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 muscle 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付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靱帯は切除し、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、棘上靱帯に脊柱起立筋腱膜と胸腰筋膜をしっかりと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程度のものとなった。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：多裂筋の筋萎縮は明らかで、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するため,

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. *Neurosurg Focus*. 2004; 16: 1-9.
- 2) Harms J, Jerszensky 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