

Endoscopy (内視鏡) 支援の tubular retractor を使用した MIS-TLIF

高野裕一^{*1}

稲波弘彦^{*2}

Abstract : Endoscopy を併用した MIS-TLIF の基本操作は, tubular retractor 操作を駆使して行う手術である。内視鏡下除圧術(MED・MEL)の手技を習得することにより, TLIF の操作が完遂できる。本法は, 出血量, 手術時間, 術後疼痛などにおいて従来法 TLIF より低侵襲であるだけでなく, 同様の臨床成績を獲得できる。術中の硬膜損傷, 術後の感染・偽関節・固定隣接椎間障害などの各種合併症に対しても, 内視鏡支援により tubular retractor を通して一連の処置が可能なため有用な術式である。Endoscopy により得られる鮮明な内視鏡画像は, 術中に手術スタッフ全員で共有することにより手術を安全に進めることができるのはもちろんであるが, 術後において術者のさらなる技術鍛錬や新たな脊椎外科医の技術研修や手術スタッフの教育の強力なツールとしても有効性が発揮される。

(J MIOS. No. 76 : 69-78, 2015.)

はじめに

腰椎変性疾患に対する tubular retractor を使用した内視鏡支援(内視鏡下: assistance endoscopy)の後方経路腰椎椎体間固定術(ME-PLIF: microendoscopic posterior lumbar interbody fusion)は, 従来法に準じた手術適応で従来法 PLIF (posterior lumbar interbody fusion)あるいは TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion)と同等の手技を取り入れて従来法同様の臨床成績を獲得できる手技である^{1)~5)}。本法は, 腰椎椎間板ヘルニアや狭窄症に対する内視鏡下除圧術が基本として, さらに広範囲の内視鏡下除圧を

行い, 椎体間の操作(母床作成, 骨移植とケージ挿入移動設置)を行う⁶⁾。従来法と比較して椎体間の骨移植量も従来法と遜色なく骨癒合率も同等である⁷⁾。従来法との臨床成績の比較では, 術中出血量の減少, 術後疼痛の軽減, 術後在院日数の短縮を達成できるだけでなく, 手技に慣れることで手術時間の短縮も可能となるため, 低侵襲脊椎外科手術の条件を満たしてきている。

必要な器具

- ・内視鏡手術セット tubular retractor (18 mm, 20 mm, 22 mm), METRx システム(メドトロニック, 日本ストライカー)

Key words : 内視鏡下手術(microendoscopic surgery)
後方経路腰椎椎体間固定術(posterior lumbar interbody fusion)
内視鏡支援(assistance endoscopy) Tubular surgery
低侵襲脊椎手術(minimally invasive spine surgery) TLIF

^{*1} Takano Yuichi, 〒133-0056 東京都江戸川区南小岩 8-17-2 岩井整形外科内科病院, 院長

^{*2} Inanami Hirohiko, 〒140-0002 東京都品川区東品川 3-17-5 稲波脊椎・関節病院, 院長

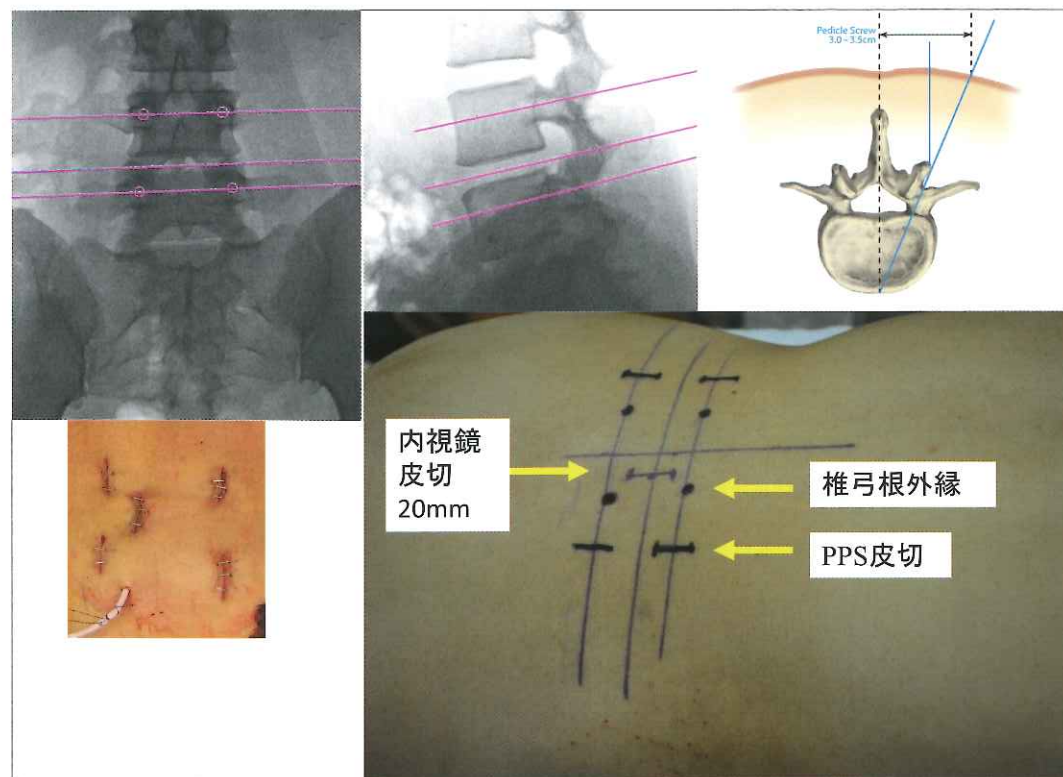


図 1. MIS-TLIF(1 椎間)の皮膚切開の術前マーキング

- ・内視鏡用の骨ノミ (5 mm の osteotome : 田中医科器械製作所)
- ・母床作成 シェーバー, リング鋭匙
- ・各種ケージセット : 18 mm で挿入可能なシステムが必要である。特にケージホルダーが筒を通ることを確認する。

C-Shape 型 : Milestone(メドトロニック), AVS(日本ストライカー), Zyston(ジンマー・バイオメット), Oblique lateral cage(ニューベシブ), T-Pal(ジョンソン&ジョンソン)

Box 型 : Prospace(エースクラップ), TELAMON PEEK, TELAMON Titanium(メドトロニック)

- ・経皮的椎弓根スクリュー(PPS)システム

手術手技

1. 術前計測と術前準備

術前に進入側と対側の椎間関節の形状を CT や MRI で確認する。椎間関節の位置が TLIF の皮膚切開部分となり、通常は正中から外側に約 20 mm

としている。CT 画像で椎弓根間距離を測定する。特に椎弓根外縁の間の距離を測定する。これが PPS の刺入点(entry point)と軌道(trajec-tory)の決定に重要である。

手術台の下に C-arm が入るように手術台の位置を調整する。四点台に患者を腹臥位にした後、手術部位をアルコール消毒する。その後イメージ下に術前計測した位置にマーキングをする(図 1)。イソジナルコールで消毒したのちにドレーピングを施行する(図 2, 図 3)。

2. Tubular retractor の挿入と椎間関節の確認

18 mm の tubular retractor の皮膚切開は正中から約 20 mm 外側の縦切開とする。ダイレーターの先端で上位の椎弓と椎間を触れることと透視でレベル確認をする。この時ダイレーターの方向はほぼ椎間板の終板に平行であることが望ましい。ダイレーターで椎弓の頭尾側と内外側の軟部組織の剝離を行う。徐々に太いダイレーターを使用し、筋層を拡大し、18 mm の tubular retractor を



図 2. 2 方向透視のためのドレーピング



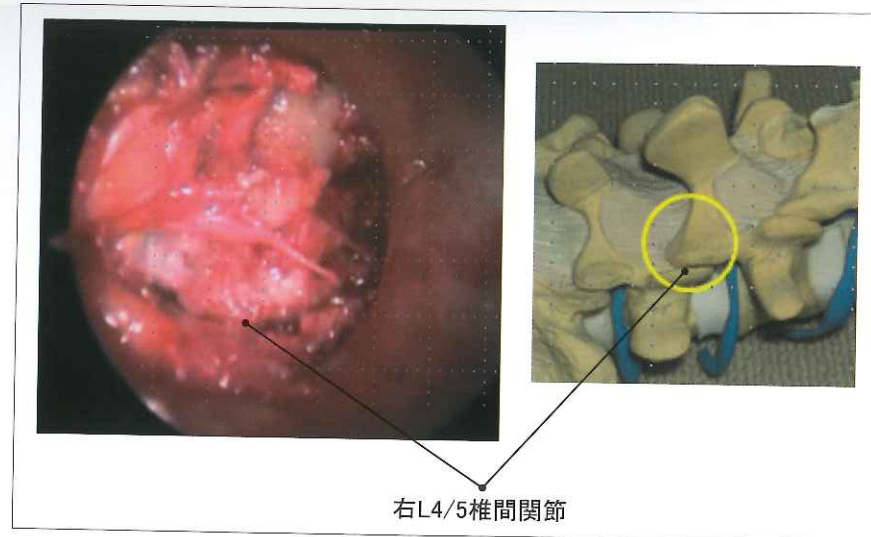
図 3.
内視鏡下 TLIF の実際

挿入設置する。筒の先端を椎弓から外側に移動して椎間関節を確認するか、椎間から下関節突起の尾側端を展開して椎間関節を確認する(図 4)。この位置に tubular retractor が設置されると、内外側に倒すことにより、椎間孔外までの骨切除および観察や対側除圧が可能となり、頭尾側に倒すことにより上位腰椎の椎弓根尾側から下位腰椎の椎弓切除まで容易になる。特に、分離すべり症には

分離部切除により exiting nerve root の除圧確認が必要となるためこの操作は極めて重要となる。

3. 骨切除による黄色靱帯浮上 : 進入側(神経根確認), 頭側(exiting nerve root の確認), 尾側(黄色靱帯付着部の確認), 対側(対側の神経根外縁を確認)

骨性除圧の基本は進入側の椎弓と椎間関節切除である。椎間孔狭窄や局所変性側弯では片側の



右L4/5椎間関節

図 4. 椎間関節の展開と内視鏡画像

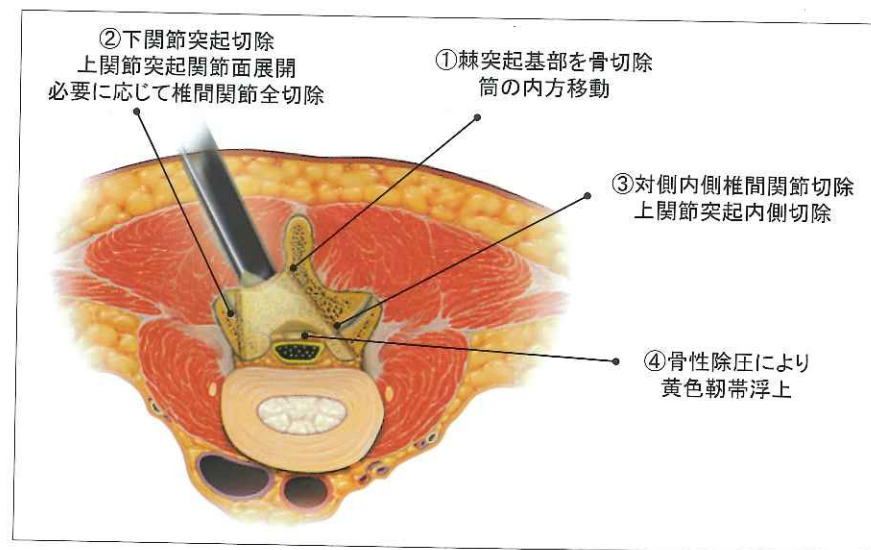


図 5. ME-PLIF に必要な両側椎間関節切除. 骨性切除による黄色靱帯浮上が必要

(METRx(メドトロニック)手技書より引用改変)

tubular retractor 設置で進入側の椎間関節全切除を行う。脊柱管狭窄があり対側の神経根の確認が必要な場合には対側内側椎間関節切除を追加する(図5)。再手術症例などで対側の椎間関節全切除が必要な場合には、進入側の皮膚切開と左右対称に対側にも tubular retractor を設置して骨性除圧やケージ挿入操作を行う。

進入側の椎間関節の切除に関しては、安全にケージ挿入が可能なスペースを確保することを優先して、椎間関節全切除を行うことが多い。進入

側の椎弓切除と上位固定椎の下関節突起を切除して下位腰椎の上関節突起の椎間関節を展開し切除する。Exiting nerve root を確認する場合には、上位固定椎弓根の下縁レベルまで切除して神経根を椎間孔外まで除圧する。対側は必要に応じて椎間関節内側部分切除を追加し対側の神経根を確認する。骨移植に局所骨を使用しているため骨ノミ(osteotome)を使用している(図6)。骨ノミの使用手順としては、まず上位椎弓、椎間、下位椎弓の軟部組織を剥離・切除して椎間から下関

図 6.
ME-TLIF に必要な両側椎間関節切除
a : 正面
b : 側面

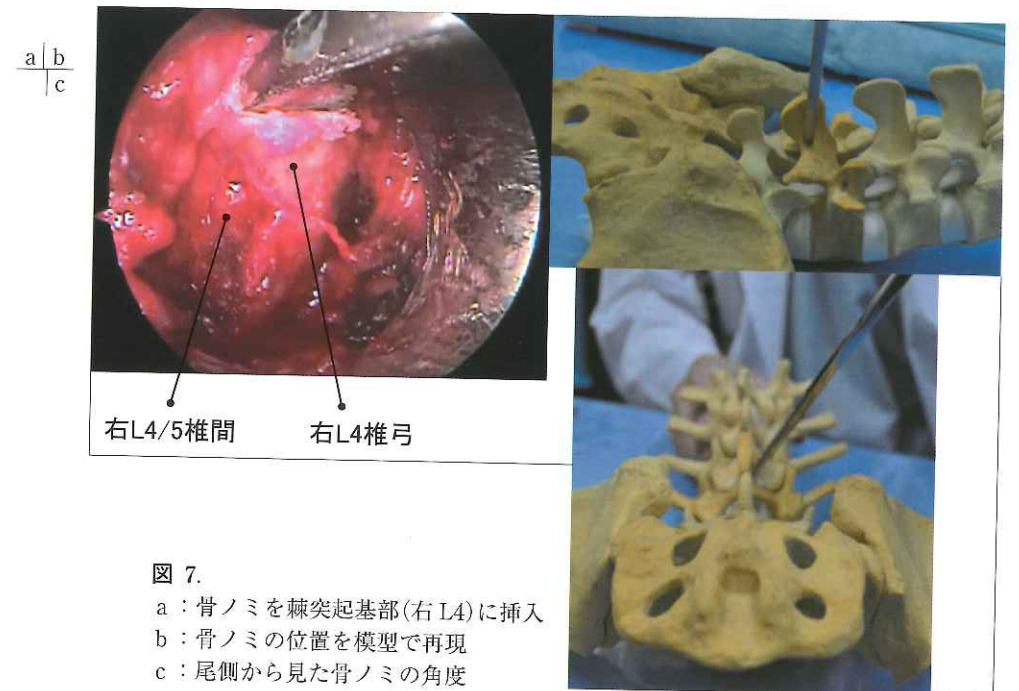


図 7.
a : 骨ノミを棘突起基部(右 L4)に挿入
b : 骨ノミの位置を模型で再現
c : 尾側から見た骨ノミの角度

節突起と十分展開する。骨ノミの開始部分は棘突起基部としている(図7)。骨ノミを内外側に傾けることにより対側椎弓と同じような角度で骨ノミを進入させる。術前計画に基づいて頭尾側および内外側の上位椎弓切除範囲まで除圧する。椎間孔狭窄の場合には椎間関節全切除により exiting nerve root を脊柱管内から椎間孔外まで除圧する。すべり症の場合には上位腰椎の進入側の椎弓根尾側まで切除する。上関節突起が張り出している場合には下位椎弓を除圧できるまで骨切除する。基本は頭尾側の黄色靱帯付着部を含めて骨切除する(図8)。

対側は、tubular retractor を傾けて対側椎弓の内側の骨切除を行う。この段階では黄色靱帯は残しておく。頭尾側および下関節突起内側の骨切除が完了すると黄色靱帯が浮上してくる。対側に上

関節突起の関節面が展開されるので内側上関節突起切除を追加する。この操作により対側の黄色靱帯は完全に浮上することになる。黄色靱帯切除に先立って必ず、Penfield など硬膜と黄色靱帯に癒着がないことを確認した後に、浮上した黄色靱帯を鋭匙やケリソで切除していくと対側の硬膜外縁と椎間板が展開される(図9)。

この一連の操作のなかで骨性狭窄がある部分に無理に鋭匙やケリソを入れるのは硬膜損傷の原因になる。骨ノミで割るかエアドリルや超音波メスにより骨性除圧して黄色靱帯を浮上することが望ましい。

4. 進入側の椎間板の展開

傾けていた筒を垂直に戻して進入側の操作に移る。進入側は椎弓から椎間関節除圧と黄色靱帯切除を行う。椎間関節腹側から椎間孔内にある黄色

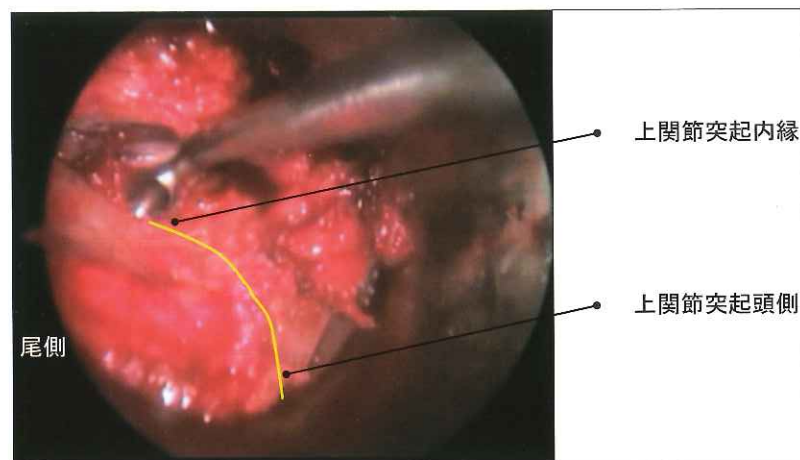


図 8. 進入側の上関節突起(右 L5)の展開と鋭匙による内縁の確認
黄色の線は上関節突起内縁から頭側縁を示す。

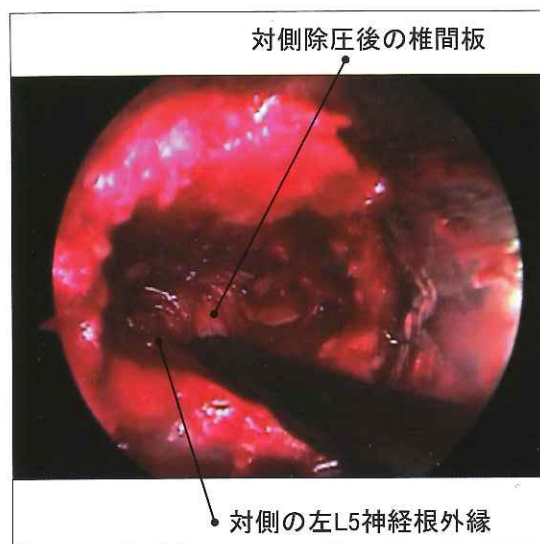


図 9. 対側内側椎間関節切除後、Penfield による
左 L5 神経根外縁のレトラクトと L4/5 椎間
板の展開

靱帯を剥離して切除する。この際に硬膜外静脈叢からの出血に注意する。通常バイポーラで止血可能であるが、止血困難な場合には止血剤(インテグラン®(日本臓器)など)を使用する。対側除圧をする際に進入側には止血剤で覆っておく。対側骨除圧が終わった後に止血剤を詰めて進入側の椎間板操作に移る。硬膜および神経根をレトラクトするために硬膜静脈叢の処置や切除が必要である。止血が可能となったら椎間板操作に移る。椎間板メスで椎間板および後縦靱帯を切開・切除する。

椎体間の狭小化が強い場合には椎間にノミの先端を入れて広げることもある。順次、大きいシェーバーにより椎体間を拡大する。

5. 椎間板郭清と母床作成：シェーバー、リング鋭匙操作(図 10)

移植母床作成、椎体間前方への局所骨移植、移植骨量に応じて β -tricalcium phosphate (Superpore ハードタイプ β -TCP, PENTAX) を使用し、腸骨より採取した 1 椎間あたり 5 ml の骨髓液移植を追加する⁶⁾。椎体間前方にインサーターを用いて骨移植した後に片側より内視鏡下に 1 個の MILESTONE PEEK CAGE® の挿入と回旋設置を行った。

6. 適正なケージの種類とサイズ選択とケージ挿入法

実際にはケージサイズと最大高と最大幅の実測値には相違があるため術前計測が必要である。たとえば TELAMON の場合、22 mm の PEEK では、8 mm・8° は最大高 11.4×最大幅 10.0 mm、10 mm・3° は最大高 12.2×最大幅 10.0 mm、TITANIUM (10 mm) の 8° は最大高 11.5×最大幅 10.0 mm で 3° は最大高 10.5×最大幅 10.0 mm となり、計測上は 18 mm の tubular retractor で挿入可能となる。それ以上のケージサイズを使用する場合には適宜 20 mm あるいは 22 mm の tubular retractor を使用する。実際に内視鏡下に tubular retractor により挿入可能だったケージ

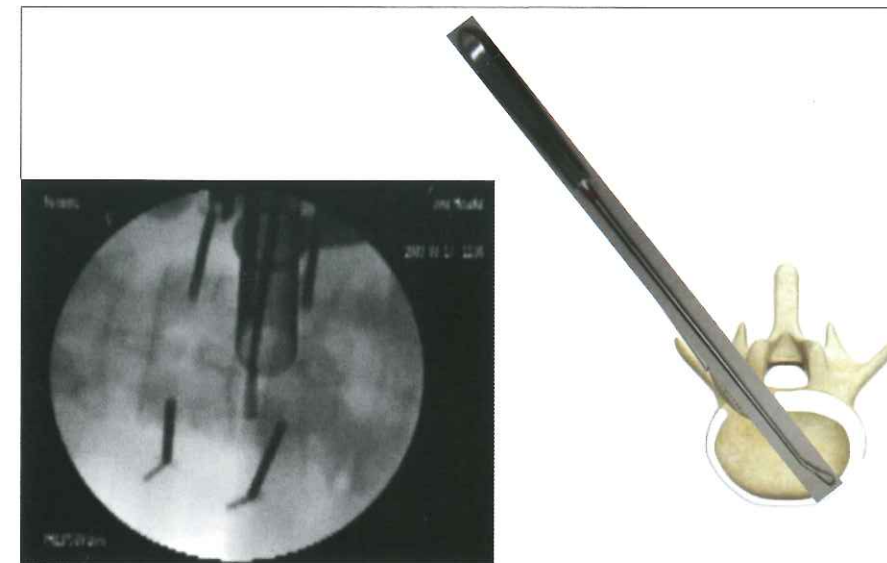


図 10. 進入側から対側揺爬

ケージ・チューブレトラクター対応表

適応 シェーバー	ケージ サイズ	25mm マイルストーン	30mm マイルストーン	26mm AVS	31mm AVS	27mm ZYSTON	32mm ZYSTON	キャップ ストーン	テラモン ピーク		テラモン チタン	
6mm	6mm							18mm				
7mm	7mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm				
8mm	8mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm			8mm 3°	18mm
9mm	9mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm	8mm 3°	18mm	8mm 8°	18mm
10mm	10mm	18mm	20mm	18mm	20mm	18mm	20mm	18mm	8mm 8°	20mm	10mm 3°	20mm
11mm	11mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	10mm 3°	20mm	10mm 8°	20mm
12mm	12mm	20mm	22mm	20mm	22mm	20mm	22mm	20mm				
13mm	13mm	22mm	22mm	22mm	22mm	22mm	22mm	22mm				
14mm	14mm			22mm	22mm	22mm	22mm	22mm				

図 11. 適応シェーバーによるケージの種類とサイズ選択

は、Milestone/Capston(メドトロニック)、Prospace(エースクラップ)、AVS(日本ストライカー)、Zyston(ジンマー・バイオメット)、Oblique lateral cage(ニューベイシブ)、T-Pal(ジョンソン&ジョンソン)であり、適正なケージの種類と tubular retractor のサイズ選択に関しては対応表(図 11)を作成している。例として、TELAMON PEEK の 8×10×22 mm (8°) と 10×10×22 mm (3°) には 20 mm の tubular retractor を使用し、Milestone の 12×30 mm や Zyston の 12×32 mm などを選択する場合には、22 mm の tubular

retractor を使用する。

ケージ挿入方法(図 12)

2つのボックスケージの挿入方法は、椎間板切開後に軟骨終板を十分に切除して母床を作成し、局所骨移植を基本とした。移植骨量に応じて骨基質の代替としての β -tricalcium phosphate (TCP) の移植と骨髓液移植、あるいは腸骨移植を追加した。片側より内視鏡下に 1 個のケージを挿入した後に、1 個目のケージを対側に移動した後に骨移植を追加した。その後 2 個目のケージのスペースを確保したうえで 2 個目のボックスケージを挿入

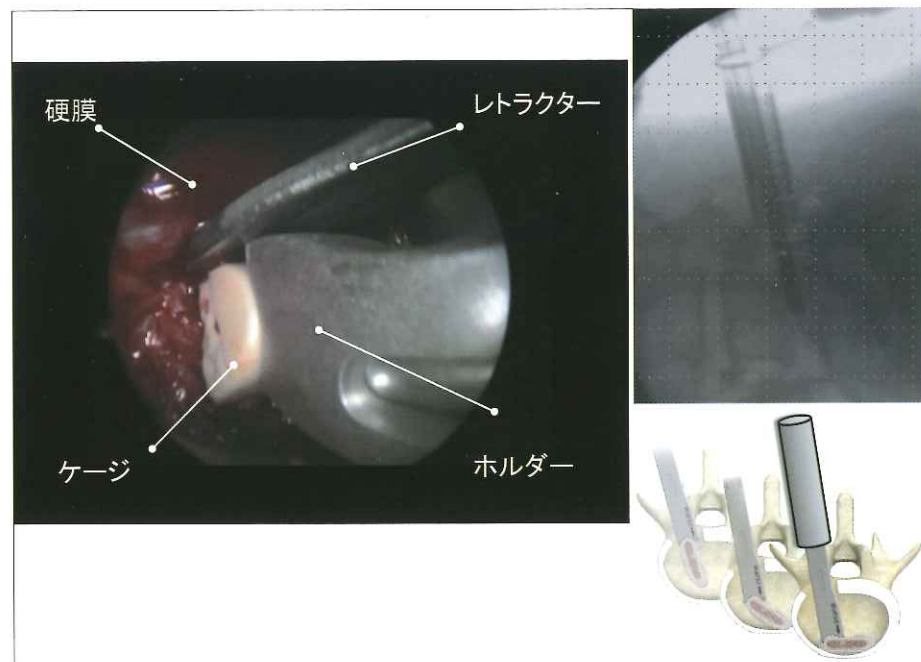


図 12. 右 L4/5 椎間からケージ挿入。硬膜はレトラクターにより安全にレトラクトされている。

した。

C-shape 型ケージの挿入方法

椎体間前方にインサーターを用いて骨移植した後、片側より内視鏡下に 1 個の C-Shape 型ケージの挿入と回旋設置を行う。C-Shape 型ケージの挿入方法は、筒を内外側に 15° から 20° 程度傾斜させてインサーターとケージを straight に固定し透視下に打ち込み、3 つの radiographic marker すべてが椎間板内にあることを透視下側面像で確認する。透視下前後像で先端の marker が正中を超えたことを確認した後、インサーターとケージを unlock にして筒とインサーターを垂直に立ててケージが真横になるまで打ち込む。つまり透視下側面像で両側の marker が一致するまでインサーターを打ち込む。

症例提示(図 13)

68 歳、女性で、術前に両大腿後面、下腿外側、足背、足底にしびれ、痛みがあり、間欠性跛行は 5 分だった。徒手筋力テストは正常だった。ME-TLIF 術後に JOA スコアは改善した。

各種合併症と内視鏡下による処置

1. 硬膜損傷

鋭匙やケリソンなどによる除圧操作の際や、ケージ挿入・移動の操作に起こる。発生時には慌てずに周囲を十分に除圧した後に、18 mm の tubular retractor 内で両端針の 6-0 ナイロンを使用して硬膜修復を行う⁸⁾。必要に応じて、フィブリン糊や Neovail などの被覆処置を行うことも可能である。

2. 感染

内視鏡下 PLIF は、数か所の小さな皮切を必要とするが個々の創の治癒が極めて早い。しかし、内視鏡下 PLIF の 1,000 例中で SSI(surgical site infection)は 8 例だった。すべて深部感染で表在感染は認めなかった。術後 3 か月までは慎重に感染のチェックのため血液検査を施行する。脊椎内視鏡下手術の場合には表在感染よりはいきなり深部感染になる場合があり重症になるため注意を要する。術後の血液検査の中でも白血球数、CRP、血液像などが有用である。感染の疑いでも抗生剤の内服を行っている。感染の診断には PET-CT

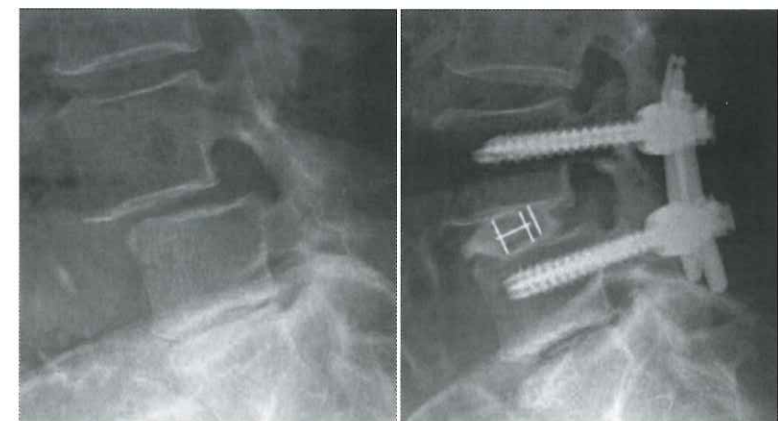


図 13. 症例：右 L4/5 椎間孔狭窄。L4 変性すべりの 68 歳の女性。内視鏡下 TLIF 後に JOA score は術前 14 点から術後 27 点に改善した。

が極めて有用である⁹⁾。通常使用できる検査ではないが術後の SSI 診断に難渋する場合には局在診断も可能であるため治療法の戦略を立てる上では非常に有用な検査である。SSI が疑われた場合にはすでにケージや椎弓根スクリューの緩みを生じているため、ケージや PPS 抜去が考慮されるが、これらの操作も tubular retractor を通して内視鏡支援により可能である。

3. 偽関節

従来法と同様にケージやスクリューに緩みを発生することが報告されている。ケージの緩みは椎間孔狭窄を助長し下肢痛の再燃を起こすので注意が必要である。ケージやスクリューの入れ替えや追加の骨移植が必要である。偽関節は、椎体間での上位や下位の終板を損傷することやケージが移動して脊柱管内に脱出することなどがある。この際に必要なケージ抜去、搔爬・骨移植、より大きいケージの挿入、椎弓根スクリューの抜去・入れ替えなどの操作は、tubular retractor を通して内視鏡支援により可能である。

4. 被曝

除圧からケージ挿入までの内視鏡操作では、位置確認のためイメージを使用するが、手術時間は短縮しているため被曝時間は短く、術者に対する直接被曝はほとんどない。しかし、PSS の設置操作の際には術者が直接被曝を受ける。この操作時間の短縮は可能であるが、今後術者の直接被曝を避ける必要がある。医療機器の発達によりナビ

ゲーションの精度が上がっているため高価ではあるが選択肢の一つとなる。

5. 固定隣接椎間障害

従来法同様、内視鏡下 PLIF においても固定隣接椎間障害は大きな問題である。ただ、従来法とは異なり、内視鏡下 PLIF の隣接椎間障害に対する除圧術は MED・MEL・MILD などにより初回手術同様に新たな別皮切により可能である。固定が必要な場合には内視鏡下に XLIF や PLIF を行う。さらに、内視鏡支援により tubular retractor を通して PPS の抜釘とガイドピンの再挿入を行った後に、PPS の再設置を行う。

最後に

内視鏡下 PLIF を完遂するためには、tubular retractor を駆使した内視鏡下椎間板摘出術(MED)や内視鏡下椎弓切除術(MEL)を基本的な手技に習熟していることが必要である。本法は、従来法と同様な骨切除が可能となり TLIF 操作も容易となった。各種合併症に対しても、内視鏡支援により tubular retractor を通して一連の操作が可能なため有用な術式の一つになっている。何よりも、鮮明な内視鏡画像を術中だけでなく術後にも手術スタッフ全員で共有できることは教育の面でも重要である。

文 献

- 1) 稲波弘彦, 古閑比佐志, 岩堀智之: 内視鏡下での腰椎椎体間固定術のコツと陥穽. J Spine Res, 1: 1461-1465, 2010.
- 2) 蜂谷裕道ほか: 腰椎変性疾患に対する Clo-ward concept を踏襲した最小侵襲除圧固定術の有用性と課題. 脊椎脊髄, 24: 43-49, 2011.
- 3) Harms, J. G., Jerszensky, D.: The unilateral transforaminal approach for posterior lumbar interbody fusion. Orthop Traumatol, 6: 88-99, 1998.
- 4) 片山良仁, 佐藤公治, 安藤智洋ほか: 1 椎間 MIS-PLIF の治療成績. J Spine Res, 2: 635-638, 2011.
- 5) Wada, A., Takahashi, H., Suguro, T., et al.: Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion using a tubular retractor and percutaneous pedicle screw for patients with degenerative spondylolisthesis. J Spine Res, 2: 1382-1390, 2011.
- 6) 高野裕一, 岩堀智之, 古閑比佐志ほか: 内視鏡下での後方経路経椎間孔腰椎椎体間固定術の手術手技と治療成績. J Spine Res, 3: 1188-1192, 2012.
- 7) 高野裕一, 岩堀智之, 大島 寧ほか: 腰椎変性疾患に対して内視鏡下に C-Shape ケージ (MILESTONE PEEK CAGE) を使用した経椎間孔腰椎椎体間固定術 (microendoscopic transforaminal lumbar interbody fusion: ME-TLIF) の手術手技と短期成績と骨移植量の評価. J Spine Res, 4: 1136-1139, 2013.
- 8) 西村泰彦, 久保謙二, 板倉 徹ほか: 脊椎内視鏡手術の合併症と脊椎内視鏡下硬膜修復法. 日本脊椎外科学会誌, 25: 166, 2010.
- 9) Inanami, H., Oshima, Y., Iwahori, T., et al.: Role of 18F-fluoro-D-deoxyglucose PET/CT in diagnosing surgical site infection after spine surgery with instrumentation. Spine, 40 (2): 109-113, 2015.