 原 著

新型セラミック椎弓スペーサーとミニプレートを用いたen bloc 椎弓形成術

後藤 剛夫, 大畑 建治, 松阪 康弘,
森野 道晴, 露口 尚弘, 原 充弘

En Bloc Laminoplasty using Newly Designed Ceramic Spacers and Titanium Miniplates

by

Takeo Goto, Kenji Ohata, Yasuhiro Matusaka,
Michiharu Morino, Naohiro Tuyuguchi, Mitsuhiro Hara

from

Department of Neurosurgery, Osaka City University Medical School

A new laminoplasty of the cervical spine has been developed using a newly designed hydroxyapatite spacer for laminae which are open en bloc bilaterally. The trapezoidal shaped spacer, designed to fit the contour and section of the lamina, was placed on both sides of each lamina, which was anchored by titanium miniplate to the lateral mass bilaterally. We have used this method in 10 patients with cervical spondylosis and 6 patients with ossification of the posterior longitudinal ligament for expansive laminoplasty, and 4 patients with spinal tumors. The rigid fixation of laminae allowed less restricted postoperative care including a few days application of a simple neck collar. There was no postoperative complication associated with laminoplasty. The new method, maintaining the spinolaminoligamentous complex intact, contributed to the reduction of operative time and complications sometimes found in unrigid laminoplasty. This method is compatible with laminoplasty after removal of an intracanalicular mass and for decompression surgery for canal stenosis.

Key word: laminoplasty, miniplate, ceramic spacer

Spinal Surgery 15 (1) : 23~28, 2001

はじめに

頸椎後方到達法においては、椎弓切除では術後の後彎変形や硬膜外癒着組織の合併などの問題が生じ、現在では椎弓を形成する方法が主に行われている [3, 5, 8, 30, 31, 32]。これまでに片開き式、両開き式などさまざまな方法が考案され良好な結果が報告されている。しかし、椎弓形成の手技が複雑であるため必ずしも十分な除圧や良好な術後配列を得ることができないなどの問題点が指摘されている [13, 14, 17, 21, 22, 26, 29]。また、頸椎症などに対する片開き式や両開き式の椎弓形成法を腫瘍切除の際に用いると術野の確保が困難になる

ため、頸髄腫瘍の手術ではこれらの椎弓形成法は避けられる傾向にある。我々は、すべての頸椎後方到達に応用できる手術法として、チタンミニプレートと新たにデザインした椎弓スペーサーを用いた簡便な椎弓形成法を考案した。その手技と手術結果について報告する。

対象および方法

<手術手技>

病変のレベルにあわせて正中皮膚切開を加え、項靱帯を正中で二分し傍脊柱筋を椎弓より剥離する。この際、

(Received : October 16, 2000, Accepted : January 10, 2001)

大阪市立大学医学部 脳神経外科 (連絡先: 後藤 剛夫, 〒545-8585 大阪市阿倍野区旭町1-4-3) Address reprint request to: Takeo Goto, M.D., Department of Neurosurgery, Osaka City University Medical School, 1-4-3 Asahi-machi, Abeno-ku, Osaka, 545-8585, Japan

Fig.1. Diagrams demonstrating surgical procedures in our laminoplasty.

- a: Vertebra at the operated level
- b: En bloc laminotomy
- c: Insertion of the laminar spacer
- d: Reestablished lamina in suitable size

Fig.2. Illustration of ceramic laminar spacers.

棘突起に付着する棘間靱帯および棘間筋を可能な限り棘突起の間に温存する。椎弓は外側塊内側が露出されるまで剥離するが、椎間関節関節包が開かないよう注意する。次にエアードリル (Midas Rex motor3, S6 cutting burr) を用いて顕微鏡下に椎弓と外側塊移行部に骨溝を両側で作成し、切除予定の椎弓を一塊として摘出する。椎弓切除の幅が狭く十分な減圧が得られていない場合には、外側への骨削除をエアードリルにて追加する。頸髄腫瘍の場合は引き続き腫瘍摘出の操作を行う。

椎弓形成においては、特殊な形状をした楔状のセラミックスペーサーを椎弓の両側に挿入し、スペーサーと接合骨との間に間隙ができないようにチタン製ミニプレートとスクリューで固定する (Fig1)。スペーサーには3種の大きさがあり、拡大形成が目的の場合には大きいものを選択する (Fig2)。スペーサーが脱転しないように、ミニプレートにナイロン糸で縫合しておく。ミニプレートは形状を加工しやすいように柔性チタンを素材としたもの (TiMesh miniplate) を使用している。閉創時は傍脊柱筋の筋膜を棘突起に縫い付け脊柱管の後方要素を再建する。

術後は軟性ネックカラーを1週間装着し、その後は自由な頸部運動を許可する。

<症例>

過去3年間に頸髄・頸椎疾患の計20例に本法を行った。性別は男性17例女性3例、年齢は27歳から81歳で平均55.1歳、術後経過観察期間は2ヵ月から36ヵ月で平均18.1ヵ月であった。頸髄腫瘍摘出後の椎弓形成を4例に、頸椎症や後縦靱帯骨化症に対する椎弓拡大形成を16例に行った。椎弓形成の範囲は、3椎体から7椎体で平均5.5椎体であった。

<術後評価>

全症例で頸椎単純撮影、CT scan, MRIを術後2 - 4ヵ月の間隔で行い頸椎の配列、スペーサーの癒合の時期などを観察した。頸椎拡大形成術を目的とした頸椎症と後縦靱帯骨化症の症例では、日本脊髄外科学会脊髄判定基準で症状改善の評価を行い、またCT scanで脊柱管の拡大の程度を評価した。

Fig.3. Computerized tomography studies.

Left: Preoperative axial CT scan revealing developmental stenosis of the spinal canal associated with osteophytic spurs. Center: Postoperative axial CT scan demonstrating the laminoplasty with the enough enlargement of the cervical canal. Right: Follow up CT scanning at 6 months postoperation showing bony fusion among the ceramic spacer, the lamina and the lateral mass.

Table 1
Summary of patient data

症例	年齢(歳)	性別	病名	手術高位	レベル	経過観察期間		術前配列	術後配列
						(月)			
1	53	男性	頸椎症	C1-7	7	36		L	L
2	65	男性	頸椎症	C2-7	6	34		L	L
3	60	男性	頸椎症	C2-7	6	30		L	L
4	35	男性	頸椎症	C2-7	6	29		S	L
5	61	男性	OPLL	C2-7	6	26		L	L
6	64	男性	OPLL	C2-6	5	26		S	S
7	46	男性	頸椎症	C3-6	4	21		L	L
8	60	男性	頸椎症	C2-7	5	21		L	L
9	54	女性	頸椎症	C1-7	7	15		L	L
10	56	男性	OPLL	C2-7	6	12		L	L
11	70	男性	OPLL	C2-7	6	7		S	S
12	53	女性	頸椎症	C2-7	6	7		L	L
13	27	男性	頸椎症	C2-7	6	6		L	L
14	81	男性	頸椎症	C2-7	6	6		L	L
15	58	男性	OPLL	C2-5	4	4		L	L
16	57	男性	頸椎症	C3-7	5	2		L	L
17	30	女性	上衣腫	C3-1	6	29		K	K
18	64	男性	上衣腫	C3-6	4	24		L	L
19	33	男性	上衣腫	C3-7	5	20		L	L
20	75	男性	髄膜腫	C4-6	3	7		L	L
平均	55.1				5.5	18.1			

L=lordosis, S=straight, K=kyhosis

結 果

脊髄腫瘍の4例では、椎弓を一旦完全に切離するため腫瘍摘出が容易であった。頸椎症と後縦靱帯骨化症の16例では、椎弓切除後にさらに外側への骨削除を追加するため適切な除圧が得られた。また椎間孔が狭小化している例では、椎弓を切除した後にさらに椎間孔の開放を加えることができた。またスパーサーの選択により容易に十分な椎弓拡大形成が可能であった (Fig3)。固定力については、術中に形成椎弓の棘突起を動かすと患者の頸部全体が動く程強固であった。

日本脊髄外科学会脊髄判定基準での脊髄症状は術前7から11点平均9.3点であったが、術後は11から14点平均12.4点に改善した。術後感染やスパーサーの脱転等の合併症は1例も認めなかった。CTでは術6ヵ月後から1

年の間にセラミック周囲に骨形成が確認できた。術後後彎変形を呈した症例はなく、1例では配列がむしろ改善した (Table1)。

考 察

頸椎脊柱管狭窄症に対する椎弓拡大形成の有用性はこれまでに数多くの報告があり、その有効性はすでに確立されていると思われる [1, 2, 6, 7, 9-12, 15-20, 23-25, 27]。しかし、手術法は様々でどの方法を用いるべきかについては議論が多い。我々は、本法を開発するまでの6年間に片開き法や両開き法などを行ってきたが、手技は必ずしも容易ではなく、椎弓の屈曲部での骨折や不十分な拡大等の問題が生じていた [13, 14,

17, 21, 22, 26, 29]. また脊髄腫瘍の場合には、術野を確保するために椎弓を一塊として切離し、硬性チタン製のプレートで椎弓を元に戻して固定するなど、拡大形成法とは異なる方法をとってきた。椎弓形成の手技を統一することは、手技の習得と安定した術後成績を得るためには不可欠と思われる。本法では、症例によってセラミックスペーサーの大きさを変更するだけで、安易で強固な脊柱管の再建が可能であった。

近年ミニプレートによる椎弓固定は簡便で強固であるとのいくつかの報告がある [4, 25, 28]。しかしこれらの報告は片開き式あるいは両開き式拡大形成の補助として使用されており、本法のように椎弓スペーサーと併用した報告はない。我々の症例ではプレートやスペーサーの術後脱転もなく、この2者の併用により十分な強度を得ることができた。軟性チタン製ミニプレートを使用しているにもかかわらず強固な固定を得られた理由としては、スペーサーと接合骨との間を密にして間隙をつくらなかったためと思われる。この固定力の強さは術中に用手により容易に検証できた。間隙がないためミニプレートに加わる捻れの外力は減弱され、椎弓を落とし込む外力は主にスペーサーにより支持される。ミニプレート単独では、接合骨間に間隙がある限り、例え硬性プレートをを用いてもこのような固定力を得ることはできないと思われる。

頸椎の配列についても現在のところ満足すべき結果が得られている。本法では、骨性後方要素はほぼ完全に生理的状态で再建することができる。残された問題点の一つは傍脊柱筋群を一旦棘突起から切離することに起因する術後配列の悪化である。これまでに配列が悪化した症例を経験していないが、さらに症例を重ねたい。また、棘突起を傍脊柱筋群に付着させた状態で行う拡大形成術の成績も参考にしながら [13, 26]、さらに検討を加えたい。

本法は全ての頸椎後方到達法に容易に利用できる椎弓形成法である。手技的に簡便であるため、習得が容易であり、また術後の固定も強固であり早期退院が可能となる。術者および患者の両者にとって有用な方法と考える。

文 献

1. Baba H, Chen Q, Uchida K, et al: Laminoplasty with foraminotomy for coexisting cervical myelopathy and unilateral radiculopathy: a preliminary report. *Spine* 21: 196-202, 1996
2. Baba H, Furusawa N, Chen Q, et al: Cervical laminoplasty in patients with ossification of the posterior longitudinal ligaments. *Paraplesia* 33: 25-29, 1995
3. Crandall PH, Gregorius FK: Long term follow up of surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 2:139-147, 1977
4. Fornari M, Luccarelli G, Giombini S, et al: Artificial lamina-assisted laminoplasty performed in seven cases. *J Neurosurg* 91: 43-49, 1999
5. Gregorius FK, Estrin T, Crandall PH: Cervical spondylotic radiculopathy and myelopathy. *Acta Neurochir* 31:185-193, 1975
6. Hamburger C: T-laminoplasty - a surgical approach for cervical spondylotic myelopathy. Technique note. *Acta Neurochir* 132: 131-133, 1995
7. Hase H, Watanabe T, Hirasawa Y, et al: Bilateral open laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Spine* 16: 1269-1276, 1991
8. Herman JM, Sonntag V: Cervical corpectomy and plating for post laminectomy kyphosis. *J Neurosurg* 80: 963-970, 1994
9. Hirabayashi K, Satomi K. Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Spine: State of the Art Reviews* 1: 517-532, 1987
10. Hirabayashi K, Satomi K: Operative procedure and results of expansive open-door laminoplasty. *Spine* 13: 870-876, 1988
11. Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, et al. : Expansive open-door laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. *Spine* 8: 693-699, 1983
12. Hukuda S, Mochizuki T, Ogawa M, et al: Operations for cervical spondylotic myelopathy. A comparison of the results of anterior and posterior procedures. *J Bone Joint Surg (Br)* 67: 609-615, 1985
13. Inoue H, Ohmori K, Isida Y, et al : Long-term follow-up review of suspension laminotomy for cervical compression myelopathy. *J Neurosurg* 85: 817-823, 1996
14. Ishida Y, Ohmori K, Inoue H, et al: Criteria for sufficient decompression in laminoplastic surgery for compression myelopathy. *Spinal Surgery* 7:

- 108-114, 1993 (Jpn)
15. Itoh T, Tsuji H: Technical improvements and results of laminoplasty for compressive myelopathy in the cervical spine. *Spine* 10: 729-736, 1985
 16. Kimura I, Oh-hama M, Shingu H, et al: Cervical myelopathy treated by canal-expansive myelopathy. Computed tomographic and myelographic findings. *J Bone Joint Surgery (Am)* 66: 914-920, 1984
 17. Kimura I, Shingu H, Nasu Y, et al: Long-term follow-up cervical spondylotic myelopathy treated by canal expansive laminoplasty. *J Bone Joint Surg(Br)* 77: 956-961, 1995
 18. Kimura S, Homma T, Uchiyama, et al: Posterior migration of cervical spinal cord between split laminae as a complication of laminoplasty. *Spine* 20: 1284-1288, 1995
 19. Kohno K, Kumon Y, Oka Y, et al: Evaluation of prognostic factors following expansive laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Surg Neurol* 48: 237-245, 1997
 20. Koyama T, Handa J: Cervical laminoplasty using apatite beads as implants. *Surg Neurol* 24: 663-667, 1985
 21. Kurokawa T, Tsuyama N, Tanaka H, et al: [Dobble-door laminoplasty through longitudinal splitting of the spinous process for cervical spondylotic myelopathy.] *Rinsho Seikei Geka* 19: 483-490, 1984 (Jpn)
 22. Lee TT, Manzano GR, Green BA: Modified open-door cervical expansive laminoplasty for spondylotic myelopathy: operative technique, outcome, and predictors for gait improvement. *J Neurosurg* 86: 64-68, 1997
 23. Morimoto T, Yamada T, Okamura Y, et al: Expanding lamminoplasty for cervical myelopathy-roofing technique. *Acta Neurochir* 138: 720-725, 1996
 24. Nagata K, Ohashi T, Abe J, et al: Cervical myelopathy in elderly patients: clinical results and MRI findings before and after decompression surgery. *Spinal Cord* 34: 220-226, 1996
 25. O'Brien MF, Peterson D, Casey AT, et al: A novel technique for laminoplasty augmentation of spinal canal area using titanium miniplate stabilization. A computerized morphometric analysis. *Spine* 21: 474-484, 1996
 26. Ohmori K, Ishida Y, Suzuki K: Suspension laminoplasty.: a new surgical technique for compression myelopathy. *Neurosurgery* 21: 950-957, 1987
 27. Phillips DG: Surgical treatment of myelopathy with cervical spondylosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 36: 879-884, 1973
 28. Roselli R, Pompucci A, Formica F, et al: Open-door laminoplasty for cervical myelopathy: surgical technique and neurophysiological monitoring. *J Neurosurg* 92: 38-43, 2000
 29. Satomi K, Nishu Y, Kohno T, et al: Long-term follow-up studies of open-door expansive laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. *Spine* 19: 507-510, 1994
 30. Skowronski J, Bielecki M: The results of laminectomy and laminoplasty in cervical myeloradiculopathy. *Ann Med Univ Bialyst* 37: 71-73, 1992
 31. Yonenobu K, Fuji T, Ono K, et al: Choice of surgical treatment for multisegmental cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 10: 710-716, 1985
 32. Yonenobu K, Hosono N, Iwasaki M, et al: Laminoplasty versus subtotal corpectomy: A comparative study of results in multisegmental cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 7: 1281-1284, 1982

Reviewer's comment : 飯塚 秀明 (金沢医科大学 脳神経外科)

頚椎の後方手術における椎弓形成の術式として、椎弓切除後に当該椎弓をスペーサとミニプレートを用いて再建し形成する方法を提唱した報告である。拡大椎弓形成術については、これまで種々の方法が考案され、また術者により様々な工夫も報告されている。著者らの術式の利点は、特に髄内腫瘍などで、一端椎弓切除することにより十分な術野を確保し、再び、再建的に椎弓形成を比較的容易に行い得ることかと思われる。

今後、特に若年者でのkyphosisの予防効果なども含めた長期の検討が望まれる。

Reviewer's comment : 富永 悌二 (広南病院 脳神経外科)

本論文は、新型セラミック椎弓スペーサーとミニプレートを用いたen bloc椎弓形成術について、術式および変性疾患・腫瘍を含む20例の手術結果を報告したものである。この術式の眼目は、頚椎後方アプローチの際、変性疾患や硬膜内腫瘍に際して統一的術式として用いることができるという点にある。即ち変性疾患の除圧に際しては、セラミックスペーサーの大きさを選択することにより十分な除圧が得られ、腫瘍病変の際には、強固な椎弓再建として用いることができる。

筆者等は、これまで開発された様々な椎弓形成術式の手技が複雑で必ずしも十分な除圧が得られないとしている。しかし我々はこれまで棘突起縦割による両開き法をおこなってきたが、十分な除圧は得られるものと考えているし、またスペーサーをプロリン糸で固定するのみでminiplateを用いなくとも1例の脱転もなく良好な結果が得られている。筆者等の術式は、髄内腫瘍摘出に際しての椎弓形成には優れているが、除圧の術式としては、どれだけ手技が簡便になるか疑問が残る魅力を感じない。しかしながら、最小のtechnical demandで最大の手術効果を得るuniversalな術式の開発という筆者等の考えには、諸手を挙げて賛同したい。