

研究成果の刊行に関する一覧表

【H21. 4. 1～H24. 3. 31】

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
種市 洋 竹内大作	脊椎手術後感染症	富士武史	整形外科治療 と手術の合併 症	金原出版	東京	2011	242-247

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
種市 洋、稲見 聡、並川 崇、竹 内大作、岩井智守 男、加藤仲幸、野 原 裕	Mini-Open TLIF- 術後 背筋障害軽減を可能と した新しい腰椎後方再 建術-	日本腰痛会誌	15	73-78	2009
種市 洋	Mini-open TLIFの術後 背筋障害に関する臨床 研究	J MIOS	53	21-25	2009
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 T LIF	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
種市 洋 加藤仲幸	変性すべり症に対するM ini-open TLIF。低侵襲 脊椎固定術のための傍 脊柱筋間アプローチと 正中アプローチの併用	整形外科Surg ical Techniq ue	1	15-27	2011

20

脊椎手術後感染症

脊椎手術における手術部位感染 (surgical site infection ; SSI) 発生率は, Nohara ら¹⁾による日本脊椎脊髄病学会の全国調査では 0.9% (うち, インストゥルメンテーション手術: 65.8%), Weinstein ら²⁾の 2,391 例の調査では 1.9%, Davne ら³⁾の 486 例の調査では 0.6% (深部 SSI のみ) と, 注意はしていても一定の確率で生じているのが現状である。脊椎手術, 特に脊椎インストゥルメンテーション手術は, 人工関節手術と同様にすべての外科手術の中で最も高い清潔度を要求される手術の一つである⁴⁾。脊椎インストゥルメンテーション手術では, 骨癒合完成までの期間, 脊柱アライメントの保持と内固定力維持のためインプラントの体内留置が必要で, その抜去を余儀なくされ得る SSI の予防と, 発生してしまった場合の確実な治療は, 脊椎インストゥルメンテーション手術成功のための重要な鍵となる。特に, 脊柱変形に対する矯正固定術や脊椎腫瘍摘出後などの大きな組織欠損の再建に用いられたインプラントは抜去することがほぼ不可能であるため, SSI は一層切実な問題となる。

本項では, 脊椎インストゥルメンテーション手術後感染の診断と治療, 特にインプラント抜去をせずに治癒せしめる治療法につき解説する。

1

予防的抗菌薬投与 (AMP)

予防的抗菌薬投与 (antimicrobial prophylaxis ; AMP) は, SSI の予防対策のみならず, SSI 診断に大きな影響を及ぼす。SSI 防止のための各種診療ガイドライン⁴⁾では, AMP の推奨薬剤はセファゾリン (CEZ) である。CEZ をはじめとする β ラクタム系抗菌薬はメチシリン耐性ブドウ球菌 (MRSA) には無効であるため, 術中に制御しきれない手術創汚染があった場合, β ラクタム薬による AMP を長期間行くと, 手術創のブドウ球菌叢では MRSA のみが選択的に残され, 結果的に MRSA による SSI を惹起することが問題である^{4,7)}。そのため, AMP の期間は長くとも手術終了後 24 時間を超えて行くべきでないという考えが一般的である⁴⁾。また, 長期間 AMP を行った場合, SSI 発生時の診断と治療指針決定に重要な起因菌培養の陽性率が低くなることも危惧される。このように, AMP は SSI 発生時の診断と治療に影響するため, 短期間かつ適切な方法で行われるべきである。

診 断

『米国疾病予防局 (Center for Disease Control and Prevention; CDC) ガイドライン』⁴⁾ (表 1) の深部 SSI 診断基準に従い診断を行う。手術創からの排膿がある場合の診断は容易である。CDC ガイドラインでは感染兆候として 38°C 以上の発熱や疼痛などを重要としているが、このような明らかな感染兆候を呈さない場合もある。特に MRSA 感染では、強い感染症状を呈さないこともしばしばである。筆者らは、AMP として第 1・2 世代セフェム系抗菌薬を 5~7 日程度使用した場合の脊椎インストゥルメンテーション手術後の MRSA による SSI 診断の指標として、①術後 2 週以降の CRP が 2.5 mg/dl 以上で再上昇傾向であることと、② 37°C 以上の体温が持続し平熱化しないことを挙げ、報告した⁸⁾。

術後の 38°C 以上の発熱や CRP の急上昇などの明らかな急性炎症の所見を呈する場合はもちろん、前述の MRSA による SSI の診断指標としての CRP、および体温の推移をモニターし感染兆候ありと判断した場合、最も信頼性のある非侵襲的診断法は画像診断である。MRI による手術創の膿瘍診断 (図 1a) は最も確実であるが、日常臨床の現場で即時 MRI 検査は難しい場合も少なくない。その場合、短時間で施行可能か

表 1 深部 SSI 診断基準：CDC ガイドライン (1999)

1. 切開深部 (筋膜・筋) からの排膿
2. 深部切開創の自然裂開 (dehiscence)。感染兆候 (熱発 > 38°C・疼痛・圧痛) のため、意図的に開創 [培養 (-) 可]
3. 深部切開創の膿瘍など感染の証拠 (放射線的・外科的・組織学的)
4. 外科医・主治医が SSI と診断

(文献 1 より)

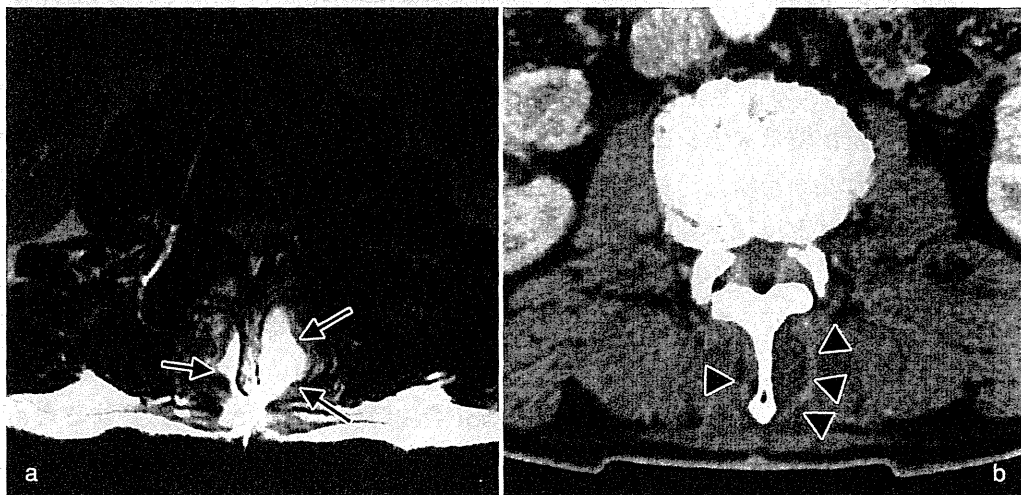


図 1 SSI の画像診断

a. MRI (T2 強調画像)。矢印で示す高輝度の領域が典型的膿瘍像である。b. 造影 CT。膿瘍壁が淡く造影 (rim-enhancement) され、MRI と同様の部位に膿瘍 (矢頭) が確認できる。

つ診断精度の高い検査法は造影 CT (図 1b) である。造影 CT での膿瘍所見は rim-enhancement (膿瘍壁) を伴う low density area の存在である。図 1 の MRI (T2 強調像) と造影 CT を比較すると、その対比が明らかで、造影 CT でも鋭敏に膿瘍の診断が可能であることがわかる。

膿瘍の画像診断が明らかになったら、膿瘍穿刺を行う。穿刺で得られた検体が明らかな膿性であれば SSI が確定できる。また、早期の感染創であれば、貯留液はしばしば感染性滲出液の状態である。この場合は、直ちに顕微鏡視下に菌体の有無を確認し、培養も行う。

画像診断で明らかな膿瘍が見られないときには、尿路系、呼吸器系、消化器系感染の有無を徹底的に検索する。尿沈査の白血球数、尿培養、単純胸部 X 線や CT による肺炎の検索は必ず行い鑑別する。無石胆のう炎などの胆道系感染症は見逃されやすいので、血液検査でアルカリフォスファターゼの上昇、右季肋部の圧痛があれば超音波検査や腹部 CT で診断する。上述した他部位の感染の起因为菌はグラム陰性菌であることが多いため、これを見逃し盲目的に SSI を疑って、ブドウ球菌をターゲットにした抗菌薬治療を行うことは避けるべきである。

3

治療

▼局所的治療

膿瘍が確認された場合は、直ちに手術創を切開する。SSI 治療の基軸を成す 2 本の柱のうち 1 本は、切開・排膿である。造影 CT で膿瘍が皮下に限局して存在し、表層感染が疑われる場合は、局所麻酔下に創を切開し、十分な生食で洗浄する。洗浄時に、膿瘍の筋膜下への広がりがないかを直接確認する。一方、画像診断で深部感染が明らかで、膿性穿刺液が採取された場合は、直ちに全身麻酔下に創を切開し、徹底的な洗浄とデブリドマンを行う。その際、組織の熱傷は感染を助長するため電気メスの使用は最小限とし、リュウエルや鋭匙を用いて感染性組織の徹底的除去に努める。デブリドマンの際にインプラント抜去を行うことは、原則的に必要ないと考える。これは、後述のように正しい抗菌薬使用を行う限り、MRSA による SSI もインプラント抜去をせずに克服できるからである。また、手術創深部の貯留液が膿性でないものの、検鏡で菌体が確認された場合は、局所麻酔下に感染性貯留液の見られる部位のみ開創し、貯留液排出とできるだけだけのデブリドマンを行うにとどめ、あとの治療は抗菌薬治療にゆだねる。

持続洗浄は創の状態に応じ適宜行うが、これは感染巣の表面を洗っているにすぎず、感染組織に抗菌薬を行き渡らせて治療を行うのは、適切な抗菌薬の全身投与であることを強調したい。また、3~4 日以上長期にわたる持続洗浄は洗浄用チューブからの逆行性感染の原因ともなり、むしろ有害である。

▼抗菌薬治療

SSI 治療の基軸を成す 2 本の柱のうち、もう 1 本は、適切な抗菌薬治療である。脊椎インストゥルメンテーション手術後 SSI が発生した場合、起因为菌の培養結果が出るまでの期間の第一選択薬は、ブドウ球菌をターゲットとしたバンコマイシン (VCM) である。VCM は MRSA のみならずメチシリン感受性ブドウ球菌 (MSSA) にも十分

な治療効果を示すものの、その抗菌スペクトラムにグラム陰性菌は含まれない。一方、仙尾部手術後 SSI ではグラム陰性菌感染も念頭に置いた抗菌薬選択が必要である。この場合、MRSA とグラム陰性菌を同時にカバーできるアルベカシン (ABK) を投与する。

培養結果が出たら起病菌に感受性のある抗菌薬に変更する。脊椎インストゥルメンテーション手術後感染の起病菌では MSSA が多くを占めるため、使用可能な抗菌薬の選択肢は広い。ただし、AMP で用いた抗菌薬は原則的に用いない方がよい。 β ラクタム薬は時間依存性の抗菌薬であるため、良好な治療効果を得るためには、その投与タイミングが重要である。すなわち、血中濃度が起病菌の最小発育阻止濃度 (MIC) を上回る時間 (Time above MIC ; $T > MIC$) を維持するように投与間隔を設定する⁴⁻¹⁰。薬物動態をモニタリングしながら厳密な抗菌薬治療を行うことが SSI 克服の鍵となる。漫然とした朝夕 2 回投与では腎機能正常例では多くの場合、十分な血中・組織中濃度が得られず感染を制圧できない。具体的には、セフェム系抗菌薬は 1g の 8 時間間隔 (3 回/日) ~ 6 時間間隔 (4 回/日) での定時投与を行うことが多い。さらに、耐性菌出現阻止濃度 (MPC) を上回る血中濃度を維持することも、菌交代予防の観点から重要である。 β ラクタム薬にアレルギーを有する患者のブドウ球菌感染では、抗菌薬は VCM かクリンダマイシン (CLDM) を用いる。

MRSA による SSI 対策として、静注薬では VCM のほか、グリコペプチド系ではタゴシッド® (TEIC) が、また、アミノグリコシド系では ABK が、経口薬ではリファンピシン (RFP) とスルファメトキサゾール/トリメトプリム (ST 合剤) の併用療法が有効である^{4-7,9}。VCM などのグリコペプチド薬は β ラクタム薬同様の時間依存性の薬剤であるが作用時間がより長いので、その効果を得るための基準は β ラクタム薬の $T > MIC$ とは異なる。すなわち抗菌薬の血中濃度-時間曲線下面積 (AUC) と MIC の比、 AUC/MIC が 400 を超えるように投与計画を立てる¹¹。この血中濃度を維持するためには、 $MIC = 1.0 \text{ mg/ml}$ の MRSA では VCM のトラフ値は 15~20 mg/ml を維持する必要がある¹¹。一方、 AUC/MIC が 125 を下回るような投与では VRSA (バンコマイシン耐性ブドウ球菌) を発生させることになるため、治療は著しく困難となる¹¹。また、MRSA 感染にはバイオフィーム対策^{5,10}が重要である。MRSA は骨髄、インプラントなどへのバイオフィームを形成するため、抗菌薬が到達できなくなる。ホスホマイシン (FOM) はバイオフィーム形成抑制+除去の効果があり、その併用が有効とされる。治療プログラムは、FOM を先行投与の後、60 分後に抗 MRSA 薬を投与する「時間差攻撃療法」を基本にしている^{5,9,10}。筆者らは抗菌薬の有効な使用により、術後 MRSA 感染 8 例中 6 例を持続洗浄もインプラント抜去もせずに治癒せしめた⁸。持続洗浄を含めた局所治療のみを重視し、前述のような適切な管理の下に抗菌治療を行わなければ、感染は遷延化し、インプラント抜去は避けられなくなる。

起病菌不明でグラム陰性菌感染も否定できない状況では ABK が第一選択となる。AMP を長期間行った場合、しばしば感染創からの起病菌培養が陰性となり起病菌を同定できないことがある。最近の筆者らのデータでは、AMP を 3 日以内に行った場合は、創部からの培養陰性例のないことを示した⁸。多剤耐性緑膿菌との複合感染には、抗 MRSA 薬にスルバクタム/セフォペラジン (SBT/CPZ) を用いることなどを基本的戦略とする^{5,6,9,10}。

4

脊椎インストゥルメンテーション手術後の SSI 対策の基本

- 1) 起因菌：インプラント手術の起因菌はほとんどがブドウ球菌（黄色・表皮）であり，本邦では病院内分離ブドウ球菌の60～80%がMRSAであることが，ストラテジーを立てる基本となる^{4,7)}。
- 2) AMP：できる限り短期間とし，菌交代によるMRSA感染を予防すべきである。CDCガイドラインでは，CEZなどのβラクタム薬を用いた手術当日のみのAMPを推奨している⁴⁾。その際，βラクタム薬は時間依存性効果を示すので術直前と術中3時間ごとの継続投与を行い，術前から閉創後2～3時間までの血中濃度維持を行うことが重要とされる^{4,7,10)}。
- 3) バイオフィルム対策^{5,10)}：MRSAは骨髄，インプラントなどへのバイオフィルムを形成するため，抗菌薬が到達できなくなる。FOMはバイオフィルム形成抑制+除去の効果があり，その併用が有効とされる。
- 4) MRSAによるSSIに対する適正な抗菌薬投与：抗MRSA薬としてはVCMが第一選択である^{4,7)}。ABKはVCM，TEICなどのグリコペプチド薬と異なりグラム陰性菌にも抗菌スペクトラムを有する利点があり，複合感染などが疑われる際には利点がある。また，単独使用よりもβラクタム薬との併用効果が示されており⁷⁾，基本的にはSBT/CPZと併用する。

5

インフォームドコンセント

前述したように，脊椎インストゥルメンテーション手術にSSIが生じた場合，何回か必要になるかもしれない排膿手術，長期にわたる抗生物質投与，インストゥルメンテーションの抜去などが必要になり，最悪の場合，治癒に導くことができない場合も生じる可能性がある。手術器具や使用インプラントについては「滅菌」処理が行えるが，皮膚・皮下の細菌については完全にない状態で手術を行うことは不可能であり，感染は一定の確率で生じること，一度感染を生じれば追加手術や抗生物質点滴が必要になり入院が長期化する可能性があることについては説明しておく必要がある。

(種市 洋，竹内大作)

■文 献

- 1) Nohara Y, Taneichi H, Ueyama K, et al : Nationwide survey on complications of spine surgery in Japan. J Orthop Sci 2004; 9: 424-433.
- 2) Weinstein MA, McCabe JP, Cammisa FP Jr, et al : Postoperative spinal wound infection; a review of 2,391 consecutive index procedures. J Spinal Disord 2000; 13: 422-426.
- 3) Davne SH, Myers DL : Complications of lumbar spinal fusion with transpedicular instrumentation. Spine 1992; 17(6 Suppl) : S184-S189.
- 4) Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al : Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Am J Infect Control 1999; 27: 97-132; quiz 133-134; discussion 96.
- 5) 林 泉：術後感染予防薬としての抗菌薬—コンサルタント医の立場から。Prog Med 2001; 21: 659-664.
- 6) 平松啓一，堀 賢：バンコマイシン低感受性MRSA感染症の治療。平松啓一 編，耐性菌感染症の

理論と実際. 大阪; 医薬ジャーナル社; 1998, 273-278.

- 7) 戸塚恭一: 術後感染発症阻止薬としてのユナシン-Sの可能性. PTM 1999;10:12.
- 8) 種市 洋, 久木田裕史, 須田浩太, 他: 腰椎インストゥルメンテーション手術後のMRSAによる手術部位感染に対する抗菌治療—インプラント抜去回避のために. 臨整外 2005;40:431-440.
- 9) 林 泉: 治療:VCM(ABK)化学療法の領域. 1997;13:1535-1542.
- 10) 林 泉: グリコペプチド系抗生物質. 日本臨床 2001;59:761-770.
- 11) Rybak MJ, Lomaestro BM, Rotschafer JC, et al: Vancomycin therapeutic guidelines; a summary of consensus recommendations from the Infectious Diseases Society of America, the American Society of Health-System Pharmacists, and the Society of Infectious Diseases Pharmacists. CID 2009:325-327.

Mini-Open TLIF

—術後背筋障害軽減を可能とした新しい腰椎後方再建術—

種市 洋 稲見 聡 並川 崇 竹内 大作
岩井智守男 加藤 伸幸 野原 裕

日本腰痛学会雑誌 第15巻 第1号 別刷

(2009年10月)

アークメディア

特集●腰痛疾患に対する interventional therapy—現在から未来へ—

Mini-Open TLIF

—術後背筋障害軽減を可能とした新しい腰椎後方再建術—

種市 洋 稲見 聡 並川 崇 竹内 大作
岩井智守男 加藤 伸幸 野原 裕

Key words ■ TLIF (Transforaminal Lumbar Interbody Fusion), 最小侵襲手術 (MIS), 背筋障害 (back muscle injury)

要旨 : 腰椎後方進入固定術の問題点として, 展開に起因する背筋障害がクローズアップされている。これはいわゆる "fusion disease" と呼ばれる術後背部症状の遺残の原因となり, その予防に各種低侵襲手術が開発されている。正中展開と傍脊柱筋間アプローチ (Wiltse) を組み合わせた低侵襲アプローチにより椎体間固定術を行う mini-open TLIF の手術手技, learning curve, 術後背筋障害軽減の実際を示す。

Summary

Approach related back muscle injuries have been focused on recent years as a drawback of posterior spinal fusion. Several minimal access fusion techniques were developed to prevent back muscle injuries. The authors have developed mini-open TLIF technique in which combined midline and Wiltse approach was employed for lumbar interbody fusion. In this article, surgical techniques, learning curve, and effectiveness of mini-open TLIF against approach related back muscle injuries were demonstrated.

はじめに

腰仙椎への正中後方アプローチは腰筋膜の切開と傍脊柱筋(最長筋と多裂筋)の剥離によりなされ, 傍脊柱筋は除圧術では椎間関節まで, 後側方固定術などでは横突起先端までの側方圧排を要する。特に腰仙椎後側方固定術などでは長時間におよぶ傍脊柱筋の圧排は筋

血流障害から術後筋変性を惹起するという問題を有する^{3,4)}。また, インストゥルメンテーション手術では術後に生ずる大きな死腔は手術創深部感染発生の温床となる。一方, TLIF (Transforaminal Lumbar Interbody Fusion) は, 後方進入椎体間固定術を行う際, 椎間板腔へのアクセスをより側方の椎間孔部へ移すことにより, 神経根や馬尾への負

Hiroshi TANEICHI et al : Mini-open TLIF: New technique of posterior spinal fusion which allows to prevent approach related back musck injuries

獨協医科大学医学部整形外科 [〒 321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林 880]

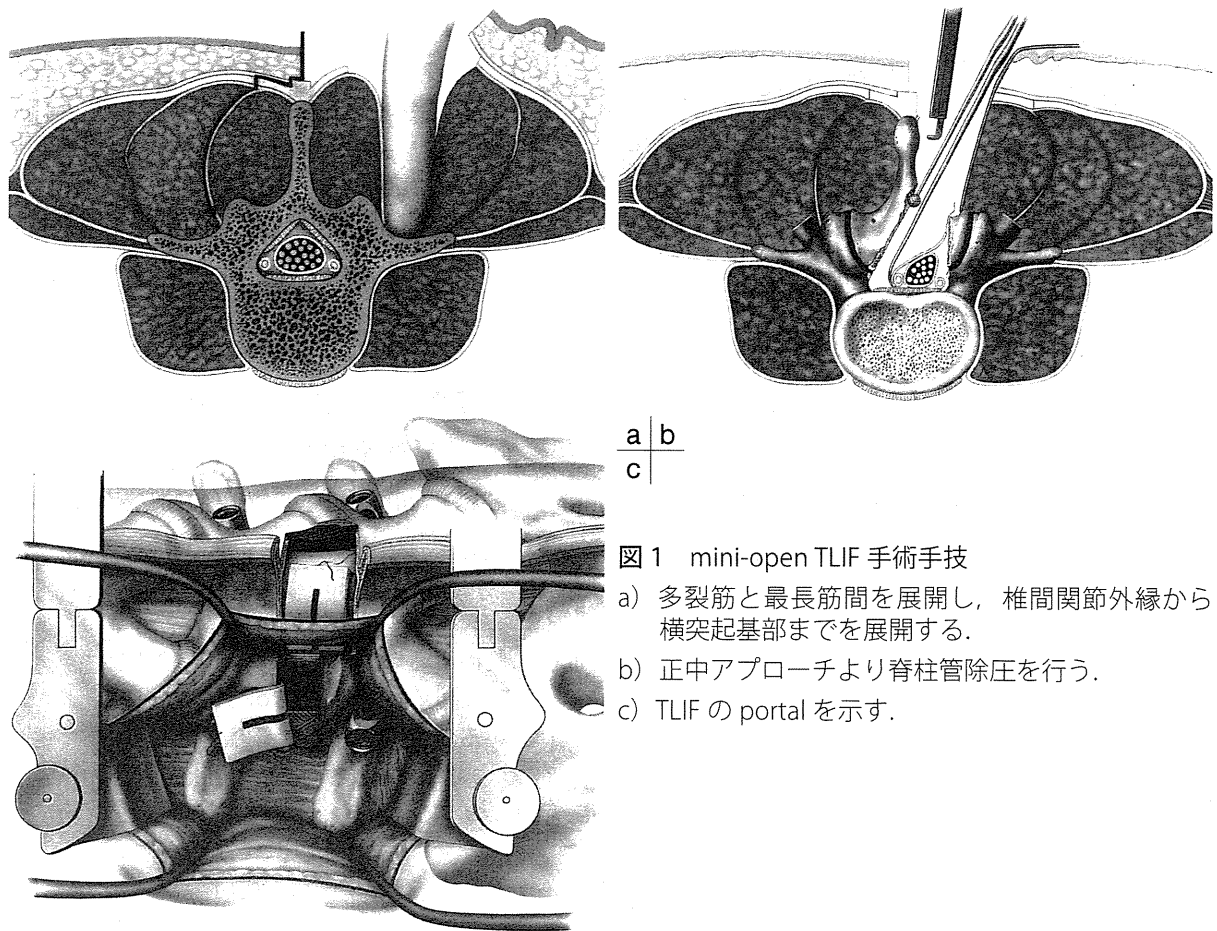


図1 mini-open TLIF 手術手技

- a) 多裂筋と最長筋間を展開し、椎間関節外縁から横突起基部までを展開する。
- b) 正中アプローチより脊柱管除圧を行う。
- c) TLIF の portal を示す。

担や術中損傷のリスク軽減させる術式である^{1,2,5,6)}。

本稿では、腰椎後方再建術の低侵襲化を図るため、片側進入TLIFを行うために傍脊柱筋間アプローチ⁷⁾と正中アプローチを併用したmini-open TLIFの手術手技を紹介し、そのlearning curveを検討する。さらに、通常の中後方アプローチによるTLIFとmini-open TLIFの術後傍脊柱筋変性の違いを比較した前向き研究のデータも提示する。

I. 手術手技

L4/5単椎間固定の場合、L3棘突起中央からL5棘突起下端におよぶ6～7 cmの正中縦皮切を加える。左右の胸腰筋膜を棘突起付着部で切離すると脊柱起立筋腱膜が展開さ

れる。MRIでL4～L5高位における最長筋と多裂筋の筋間を確認し(通常棘突起外縁より2～3 cm外側)、脊柱起立筋の腱膜をメスで縦割する。直視下に筋間(内側に多裂筋筋膜を視認できる)を確認し、その筋間を鈍的に分けL4およびL5横突起まで展開する(図1-a)。このアプローチでは、外側部分の展開に際し、より小さな展開でも傍脊柱筋を強く圧排しないで術野を確保できるので脊柱後方再建術を低侵襲化できる。外側展開の際、椎間関節外側部の動脈性出血は確実に止血しておく。ついで椎弓根スクリューを刺入する。この操作を左右の筋間アプローチで行った後で、皮切を下側方に引き、脊柱起立筋の付着部を腸骨稜上面より剥離して移植用海綿骨を採取する。この方法では殿筋付着部の剥離が

ないため術後の採骨部痛を軽減できる。

次に正中除圧のために棘突起より多裂筋附着部をメスで切り離し、L4/5椎弓間を展開する。側方は椎間関節部分まで展開し、正中線除圧を行う(図1-b)。固定椎間の棘上棘間靭帯は切除し、椎体間固定のための椎間板内操作(後述)の際にスプレッダーをかけるため棘突起は温存する。

次に椎間板内操作を行う側の下関節突起は基部より全切除し、L4神経根の下方かつL5神経根の側方に神経根に干渉しないスペースを展開する。ここが片側進入TLIFにおける椎間板操作のためのアクセスポイントとなる(図1-c)。このスペースで椎間板に10 mm四方で開窓しTLIFのためのポータルを作成する。L4椎体後下縁およびL5椎体後上縁(いわゆるposterior lip)をチゼルで切除した後、髓核鉗子やリングキュレットを用いて椎間板切除を行う。椎間板操作では椎体前縁から後縁まで線維輪最外層部のみを残して徹底的な髓核と線維輪の摘出を行わなければならない。また、軟骨性終板はすべて切除するが骨性終板に骨折を生じさせないように留意する。片側に作成したポータルから骨移植と椎体間ケージを設置し、片側のインストゥルメンテーションを完了させる。次に、反対側の多裂筋・最長筋間を再び開創し、同様に対側のインストゥルメンテーションを行う。

閉創では切開した脊柱起立筋腱膜を縫合したのち、棘上靭帯に脊柱起立筋腱膜と胸腰筋膜をしっかり縫着させると傍脊柱筋の解剖学的な修復が可能となる。

II. Learning curve

2004年10月よりMini-open TLIFが施行された初期の36例中、筆者自身が執刀した31

例(男:7例, 女:24例, 平均年齢:63歳)を対象とし、本術式のlearning curveを調査した。疾患の内訳は、変性すべり症:23例, その他:8例, 手術椎間はL3/4:1例, L4/5:20例, L5/S:5例, L3/4/5:5例であった。ついでMini-open TLIF:17例と年齢, 性別, 疾患, 手術椎間をマッチさせた従来法TLIF(同一術者, Brantigan cage使用):17例を用いたmatched control studyにより手術侵襲を比較検討した。統計検定にはKruskal-Wallis検定とANOVAを用いた。

learning curveに関しては、対象の31例中、初期の8例では平均手術時間:236分・平均出血量:411 ml, 中期の8例では227分・320 ml, 後期の9例では189分・220 mlと統計的に有意に改善した($P<0.05$)。一方、手術侵襲の比較(Mini-open TLIF:従来法TLIF)では、平均手術時間(207分:168分, $P<0.01$)、平均出血量(267 ml:408 ml, $P<0.001$)であった。

このように本法は小皮切であるが、直視下に行えるため、特別なhand-eyes coordinationのトレーニングは不要で、通常の手術手技が習得できていれば容易にできる。したがって本法のlearning curveは平易といえ、30例程度のトレーニングで1椎間Mini-TLIFは3時間200 ml程度のもとなった。従来法より、30分程時間は延長するが出血量はセルサーバー、自己血貯血も要しない200 ml程度に抑えられるメリットは大きい。

III. 術後多裂筋障害に関するMRIによる前向き研究

最小侵襲手術の脊椎固定術への応用は、術後腰部愁訴の原因となる腰部背筋群の術後障害防止が主な目的となる。mini-open TLIF

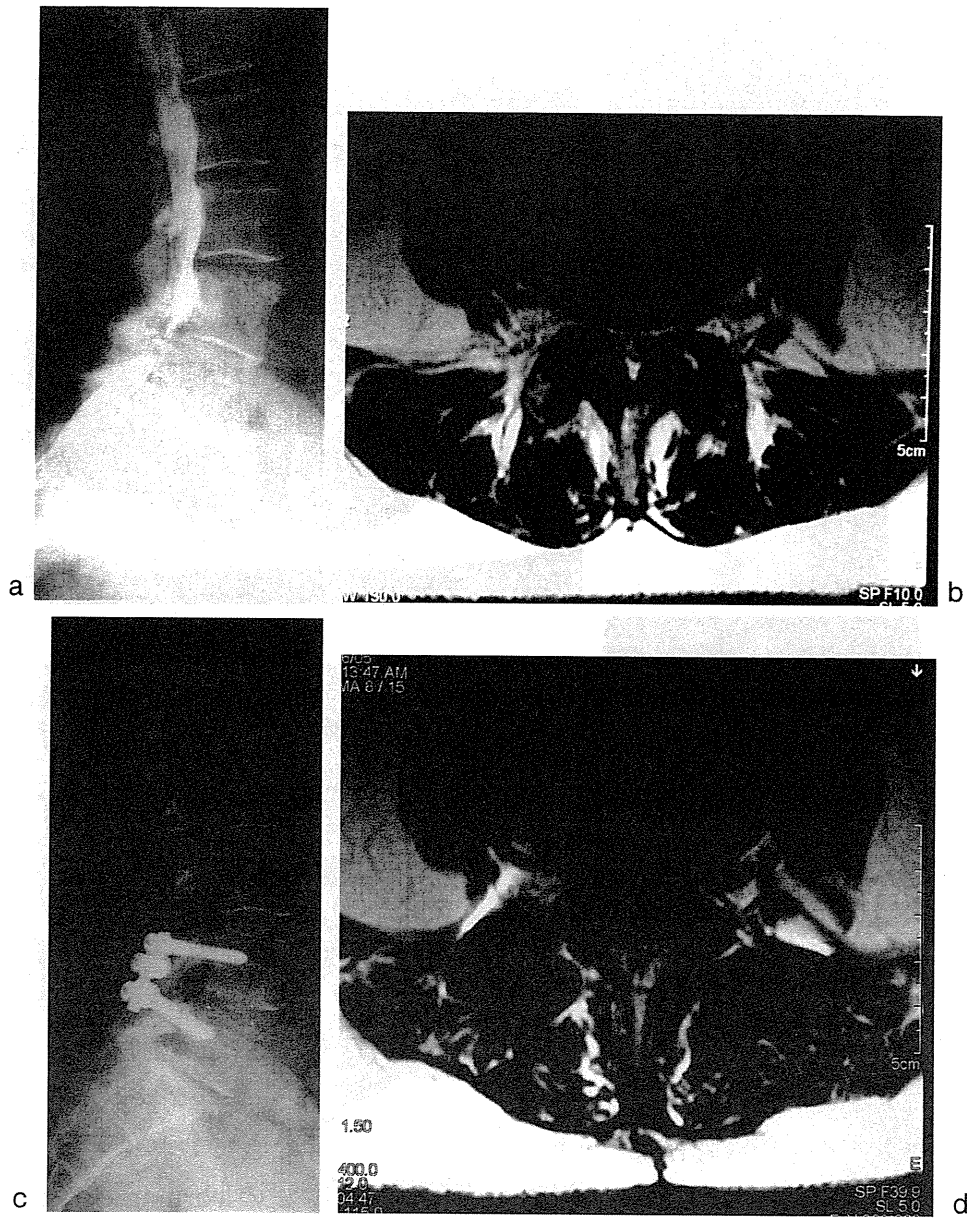


図2 症例1：mini-open TLIF（L4-5）57歳・女性・第4腰椎変性すべり症

- a) 術前ミエログラフィー：L4の前方すべりとL4/5椎間での造影柱の陰影欠損がみられる。
- b) 術前L4/5椎間板レベルのT2強調MRI軸面象：多裂筋の信号変化はない。
- c) 術後X線側面象：すべりは整復され良好なアライメントを呈している。
- d) 術後L4/5椎間板レベルのT2強調MRI軸面象：多裂筋は術前と比し、筋萎縮や明らかな信号変化を呈していない。

により術後背筋障害を軽減しうるかを前向き研究により調査した結果を示す。

mini-open TLIF：32例(平均62歳)と通常展開によるTLIF：27例(平均63歳)を対象に

前向き手法により術前後MRIを撮像し、多裂筋(MF)、胸最長筋(LT)、腸肋筋(IC)のT2強調信号強度を定量的に評価した。定量評価はScion image上でを行い、256階調のグ

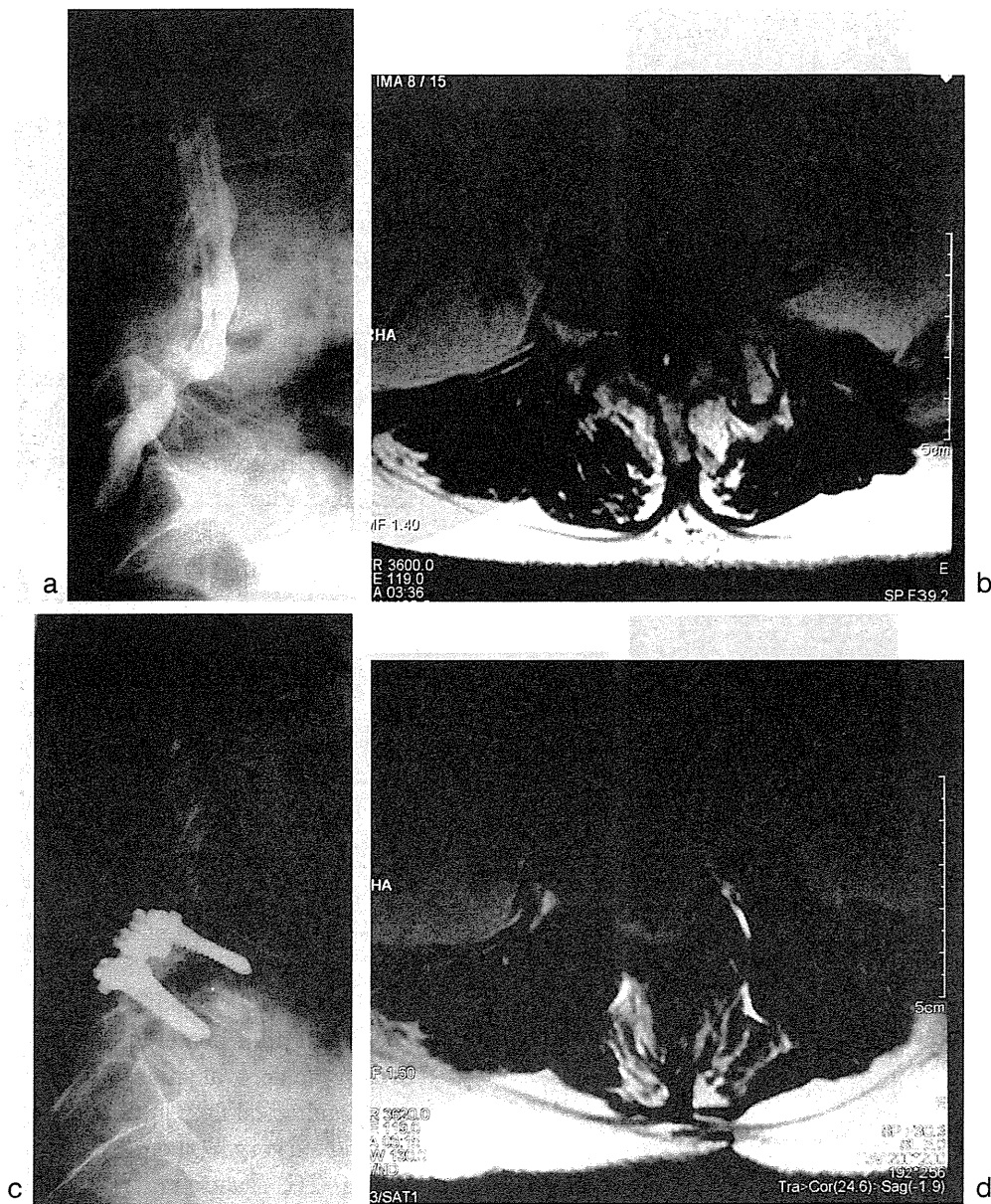


図3 症例2：従来法 TLIF (L4-5) 56歳・女性・第4腰椎変性すべり症

- a) 術前ミエログラフィー：L4の前方すべりとL4/5椎間での造影柱の陰影欠損がみられる。
- b) 術前L4/5椎間板レベルのT2強調MRI軸面象：多裂筋の信号変化はない。
- c) 術後X線側面象：すべりは整復され良好なアライメントを呈している。
- d) 術後L4/5椎間板レベルのT2強調MRI軸面象：多裂筋の筋委縮は明らかで、筋は高輝度を呈し、術前との違いは明らかである。

レースケールで取り込んだMRI軸面像を用いて各筋の平均信号強度を計測した。上記筋群の信号強度は後方手術で影響を受けない大腰筋信号で標準化し、術前を100とした場合

の術後値(小さいほど障害大)を比較した。また、術後背筋障害の危険因子分析(年齢、性、術式、手術・固定椎間数、手術時間)も行った。臨床成績はOswestry Disability Index

(ODI), 独自に作成した腰部違和感スコア(違和感は, 常時: 1点, しばしば: 2点, たまに: 3点, ない: 4点)で行った. 統計検定には, ANOVA, Mann-Whitney U検定, 多変量ロジスティックモデルを用いた.

各椎間板レベルでの背筋群の術後MRI変化(mini-TLIF / TLIF)は, MF: L3/4 - 98/76*, L4/5 - 92/61*, L5/S - 79/27*, LT: L3/4 - 99/97**, L4/5 - 95/90**, IC: L3/4 - 97/96**, L4/5 - 95/95**, L5/S - 84/67* (* p<0.01, **N.S.)と, TLIF群の多裂筋障害はmini-TLIF群のそれより有意に高度であった. 多裂筋障害発生の危険因子分析では, 術式(TLIF) [オッズ比: 23.8, p=0.0002]と手術椎間数[オッズ比: 12.4, p=0.0024]が, リスクファクターとして検出された. ODIはmini-TLIF群: 術前45.1% → 術後9.7%, TLIF群: 術前48.8% → 術後10.9%は両群間に有意差はなかったが, 平均違和感スコアはmini-TLIF群: 3.1点, TLIF群: 2.0点 (p<0.01)とmini-TLIF群が優れていた(図2, 図3).

この研究により, mini-open TLIFはMRI上, 術後の多裂筋障害を有意に防止できる術式であることが明らかとなった. また, 臨床的にはmini-open TLIFで腰部違和感が軽減された. 椎弓根スクリューを用いた脊椎固定術では, 固定椎間より導出される脊髄神経後枝内側枝切断は不可避である. しかしながら, 層状構造をもつ多裂筋はレイヤーごとに多根性神経支配を受けるため, 1本の後枝内側枝損傷では多裂筋全層におよぶ変性は生じない. 一方, レトラクターによる阻血は多裂筋全層におよぶ壊死や変性を惹起しうるため,

背筋群温存の観点からはより重大な問題といえる. 左右の傍脊柱筋間および正中アプローチを組み合わせたmini-open TLIFでは, 多裂筋に対するレトラクターの圧排力低減と圧迫時間短縮が図られるため同筋の阻血性障害を軽減でき, 脊椎固定術の低侵襲化に大きく寄与する術式といえる.

文 献

- 1) Coe JD. Instrumented transforaminal lumbar interbody fusion with bioabsorbable polymer implants and iliac crest autograft. *Nurosurg Focus*. 2004; 16: 1-9.
- 2) Harms J, Jeszensky D, Stoltze D et al. True spondylolisthesis reduction and monosegmental fusion in spondylolisthesis. In: Bridwell KH, DeWald RL, eds. *The Textbook of Spinal Surgery*, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven. 1997; 1337-1347.
- 3) 加藤伸幸. 腰椎後方展開による多裂筋排除圧と筋血流に関する実験的研究-正中単独アプローチと正中・傍脊柱筋間アプローチ併用の比較. *Dokkyo Journal of Medical Sciences*. 2009; 36: T9-14.
- 4) 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*. 1996; 21: 2683-2688.
- 5) Lowe TG, Tahernia AD. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion. *Clin Orthop*. 2002; 394: 64-72.
- 6) Taneichi H, Suda K, Kajino T et al. Unilateral transforaminal lumbar interbody fusion and bilateral anterior-column fixation with two open-box carbon cages per level: clinical outcomes during a minimum 2-year follow-up period. *J Neurosurg Spine*. 2006; 4: 198-205.
- 7) Wiltse LL, Spencer CW. New uses and refinements of the paraspinal approach to the lumbar spine. *Spine* 1988;13: 696-706

*

*

*

ISSN 1342-3991
文献略称 J MIOS

整形外科最小侵襲手術ジャーナル

No. 53 別刷

腰椎手術における背筋にやさしい工夫
2009年12月15日発行

株式会社 全日本病院出版会

Mini-open TLIF の術後背筋障害に関する臨床研究

種市 洋*

Abstract：腰椎後方再建術の低侵襲化を図るため、片側進入 TLIF を行うために傍脊柱筋間アプローチ⁷⁾と正中アプローチを併用した mini-open TLIF の術後傍脊柱筋変性を検討した前向き研究結果を紹介する。Mini-open TLIF：32 例(平均 62 歳)と通常展開による TLIF：27 例(平均 63 歳)を対象に前向き手法により術前後 MRI を撮像し、多裂筋(MF)の T2 強調信号強度を定量的に評価(術前を 100 とした場合の術後値低下を比較)した。多裂筋の術後 MRI 変化は mini-TLIF：92 であったのに対し TLIF：61 と、TLIF 群の多裂筋障害は mini-TLIF 群のそれより有意($p < 0.01$)に高度であった。この研究により、mini-open TLIF は MRI 上、術後の多裂筋障害を有意に防止できる術式であることが明らかとなった。さらに、MRI 変化のパターンから、多裂筋障害は脊髄神経後枝内側枝の損傷のみではなく、筋圧排による筋阻血の影響が大きいことが推察された。

(J MIOS. No. 53 : 21-25, 2009.)

はじめに

腰仙椎への正中後方アプローチは腰筋膜の切開と傍脊柱筋(最長筋と多裂筋)の剝離によりなされ、傍脊柱筋は除圧術では椎間関節まで、後側方固定術などでは横突起先端までの側方圧排を要する。特に腰仙椎後側方固定術などでは長時間におよぶ傍脊柱筋の圧排は筋血流阻害から術後筋変性を惹起するという問題を有する¹⁾²⁾。また、インストゥルメンテーション手術では術後に生ずる大きな死腔は手術創深部感染発生の温床となる。一方、TLIF (Transforaminal Lumbar Interbody Fusion)は、後方進入椎体間固定術を行う際、椎間板腔へのアクセスをより側方の椎間孔部へ移すことにより、神経根や馬尾への負担や術中損傷のリスクを軽減させる術式である^{3)~6)}。

本稿では、腰椎後方再建術の低侵襲化を図るため、片側進入 TLIF を行うために傍脊柱筋間アプローチ⁷⁾と正中アプローチを併用した mini-open TLIF の術後傍脊柱筋変性を検討した前向き研究結果を紹介する。

前向き研究 1：従来法 TLIF と mini-open TLIF による術後背筋障害の比較

最小侵襲手術の脊椎固定術への応用は、術後腰部愁訴の原因となる腰部背筋群の術後障害防止が主な目的となる。Mini-open TLIF により術後背筋障害を軽減しうるかを前向き研究により調査した結果を示す。

Mini-open TLIF：32 例(平均 62 歳)と通常展開による TLIF：27 例(平均 63 歳)を対象に前向き手法により術前後 MRI を撮像し、多裂筋(MF)、

Key words： mini-open TLIF 最小侵襲手術(MIS) 背筋障害(back muscle injury)

* Taneichi Hiroshi, 〒 321-0293 栃木県下都賀郡壬生町大字北小林 880 獨協医科大学医学部整形外科学, 准教授

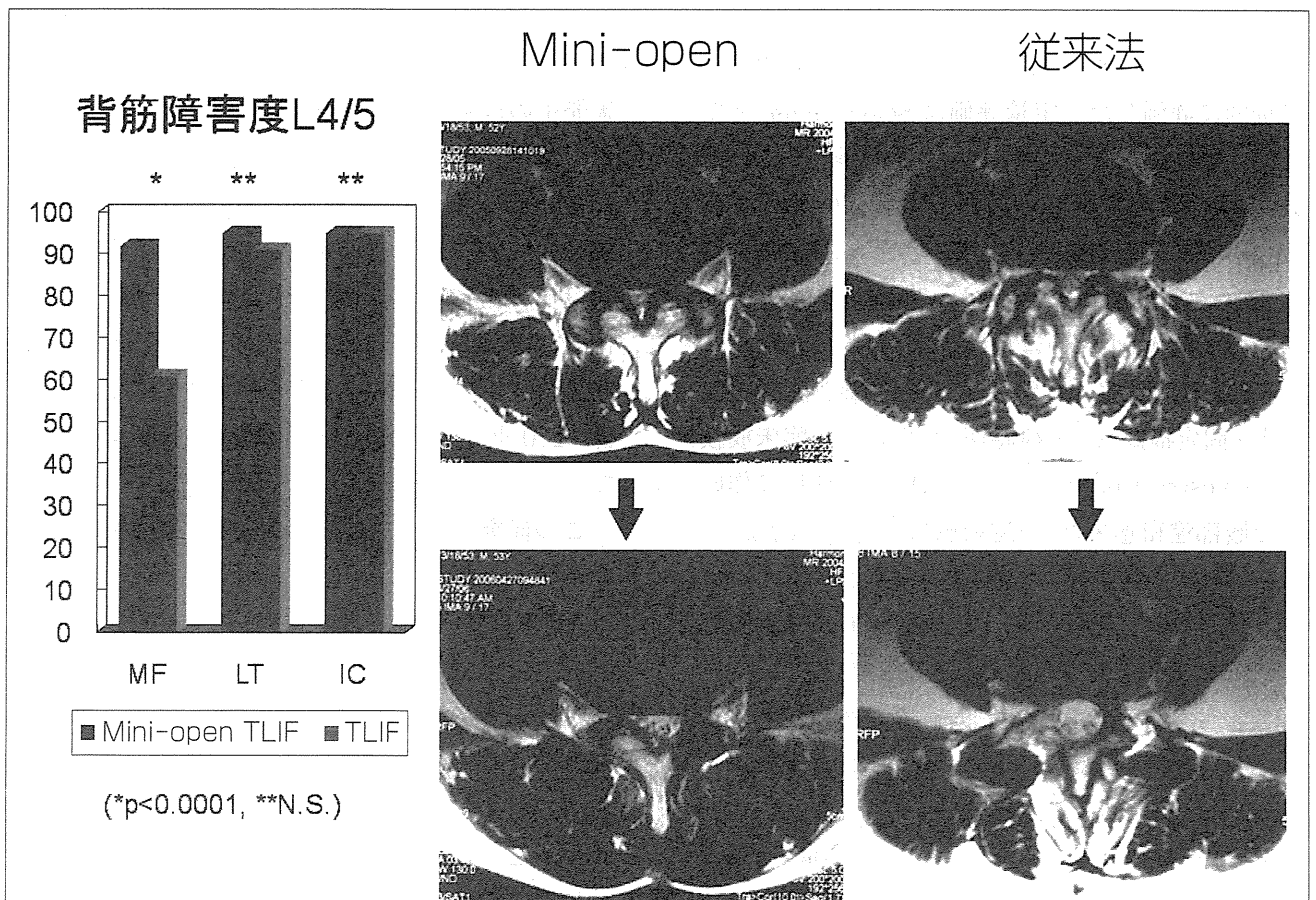
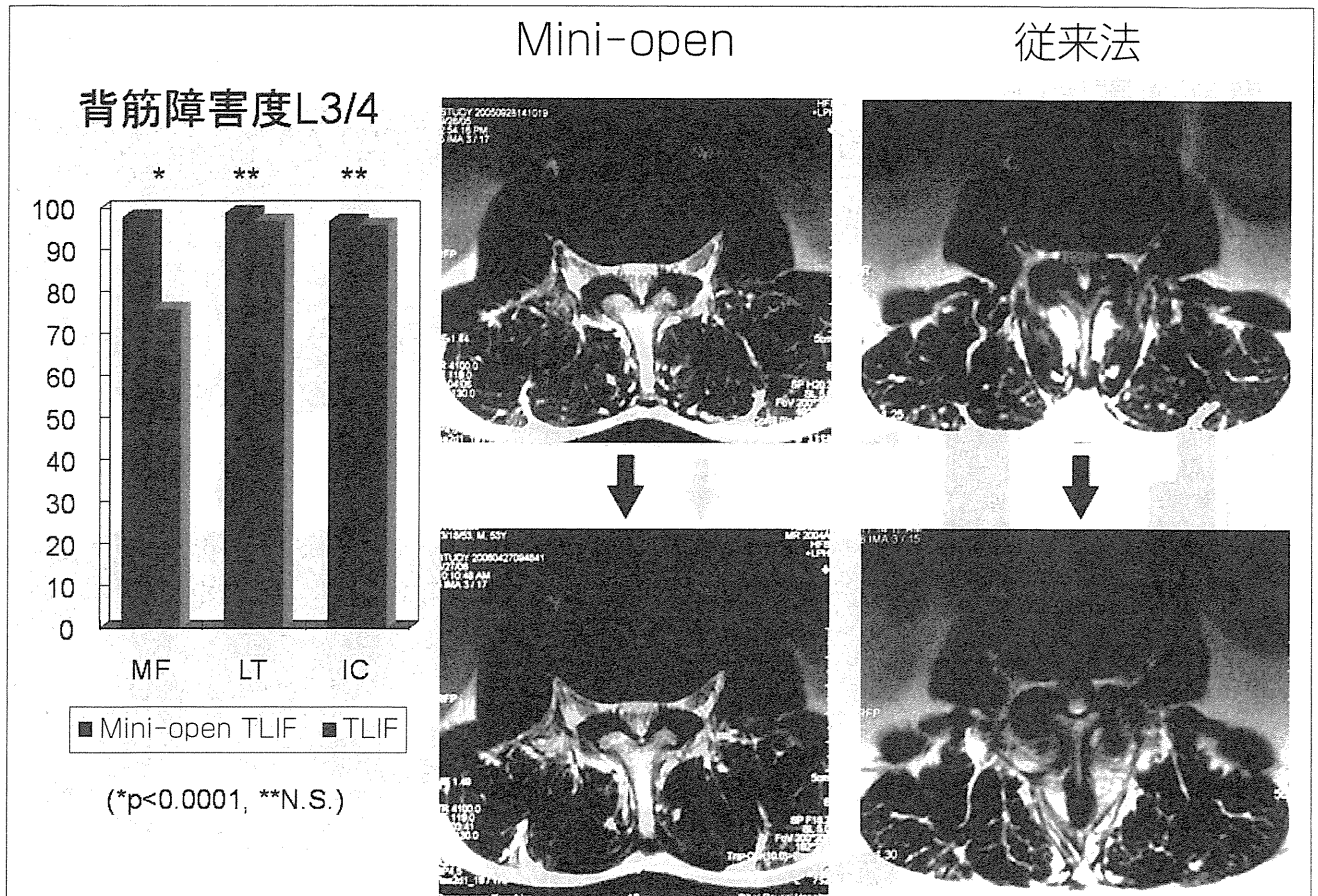


図 1. Mini-open TLIF と従来法 TLIF による術後背筋障害の比較
(多裂筋：MF，胸最長筋：LT，腸肋筋：IC)

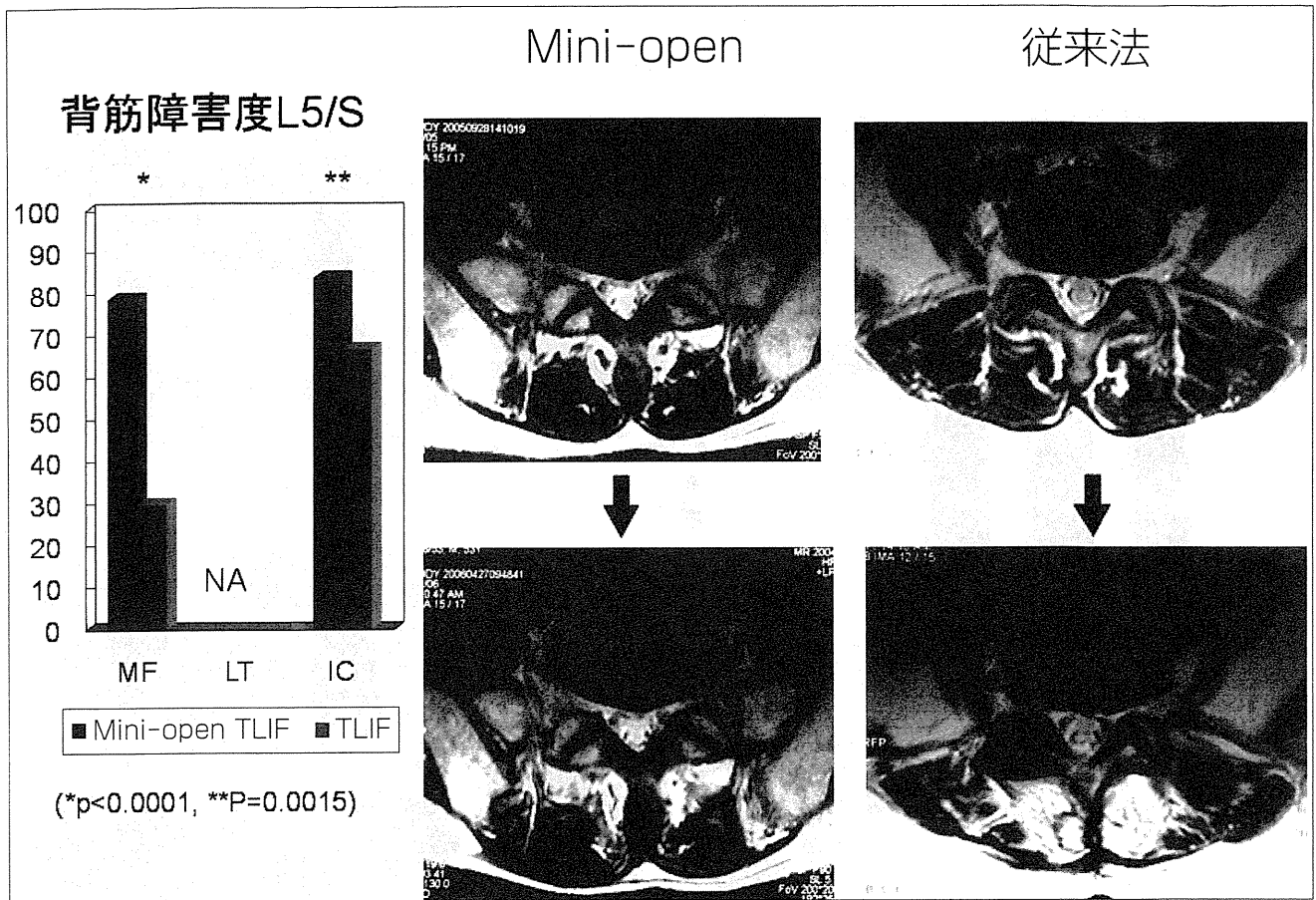


図 1-c. L5/S 椎間板レベル

胸最長筋(LT), 腸肋筋(IC)の T2 強調信号強度を定量的に評価した。定量評価は Scion Image 上でを行い, 256 階調のグレースケールで取り込んだ MRI 軸面像を用いて各筋の平均信号強度を計測した。上記筋群の信号強度は後方手術で影響を受けない大腰筋信号で標準化し, 術前を 100 とした場合の術後値(小さいほど障害大)を比較した。また, 術後背筋障害の危険因子分析(年齢, 性, 術式, 手術・固定椎間数, 手術時間)も行った。臨床成績は Oswestry Disability Index(ODI), 独自に作成した腰部違和感スコア(違和感は, 常時:1 点, しばしば:2 点, たまに:3 点, ない:4 点)で行った。統計検定には, ANOVA, Mann-Whitney U 検定, 多変量ロジスティックモデルを用いた。

各椎間板レベルでの背筋群の術後 MRI 変化(mini-open TLIF/TLIF)は, MF:L3/4—98/76*, L4/5—92/61*, L5/S—79/27*, LT:L3/4—99/97**, L4/5—95/90**, IC:L3/4—97/96**, L4/5—95/95**, L5/S—84/67* (*p<0.01, **N.S.)と, TLIF 群の多裂筋障害は mini-open TLIF 群

のそれより有意に高度であった(図 1)。多裂筋障害発生の危険因子分析では, 術式(TLIF)[オッズ比:23.8, p=0.0002]と手術椎間数[オッズ比:12.4, p=0.0024]が, リスクファクターとして検出された。ODI は mini-open TLIF 群:術前 45.1%→術後 9.7%, TLIF 群:術前 48.8%→術後 10.9%は両群間に有意差はなかったが, 平均違和感スコアは mini-open TLIF 群:3.1 点, TLIF 群:2.0 点(p<0.01)と mini-open TLIF 群が優れていた。

この研究により, mini-open TLIF は MRI 上, 術後の多裂筋障害を有意に防止できる術式であることが明らかとなった。また, 臨床的には mini-open TLIF で腰部違和感が軽減された。椎弓根スクリューを用いた脊椎固定術では, 固定椎間より導出される脊髄神経後枝内側枝切断は不可避である。しかしながら, 層状構造をもつ多裂筋はレイヤーごとに多根性神経支配を受けるため, 1 本の後枝内側枝損傷では多裂筋全層におよぶ変性は生じない。一方, レトラクターによる阻血は多裂

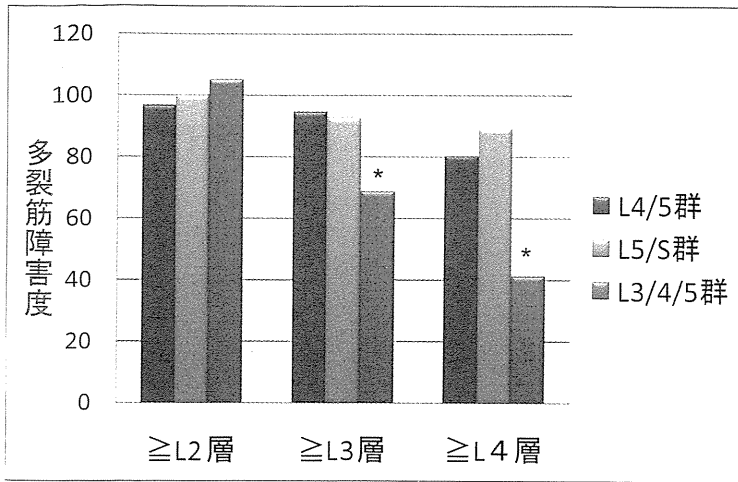


図 2. 支配神経髓節による多裂筋各層の障害度

筋全層におよぶ壊死や変性を惹起しうるため、背筋群温存の観点からはより重大な問題といえる。左右の傍脊柱筋間および正中アプローチを組み合わせた mini-open TLIF では、多裂筋に対するレトラクターの圧排力低減と圧迫時間短縮が図られるため同筋の阻血性障害を軽減でき、脊椎固定術の低侵襲化に大きく寄与する術式といえる。

前向き研究 2：mini-open TLIF による多裂筋障害パターンの分析

Mini-open TLIF 術後に前向き研究として撮像された MRI を用いて、本法による多裂筋障害パターンを分析することにより、その発生メカニズムの検討を目的とした。

Mini-open TLIF：29 例(平均 61 歳)を対象に術前と術後 1 年で撮像した MRI で多裂筋の輝度(T2 強調像)を定量化し、その障害パターンとメカニズムを分析した。定量評価法は上述の研究 1 と同様である。術式は椎弓根スクリュー(PS)と椎体間ケージを用いた片側進入椎体間固定で後側方固定は併用していない。傍脊柱筋間アプローチによる側方展開は、全例において固定椎横突起のみに厳密に限局されている。固定椎間数は 1 椎間：24 例(L4/5：17 例, L5/S：7 例), 2 椎間：5 例(L3/4/5：5 例)で、これにより対象症例を L4/5 群, L5/S 群, L3/4/5 群の 3 群に分類した。多裂筋は支配神経髓節により、L2 根支配以上のレイヤーよりなる層(≥L2 層)を L3 椎弓レベルの軸面像で、下同様に ≥L3 層(L4 椎弓レベル), ≥L4

層(L5 椎弓レベル)の 3 層に分け輝度を計測した。統計検定は Tukey-Kramer の HSD 検定と分散分析を用いた。

多裂筋障害度は ≥L2 層では L4/5 群：96.6, L5/S 群：99.9, L3/4/5 群：105.1 と各群間に有意差はなかった。一方、≥L3 層では L4/5 群：94.6, L5/S 群：92.7, L3/4/5 群：68.7 と L3/4/5 群の障害度が他の 2 群と比し有意に大きかった。また、≥L4 層では L4/5 群：80.3, L5/S 群：89.2, L3/4/5 群：41.2 と L3/4/5 群の障害度が他の 2 群と比し有意に大きかった(図 2)。平均手術時間は 1 椎間固定例：225 分, 2 椎間固定例：274 分で、2 椎間固定が有意に長かった。

腰椎後方固定術後の多裂筋障害の原因としてレトラクターの背筋圧排による阻血と手術操作による支配神経(後枝内側枝)の脱神経が指摘されるが低侵襲手術での実態は不明である。横突起展開に伴う脊髄神経根後枝内側枝損傷は不可避であるが、mini-open TLIF ではそれが PS 刺入椎のみに限局される。したがって本術式における後枝内側枝損傷は、L4/5 固定では L3 および L4 髓節, L5/S 固定では L4 および L5 髓節, L3/4/5 固定では L2, L3 および L4 髓節に限定され脱神経が生じることになる。理論上、≥L2 層は L3/4/5 群のみで 1 層障害され、≥L3 層は L3/4/5 群で 2 層, L4/5 群で 1 層が、≥L4 層は L3/4/5 群で 3 層, L4/5 群で 2 層, L5/S 群で 1 層のみの障害となる。本研究結果では、≥L2 層は各群ともにはほぼ多裂筋障害がなく、≥L3 層, ≥L4 層では L3/4/5 群のみに有意な障害がみられ、mini-open TLIF 後の多裂筋障害は単純な脱神経障害パターンはとらないことが判明した。一方、手術時間の長い 2 椎間固定の多裂筋障害が重大であったことは、多裂筋障害が脱神経の影響以上に筋阻血時間の影響を大きく受けることを示すものである。通常展開の TLIF と比し有意に多裂筋障害の少ない mini-open TLIF において、さらなる多裂筋障害減少を目指すためには、筋阻血の程度を減少させるレトラクターの開発や手術時間を短縮させる工夫が必要と

なる。

結 語

Mini-open TLIF は術後の多裂筋障害軽減に有効な術式である。多裂筋障害のパターン分析から、術後の多裂筋障害は単なる脱神経によるものではなく、脱神経とレトラクターによる筋圧排に由来する阻血が重要な役割を演じていると考えられた。

文 献

- 1) 加藤仲幸：腰椎後方展開による多裂筋排除圧と筋血流に関する実験的研究—正中単独アプローチと正中・傍脊柱筋間アプローチ併用の比較。Dokkyo Journal of Medical Sciences, **36** : T9-14, 2009.
- 2) 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, **21** : 2683-2688, 1996.
- 3) Taneichi, H., Suda, K., Kajino, T., et al. : Unilateral transforaminal lumbar interbody fusion and bilateral anterior-column fixation with two open-box carbon cages per level : clinical outcomes during a minimum 2-year follow-up period. J Neurosurg Spine, **4** : 198-205, 2006.
- 4) Coe, J. D. : Instrumented transforaminal lumbar interbody fusion with bioabsorbable polymer implants and iliac crest autograft. Neurosurg Focus, **16** : 1-9, 2004.
- 5) Harms, J., Jeszensky, D., Stoltze, D., et al. : True spondylolisthesis reduction and monosegmental fusion in spondylolisthesis. In : Bridwell, K. H., DeWald, R. L., eds. The Textbook of Spinal Surgery, 2nd ed. Philadelphia : Lippincott-Raven, p. 1337-1347, 1997.
- 6) Lowe, T. G., Tahernia, A. D. : Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion. Clin Orthop, **394** : 64-72, 2002.
- 7) Wiltse, L. L., Spencer, C. W. : New uses and refinements of the paraspinous approach to the lumbar spine. Spine, **13** : 696-706, 1988.