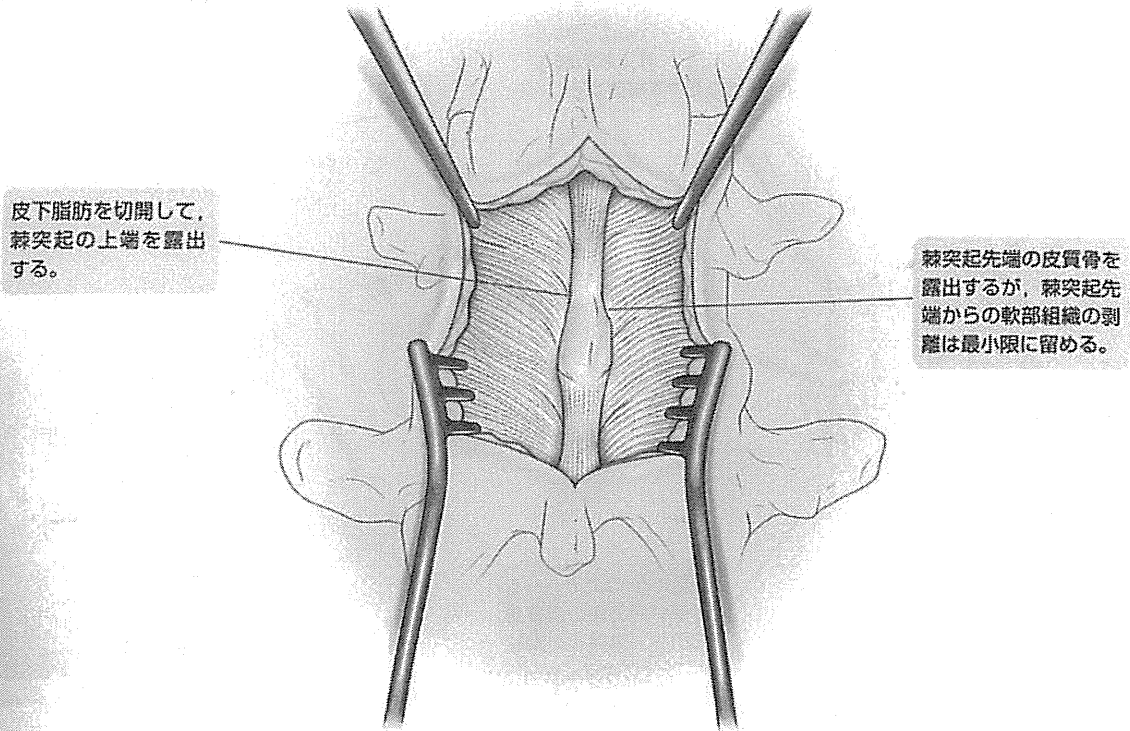


図6 棘突起先端の露出



3 棘突起先端の露出

電気メスで皮下脂肪を切開して、棘突起の上端部を露出する(図6)。棘突起の幅、棘突起の位置が不鮮明な場合は先端部より軟部組織を剥離し骨組織を露出するが、剥離は最小限に留める。

4 棘突起の縦割

直径2mmのエアトームで棘突起先端の皮質骨を削り、棘突起内の海綿骨を露出する。その際、Kelly鉗子やPean鉗子で棘突起の両脇を筋膜上から抑え込むと、正中を見つけるよい指標となる(図7)。

ノミで棘突起を縦割する(図8)。使用するノミは10mm幅程度のものとする。ノミは直と曲がりのノミを用意し、直のノミで棘突起を縦割し、曲がりのノミで縦割した棘突起の基部を推弓より分離する。コブを用いて分離させることも可能である。ノミで棘突起を縦割する際、脊柱管内へのノミの進入が不安な場合、事前にCTで棘突起の長さを計測しておく。通常、2~2.5cmはまったく問題ない。

手術のコツ、注意点

ノミで棘突起を縦割する前に、スパーテルを棘突起先端から刺入して、棘突起内の海綿骨を縦割しておくこと、きれいに縦割できる(図9)。その後、ノミで頭尾側の皮質骨を縦割する。スパーテルで脊柱管を穿孔する可能性はきわめて低いので、安心して十分な深さまで縦割できる。

図7 棘突起先端の縦割

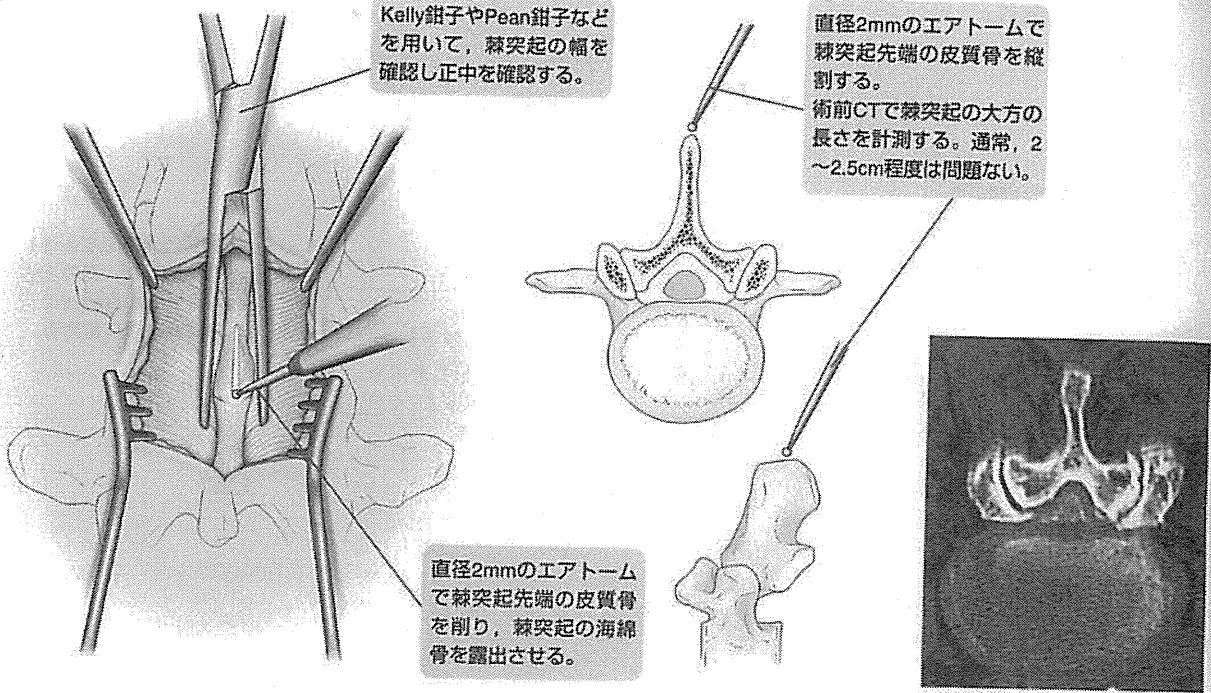


図8 棘突起の縦割

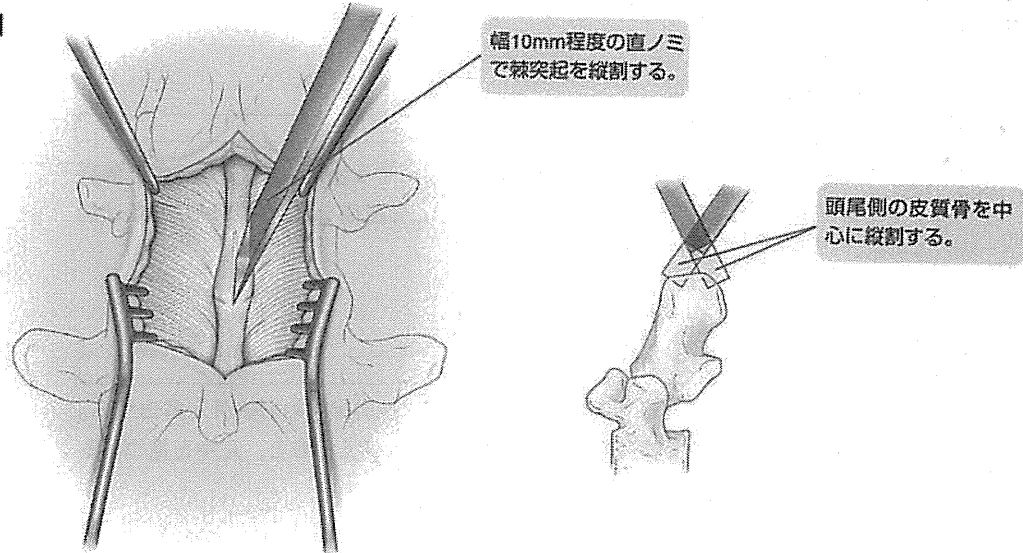
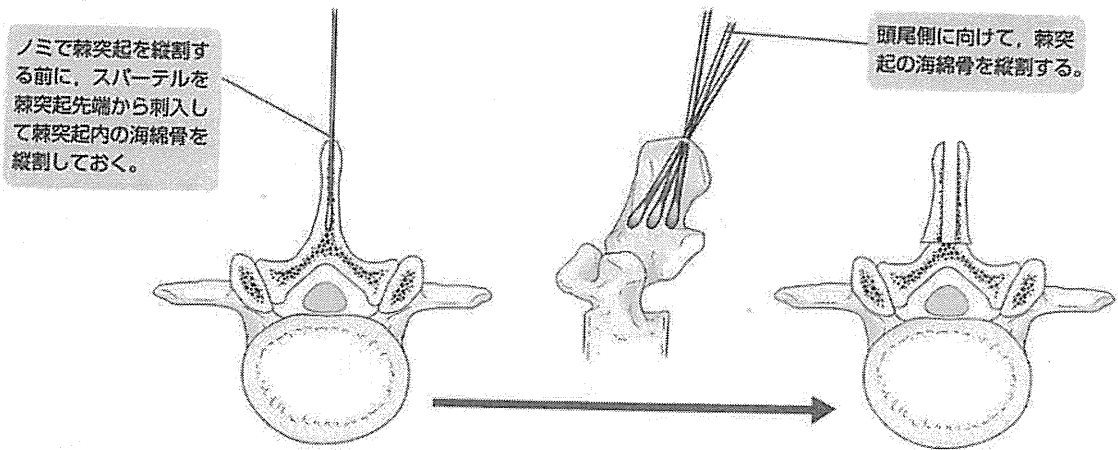


図9 棘突起内海綿骨の縦割



5 棘上・棘間靭帯の縦割

棘突起の縦割後、頭尾側の棘上・棘間靭帯をメスまたは電気メスで縦割する(図10)。この操作により、縦割した棘突起をさらに外側まで圧排することが可能になり、十分にL4/5の除圧椎間が露出される。

6 除圧部の展開

開創器をかけ、除圧椎間を露出する(図11)。開創器は軟部組織温存のため、Gelpi型で先端が鈍の製品が望ましい。外側への展開の際、通常L4-L5の椎間関節を露出する必要はない。

図10 棘上・棘間靭帯の縦割

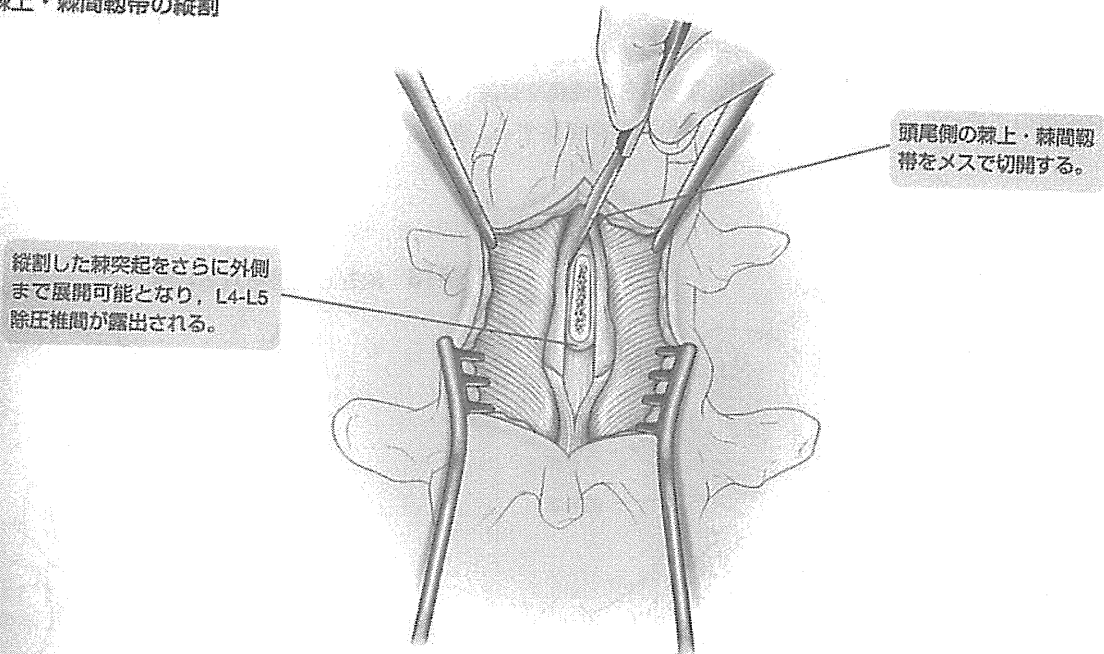
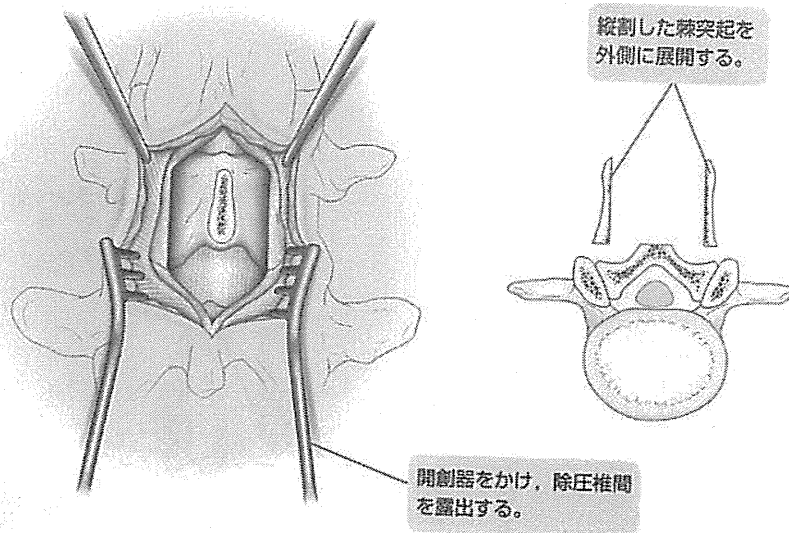


図11 除圧椎間の露出



7 除圧 ヤマ

エアトームで黄色靭帯の周囲を掘削して、黄色靭帯の露出と切除を行う。黄色靭帯の付着部は、頭側はL4椎弓腹側下1/2程度まで、尾側はL5椎弓の上縁である。尾側では黄色靭帯の肥厚と椎間の狭小化のため、L4-L5椎間にL5椎弓が食い込むような様相を呈している。そのためL5椎弓上縁を一部掘削して、黄色靭帯の尾側付着部を遊離させる(図12)。脊柱管外の肥厚した黄色靭帯は適宜パンチで切除する。椎間関節の手前まで両外側への椎弓切除を行うが、術前に椎間関節の形態と外側陥凹部の形態をチェックし、どの程度椎弓を切除するか確認する(図13)。十分な除圧のためには、部分的な椎間関節の掘削は仕方ないが、通常、多くの部分は温存可能である。

黄色靭帯の露出終了後、正中から黄色靭帯を穿孔して、脊柱管内に進入する。同部から外側に向かって、硬膜に癒着する黄色靭帯を十分に剥離する。対側の外側陥凹部をノミで逆トランペット型に切除して、同部を開放する(図14)。ノミによる骨性組織の切除は、なるべく黄色靭帯の切除前に行う。黄色靭帯で硬膜を保護できるため、安全である。骨性組織の切除がある程度終了したら、黄色靭帯を切除する。黄色靭帯の付着部を十分

図12 黄色靭帯の遊離

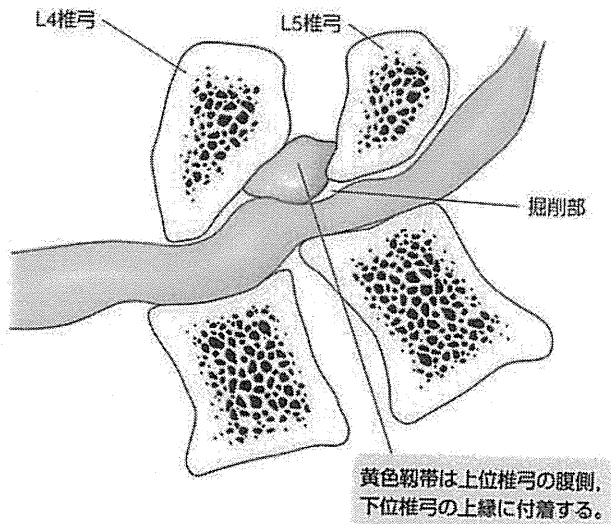


図13 縦割して得られる視野

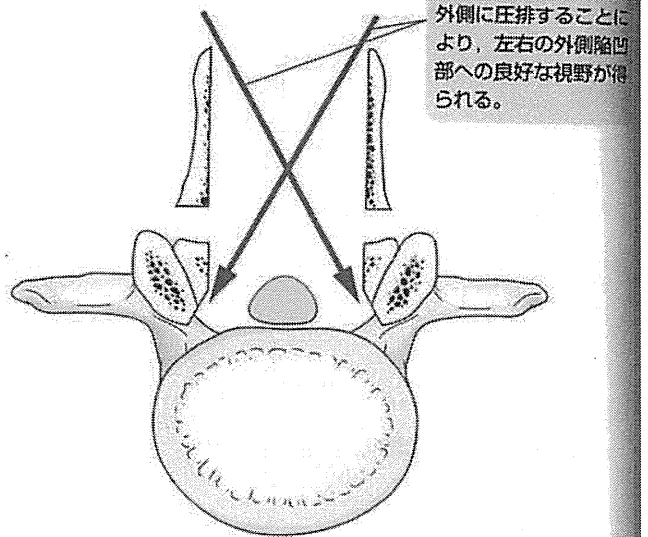
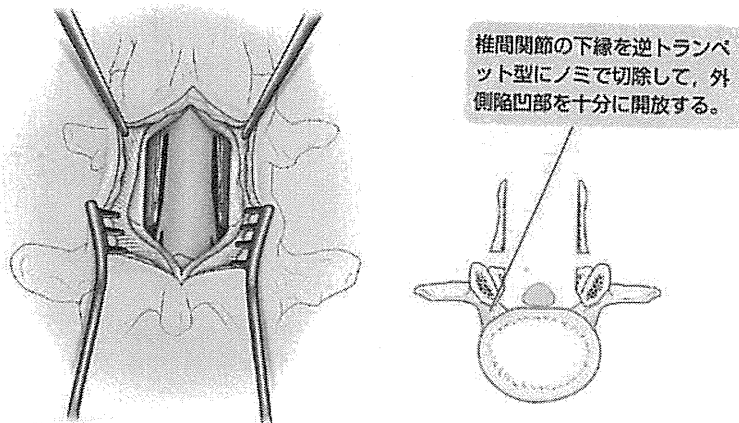


図14 外側陥凹部の開放



に剥離し、黄色靭帯はできるだけ一塊として切除することが望ましいが、もちろんpiece by pieceでもかまわない。

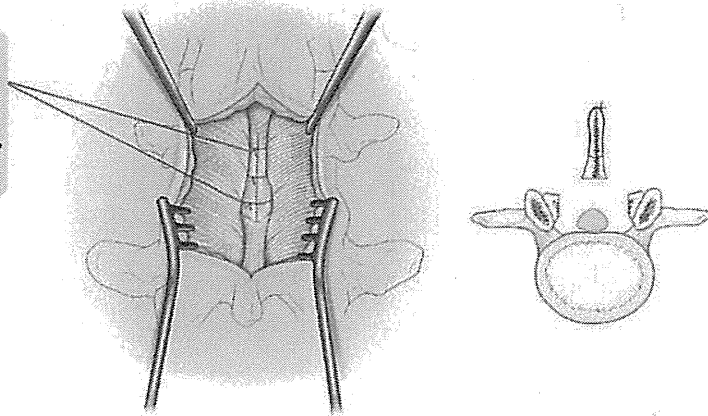
神経根の外側を確認し、周囲との癒着を剥離しながらスパーテルで内側によけ、十分な可動性があるかどうか確認する。スパーテルで保護しながら、外側陥凹部を狭窄している骨性要素や黄色靭帯の遺残を十分に除去し、同部を開放する。

8 閉創

除圧終了後、硬膜外および筋層からの出血がないことを確認し、ドレーンを硬膜外に留置する。そして、縦割した棘突起の正中部に2mmのエアトームで孔を1~2カ所作製し、非吸収糸を用いて棘突起を縫合、再建する(図15)。棘間靭帯も縫合する。皮下、皮膚の追層縫合を行い、手術終了とする。

図15 閉創

棘突起の割面に直径2mmのエアトームで1~2カ所孔を開ける。そこに縫合糸(サージェロン1)を通して縫合、その後、縦割した棘間靭帯も縫合する。



画像でみる典型例

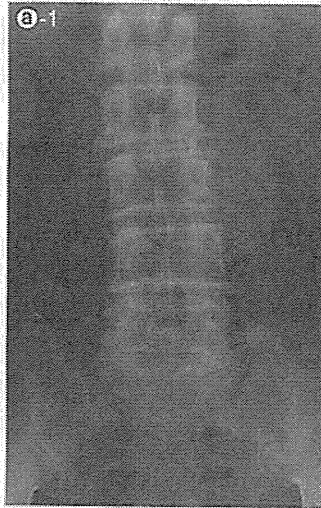
【症例】手術適応(術後)

L4-L5椎間の除圧術を施行した。術後、間欠跛行は消失した。

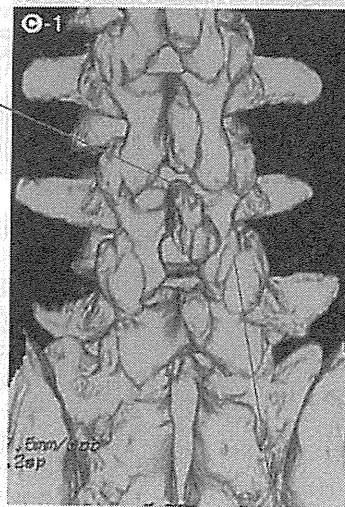
㊶：術後2年時の単純X線写真。アライメントは良好である。

㊷：MRI。L4-L5椎間の除圧は良好で、水平断像において良好に温存された傍脊柱筋も確認できる。

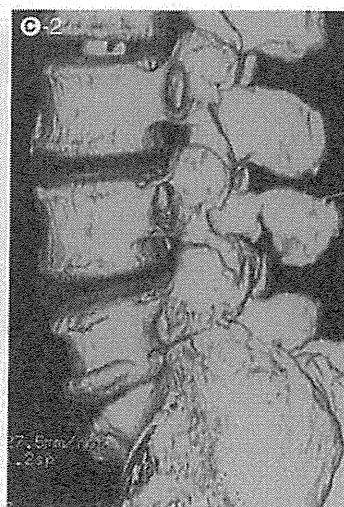
㊸：3D-CT。再建された棘突起が確認できる。



良好な除圧と、温存された傍脊柱筋



再建されたL4棘突起



再建されたL4棘突起

除圧部

術後の合併症とその対応策

◆ 硬膜損傷

術中に硬膜損傷を生じた際は、同部を丸針5-0糸で縫合、修復する。硬膜損傷部からの髄液の漏出を最小限に留めるよう努める。閉創前、修復部にはポリグリコール酸不織布シートやフィブリノゲン糊を使用して、修復部を補強する。

◆ 硬膜外血腫

死腔の減少による硬膜外血腫の発生が懸念される。そのため、閉創前に十分な止血を行う。硬膜外からの出血はゼラチン製剤などを用いて止血する。開創器をはずし、筋組織からの出血がないかどうか十分に確認する。ドレーンは確実に硬膜外に設置する。手術当日に生じる急性の血腫は、非常に強い痛みとともに麻痺を生じることが多いため、緊急に血腫除去が必要になる。術後2～3日して、歩行開始後に生じる血腫はほとんどの症例で1週間以内に軽快するため、基本的に安静を支持したうえで、経過観察でよい。

後療法、リハビリテーション

- ・翌日より離床を許可し、7～10日で退院を許可する。
- ・創部内のドレーンは術後48時間以内に抜去する。
- ・創痛が強い場合、腰痛が強い場合は軟性のコルセットを着用するが、基本的に必要ない。

●文献

- 1) Watanabe K, Hosoya T, Shiraishi T, et al : Lumbar spinous process-splitting laminectomy for lumbar canal stenosis. Technical note. J Neurosurg Spine, 3 : 405-408, 2005.
- 2) Watanabe K, Matsumoto M, Ikegami T, et al : Reduced postoperative wound pain after lumbar spinous process splitting laminectomy for lumbar spinal canal stenosis - A randomized controlled study. J Neurosurg Spine, 2010, in press.

●別冊整形外科 No.59

〈運動器疾患に対する最小侵襲手術〉

腰部脊柱管狭窄症に対する
腰椎棘突起縦割式椎弓切除術の有効性

渡辺航太 戸山芳昭 千葉一裕 松本守雄

南 江 堂

2011年

腰部脊柱管狭窄症に対する 腰椎棘突起縦割式椎弓切除術の有効性*

渡辺航太 戸山芳昭 千葉一裕 松本守雄**

[別冊整形外科 59 : 103~107, 2011]

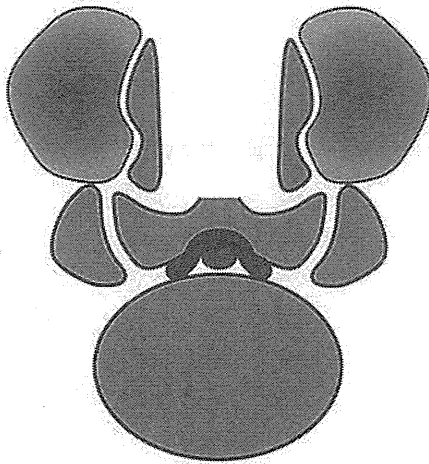
はじめに

腰部脊柱管狭窄症 (lumbar spinal canal stenosis : LCS) に対する椎弓切除術は、多くの脊椎外科医にとって一般的な手術手技の一つであり、その術後成績はおおむね良好である。しかし従来施行されてきた広範椎弓切除術後、一部の症例において傍脊柱筋の広範な剝離による著明な筋萎縮と背筋力低下¹⁻⁴⁾、棘突起や棘上・棘間靭帯など後方支持組織の切除による術後脊柱湾曲異常や不安定性⁵⁻⁸⁾などが報告されてきた。そのため、後方支持組織の温存を目的としたさまざまな低侵襲手術が開発・報告されてきた。われわ

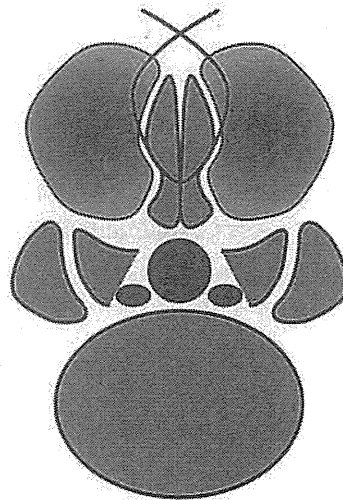
れは LCS に対し、腰椎後方要素の温存を目的とした腰椎棘突起縦割式椎弓切除術 (以下、縦割術) を施行してきた⁹⁻¹¹⁾。本稿では本法の手術手技を概説するとともに、その有用性について報告する。

I. 手術方法

L4/L5 の除圧例で手術手技を解説する。まず、L3 棘突起下縁から L5 棘突起上 1/3 までの皮切を加える。皮下脂肪層を切開して L4 棘突起先端を露出し、棘突起先端正中の皮質骨を直径 2mm のエアームで穿孔する。そして同部よりノミで、約 2~2.5 cm 程度の深さまで棘突起を縦割す



a. 棘突起を縦割して、附着する傍脊柱筋と棘上・棘間靭帯とともに左右に圧排し、椎弓を展開する。



b. 除圧終了後、縦割した棘突起を締結・再建する。縦割した棘間靭帯も同様に縫合する。

図 1. 腰椎棘突起縦割式椎弓切除術

Key words

lumbar spinal canal stenosis, spinous process-splitting laminectomy, less invasive surgery

*Lumbar spinous process-splitting laminectomy for lumbar spinal canal stenosis

**K. Watanabe (講師) : 慶應義塾大学先進脊椎脊髄病治療学 (Dept. of Advanced Therapy for Spine and Spinal Cord Diseases, School of Medicine, Keio University, Tokyo) ; Y. Toyama (教授), K. Chiba (准教授), M. Matsumoto (准教授) : 同大学整形外科。

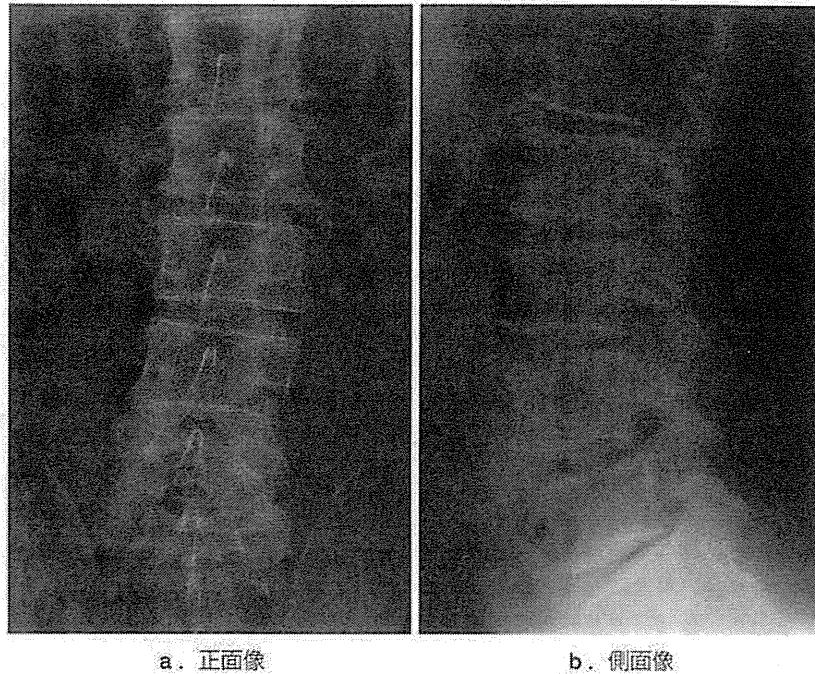


図2. 症例. 72歳, 男. 単純X線像. 主訴は右下肢痛であった. X線像では軽度の変性側弯を認めるが, 椎間板楔状化や変性すべりは認めない.

る. メスでL3/L4, L4/L5の棘上・棘間靭帯も縦割し, 縦割した棘突起をコブまたはノミを用いて基部から分離させ, 付着する傍脊柱筋と棘上・棘間靭帯とともに左右に圧排し, L4椎弓正中部およびL4/L5の除圧部を展開する(図1a). 遺残するL4棘突起基部やL5椎弓上縁をリユールやエアトームで掘削すると, 両側のL4/L5椎間関節を露出せずに, 除圧に必要な視野とワーキングスペースを確保できる. 外側陥凹部の除圧は, 反対側より除圧部位を確認し, ノミを逆トランベット型になるように入れて, 椎間関節の温存に努める. 除圧終了後は, 縦割した棘突起中央を2mmのエアトームで1~2ヵ所穿孔し, ナイロン糸で締結・再建する. 縦割した棘間靭帯も縫合する(図1b).

2椎間除圧の場合, たとえばL3/L4とL4/L5の除圧では二つの展開方法が考えられる. 一つはL3とL4棘突起の縦割による展開であり, 本法では両椎間に対し良好な視野が得られるため, 通常はこの方法を用いている. もう一つの方法はL4棘突起のみを縦割して, 上下椎間の除圧を行う方法である. この方法ではL3/L4の視野がわるくなるが, L3の棘突起下端を一部掘削し, 手術用顕微鏡を用いることで除圧は十分に可能である.

Ⅱ. 症例提示

症例. 72歳, 男.

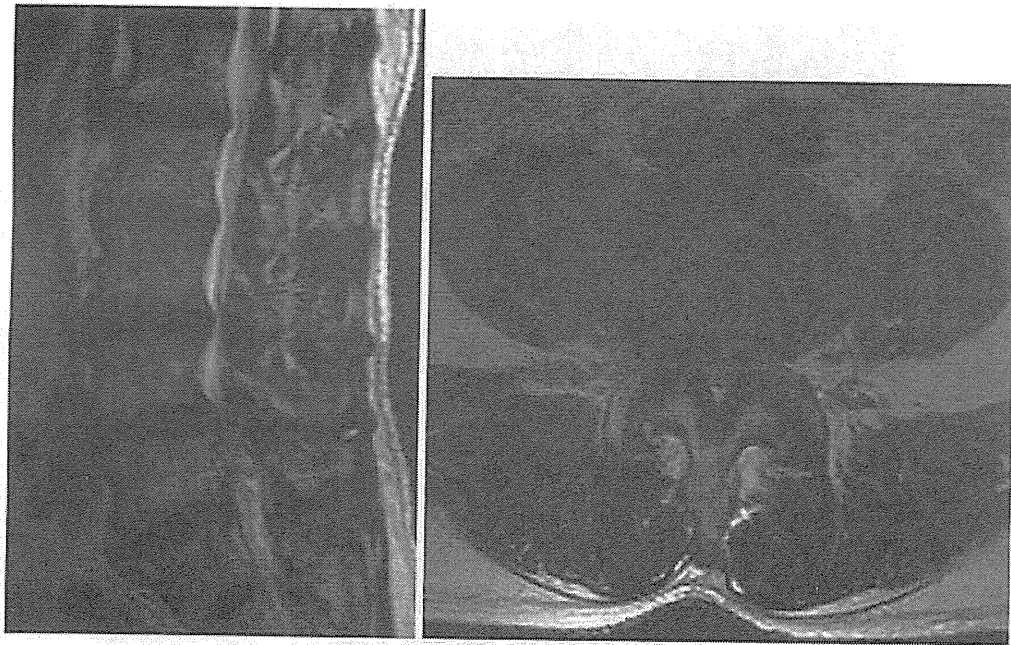
右下肢痛を主訴に受診した. 筋力低下は認めなかったが,

右L5領域に軽度の知覚障害を認めた. 間欠跛行は2~3分であった. X線像で軽度の変性側弯を認めたが, 明らかな椎間板楔状化や変性すべりは認めなかった(図2). MRIでL4/L5に強い狭窄を認めた(図3). L4/L5のLCSの診断のもとに, 本例に対し縦割術によるL4/L5の除圧を行った. 術後, 下肢神経症状は改善した. 再建した棘突起が術後3-DCTで確認できた(図4).

Ⅲ. 縦割術の治療成績

○LCSに対する臨床成績¹⁰⁾

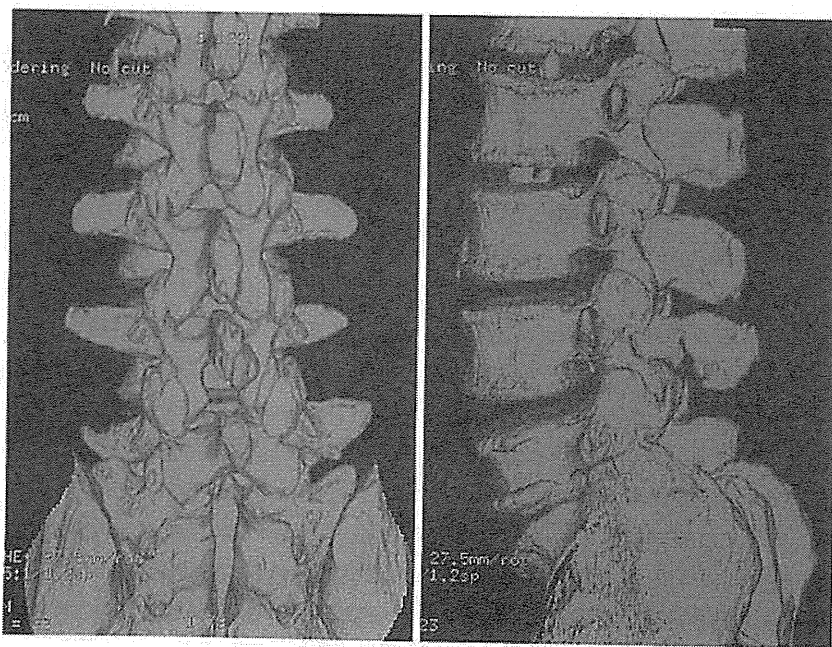
LCSに対し縦割術を施行した18例と, 棘突起より傍脊柱筋を剝離して除圧する従来法を施行した20例の術後2年時の臨床成績を比較・検討した. 術前単純X線像で著明な不安定(10%以上, 後方開大5°以上)を認めるものは対象から除外した. 縦割群の平均日整会腰痛治療成績判定基準(JOAスコア)は術前12.9±4.7点が術後2年時に24.2±4.7点に改善した. 一方, 従来群では術前12.5±4.1点が術後2年時に22.2±4.1点に改善した. 両群間で, 術前後の平均JOAスコアに有意差は認めなかった. 術後2年時の平均改善率は縦割群67.6±19.2%, 従来群59.2±20.9%で, 縦割群のほうが良好な傾向を認めた. 以上より, LCSに対する縦割法は, 従来法と同等もしくはそれ以上の臨床成績が得られる可能性がある, 有効な方法であると考えられた.



a. 矢状断像

b. 水平断像

図3. 症例. MRI. L4/L5に強い狭窄を認める.



a. 背面より

b. 側面より

図4. 症例. 術後3-D CT. 縦割術によるL4/L5の除圧を行った. 術後3-D CTで再建したL4棘突起が確認できる.

②腰椎変性すべり症 (degenerative spondylolisthesis : DS) に対する臨床成績¹²⁾

%slip 10%以上のDSに対して縦割法を施行した32例と従来法を施行した39例を対象に、術後2年時の臨床成績と画像成績を検討した。その結果、椎間可動域 (ROM) は

縦割群で術前 $5.6^{\circ} \pm 3.7^{\circ}$ が術後 $7.5^{\circ} \pm 3.5^{\circ}$ となり、平均 1.9° のROM増大を認めた。一方、従来群では術前 $7.6^{\circ} \pm 3.5^{\circ}$ が術後 $11.1^{\circ} \pm 3.0^{\circ}$ となり、平均 3.5° のROM増大を認め、縦割群で少ない傾向にあった。平均%slipは縦割群が $17.3 \pm 5.3\%$ で、術後2年時には $18.8 \pm 5.9\%$ へ平均 1.5% の

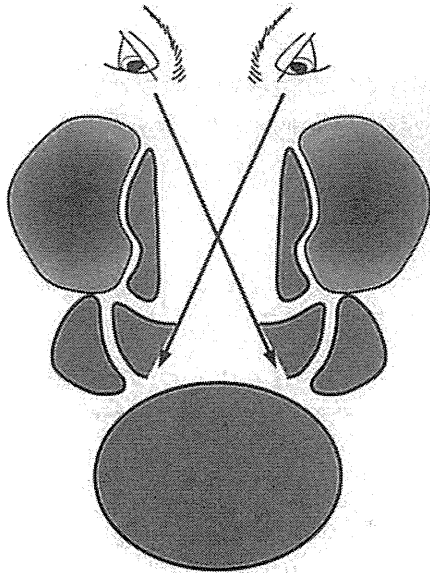


図5. 縦割術で得られる視野。縦割術では棘突起を縦割して左右外側に圧排することにより、左右の外側陥凹部への良好な視野が得られる。

有意な進行を認めた。従来群でも術前 $17 \pm 4.7\%$ が術後 $20 \pm 5.4\%$ となり、平均 3% の進行を認め、縦割群ですべりの進行は軽度であった。平均 JOA スコアは、縦割群では術前 12.3 ± 4.7 点が術後 25.2 ± 3.7 点に改善し、一方従来群では術前 14.7 ± 4.3 点が術後 23.1 ± 4.1 点に改善した。平均 JOA 改善率は縦割群 70.2% で、従来群 58.9% と比較して有意に良好であった。JOA スコアの腰痛スコア (3 点) および日常生活動作 (ADL) スコア (14 点) に関する項目別の検討では、縦割群の腰痛スコア平均改善率は 46.1% で、従来群 23.3% と比較して有意に良好な改善を認めた。一方縦割群の ADL スコア平均改善率は 57.8% で、従来群 44.4% と比較して有意に良好な改善を認めた。以上、縦割法は従来法と比較して術後の不安定性やすべりの進行は軽度であり、JOA スコア改善率、JOA スコアの腰痛スコア、ADL スコアの項目別の比較・検討においても縦割法で有意な改善を認めた。そのため DS に対する縦割法は、術後の遺残腰痛や ADL 低下を軽減できる可能性のある、有効な手術方法であると考えられた。

LCS, DS に対する縦割術の臨床成績は良好であった。縦割術では棘突起を縦割して左右外側に圧排することにより、椎間関節を温存しながらも左右の外側陥凹部への良好な視野が得られる (図 5)。そのため神経組織の十分な除圧が可能であった。さらに、後述する傍脊柱筋の温存効果に加え、縦割した棘突起や棘上・棘間靭帯の温存により術後の不安定性の悪化を最小限に抑えることが可能で、これらが良好な臨床成績の要因の一つであると考えられた。

Ⅳ. 縦割術の低侵襲性

縦割法の低侵襲性として、術後創部痛の軽減と傍脊柱筋の温存があげられる。以下にその内容を概説する。

①術後創痛の軽減^{11,13-15)}

LCS に対する縦割術の術後早期の創部痛を、前向きランダム化比較試験により従来の椎弓切除術と比較・検討した¹¹⁾。縦割術 (縦割群: $n=18$) と傍脊柱筋を棘突起より剝離し除圧操作を行う従来の椎弓切除術施行群 (従来群: $n=16$) の 2 群に無作為に割付けた。平均年齢、平均除圧椎間数、平均手術時間、平均術中出血量、これらすべての項目で両群間に有意差は認めなかった。両群に対し術後 3, 7 日目にアンケート調査を行い、創部痛のみに注目した visual analogue scale (VAS)、痛みの深度 (皮膚の表面: 1 点, 筋肉: 2 点, 体の芯まで: 3 点)、痛みの持続時間 (数秒: 1 点, 数分: 2 点, 数時間: 3 点, 1 日中: 4 点)、ならびに JOA スコアの日常生活動作項目 (JOA-ADL スコア) を用いた腰痛関連 QOL の評価を行った。さらに、術後 3 日目までの鎮痛薬使用回数も調査した。その結果、平均 VAS は術後 3 日目で縦割群 43 ± 27 、従来群 44 ± 26 であった。術後 7 日目には縦割群では 16 ± 16 に有意に改善したが ($p=0.002$)、従来群では有意な改善が認められなかった (34 ± 32)。さらに術後 7 日目の VAS に関し、両群間で有意差を認めた ($p=0.04$)。痛みの深度は術後 3 日目で縦割群 1.6 ± 0.7 点、従来群 1.6 ± 0.7 点で両群間に有意差を認めなかったが、術後 7 日目に縦割群は 0.9 ± 0.6 に有意に改善し ($p=0.021$)、従来群 (1.7 ± 0.8 点) と有意差を認めた ($p=0.013$)。痛みの持続時間は、術後 3 日目で縦割群 2.5 ± 1.4 点、従来群 2.9 ± 1.3 点、術後 7 日目には縦割群では 1.5 ± 1.5 点へ有意に低下したが ($p=0.045$)、従来群では有意な改善は認められなかった (2.5 ± 1.6 点)。JOA-ADL スコアは術後 3 日目で縦割群 6.3 ± 3.0 点、従来群 4.9 ± 4.6 点で、縦割群で術後早期に ADL が回復している傾向にあったが、術後 7 日目にはそれぞれ 7.9 ± 2.6 点、 7.8 ± 4.2 点で両群間に有意差は認めなかった。以上より、縦割術は術後疼痛の早期軽減、早期 ADL 回復が得られる低侵襲手術と考えられた。

②傍脊柱筋の温存⁹⁻¹¹⁾

縦割術では棘突起に付着する筋の付着部が温存されるため、傍脊柱筋への損傷が最小限に抑えられる。さらに正中からの視野が得られるため、椎弓から剝離する傍脊柱筋の範囲も最小限にとどめることが可能であり、同筋に分布す

る神経血管束¹⁶⁾の損傷が回避され、阻血や脱神経による筋の変性あるいは萎縮も予防できる可能性がある。

a. 術後 CPK, CRP 値の検討¹¹⁾

前述した LCS に対する縦割術と従来法の前向きランダム化比較試験において、CPK および CRP 値（術前、術後 3 日目、7 日目）の検討を行った。その結果、術前、術後 3 日目、術後 7 日目の CPK 値は縦割群で 129 μ /l, 126 μ /l, 70.8 μ /l, 従来群で 155 μ /l, 207 μ /l, 106 μ /l で、術後 3 日目に縦割群で有意に低値であった ($p=0.02$)。一方、CRP 値は縦割群で 0.25 mg/dl, 5.25 mg/dl, 1.1 mg/dl, 従来群で 0.42 mg/dl, 5.45 mg/dl, 1.86 mg/dl で、術後 7 日目に縦割群で有意に低値であり ($p=0.04$)、縦割術の傍脊柱筋への低侵襲性が示唆された。

b. MRI での検討¹⁰⁾

2000 年 1 月より LCS に対し縦割法を施行した 18 例と従来法を施行した 20 例を対象に、術後 2 年時の傍脊柱筋の筋萎縮率を比較・検討した。なお術前 X 線像で著明な不安定 (10%以上、後方開大 5°以上) を認めるものは今回の対象から除外した。筋萎縮率は MRI T2 強調横断像において、責任椎間高位の傍脊柱筋実質のみの面積を計測し、萎縮率を算出した。その結果、傍脊柱筋の筋萎縮率は縦割法 5.3 \pm 6.6%、従来法 23.9 \pm 17.5% で、縦割法において有意に傍脊柱筋が温存されていた ($p<0.05$)。さらに上述した縦割術と従来法の前向きランダム化比較試験においても、術後 1 ヶ月の傍脊柱筋の萎縮率は縦割群 24 \pm 15%、従来法群 43 \pm 22% で、縦割群で有意に傍脊柱筋が温存されていた ($p=0.004$)。

V. 縦割術の問題点

本法の問題点として、温存した棘突起が椎弓から遊離するため伸展筋群の力が脊柱に十分に伝達されず、脊柱の安定性が減少する可能性がある。しかし、網代ら¹⁵⁾は術前後の椎間 ROM を測定し、明らかな増大は認めなかったと報告している。前述した DS を対象とした術前後の X 線像の検討でも、術後の椎間 ROM の増大は従来法に比べ少ない傾向にあり、今後さらなる検討を要する。

まとめ

- 1) 縦割術の手技、縦割術の LCS および DS に対する治療成績、そして縦割術の低侵襲性について概説した。
- 2) 棘突起を傍脊柱筋の剥離を行わず縦割する本法の使

用により、術後の傍脊柱筋筋萎縮が軽減され、術後の創部痛や ADL 低下が軽減できていた。

3) 術後 2 年時の臨床成績も良好であったことから、本法は LCS に対する低侵襲かつ有効な手術方法であると考えられた。

文献

- 1) See DH, Kraft GH : Electromyography in paraspinal muscles following surgery for root compression. Arch Phys Med Rehabil 56 : 80-83, 1975
- 2) Macnab I, Cuthbert H, Godfrey C : The incidence of denervation of the sacrospinalis muscles following spinal surgery. Spine 2 : 294-298, 1977
- 3) Mayer TG, Vanharanta H, Gatchel RJ et al : Comparison of CT scan muscle measurements and isokinetic trunk strength in postoperative patients. Spine 14 : 33-36, 1989
- 4) Sihvonen T, Herno A, Paljarvi L et al : Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome. Spine 18 : 575-581, 1993
- 5) Hopp E, Tsou PM : Postdecompression lumbar instability. Clin Orthop 227 : 143-151, 1988
- 6) Johnsson KE, Redlund-Johnell I, Uden A et al : Preoperative and postoperative instability in lumbar spinal stenosis. Spine 14 : 591-593, 1989
- 7) Prestar FJ : Morphology and function of the interspinous ligaments and the supraspinal ligament of the lumbar portion of the spine. Morphol Med 2 : 53-58, 1982
- 8) Hindle RJ, Percy MJ, Cross A : Mechanical function of the human lumbar interspinous and supraspinous ligaments. J Biomed Eng 12 : 340-344, 1990
- 9) 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支持組織を温存する術式—棘突起縦割式椎弓切除術. 臨整外 38 : 1401-1406, 2003
- 10) Watanabe K, Hosoya T, Shirashi T et al : Lumbar spinous process-splitting laminectomy for lumbar canal stenosis ; technical note. J Neurosurg Spine 3 : 405-408, 2005
- 11) Watanabe K, Matsumoto M, Ikegami T et al : Reduced postoperative wound pain after lumbar spinous process splitting laminectomy for lumbar spinal canal stenosis ; a randomized controlled study. J Neurosurg Spine 14 : 51-58, 2011
- 12) 飯塚慎吾, 渡辺航太, 松本守雄ほか : 腰椎変性すべり症に対する棘突起縦割式椎弓切除術の検討. 日脊会誌 19 : 421, 2008
- 13) 小倉 卓, 長谷 斉, 池田 巧ほか : 棘突起正中縦割進入法による腰椎椎弓切除術. 脊椎脊髓神経手術手技 6 : 124-127, 2004
- 14) 喜多寛俊, 中村潤一郎, 佐々木淳ほか : マイクロポーンソーを用いた棘突起正中縦割進入法による腰椎椎弓切除術の経験. 東日整災外会誌 18 : 405-408, 2006
- 15) 網代泰充, 徳橋泰明, 古賀昭義ほか : 棘突起縦割進入法による腰椎椎弓切除術. 東日整災外会誌 19 : 141-145, 2007
- 16) Bogduk N, Wilson AS, Tynan W : The human lumbar dorsal rami. J Anat 134 : 383-397, 1982

シンポジウム

腰部脊柱管狭窄[症]に対する手術戦略

腰椎棘突起縦割式椎弓切除術

渡辺 航太 千葉 一裕

臨床整形外科

第46巻 第6号 別刷

2011年6月25日 発行

医学書院

腰椎棘突起縦割式椎弓切除術

渡辺 航太*¹⁾ 千葉 一裕*²⁾

Lumbar Spinous Process-splitting Laminectomy for Lumbar Spinal Canal Stenosis

Kota WATANABE*¹⁾, Kazuhiro CHIBA*²⁾

臨整外 46 : 507~513, 2011

Key words : 腰部脊柱管狭窄[症] (lumbar spinal canal stenosis), 棘突起縦割式椎弓切除術 (spinous process-splitting laminectomy), 低侵襲手術 (less invasive surgery)

腰椎棘突起縦割式椎弓切除術(縦割術)は、脊柱管内に病変を有する腰部脊柱管狭窄[症]に適応される。変性すべり症に対しても 1) 当該椎間の%slip が 20%以下, 2) 側方すべりを認めない, 3) 後方開大 10°以下を満たす症例では縦割術が適応される。縦割術の長所は①術後創部痛の軽減, ②傍脊柱筋の温存, ③良好な視野と十分な working space, ④椎間関節の温存, ⑤後方正中支持組織(棘突起, 棘上/棘間靭帯)の温存が挙げられる。問題点としては, 縦割した棘突起が椎弓から遊離するため脊柱の安定性が減少する懸念がある。また, 死腔の減少による硬膜外血腫の発生が懸念されるため, 閉創前の十分な止血操作, ドレーンの硬膜外への確実な設置が必要である。

はじめに

腰部脊柱管狭窄[症] (lumbar spinal canal stenosis : LCS) に対する椎弓切除術は, 最も一般的な脊椎手術手技の 1 つである。しかし, 従来施行されてきた広範椎弓切除術は, 術後一部の症例において傍脊柱筋の広範な剥離による著明な筋萎縮と背筋力低下^{16,17,21,23)}, 棘突起や棘上/棘間靭帯など後方支持組織の切除による術後脊柱弯曲異常や不安定性^{6,7,10,20)}などが報告されてきた。そのため, われわれは LCS に対し, 腰椎後方要素の温存を目的とした「腰椎棘突起縦割式椎弓切除術」(以下, 縦割術)を施行してきた²⁵⁻²⁷⁾。今回は縦割術の適応, 有効性, 手術手技, 合併症などにつき概説する。

適応

縦割術の適応は脊柱管内に病変を有する LCS

である。椎間孔部狭窄への適応は, 脊椎造影や造影後 CT などの画像を慎重に検討し, 椎間関節が 2/3 以上温存が可能であるようなら縦割術を採用し, それ以上の椎間関節の切除が必要な場合は, 椎体間固定術の適応を検討する。なお, 椎間孔外狭窄への本術式の適応はない。当科で LCS に対して縦割術を行った 145 例(平均年齢 73±6 歳)の平均日本整形外科学会腰痛治療成績判定基準 (JOA スコア)は, 術前 14.5±4.6 点が術後 2 年時には 24.8±4.2 点に改善し, 平均改善率は 71±25%で良好な成績が得られた。同一椎間に対する再手術は 4 例 (2.8%) であり, 除圧椎間の不安定性が原因で腰下肢痛が再発した 1 例に対し再手術 (固定術)が施行された。そのほか除圧椎間に対し腰椎椎間板ヘルニア摘出術を 2 例に, 椎間関節嚢腫切除を 1 例に行った。

腰椎変性すべり症 (degenerative spondylolisthesis : DS) を伴った LCS に対しても縦割術は適応される。しかし, どの程度の不安定性を伴った症例まで縦割術を適応するかがポイント

*¹⁾ 慶應義塾大学先進脊椎脊髄病治療学 [〒160-8582 新宿区信濃町 35] Department of Advanced Therapy for Spine and Spinal Cord Disorders, Keio University, School of Medicine

*²⁾ 慶應義塾大学整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Keio University, School of Medicine

である。欧米では、DS に対して固定術を推奨する報告が主流であるが、その一方、本邦では DS に対する除圧術の有効性を報告した論文が散見されるように^{3,14,24,28,29}、DS に対する手術治療は、後方除圧術のみか固定術を併用するか、いまだ議論が尽きない。しかし、高齢者では全身合併症を伴う場合が多いことから、DS を合併した LCS に対して、われわれは可能な限りより侵襲の少ない縦割術を選択してきた。そのため当科における縦割術の適応基準は以下の3点としてきた。

- 1) 当該椎間の%slip が20%以下。
- 2) 側方すべりを認めない。
- 3) 後方開大10°以下。

65歳以上で、%Slip 10%以上のDSを伴ったLCSに対する縦割術の治療成績の検討では、%slipは術前17.3±5.3%から術後2年時には18.8±5.9%へ、平均1.5%の有意なすべりの進行を認めたが、術後2年時のJOAスコアまたはJOAスコア改善率はLCS例と同等であった。そのため、上記の適応基準を満たすDS例に対する縦割術の適応は妥当と考えられた。一方、術前%slipが20~25%を超える症例では、術後2年時のJOAスコアが低下する傾向にあったことより、固定術の適応を考慮すべきと考えられた。しかし、本検討に含まれている%slipが20%を超える症例のほとんどが、なんらかの重篤な全身合併症を有していたため、その影響の可能性もある。縦割術か固定術かの決定は、術前%slipの程度だけでなく、手術侵襲や術前合併症の有無も含め、慎重に検討する必要がある。

長所と限界

縦割術の長所として、①術後創部痛の軽減、②傍脊柱筋の温存、③良好な視野と十分なworking space、④椎間関節の温存、⑤後方正中支持組織(棘突起、棘上/棘間靭帯)の温存、が挙げられる。以下にその内容を概説する。

1. 術後創部痛の軽減^{2,13,19,26}

LCSに対する縦割術と、傍脊柱筋を棘突起から剝離し除圧操作を行う従来の椎弓切除術で、術後

創部痛に関する前向きランダム化比較試験を行った²⁶。両群に対し術後3,7日目にアンケート調査を行い、創部痛のみに注目したvisual analogue scale(VAS)、痛みの深度、痛みの持続時間、日整会腰痛疾患治療成績判定基準の日常生活動作項目(JOA-ADLスコア)を用いた腰痛関連QOLを評価した。その結果、平均VASは術後3日目では両群同等であったが、術後7日目には縦割群で有意な低下を認め、従来群と有意差を認めた。痛みの深度も、術後3日目で両群間に有意差を認めなかったが、術後7日目には縦割群で有意な改善を認めた。痛みの持続時間は縦割群で術後3日目と比較して術後7日目には有意に低下したが、従来群では有意な低下は認められなかった。JOA-ADLスコアは術後3日目で縦割群が従来群より術後早期に回復していた。以上から、縦割術は従来法に比べ、術後疼痛の早期軽減、早期ADL回復が得られると考えられた。

2. 傍脊柱筋の温存²⁵⁻²⁷

縦割術では棘突起に付着する筋の付着部が温存されるため、傍脊柱筋への損傷が最小限に抑えられる。さらに傍脊柱筋の剝離範囲も最小限にとどめることが可能であり、同筋に分布する神経血管束⁴⁾の損傷が回避され、阻血や脱神経による筋の変性あるいは萎縮も予防できる可能性がある。

1) 術後CPK, CRP値の検討²⁶⁾

前述したLCSに対する縦割術と従来法の前向きランダム化比較試験において、CPKおよびCRP値の検討を行った。その結果、CPK値は術後3日目に縦割群で有意に低値であった。一方、CRP値は術後7日目に縦割群で有意に低値であり、縦割術の傍脊柱筋への低侵襲性が示唆された²⁶⁾。また、嶋村ら²²⁾も縦割術後はCPK値の変動幅が従来法に比べて少ないことから、縦割術の低侵襲性を証明している。

2) MRIでの検討^{25,26)}

LCSと従来法のretrospectiveな研究で、術後2年時の傍脊柱筋の筋萎縮率を比較検討した結果、縦割術5.3±6.6%、従来法23.9±17.5%で、縦割術において有意に傍脊柱筋が温存されていた。さらに前述した縦割術と従来法の前向きラン

ダム化比較試験においても、術後1カ月の傍脊柱筋の萎縮率は縦割術 $24 \pm 15\%$ 、従来法 $43 \pm 22\%$ で、縦割術で有意に傍脊柱筋が温存されていた。

3. 良好な視野と十分な working space

近年、様々な低侵襲手術が開発、報告されている。その多くの手術が内視鏡、手術用顕微鏡や X 線透視などの特殊な手術機材を使用し小切開や小展開にこだわるため、術野や working space が限定される傾向にある。そのため術野のオリエンテーションの把握が困難になり、手術手技の習熟は容易でない場合が多い。縦割術では正中に存在する棘突起を縦割して左右に圧排するため、良好な視野と神経除圧のための十分な working space が得られる(図1)。そのため、ラーニングカーブは存在しないと考える。

4. 椎間関節の温存

内視鏡、手術用顕微鏡を用いた片側進入手術では進入側の椎間関節切除量の増加が1つの問題点と考えられている。縦割術では対側から外側陥凹部への良好な視野が得られるため(図1)、同部を除圧する際、対側から椎間関節の内側を容易にノミで under cut できる。そのため、縦割術では両側の椎間関節の十分な温存が可能である。

5. 後方正中支持組織(棘突起、棘上/棘間靭帯)の温存

縦割術では棘突起とともに付着する棘上靭帯、棘間靭帯も縦割し、除圧終了後には再建するため、それらの後方正中支持組織が温存される。そのため、術後の不安定性の増大を予防できる可能性がある。教室の飯塚ら⁹⁾は、DS に対する縦割術後は %slip や椎間可動域は増大するが、棘上/棘間靭帯を犠牲にする従来の手技と比較すると、その不安定性は小さかったと報告した。

問題点

本法の問題点は、縦割した棘突起が椎弓から遊離するため、伸展筋群の力が脊柱に十分に伝達されず、脊柱の安定性が減少する懸念があることで

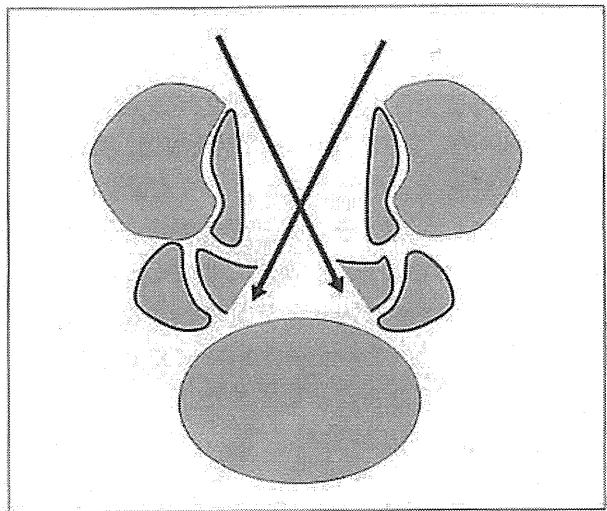


図1 縦割術で得られる視野

縦割術では棘突起を縦割して左右外側に圧排することにより、左右の外側陥凹部への良好な視野が得られる。

ある。しかし、過去の報告をみると、術後に X 線上の不安定性の出現は認めていない^{1,2,5)}。また前述した DS を対象とした術前後の X 線像の検討でも、術後の椎間可動域の増加の程度は従来法に比べ少なかった⁹⁾。近年では縦割した棘突起を椎弓の基部に縫着し、椎弓との連続性を再建する術式も報告されており^{9,10)}、1つの問題解決法と考えられる。

本法による多椎間除圧例では、傍脊柱筋の損傷が増加する傾向にあり、小松原ら¹¹⁾は、縦割術で手術侵襲を軽減できるのは1-2椎間除圧までと報告している。その原因として加藤ら¹¹⁾は、多椎間除圧に伴う retraction time の増加に伴い、傍脊柱筋への侵襲が増加したと考察している。内視鏡や手術用顕微鏡を用いた低侵襲手術の多くが、多椎間除圧の場合、それぞれの椎間に対し別皮切を加えるが、本術式は同一皮切を頭尾側に広げるため、多椎間除圧の際は傍脊柱筋の retraction time が増加し、損傷が増加すると考えられた。Kawaguchi ら¹²⁾の報告のように、術中の傍脊柱筋の retraction も術後筋萎縮の大きな原因となる。そのため、多椎間除圧の際は、除圧椎間のみを開創器をかけるなどの retraction time を減らす工夫も重要である。

今後は縦割術のアライメントへの長期的な影響、いくつの棘突起の縦割まで許容されるかなど、



図2 縦割する棘突起の決定

1 椎間除圧の場合、除圧椎間の頭側の棘突起を縦割する。例えば L4/5 の除圧では L4 棘突起を縦割する(青)。そして、L4 椎弓の尾側 1/2 および L5 椎弓頭側の一部を掘削する(オレンジ)。

さらなる検討が必要である。

手術手技のポイント

1. 縦割する棘突起の決定

1 椎間除圧の場合、除圧椎間の頭側の棘突起を縦割する。例えば L4/5 の除圧では L4 棘突起を縦割する(図2)。2 椎間の除圧の場合は 3 通りの方法がある。L3/4, L4/5 の除圧を例に説明する。

①L3, L4 棘突起の縦割：通常、用いられる方法

で L3, L4 棘突起の縦割により両椎間に対し、十分な視野と除圧のための working space が得られる。

②L4 棘突起と L3 棘突起の尾側 1/2 の縦割：L4 棘突起の縦割により L4/5 椎間の展開が得られ、L3 棘突起尾側 1/2 の縦割により L3/4 の展開が得られる。L3 棘突起基部を温存できる。

③L4 棘突起のみ縦割：L4 棘突起の縦割により、L4/5 椎間の展開は得られる。しかし L3/4 椎間は、尾側から頭側に向かって掘り込むように除圧する。L3/4 の展開が不十分になるため、正中狭窄には対応可能であるが、外側狭窄による神経根障害には除圧不足になる可能性がある。両側の神経根を十分に確認するためには、L3 棘突起遠位の部分切除と手術用顕微鏡が必要である。

2. 棘突起先端の露出

電気メスで皮下脂肪を切開して、棘突起の上端部を露出する。先端部から軟部組織を剝離し骨組織を露出するが、剝離は最小限にとどめて筋・靭帯付着部を温存する。

3. 棘突起の縦割

直径 2 mm のエアトームで棘突起先端の皮質骨を削り棘突起内の海綿骨を露出し(図3)、同部からノミで棘突起を縦割する(図4)。Cobb エレベーターまたは曲がりノミで縦割した棘突起の基部を椎弓から分離する(図5)。外側への展開の際、通常 L4/5 の椎間関節を露出する必要はない。

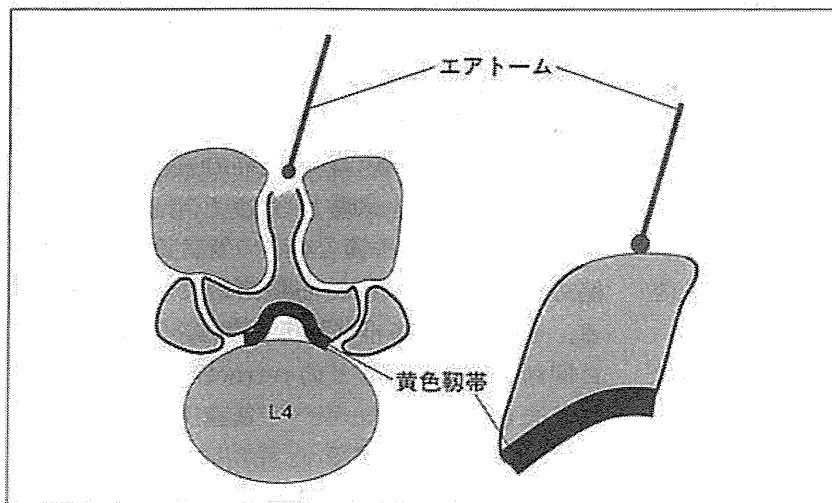


図3 棘突起先端の縦割

直径 2 mm のエアトームで棘突起先端の皮質骨を削り、棘突起の海綿骨を露出させる。

図4 棘突起の縦割
ノミで棘突起を縦割する。

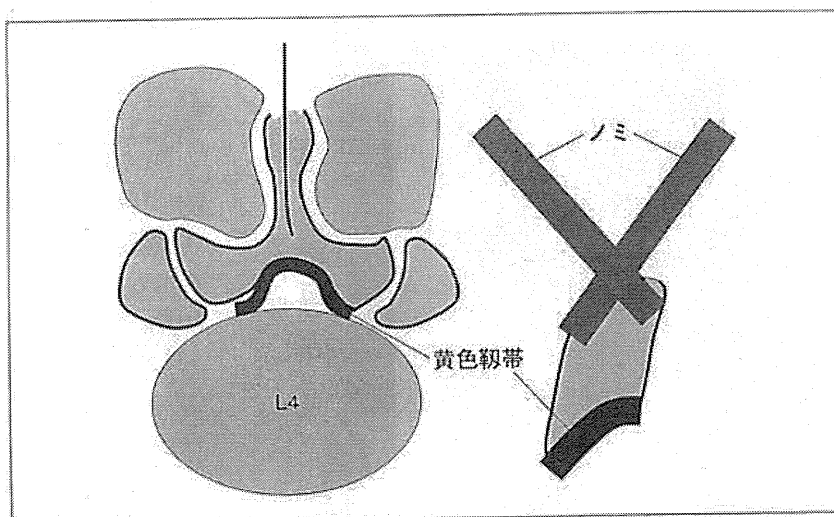
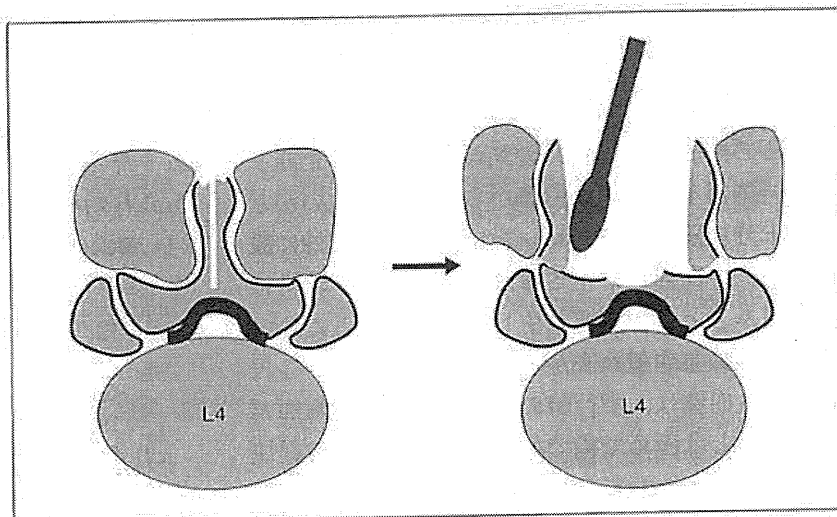


図5 縦割した棘突起の展開
縦割した棘突起を Cobb エレベーター
または曲がりノミで棘突起基部から分
離させる。そして、開創器をかけ、除
圧椎間を露出する。外側への展開の際、
通常、椎間関節を露出しなくても十分
な視野が得られる。



4. 除圧

エアトームで黄色靭帯の周囲を掘削して、黄色靭帯の露出と切除を行う。術前に椎間関節ならびに外側陥凹部の形態をチェックし、どの程度椎間関節切除が必要かを確認しておく。外側陥凹部を対側からノミでトランペット型に切除して、同部を解放する。ノミによる骨性組織の切除は、なるべく黄色靭帯の切除前に行う。

5. 閉創

硬膜、神経根の除圧を確認後、縦割した棘突起の正中部に 2 mm のエアトームで穴を 1~2 カ所作製し、非吸収糸を用いて棘突起を縫合、再建する(図 6)。棘間靭帯も縫合する。

合併症と対策

当科で LCS に対して縦割術を行った 145 例において、術後合併症は 19 例(13.1%)に発生し、その内訳は、術後血腫 9 例(6.2%)、硬膜損傷 5 例(3.4%)、創癒合不全 3 例(2.0%)、一過性神経麻痺 1 例、創感染 1 例であった。

1. 硬膜損傷

硬膜損傷を生じた際は、同部を丸針 5-0 糸で縫合、修復し、硬膜損傷部からの髄液の漏出を最小限にとどめるよう努める。閉創前、修復部にはポリグリコール酸不織布シートやフィブリン糊を用いて修復部を補強する。

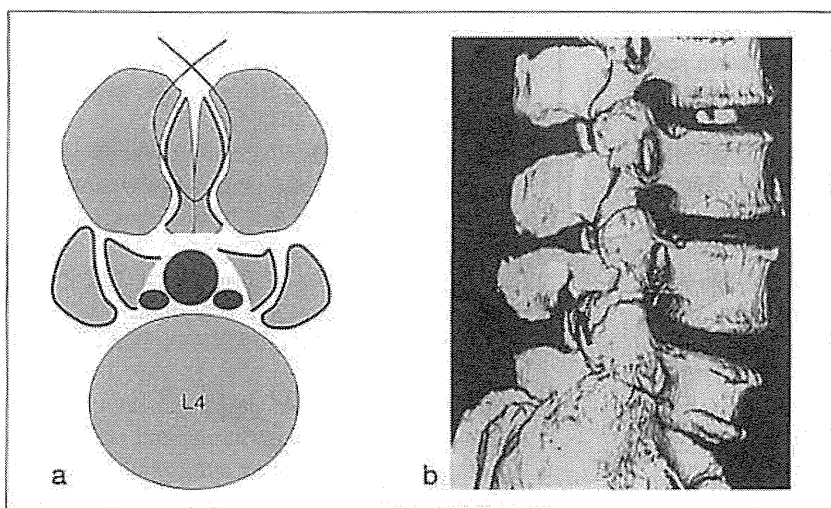


図6 閉創

除圧終了後，縦割した棘突起の正中部に2mmのエアトームで穴をあけ，同部を用いて棘突起を縫合，再建する(a)．術後3DCTで，再建された棘突起が確認できる(b)．

2. 硬膜外血腫

死腔の減少による硬膜外血腫の発生が懸念される．そのため閉創前には十分な止血を行う．硬膜外からの出血はゼラチン製剤などを用いて止血する．開創器を外し，筋組織からの出血がないかどうか十分に確認し，ドレーンは確実に硬膜外に設置する．手術当日に生じる急性の血腫は，非常に強い痛みとともに麻痺を生じることがあるため，時として緊急血腫除去が必要になる．術後2～3日で生じる血腫は，歩行時の疼痛がメインで麻痺が生じることは極めて稀である．また，安静で軽快する場合がほとんどなので，疼痛をコントロールしたうえでの経過観察でよい．

3. 創癒合不全

過度に小さい皮切では，展開時の皮膚の過剰な牽引，また電気メスでの火傷などを原因に，創癒合不全が生じる．そのため，ある程度皮膚に余裕を持たせるため，例えばL4/5の除圧の際は皮切をL5棘突起上1/3程度まで延長すると過剰な皮膚の牽引が必要なくなる．また，電気メスはネラトンチューブでカバーして，先端のみを露出するようする．

まとめ

今回は縦割術の適応，有効性，手術手技，合併症などにつき概説した．棘突起を傍脊柱筋の剥離を行わず縦割する本法の長所として，①術後創部痛の軽減，②傍脊柱筋の温存，③良好な視野と十

分な working space，④椎間関節の温存，⑤後方正中支持組織(棘突起，棘上/棘間靭帯)温存が考えられた．さらに，術後2年時の臨床成績も良好であったことから，本法はLCSに対する低侵襲かつ有効な手術方法であると考えられる．

文 献

- 1) 相川大介，市村正一，佐野秀仁・他：腰部脊柱管狭窄症に対する棘突起縦割侵入法による術後成績〈従来法との比較及び術後 alignment〉．日脊会誌 19：294，2008
- 2) 網代泰充，徳橋泰明，古賀昭義・他：棘突起縦割進入法による腰椎椎弓切除術．東日整災外会誌 19：141-145，2007
- 3) 馬場逸志，村上 健：【腰椎変性疾患に対する spinal instrumentation 適応と問題点】腰椎変性すべり症に対する固定術の是非，非固定術の立場から．臨整外 32：1303-1309，1997
- 4) Bogduk N, Wilson AS, Tynan W: The human lumbar dorsal rami. J Anat 134: 383-397, 1982
- 5) 長谷 斉，三上靖夫，岡本慎一・他：棘突起正中縦割進入法による椎弓形成術の術後成績．多椎間変性腰部脊柱管狭窄症を中心に．日整会誌 82：S 325，2008
- 6) Hindle RJ, Percy MJ, Cross A: Mechanical function of the human lumbar interspinous and supraspinous ligaments. J Biomed Eng 12: 340-344, 1990
- 7) Hopp E, Tsou PM: Postdecompression lumbar instability. Clin Orthop 227: 143-151, 1988
- 8) 飯塚慎吾，渡辺航太，松本守雄・他：腰椎変性すべり症に対する棘突起縦割式椎弓切除術の検討．日脊会誌 19：421，2008
- 9) 神 與市，八木貴史，村島一平・他：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．脊椎脊髓神手術手技 9：92-97，2007