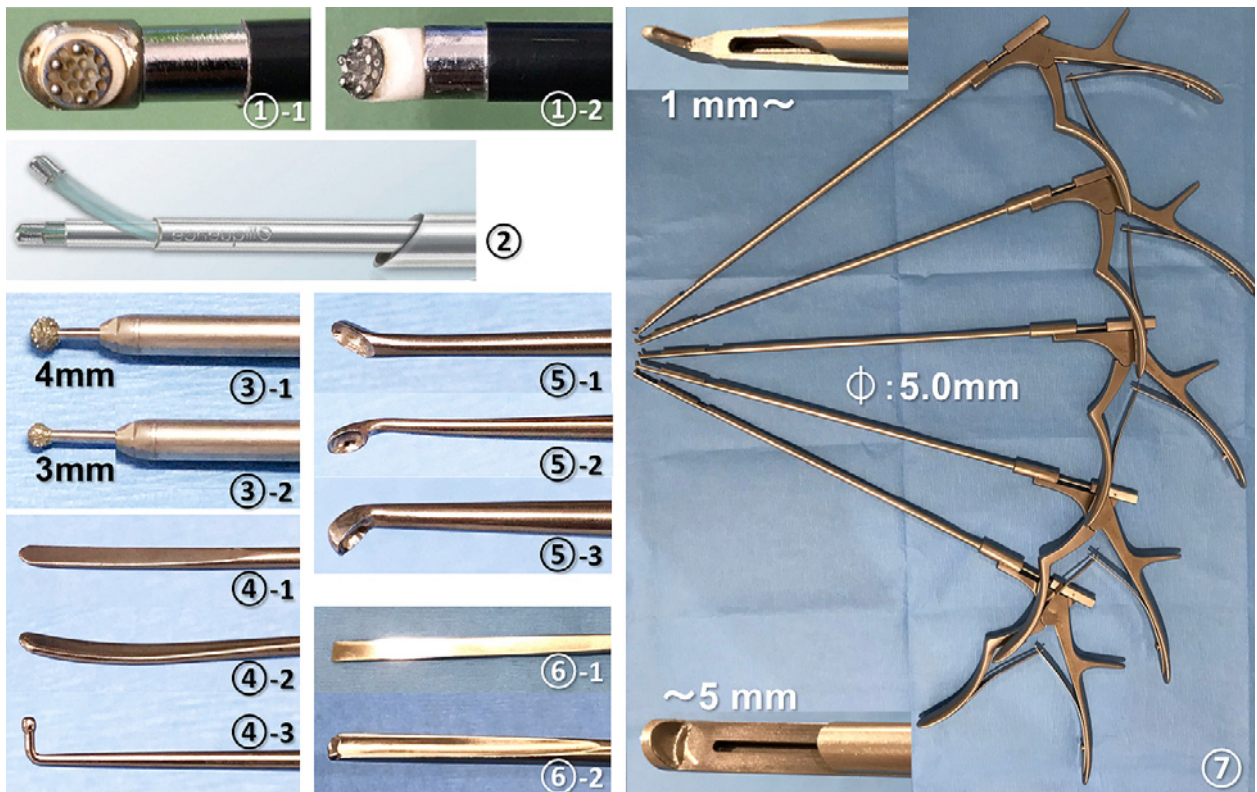


図2 (①~⑦). PSLD® 用各種器具

- ①: 高周波プローブ Arthrocare は脂肪組織や黄色靭帯断端を蒸散させ、90°先端プローブは広い面を蒸散でき (①-1)、45°先端プローブは狭い範囲で止血・軟部組織熱凝縮する (①-2)。
- ②: ラジオ波バイポーラプローブは先端が細く自由に曲がり、点として毛細血管を凝縮・軟部組織蒸散をする。
- ③: 5 mm 径のプリマド High-speed drill ダイアモンドバーは 5・4・3 mm がある。
- ④: 直と曲がりのプローブ (④-1, ④-2) は神経根や黄色靭帯をよけるのに有用であり、ボールプローブ (④-3) は椎間板髄核提出、除圧確認に有用。
- ⑤: 逆反り鋭匙 (⑤-1) は黄色靭帯深層付着部を椎弓深部から離脱する。中鋭匙 (⑤-2)・大鋭匙 (⑤-3) は椎弓深部や骨棘を除去する。
- ⑥: 平ノミ、丸ノミは 4 mm 先端のもので、上関節突起等の肥厚狭窄した骨を削る。
- ⑦: 径 5 mm Kerrison Rongeur の bite 部分は 1 ~ 5 mm 各種あり、黄色靭帯・椎弓切除に有益。

する (Sublaminar approach). 外筒を傾け棘突起基部をも削開し、対側椎弓上部まで椎弓骨内面を露出する。逆反り鋭匙で黄色靭帯深層付着部を椎弓深部から離脱する。椎弓下の間隙に 2 mm ケリソン先端を挿入し、椎弓腹側骨皮質を切除し、黄色靭帯頭側付着部を遊離させる (③)。

Step3: 下位椎弓上縁より黄色靭帯全層を離脱

下位椎弓には黄色靭帯は浅く附着し、ドリルをほぼ垂直にし、黄色靭帯浅層・深層を同時に椎弓から離脱させる。黄色靭帯深層直下に接した毛細血管豊富な薄層 peridural membrane を突き破らないように、ドリル操作は loss of resistance 法とする。出血防止の他、この膜は硬膜外腔及び神経根の保護・潤滑の役割を持ち、硬膜癒着防止に重要な組織である (④)。

Step4: 対側椎間関節部分切除と対側黄色靭帯半側摘出

対側は視野が良好で斜め操作が容易であり、外筒は深く挿入でき、ドリルで、対側椎弓頭側から尾側まで一直線に削開する。ケリソンが入り易いスペースを確保するため、椎弓腹側骨皮質から靭帯深層付着部 entheses を逆反り鋭匙で剥がし小間隙を作成する。プローブで硬膜や神経根を中央方向に retract し軟部組織の癒着を剥離しながら、硬膜損傷に留意し椎弓深部・靭帯 entheses 複合体をケリソンで切除する。また、対側上関節突起は中央部に突き出ていることが多く、下位椎弓との直角交差部は最も肥厚しており、ノミで突起部を切除することもある。椎弓から遊離した対側半分の黄色靭帯深層を頭側中央部からボールプローブで縦割きする。この際硬膜との線維性癒着または dorsomedial connective tissue band が索状物として認められれば、靭帯腹側面

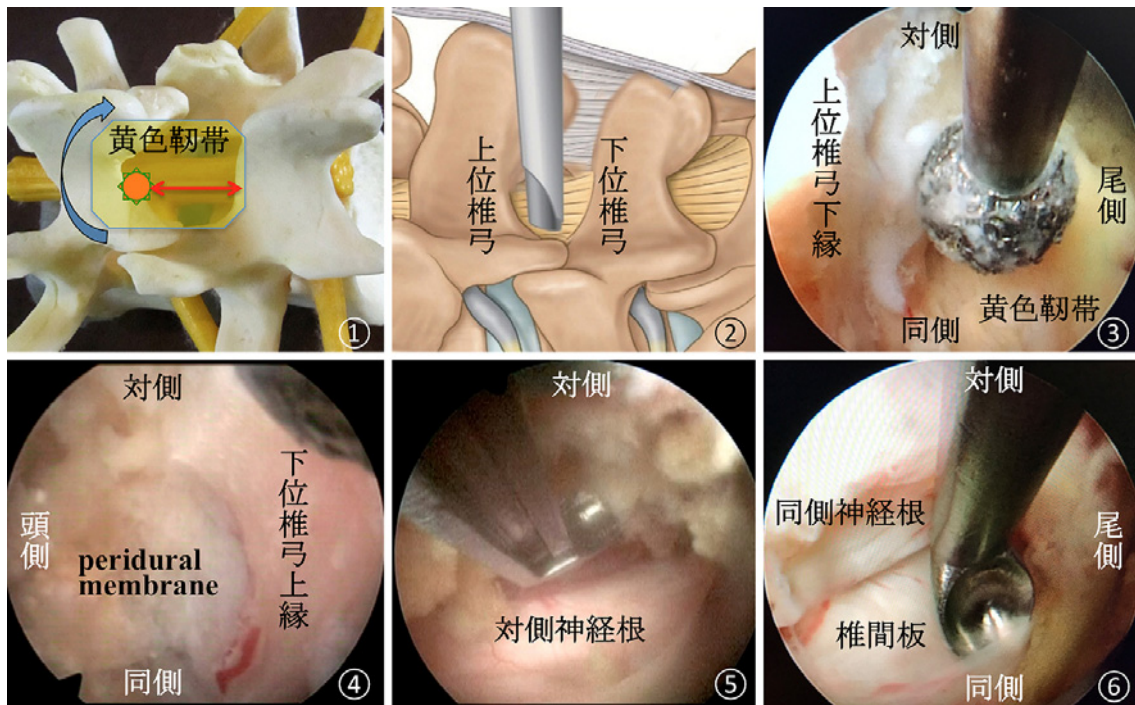


図3 (①～⑥). 手術手順

- ①：骨変化の少側に術者は立つ。image 側面像で上位椎弓下縁上を皮膚切開始点とし、棘突起側面で尾側へ1 cm 弱とする。
- ②：7.9 mm dilator を椎弓間腔内に挿入し、その先端は黄色靭帯背側面に接触する。9.5 mm 斜口外筒を挿入後、内視鏡に入れ替える。
- ③：軟部組織をarthrocare で蒸散凝縮し、黄色靭帯浅層をforceps で切除した後、上位椎弓下縁を4 mm ダイヤモンドバーで削開し靭帯深層頭側附着部を遊離離脱する (Sublaminar approach)。
- ④：下位椎弓上縁より黄色靭帯全層をドリルで離脱する。靭帯深層直下の毛細血管豊富な薄層 (peridural membrane) は温存する。
- ⑤：対側に外筒を深く挿入し、ドリルで対側椎弓頭側から尾側まで骨削開する。靭帯深層附着部 entheses を逆反り鋭匙で剥がし、小間隙から椎弓骨深部・靭帯複合体をケリソんで切除遊離する。ボールプローブで黄色靭帯深層を頭側中央部から縦割し、腹側面の線維性癒着を剥離しつつケリソんで対側靭帯半分を摘出する。
- ⑥：同側椎弓は靭帯 entheses 境界部を、椎弓頭側から足側まで削開する。プローブで硬膜・神経根を retract し軟部組織の癒着を剥離しつつ、ケリソんで除圧する。同側黄色靭帯半分を一塊として摘出し、ヘルニアがあれば、髓核摘出する。

をボールプローブまたは鋭匙でゆっくり剥離し、十分に靭帯が浮き上がったところで、ケリソンまたは鉗子で対側黄色靭帯深層を摘出する (⑤)。

Step5：同側椎間関節部分切除とヘルニア摘出

同側椎弓は靭帯 entheses 境界部までドリルで、椎弓頭側から尾側まで一直線に削開する。プローブで硬膜や神経根を中央方向に retract し軟部組織の癒着を剥離しながら、ケリソんで除圧する。同側黄色靭帯半分を一塊として摘出する。同側は対側より除圧操作はある程度制限され余裕空間が少ないため、ヘルニアがあれば、5 mm 径 internal retract tube 先端で神経根を retract し 3.5 mm ヘルニア鉗子で髓核を摘出する。あるいは鋭匙で神経根をよけながら髓核を摘出する (⑥)。

Step6：出血・硬膜損傷処置、閉創、ドレーン留置

出血には高周波装置が有用であるが、止まりにくい時は綿状サージセル (ジョンソン・エンド・ジョンソン、東京) で押さえ、離れた場所の操作を続けていると、数分後に止血されている。硬膜損傷はケリソン・鉗子の不用意な操作によることが多く、直ちに TachoSil® (CSL ベーリング株式会社、東京) で穴を塞ぎ、灌流水がくも膜下腔へ入り込み、脊髓円錐部の灌流水圧迫や、脳内圧亢進を惹起しないように処置をする。術後血腫形成予防のため、ドレーンを留置し、筋膜を一針縫合した後、皮下埋没縫合を 1～2 針する。ドレーンは 36 時間留置後抜去する。

結果

結果は 2020.9 月時点で評価した。調査項目は視覚

表 2 臨床結果 (77 名)

評価項目	術前	1M 後	P-value	2 年後	P-value
VAS	7.6±4.7	2.1±2.3	<0.005	2.0±2.5	<0.005
JOA score	9.5±6.8	19.8±9.0	<0.005	18.9±10.0	<0.005
ODI	61.8±21.5	19.7±6.2	<0.005	20.7±9.0	<0.005
間歇跛行	37±41 m	714±251 m	<0.005	979±368 m	<0.005

1 例は観血硬膜修復のため統計から除外

VAS・JOA score・ODI・間歇跛行は、術前に比し、術 1 ヶ月後・2 年目でそれぞれ有意 (P<0.005) の改善を示した。

表 3 Macnab 基準による評価

マクナム基準	2 年後, 例数, %	全 77 名中
満足群	優 36 名 (46.8%) 良 30 名 (39.0%)	66 名 (85.7%)
不満足群	可 6 名 (7.8%) 不可 5 名 (6.5%)	11 名 (14.3%)

筋力低下 4 例・痺れ残存 3 例・間歇跛行改善不十分 4 例
1 例は観血硬膜修復のため統計から除外

硬膜損傷で観血修復術を行った 1 例は統計の対象から除外した。2 年後 Macnab 基準の満足群 (優・良) は 77 名中 66 名 (85.7%)。不満足群 (可・不可) は 11 名 (14.3%) であった。

的アナログ尺度 Visual analogue scale (VAS), 日本整形外科学会腰痛評価 JOA score, オズウエストリー障害指数 Oswestry Disability Index (ODI), 跛行距離, マクナム基準 Macnab's criteria, 及び合併症であった。

硬膜損傷の観血修復 1 例は除外し, 症例 77 名を統計処理した。術前 VAS 7.6±4.7 が術 1 ヶ月後 2.1±2.3 と有意 (P<0.005) に減少し, 2 年後には 2.0±2.5 へと推移した (P<0.005)。JOA score, ODI 及び間歇跛行も同様に有意の改善を示した (表 2)。2 年目のマクナム基準は優・良が 85.7% であった (表 3)。手術時間は 1 椎間 78±27 分であり, 2 椎間 103±27 分, 3 椎間 140±38 分であった。平均在院日数は 2.2±0.4 日であった。

合併症に関して, 硬膜損傷は 5 例であり, 1 例は open で縫合し, 4 例は patch repair を行い入院期間が 2~3 日長くなったが, 結果は全例良であった。術後感染症はなく, 術後血腫除去例は 1 例, 除圧不足で再除圧した例は 1 例であったが共に結果は良であった。

改善が見込まれなかった 2 年目マクナム基準の不満足群 (可・不可) は 11 名であり, 4 例は術前からの筋力低下が残存し不変であった。しびれ等の感覚異常 3 名も改善はなかった。4 例の間歇跛行も一程

表 4 Macnab 基準不満群の解析

術前	術後変化	患者数	MacNab 基準
筋力低下	変化なし	4 名	可 2, 不可 2
間歇跛行	変化なし	4 名	可 2, 不可 1
感覚異常	変化なし	3 名	可 2, 不可 2
不満足群	11 名 (全 77 名中)	14.3% (可 6 名, 不可 5 名)	

Macnab 基準の不満足群 11 名は筋力低下不変 4 例・間歇跛行改善不十分 4 例・痺れ残存 3 例であった。

度の改善を示したが, 満足する結果ではなかった (表 4)。

症例提示

症例 1: 69 歳男性. L4/5 脊柱管狭窄症及び椎間板ヘルニア. 3 年前より間歇跛行進行し術前は 20 m, 両側臀部より両大腿後外側に疼痛としびれが歩行時・起立時に増強. 術前 VAS 7.9, JOA 12. 術者左立ち PSLD®法, 手術時間 78 分. UK ドレナージ 36 時間で 28 cc. 二泊で退院. 術後 1 ヶ月後 VAS 1, JOA 24. 歩行は 1Km 以上可能. 満足度優であった (図 4)。

症例 2: 68 歳男性, 土木工事人. L2/3/4/5 脊柱管狭窄症. 5 ヶ月前より腰痛と両下肢全体にしびれと間歇跛行が進行し術前は 15 m, 術前 VAS 7, JOA 10. 術者右立ち一皮切で三ヶ所 PSLD®法, 手術時間 125 分. UK ドレナージ 48 時間で 42 cc. 二泊で退院. 術後 1 ヶ月後 VAS 1, JOA 24. 歩行制限なし. 満足度優であった (図 5)。

考察

低侵襲除圧手術には, 小切開, 軟部組織処理時間が短い, 筋損傷が少ない, 使用可能な器具の種類が観血の手術と大差がない, 骨切除が容易である, 手術時間が長くない, 短期入院で済む, 超肥満例でも可能, 多椎間除圧も一皮切で可能, 術後成績は従来法と大差がない, 合併症が少ない, 等々が要求され

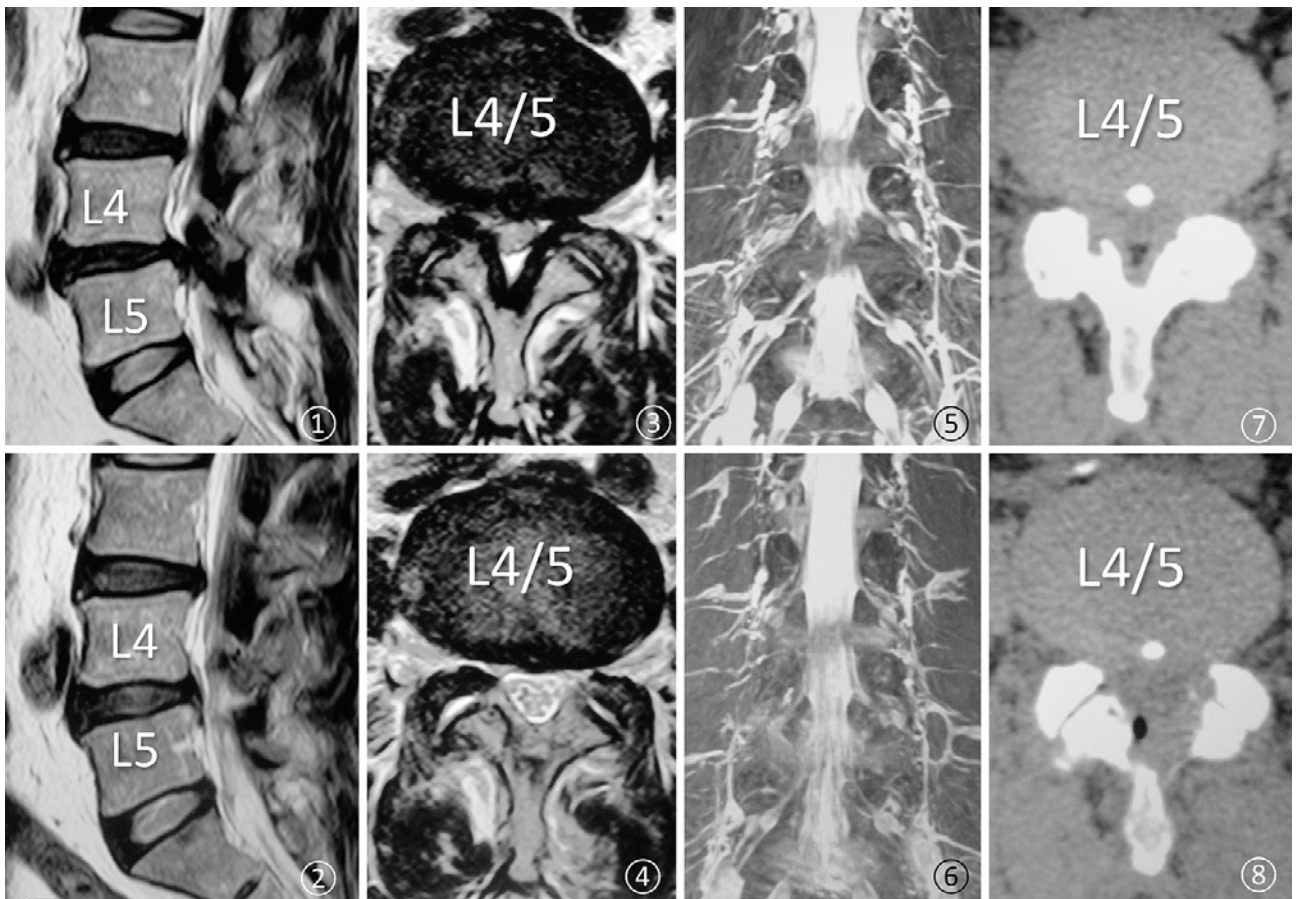


図4 (①~⑧). 症例1: 69歳男性. L4/5 脊柱管狭窄症及び椎間板ヘルニア

- ①②: 術前術後MRI矢状面
- ③④: 術前術後MRI横断面
- ⑤⑥: 術前術後MRI前額面合成像
- ⑦⑧: 術前術後CT横断面

る。

MELは低侵襲手術として最も馴染み深いのが、16mm切開であり、筋組織等の除去が一部になされるので、柴山・中村らは11mm幅の外筒を開発し、より低侵襲化に成功した^{5),6)}。只レンズ・外筒の長さ制限から100Kgを超える肥満例には困難があった。一方全内視鏡下椎間板摘出術は椎間板摘出術に始まり、ここ数年で腰部脊柱管狭窄症にも適応が拡大し、このFEL法は低侵襲法として積極的に行ってきた。切開は8mmと最小であり、内視鏡有効長は17cmと超肥満例でも可能だが、長すぎて操作がしづらい。working spaceは4.1mmと狭小で、手術器具が小さ過ぎ100分以上の長い手術時間を要した。

PSLD[®]法はこれらの問題点を解決するため開発導入された。上位椎弓では椎弓間腔が幅狭いが、一部削開すれば9.5mm外筒を直接挿入でき、軟部組織の除去は容易となり、黄色靭帯浅層へ直ちに挿入できorientationもつき易い。また黄色靭帯浅層をパ

ンチやケリソンで切除するが、極力深層は薄くし最後まで残し硬膜損傷を予防し、さらに硬膜上の毛細血管層も最後まで温存するのが無駄な出血や術後癒着を防ぐ要でもある。内視鏡有効長が11cm以上あると、対側除圧は内視鏡先端を接近させ、操作部の血液洗浄がなされやすいため、出血で操作が中断されることも少ない⁷⁾。黄色靭帯深層附着部はケリソンやダイヤモンドバーで除去しやすいが、附着部周囲が切離遊離されていれば、一塊摘出が可能となる。ただし癒着存在時には、周辺が遊離された黄色靭帯深層・硬膜外脂肪層・毛細血管層は一部残す事もある。PSLD[®]法は片側進入両側除圧であり、後方支持要素である筋・棘間靭帯・棘突起はほぼ完全に温存され、開窓部分が他のMEL・顕微鏡・Quadrant法等に比べ小さく、これは後方からの癒着組織の侵入防止に役立つ⁸⁾。

外筒の細かいFELやPSLD[®]は外筒傾斜が比較的自由であり、上方から下方へ、対側から同側へと除圧

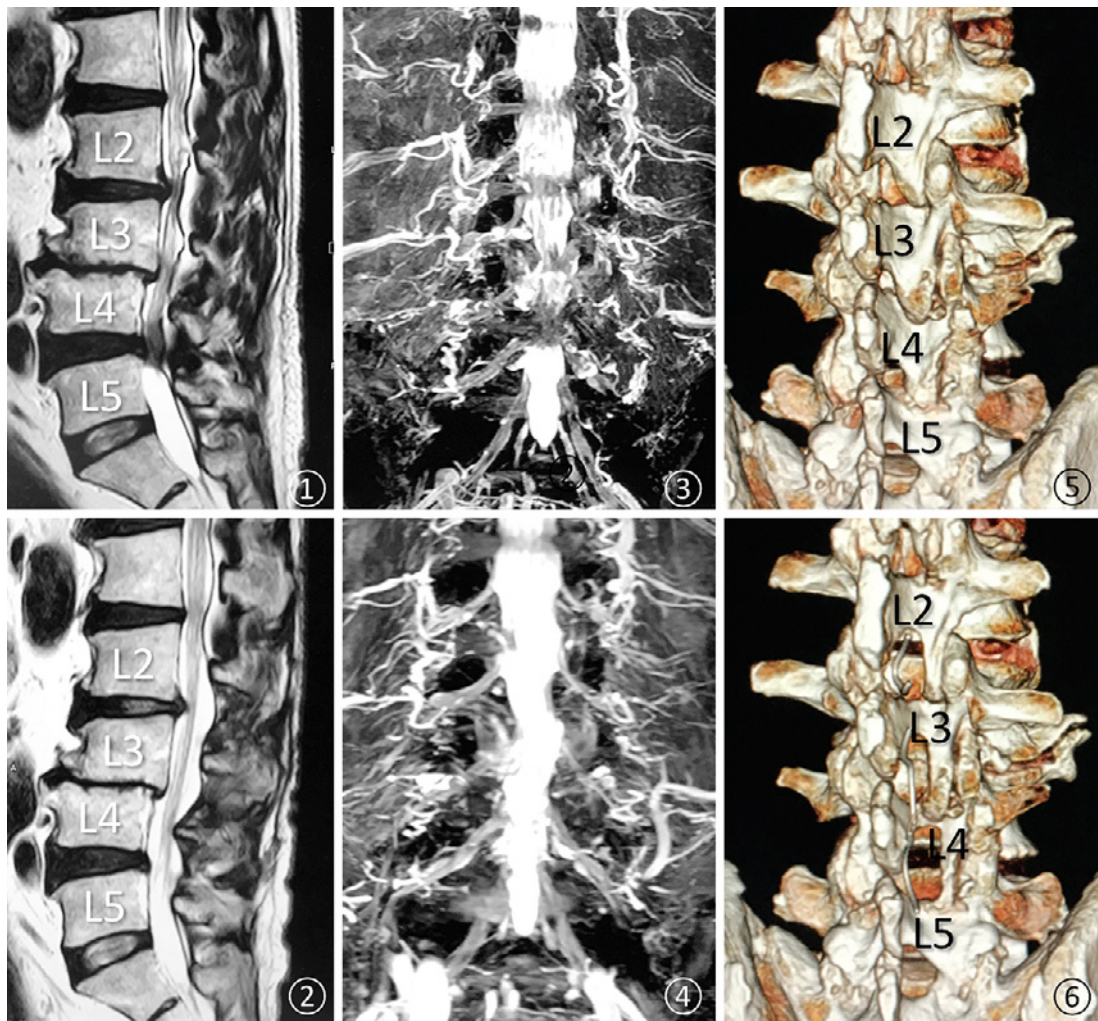


図5 (①～⑥)．症例2：68歳男性．L2/3/4/5 脊柱管狭窄症．

- ①②：術前術後 MRI 矢状面
- ③④：術前術後 MRI 前額面合成像
- ⑤⑥：術前術後 CT 3D 像

可能である。同側への傾斜は対側に比し、ある程度制限されるが、垂直除圧が可能である。上位腰椎椎間関節は小範囲切除で温存され、術後椎体間不安定性が避けられる。一方 MEL 外筒は 16 mm と太く、傍脊柱起立筋を幅広くに裂く。また僅かな同側傾斜は可能だが、逆向き約 15° 程の削開角度となり同側除圧が不十分となりやすい。特に椎弓幅が狭い上位腰椎程、同側への傾斜は困難になり、十分に同側除圧を行おうとすると下関節突起や棘突起腹側の過剰切除が生じ、不安定性のリスクを伴うことになる (図 6)⁹⁾。

PSLD[®]は骨削開に時間を要しない黄色靭帯肥厚例では、硬膜外麻酔下でも可能である。また椎弓肥大・関節肥大例・複数椎間障害 (3 椎間まで) も 1 切開で可能である¹⁰⁾。

PSLD[®]は椎間孔狭窄症 (腰椎・頸椎) にも我々は

応用しているが、今後、内視鏡下腰椎固定術 (Endo-TLIF)、さらに内視鏡下頸椎前方除圧固定術へとその範囲が広がる可能性がある。

尚、現段階では PSDL[®]内視鏡は薬事承認が取れておらず、全行程を保険外診療でおこなったものであり、すでに海外で良好な成果が報告されている手技・器具等に関しては薬事承認が容易になるような制度が望まれる。

結語

MEL 法と FEL 法との中間に位置した PSDL[®]法は、観血手術に準じた器具が使用でき、かつ 1 cm 弱と小切開である。同側椎間関節切除を最小限に抑えて不安定性のリスクを軽減し、脊柱管狭窄症に対する実践的な除圧術として臨床応用が比較的容易・安全な方法である。今後特に高齢者に広く本手技が

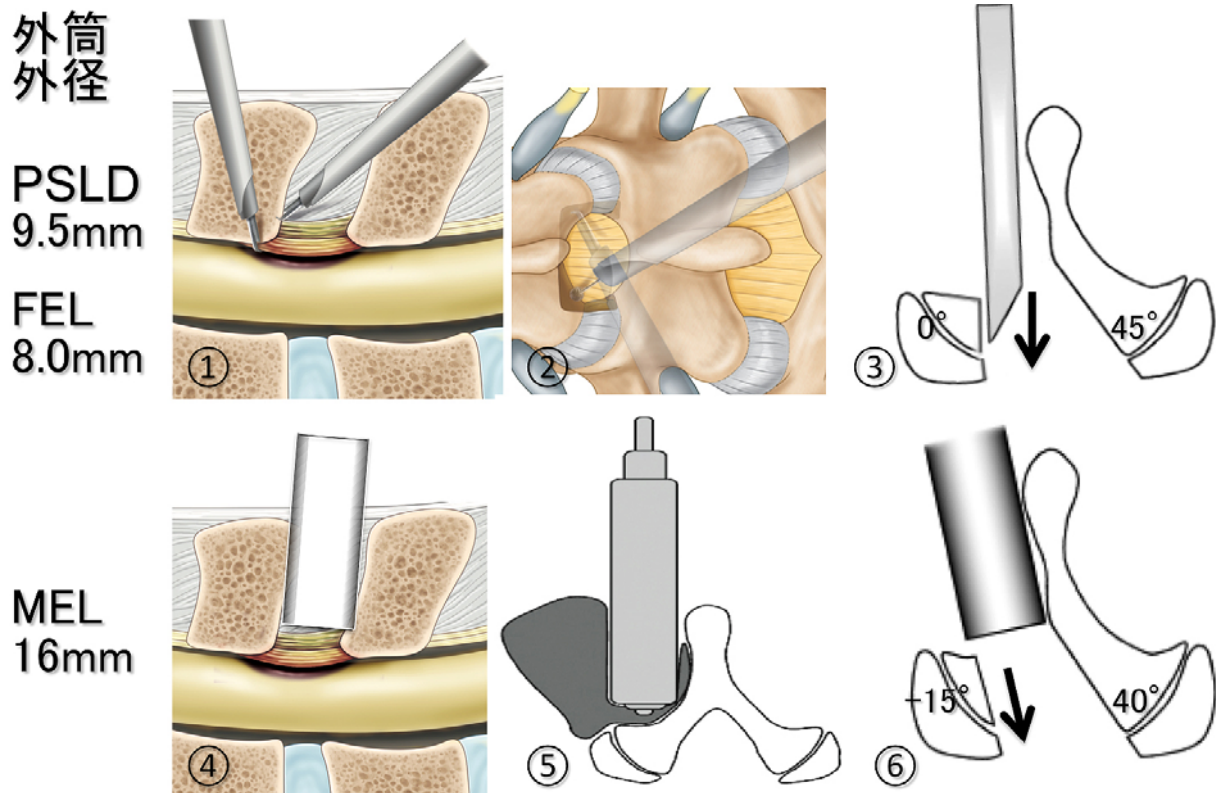


図6 (①～⑥)．外筒可動性の相違による骨切除範囲の違い

- ①：PSLD®の外筒外径は9.5 mm，FELの外筒外径は8.0 mm と細く，外筒の尾側への傾斜で，より頭側をトランペット状に除圧ができる。
- ②：細くて長い外筒は対側には強斜位に傾斜することができる。同側への傾斜はある程度制限されるが，トランペット状に近い除圧が可能である。
- ③：PSLD® 対側除圧は45°程の傾斜が可能である。同側へはPSLD® では垂直まで傾斜が可能である。
- ④：MEL外筒は16 mm と太く，可動性が乏しくなる。
- ⑤：太いMEL外筒は傍脊柱起立筋を多く裂く必要がある。特に上位腰椎では椎弓幅が狭く下関節突起や棘突起腹側の過剰切除の傾向がある。
- ⑥：MELの場合，外筒の同側傾斜が制限され，逆向き約15°程の削開角度となりやすい。

採用されることを期待する。

利益相反

本論文に関連し開示すべき利益相反はなし。

倫理的配慮

倫理委員会承認有り (医療法人全医会倫理委員会 20190002)

Informed Consent 取得の有無

全患者 informed consent 取得有り

文献

- 1) Rosen D.S, O'Toole J.E, Eichholz K.M, et al: Minimally invasive lumbar spinal decompression in the elderly: outcomes of 50 patients aged 75 years and older (Review). *Neurosurgery*. 2007; 60 (3): 503-509
- 2) 伊藤不二夫, 三浦恭志, 柴山元英, 他: 経皮的内視鏡による低侵襲腰椎手術. *J. Spine Res.* 2010 ; 1 : 1674-1681
- 3) 中村 周, 伊藤不二夫, 三浦恭志, 他: 経皮的内視鏡下脊柱管拡大術(PEL)における工夫. *J. Spine Res.* 2016 ; 7 : 1141-

1144

- 4) Ito F, Ito Z, Shibayama M, et al: Step-by-step sublaminar approach with a newly- designed spinal endoscope for unilateral- approach bilateral decompression in spinal stenosis. *Neurospine*. 2019; 16 (1): 41-51
- 5) 柴山元英: 脊椎内視鏡手術の展望—便利でより低侵襲な機器の開発—. *中部整災誌*. 2019 ; 62 (3) : 443-444
- 6) Nakamura S, Shibayama M: Rectangular tubular retractor for microendoscopic lumbar decompression. *J Neurol Surg*. 2016; 78 (2): 191-197
- 7) 出沢 明, 湯野川 隼, 広田健吾, 他: 腰部脊柱管狭窄症に対するDPEL スコープを用いた内視鏡除圧(固定)術. *脊椎脊髄ジャーナル*. 2021 ; 2 : 107-114
- 8) Kim HS, Paudel B, Jang JS, et al: Percutaneous full endoscopic Bilateral Lumbar decompression of spinal stenosis through uniportal-contralateral approach: techniques and preliminary results. *World Neurosurg*. 2017; 103: 201-209
- 9) Komp M, Hahn P, Oezdemir S, et al: Bilateral spinal decompression of lumbar central stenosis with the full-endoscopic interlaminar versus microsurgical laminotomy technique: a prospective, randomized, controlled study. *Pain Physician*.

2015; 18 (1): 61-70

- 10) Kang Taek Lim, Han Ga Wi Nam, Soo Beom Kim, et al:
Therapeutic feasibility of full endoscopic decompression in
one-to three-level lumbar canal stenosis via a single skin

port using a new endoscopic system, percutaneous steno-
scopic lumbar decompression. Asian Spine J. 2019; 3 (2): 272-
282

Minimizing Invasiveness by Percutaneous Stenoscopic Lumbar Decompression (PSLD) for Lumbar Spinal Canal Stenosis

Fujio Ito¹ Zenya Ito¹ Motohide Shibayama¹ Shu Nakamura¹ Minoru Yamada¹
Hiroyuki Yoshimatsu¹ Keita Kuraishi¹ Naoto Hoshi¹ Yasushi Miura²

¹ Aichi Spine Hospital

² Tokyo Spine Clinic

Abstract

Introduction: In an aging society, elderly people have many problems such as frailty syndrome, and locomotive syndrome, and it is important that their hospitalization is short-term, incisions are small, return to home early, and invasiveness is minimal. Full endoscopic laminotomy (FEL) using an 8 mm full endoscope has been performed in a tight working space of 4.1 mm. Consequently, it took a long time to perform surgery. Therefore, an endoscope with a more wide working space is required while keeping the invasion minimal and incisions small as much as possible. We have had discussions with Korean endoscopic specialists and participated in the development project of the percutaneous stenoscopic lumbar decompression (PSLD[®]) system with Maxmore Co., Ltd. in Germany.

Methods: The PSLD[®] endoscope using bilateral decompression through one-portal unilateral approach for lumbar canal stenosis has an outer tube of 9.5 mm and a working space of 5.5 mm, and Kerrison with a diameter of 1-5.0 mm, diamond burr of the same diameter, chisel, sharp curratage, etc., can be used. Quickly ablate the soft tissue and superficial layer of the ligamentum flavum with high frequency electrode, roughly cut the spinal lamina arch with a 4 mm burr, and then carefully drill the deep part with a 2.5-3 mm burr. The ligamentum flavum is detached and resected from the deep part of the spinal lamina arch with various Kerrisons, and when it floats, it is vertically torn in the center and removed as a mass.

Results: The results for 77 patients with spinal canal stenosis with one to three segments were excellent and good in 85.7% as per the Macnab's criteria. There were five cases of dural injury, all of which were repaired via the patch repair method or open suture, and there were no problems.

Conclusions: It was possible to use instruments similar to open surgery, and the drilling of spinal lamina bone, resection of ligamentum flavum, removal of intervertebral disc, etc., could be performed smoothly.

It is important that spinal surgery for the patient is minimally complicated and invasive; moreover, it is desirable to return to home early.

Key words: Percutaneous Stenoscopic Lumbar Decompression, Bilateral decompression through one-portal unilateral approach, Minimally invasive spine surgery