 原 著

Titanium miniplateを用いた椎弓形成術

塩川 和彦, 花北 順哉, 諏訪 英行,
齊木 雅章, 織田 雅, 梶原 基弘

Laminoplasty using Titanium Miniplates

by

Kazuhiko Shiokawa, Junya Hanakita, Hideyuki Suwa,
Masaaki Saiki, Masashi Oda, Motohiro Kajiwara

from

Department of Neurosurgery, Shizuoka General Hospital

Postoperative laminectomy membrane associated with the use of simple laminectomy is well known as a post operative complication and often causes the compression of the spinal cord or roots. The authors have performed laminoplasty using titanium miniplates to prevent the formation of laminectomy membrane.

The purpose of this study was to review thirty cases who were operated on using laminoplasty with titanium miniplates and to evaluate this procedure. The 30 patients consisted of spinal tumor (12 cases), far lateral disc herniation (7 cases), arachnoid cyst (7 cases), AVM (2 cases), synovial cyst (1 case) and chronic myelitis (1 case). The follow-up period averaged 16.1 months. Twenty patients underwent a bilateral laminoplasty with titanium miniplates (2 cases concurrently using in-situ posterior lateral fusion (PLF) or pedicle screw PLF) and 10 patients underwent a hemi-laminoplasty with titanium miniplates (5 cases concurrently using posterior in-situ PLF or pedicle screw PLF). All patients had improvement in their neurological symptoms. No patient developed increased kyphosis, instability and or laminectomy membrane following the procedure. No case was complicated by neurological deterioration, infection, lamina displacement or implant migration. Although long-term results are unknown, short-term results are good and there are no incidences of complications. In conclusion, laminoplasty using titanium miniplates is a very useful and easy to apply to prevent laminectomy membrane. An added advantage is the magnetic resonance imaging compatibility of the implants for investigating the condition of the subdural and epidural lesions.

Key word: instrumentation, laminectomy membrane, laminoplasty, spine, titanium miniplate

Spinal Surgery 14 (2) : 111~116, 2000

はじめに

椎弓切除術は脊柱管狭窄症などに対する除圧目的以外においても、脊椎、脊髓の外科領域で用いられる一般的な手術手技である。この術後には通常、生理学的反応としての癒痕形成が生じるが〔8, 9〕, 時として、この癒痕形成により脊髄症状あるいは神経根症状が出現することが報告されてきた〔1, 2〕。現在までに各種の

物質、薬剤の使用や術式の工夫により硬膜外癒痕組織の形成予防が試みられてきたが未だ有効な方法は見いだされていない〔3, 4, 5〕。

今回我々は、椎弓切除後の癒痕形成を予防するために、titanium miniplateを用いて椎弓形成術を行った。この方法、症例を紹介するとともに、その有用性及び問題点を検討する。

(Received : July 27, 1999, Accepted : February 7, 2000)

静岡県立総合病院 脳神経外科 (連絡先: 塩川和彦, 〒420-0881 静岡県静岡市北安東4丁目27-1) Address reprint request to: Kazuhiko Shiokawa, M.D., Department of Neurosurgery, Shizuoka General Hospital, 4-27-1, Kita-andou, Shizuoka-shi, Shizuoka, 420-0881, Japan

Table 1 : Patient data and variations of surgical procedures

Disease		Numbers of patients	Surgical procedures	
Tumor			Bilateral laminoplasty	Hemilaminoplasty
	ependymoma	5	5	0
	shwannoma	4	3	1
	meningioma	2	1	1*
	neurofibroma	1	1*	0
Arachnoid cyst		7	6	1
Lumbar disc herniation (far lateral type)		7	0	7(5*)
AVM		2	1	1
Synovial cyst		1	1*	0
Chronic myelitis		1	1	0
Total		30	19(2*)	11(6*)

*in situ PLF or PLF with pedicle screw method.

対象および方法

対象は、1995年9月～1999年2月に当施設で titanium miniplateを用いて椎弓形成術を行った30例で、性別は男性16例、女性14例で、平均年齢は50歳（25～79歳）であった。30例の内訳は、腫瘍12例、外側型腰椎椎間板ヘルニア7例、くも膜嚢胞7例、AVM2例、滑膜嚢胞1例、慢性脊髄炎1例であった。部位別では頸椎7例、頸胸椎移行部2例、胸椎8例、胸腰椎移行部1例、腰椎11例、腰仙部1例であった。

椎弓形成術の方法は、2 mm幅のcutting barで椎弓の骨皮質を掘削し、続いて1 mm幅のdiamond barで掘り進め、最後に骨ノミを用いて、椎弓を本来の形を残すように切離した。種々の病変の摘出後、切離した椎弓を解剖学的構造を保つようにLEIBINGER製titanium miniplate systemを用いて固定した。miniplateは6穴ロングを半分に切り使用した。screwは直径2 mm、長さ7～9 mmを主に使用した（Fig.1）。

脊椎の術後不安定性を防止するために、椎間関節に手術操作が及んだ場合には、pedicle screw fixation法による後側方固定術（pedicle screw PLF法）やin situ fusion法（in situ PLF法）を併用した。

結 果

両側の椎弓形成術をおこなったものは19例（in situ PLF法、pedicle screw PLF法を併用したものは2例）、片側の椎弓形成術をおこなったものは11例（in situ PLF法、pedicle screw PLF法を併用したものは6例）であった（Table 1）。

疾患別にみると、腫瘍例では12例中10例で両側の椎弓形成術をおこない、その内訳は、上衣腫5例、神経鞘腫3例、髄膜腫1例、神経線維腫1例であった。神経線維腫（L4～5）の1例では両側L4～5の椎弓形成術に、L3～S1のpedicle screwを用いた内固定を併用した。片側の椎弓形成術は2例におこない、その内の1例の髄膜腫（L1）はpedicle screwを用い片側Th12～L2の内固定を併用した。

くも膜嚢胞では7例中6例が両側の椎弓形成術をおこなった。

far lateral typeの腰椎椎間板ヘルニアでは7例全例に片側の椎弓形成術をおこなった。その内4例はpedicle screwを用いた内固定を併用し、2例はin situ PLF法を併用した。2例は内固定をおこなわなかった。

AVMの2例においては、1例は片側椎弓形成術をおこない、他の1例は両側椎弓形成術をおこなった。

滑膜嚢胞の1例はL4/5に存在しており、両側椎弓

Fig.1 : A demonstration model of laminoplasty using titanium miniplates.

Fig.2 : A case of thoracic arachnoid cyst.
a : Post operative radiograph showing Th1-7 bilateral laminoplasty with titanium miniplates.
b : Postoperative CT scan shows the maintaining of the anatomical bone structures.

形成術にin situ PLF法とpedicle screw PLF法による内固定をおこなった。

慢性脊髄炎の1例は、C3 - 5の髄内腫瘍を疑って、生検をおこなった症例で、病理診断後に両側の椎弓形成術をおこなった。

追跡期間は3カ月～43カ月（平均16.1カ月）であった。全例、術後の神経症状の増悪はなく、術後の単純レントゲン撮影にて脊椎アライメントの変化は認めなかった。MRIにおいてもアーチファクトは少なく、病変部位の観察が可能であった。また手術部位において硬膜外癒着組織形成を示唆する所見はみられなかった。

titanium miniplateが原因と考えられる合併症はみられなかったが、術後単純レントゲン撮影で3例にscrewの緩み抜けがみられた。3例ともにfar lateral typeの腰椎椎間板ヘルニアの症例であり、この内2例は内固定を併用しなかった症例で、他の1例はin situ PLF法を併用した症例であった。これらの3例ともに、術後早期に1本のscrewが抜けていたが、miniplate本体の破損や椎弓の脊柱管内への落ち込み、脊椎のアライメントの変化はみられなかった。pedicle screwを併用した症例にはそのような問題点はみられなかった。

以下、代表的症例を呈示する。

<症例1>

42歳、男性。背部痛で発症し、MRIでTh1 - 7脊髄背側にくも膜嚢胞を認め手術を行なった。Th1 - 7の椎弓切除にて、くも膜嚢胞を摘出し、miniplateを用い

Fig.3 : A case of thoracic arachnoid cyst.
Postoperative MRI(a: T2 weighted sagittal image, b: T1 weighted axial image) shows no laminectomy membrane development.

て椎弓形成術を行った (Fig.2-a)。術後CTでは形成した椎弓は元の位置に還納され、脊柱管の形は保たれていた (Fig.2-b)。術3カ月後のMRIでは癒着組織の形成はみられなかった (Fig.3)。

<症例2>

25歳、男性。排尿障害で発症し、MRIでL4 - S2に腫瘍を認めた (Fig.4)。L4 - 5の椎弓切除後、S1 - S

a

b

Fig.4 : A case of lumbo-sacral endypoma.
Preoperative MRI (a : T1 weighted image, b : T2 weighted image) shows the lumbo-sacral tumor.

a

b

Fig.5 : A case of lumbo-sacral endypoma.
a : Postoperative radiograph showing L4-S2 laminoplasty with titanium miniplates.
b : Postoperative MRI (T1 weighted image with Gd-DTPA) shows no laminectomy membrane development.

2の仙骨部を半楕円形に切離し、硬膜内腫瘍を摘出した。腫瘍はL5、S1-2レベルの硬膜に侵潤しており、硬膜も含めて切除した。硬膜欠損部にはGoatex®で修復した後、miniplateで椎弓形成術を行った (Fig.5-a)。術後経過は良好で、合併症や神経脱落症状はなく、放射線療法後に退院した。術31カ月後のMRIではアーチファクトは少なく病変部は観察可能であり、また腫瘍の再発や硬膜外癒痕形成はみられなかった (Fig.5-b)。

考 察

椎弓切除後に生じる問題点としては、術後の脊柱不安定性の増大、これによるところの脊柱アライメントの不良と硬膜外癒痕組織の形成である。これらの問題点を解決するために、種々の脊柱管形成術が考案されてきた。当科でも、単なる除圧のみが目的とされる頸椎疾患においては、後方支持組織を極力温存した棘突起縦割法による脊柱管形成術を行ってきた [6, 13]。しかし、脊柱管内の操作が必要とされる脊髄腫瘍やfar lateral typeの腰椎椎間板ヘルニアの症例などでは、この棘突起縦割法

では脊柱管内の操作がやや困難で煩雑となる。そこで、我々はこの問題を解決するために、椎弓を一塊に切離し、脊柱管内操作の終了後にこの椎弓を元へ戻す方法を行ってきた。

従来からもこのように、一度切離した椎弓を再び戻す方法は幾人かの術者により試みられてはきたが、椎弓の固定は絹糸やワイヤーを用いるものであり、その固定操作は煩雑でかつ椎弓が術後に陥没し、脊髄圧迫の合併症も生じることが知られていた [12]。今回検討したtitanium miniplateを用いた椎弓形成術は、固定操作が簡便であり、かつ椎弓が落ち込むという合併症は認められなかった。勿論、今回用いたminiplateは脊柱を支える能力は全く期待できるものではなく、あくまで硬膜外癒痕形成を防止することが最大の目標であった。

術後MRIでの病変部の観察では、アーチファクトは強くなり、脊髄の形態を観察することができた。また椎弓の形が保たれることにより、硬膜外腔には癒痕は形成されておらず、miniplateを用いた椎弓形成術は有用であると考えられた。

文献上、titanium miniplateを用いた椎弓形成術は過

文 献

去3例報告されている[7, 10, 11]. 1996年にO'Brienらは10例の頸髄症を呈する頸椎脊柱管狭窄症例に対して, titanium miniplateを用いてopen-door laminoplastyをおこなった[10]. ShaffreyらはO'Brienらの方法に, さらにallograftを追加した方法で20例の頸椎の椎弓形成術をおこなった[11]. 岩倉らは, 腫瘍性病変30例に対して, 両側性に椎弓を一塊にして外し, miniplateを用いて環納する椎弓形成術をおこない, 椎弓切除のみをおこなった38例と比較した[7]. これらの文献は, titanium miniplateを用いることの利点として, その手技の簡便性と安全性, 早期の固定が可能なことによる脊椎の安定性の増大, またCTやMRIでアーチファクトが少ないことなどを報告している.

我々は, titanium miniplateを用いた椎弓形成術により, 本来の椎弓の解剖学的構造を保つことは, 術後瘢痕組織形成を予防する上で有用であり, 除圧を目的としない椎弓形成術の1つのオプションと考えている. 他の報告と使用方法, その目的などは若干異なるがtitanium miniplateのinstrumentationとしての有用性については, これらの報告と同意見である.

問題点として, 今回のシリーズではscrewの緩み抜けが3例にみられた. 3例共にL4/5レベルの病変であり, 同部位で強固な固定と併用したものにはscrewの緩み抜けはみられなかったことから, 可動性が大きい部位でのminiplateの使用には, さらなる工夫が必要と考えられた. 手技上の問題としては, screw径が小さいために, tap径がscrew径に比べ大きくなりすぎ, screw固定が緩くなりやすいことが挙げられる. もし, 固定が不十分と判断した時は径の大きい, 直径2.3mm, 長さ9~11mmのscrewを使用することで対応している. しかしscrewが抜けた3例は術後早期に抜けていることから, 初めからscrew固定が緩かったことが疑われた.

他部位の症例にはscrewの緩み抜け現象はなく, また術後に脊椎の不安定性を呈する例もみられなかった. しかしminiplateにおいても, 他の内固定器具と同様に, 脱落や迷入などの可能性を完全には否定できない. 今回のシリーズは追跡期間が短いため, 正確には術後の不安定性やアライメントの変化に対する評価はできない. 今後さらに長期の経過観察による評価を行い, この方法の有効性をさらに検討する必要があると考える.

なお本論文の内容の一部は第14回日本脊椎外科学会(1999年6月18日, 東京)において発表した.

1. Abitbol JJ, Lincoln TL, Lind BI, Amiel D, Akeson WH, Garfin SR: Preventing postlaminectomy adhesion: A new experimental model. *Spine* 19: 1809-1814, 1994
2. Brodsky AE: Post-laminectomy and post-fusion stenosis of the lumbar spine. *Clin Orthop* 115: 130-139, 1976
3. Cook SD, Prewett AB, Dalton JE, Whitecloud TS: Reduction in perineural scar formation after laminectomy with Polyactive membrane sheets. *Spine* 19: 1815-25, 1994
4. DiFazio FA, Nichols JB, Pope MH, Frymoyer JW: The use of expanded polytetrafluoroethylene as an interpositional membrane after lumbar laminectomy. *Spine* 20: 986-991, 1995
5. Hiraizumi Y, Transfeldt EE, Fujimaki E, Nambu M: Application of polyvinyl alcohol hydrogel membrane as anti-adhesive interposition after spinal surgery. *Spine* 20: 2272-2277, 1995
6. 花北順哉: 椎弓形成術. 白馬 明, 山浦 晶編, 脊髄・脊椎の外科, 東京, 医学書院, 1998, 149-156
7. 岩倉昌岐, 山元一樹, 長嶋達也, 玉木紀彦: チタンミニプレートを用いた椎弓形成術の手術手技と長期経過観察: 椎弓切除との比較. *脳外* 27: 525-531, 1999
8. LaRocca H, Macnab I: The laminectomy membrane. Studies in its evaluation, characteristics, effects and prophylaxis in dogs. *J Bone Joint Surg* 56: 545-550, 1974
9. Lee CK, Alexander H: Prevention of post laminectomy scar formation. *Spine* 16: 222-226, 1984
10. O'Brien MF, Peterson D, Casey ATH, Crockard HA: A novel technique for laminoplasty augmentation of spinal canal area using titanium miniplate stabilization. *Spine* 21: 474-484, 1996
11. Shaffrey CI, Wiggins GC, Piccirilli CB, Young JN, Lovell LR: Modified open-door laminoplasty for treatment of neurological deficits in younger patients with congenital spinal stenosis: analysis of clinical and radiographic data. *J Neurosurg*

(Spine2) 90: 170-177, 1999

12. 高杉晋輔：脊椎管拡大術の私の工夫．白馬 明，山浦 晶編，脊髄・脊椎の外科，東京，医学書院，1998，251-260
13. Tsuzuki N: Tension-band laminoplasty, in Schmidek HH, Sweet WH (eds): Operative Neurosurgical Techniques. Philadelphia, WB Saunders, 1995, Vol.2, pp.1825-1827

Reviewer's comment : 森本 哲也 (奈良県立医科大学 脳神経外科)

本論文は，脊髄脊椎手術において術後搬痕形成のために神経症状の再発を見る可能性を軽減すべく著者らが試みた術式の1工夫である．手術数の多い施設からの発表であり，機能的要素の強いこの領域の治療成績をさらに向上させることをめざしており，価値ある内容である．

ミニプレートは本来biomechanicalにはあまり強固な固定は期待できないが，骨癒合がおこるまでの一時的な役割を果たしうることが証明されたといえる．加重の多い腰椎や，術後可動性の大きい部位での使用には，十分な配慮が必要と思われる．screwの脱転により移動する可能性もあるので注意深い観察を要する．

なお，論文ではあまり触れていないが，ミニプレートを使用するためには骨切の部位や角度に工夫をして，椎弓の落ち込みを少なくするよう配慮する必要がある．今後，脊椎手術でこのようなオプションにも手技上精通しておくことは，術式のバリエーションを自由にするうえで大切である．

Reviewer's comment : 大畑 建治 (大阪市立大学医学部 脳神経外科)

椎弓形成術にチタン製ミニプレートを用いる方法は，その手技の簡便性と椎弓固定の確実性のため，今度さらに普及するものと思われる．著者らは，硬性チタン製ミニプレートによる椎弓形成術を頸椎から腰椎までの手術に用い，その利点と問題点について細かく検討を加えている．手術結果として注目すべきことは，ミニプレートの固定用スクリューの緩み抜けが，もっともストレスが加わりやすいL4-5にて発生している点である．脊椎にはレベルによって様々な動的ストレスが加わるため，ミニプレートによる椎弓形成は頭蓋骨形成と比べて解決すべき点が多いと思われる．手技や適応，チタン素材の硬度やプレートの形状などについても，今度さらに検討されることを期待したい．