Lift-up 式椎弓形成術を応用して癒着剝離術を行った 脊髄癒着性くも膜炎の 1 例

Spinal Adhesive Arachnoiditis Treated with Lift-up Laminoplasty
—A Case Report—

川 村 大 地 大 橋 洋 輝 波 多 野 敬 介 村 山 雄 一 谷 諭

Daichi Kawamura, M.D., Hiroki Ohashi, M.D., Ph.D., Keisuke Hatano, M.D.,

Yuichi Murayama, M.D., Ph.D., Satoshi Tani, M.D., Ph.D.

Abstract

Adhesive arachnoiditis is caused by disturbances in cerebrospinal fluid (CSF) flow due to trauma, hemorrhage, meningitis, spinal surgery, and others. This condition may potentially cause spinal edema and syringomyelia. The effectiveness of syringo-subarachnoid or syringo-peritoneal shunts for syringomyelia treatment has already been reported. Furthermore, adhesiolysis can also be performed for reconstruction of the subarachnoid space; however, dissection is often difficult, and neurological symptoms may deteriorate due to the surgical procedures. Adhesive arachnoiditis remains a difficult condition to treat, and there have been many cases of postoperative recurrence. We present a case of adhesive arachnoiditis treated with subarachnoid space reconstruction, duraplasty, and lift-up laminoplasty using Laminoplasty Baskets.

A 54-year-old male patient sustained a C7 spinal cord injury (Frankel B) at the age of 17 due to a traffic accident and thereafter became wheelchair-dependent. At the age of 43 years, the patient experienced sensory disturbance and deterioration of fine motor skills on both his upper limbs. Upon undergoing magnetic resonance imaging (MRI), he was diagnosed with adhesive arachnoiditis. After referral to our hospital, the patient underwent C4–C6 anterior cervical discectomy and fusion. The symptoms temporarily improved, but later worsened. Compared to his previous MRI, taken 11 years ago, his new scans showed increased spinal edema from C1 to C7 that was concentrated at the C4/5 level. We decided that there were severe adhesions at this level and subsequently performed subarachnoid reconstruction. En block laminotomies from C3 to C6 were performed, and the dura mater was exposed. After dural incision, we cut the arachnoid membrane and detached it carefully from the spinal cord. We divided the dentate ligaments and dissected the arachnoid membrane around the nerve roots as much as possible, restoring CSF flow from the cranial to caudal side. At closure, we expanded the dural sac with Gore-tex duraplasty, and the laminoplastic laminotomy from C4 to C6 was fixed with laminoplasty baskets. A tenting suture lifting the Gore-tex patch towards the laminoplasty baskets was used to maintain the expansion of the subarachnoid space. We observed improvement in the spinal cord edema on postoperative MRI.

In cases of local subarachnoid adhesions, CSF can be restored by adhesiolysis and subarachnoid reconstruction. We also believe that fixation of the dural sac to the laminoplasty baskets can provide efficient expansion of the subarachnoid space and maintain CSF flow.

(Received : November 16, 2019 ; accepted : February 5, 2020)

東京慈恵会医科大学脳神経外科 / Department of Neurosurgery, The Jikei University School of Medicine

連絡先 : 〒105-8461 港区西新橋 3-25-8 東京慈恵会医科大学脳神経外科 川村大地 [Address reprint requests to : Daichi Kawamura, M.D., Department of Neurosurgery, The Jikei University School of Medicine, 3-25-8 Nishishinbashi, Minato-ku, Tokyo 105-8461, Japan]

Key words

adhesive arachnoiditis, syringomyelia, subarachnoid reconstruction, lift-up laminoplasty, Laminoplasty Basket

緒言

脊髄癒着性くも膜炎は外傷や感染、脊椎脊髄手術などによって生じる髄液の環流障害であり、脊髄浮腫や脊髄空洞症などを引き起こす。以前より脊髄空洞症に対しては空洞-くも膜下腔シャントや空洞-腹腔シャントなどの髄液移動術が行われ、その有効性が報告されているが¹⁾、さらに髄液循環障害を根本的に治療するために癒着剝離術も行われており、その有効性も報告されている²⁾。しかし、癒着範囲が広範囲な症例では癒着剝離術が困難であり、たとえ行えたとしても手術操作により神経症状を悪化させる可能性がある。さらには癒着剝離術により一時的に髄液環流の改善が得られたとしても長期的には再癒着が生じ、脊髄浮腫や脊髄空洞症の再増大、神経所見の増悪を認める症例も少なくなく、脊髄癒着性くも膜炎はいまだに治療に難渋する病態である。

今回われわれは、癒着剝離術の際に GORE-TEX® を用いた硬膜形成を行い、それを Laminoplasty Basket (LB) を用いて lift-up 式に形成した椎弓に吊り上げることで、髄液腔の確保を図った症例を経験したため報告する。また、本報告は東京慈恵会医科大学倫理委員会の承認を受けて行った (承認番号: 9559)。

症例提示

患者: 54 歳、男性

主訴: 両上肢のしびれ、感覚障害、両下肢筋緊張亢進

既往歴: 17 歳時に交通事故により C7 レベルの脊髄損傷 [American Spinal Injury Association Impairment Scale (ASIA) B] を受傷した。以後、両手関節の屈曲・伸展までは可能であるが、手指の筋力は徒手筋力テスト (manual muscle test: MMT) 4/5、両下肢は MMT 0/5 の対麻痺で車いすレベルの ADL であった。

現病歴: 43 歳頃から両上肢のしびれと痛み、巧緻運動障害が出現し、徐々に増悪していった。近医で頸椎 MRI を施行され、C4/5、C5/6 レベルでの脊柱管狭窄、C2～C6 レベルにかけての脊髄浮腫を認めたため、脊髄癒着性くも膜炎と診断されて当院紹介受診となった。脊柱管の拡大による髄液還流障害の改善を期待し、C5 椎体の

椎体部分切除と自家骨移植による C4～C6 の前方除圧固定術を施行した。術後は ADL には大きな変化はなかったが、両上肢のしびれや痛みが改善した。しかし、術後 1 年頃から再度両上肢のしびれや痛みが出現し、巧緻運動障害も少しずつ増悪していった。さらに、初回手術から 6 年後には尿意や便意の鈍磨を認めた。そのため、54 歳時に再度当院を受診した。

入院時現症: 上肢の MMT は左右ともに三角筋 4/5、上腕二頭筋 4/5、上腕三頭筋 3/5、手関節伸展および屈曲 2/5、握力 1/5 に低下し、車いす操作が困難で握手も不可能であった。

両下肢は脊髄損傷受傷時から MMT 0/5 であった。

両上肢の深部感覚は保たれているが、両上肢 C7 レベル以下で温痛覚低下を認め、T4 レベル以下では温痛覚は消失していた。両下肢の深部感覚もほぼ消失し、膀胱直腸障害により便意や尿意が感じづらく、排尿は膀胱の徒手圧迫で行っていた。

画像所見: 頸椎 MRI で C1 椎弓上縁レベル～C6 椎体レベルに脊髄浮腫を認め、C5 レベルでは一部にわずかな空洞形成を伴っていた。C4～C6 レベルでは脊髄周囲の硬膜下腔が描出されておらず、同部位での脊髄癒着性くも膜炎とそれによる髄液環流障害が疑われた (Fig. 1)。そのため、術前に LB を用いた頸椎椎弓形成術を応用して硬膜を吊り上げる操作を加えることを患者に説明し承諾を得たうえで、手術を行った。

手術所見: C3 棘突起上～C7 棘突起上の皮膚切開を行い、後方からアプローチした。C3 は椎弓切除し、C4～C6 は棘突起先端の棘上筋付着部を温存して縦割し、椎弓から多裂筋を剝離して、一塊に椎弓切除を行った。硬膜切開を行うと、直下に肥厚したくも膜を認めた。可及的広範囲に硬膜切開を行い、癒着部の頭尾側部で正常なくも膜下腔を確認し、くも膜切開を行った。C4～C6 レベルでくも膜と脊髄との癒着が高度であったが、可能なかぎりくも膜を鋭的に脊髄から剝離した。また、左右の C5、C6 神経根周囲でも癒着が強かったが、これも丁寧に剝離した。さらに、歯状靱帯を切除して脊髄腹側の観察も行ったが、脊髄腹側の癒着は軽度であった。癒着部を十分に剝離していくと、癒着部の頭尾側や脊髄の腹側から髄液流出が認められるようになり、髄液灌流の改善が得られたと判断した (Fig. 2 a)。その後 GORE-TEX®

Fig. 1
Preoperative cervical T2-weighted magnetic resonance imaging (MRI) shows adhesions from C4 to C6 levels and spinal edema from C1 to C6 (a, b).

Fig. 2 Intraoperative view

- a : Dissection of the arachnoid membrane was performed carefully and CSF flow from the cranial to caudal side was restored.
- b : Duraplasty was performed using Gore-tex, and three midline points of were lifted with Gore-tex sutures.
- c : Lift-up laminoplasty was performed using Laminoplasty Baskets, and the Gore-tex patch was fixed (“tented”) to the Laminoplasty Baskets to maintain the expansion of the subarachnoid space.

Fig. 3 Illustration of subarachnoid reconstruction

- a : Gore-tex.
- b : Laminoplasty Basket.
- c : Tenting suture to lift the Gore-tex patch.

を用いて硬膜形成を行い、この GORE-TEX® の中央部分には GORE-TEX® suture を 3 カ所にかけておいた (Fig. 2 b). 8 mm×3 mm の LB 内に切除した C3 椎弓を細かく砕いて充填し、挙上した C4～C6 椎弓の左右に長さ 4 mm のスクリューを用いて固定した。さらに C4～C6 椎弓には直径 1.1 mm のドリルで穴を設け、ここに先ほどの GORE-TEX® suture を通しておき、LB は C4～C6 の外側塊に長さ 5 mm のスクリューを用いて固定して lift-up 式椎弓形成術を行った。その後、通しておいた GORE-TEX® suture を中央で結んで GORE-TEX® を吊り上げて硬膜下腔の維持を図った (Fig. 2 c, Fig. 3).

術後経過：術後翌日の CT では、挙上された椎弓に吊り上げられた GORE-TEX® を確認することができた (Fig. 4). 術後 1 週の MRI で脊髓浮腫の改善が得られ、術後 1 年でも脊髓浮腫の再発は認めていない。GORE-TEX® も吊り上げが維持されており、MRI でも硬膜下腔が描出されている (Fig. 5). 神経症状は下肢の深部感覚

Fig. 4

Postoperative cervical computed tomography shows expanded spinal canal and lifted Gore-tex patch.

Fig. 5

Postoperative T2-weighted MRI shows improvement of the spinal cord edema (a, b).

障害は残存しているが、上肢のしびれや痛みが改善し、尿意や便意の鈍磨も改善が認められた。

考 察

脊髄癒着性くも膜炎とそれに伴う脊髄空洞症は 1861 年に Vulpian によって初めて報告されたとされている³⁾。脊髄軟膜とくも膜との癒着により、くも膜下腔が閉塞し局所的な髄液循環障害が生じる。その結果、癒着部の頭尾側での髄液の圧勾配が起これ、脊髄実質への髄液の流入や Virchow-Robin 腔内での鬱滞が生じ、脊髄浮腫や脊髄空洞症が引き起こされるとされている^{4,5)}。また、癒着により脊髄軟膜下の血管が閉塞し、静脈還流障害を主体とした血流の循環不全が生じることも空洞形成に関与しているとも考えられている。

脊髄癒着性くも膜炎の外科的治療は、空洞内に貯留した髄液を空洞外のくも膜下腔や胸腔、腹腔などに排出させるシャント手術（髄液移動術）と、癒着を剥離することで正常な髄液環流を形成するくも膜下腔形成術とに大別される。シャント手術に関しては 2005 年に Koyanagi ら¹⁾がその有効性を報告しており、15 例の脊髄癒着性くも膜炎による脊髄空洞症に対して空洞-腹腔シャントを、3 例に空洞-くも膜下腔シャントを、2 例に脳室-腹腔シャントを施行し、9 例（60%）において神経学的改善が得られたと報告している。しかし、8 例で再度シャント手術を要しており、5 例（33%）において観察期間中の神経学的所見の増悪を認めた。最近では Naito ら⁶⁾が広範囲な脊髄癒着性くも膜炎による脊髄空洞症 15 例に対して圧可変式バルブを用いた空洞-腹腔シャントを施行し、14 例（93.3%）で空洞の縮小が得られたという報告をしている。また変法として、Iwatsuki ら³⁾は広範囲な癒着のために空洞近傍のくも膜下腔へのシャントが困難な症

例でも、より尾側へ離れたくも膜下腔までシャントチューブを伸ばすことで、髄液を流し空洞を縮小させられると報告している。以上のごとく髄液移動術である空洞-腹腔シャントや空洞-胸腔シャントなどでは、広範囲な癒着により正常なくも膜下腔への髄液の排出が困難な症例でも、腹腔や胸腔に髄液を排出させることで空洞を縮小させることができる。また、空洞-胸腔シャントでは胸腔の持続的な陰圧により、確実な髄液排出が可能であるともいわれている⁷⁾。しかし、空洞にシャントを挿入する手技は脊髄に十分な空洞が形成されていることが必要であり、脊髄浮腫のみを呈している症例では適応とならない。また、筆者らも経験しているが、シャント閉塞による空洞の再発や、過度の髄液移動による低髄液圧症状やくも膜下腔の虚脱などを生じるリスクもあり、注意する必要がある。

髄液流通障害の原因そのものを治療の対象とした場合、可能であれば癒着剥離術が考慮される。炎症により肥厚したくも膜と脊髄軟膜との癒着を鋭的に剥離することで、局所的な髄液循環の回復が可能である。しかし、癒着範囲が広範囲であったり脊髄腹側の癒着が強かったりする場合には、剥離が困難であるだけでなく、剥離操作により神経症状を悪化させてしまうリスクがある。さらには、剥離後の再癒着の可能性にも注意が必要である。したがって、筆者らも以前から癒着範囲が 2~3 椎体程度の限局した症例に対しては、癒着剥離と GORE-TEX[®] による硬膜形成を行うことで硬膜下腔を拡大し、髄液流通路の確保を試みてきた。Ohata ら²⁾は局所的な癒着剥離術に加え、GORE-TEX[®] による硬膜形成とチタン性ミニプレートを用いた椎弓形成術を併用し硬膜下腔形成術を行い、術後 1 年 6 カ月での良好な成績を得たと報告している。周知の通り、チタン性ミニプレートは頸椎椎弓形成術への使用は本邦では認められていないが、こ

れにより硬膜が吊り上げられ、硬膜下腔が維持され得たと考えられる。以前より海外から、変形性頸椎症に対するチタン性ミニプレートを用いた片開き式椎弓形成術は、縫合糸を用いた椎弓形成術と比較して挙上椎弓の維持に優れているという報告⁸⁾や、ハイドロキシアパタイトスパーサーで生じるようなスパーサーの脱転による硬膜嚢圧迫のリスクが少ないという報告がされている⁹⁾¹⁰⁾。しかし、癒着剝離術などの硬膜内操作を要する手術においては一塊に切除した椎弓を両側ともにミニプレートで固定するため、骨同士の接触がなく、プレートの上に負荷がかかるため術後の挙上椎弓の沈み込みの可能性があると考えられる。

LBは頸椎椎弓形成術用インプラントとして使用されているが¹¹⁾、Shirosakaら¹²⁾は脊髄腫瘍手術における椎弓再建の手段として、LBを用いたlift-up式椎弓形成術を報告している。今回われわれはLBを用いたlift-up式椎弓形成術を行うことで、挙上した椎弓と外側塊がLBを介して十分に接触するため術後の沈み込みの予防が図れると考えた。さらに、lift-upによりやや高めに挙上された椎弓へ硬膜を吊り上げることで、硬膜下腔の十分な確保も可能であるとも考えた。しかし、十分な硬膜下腔の確保は必要であるが、脊髄周囲の癒着を剝離することで、頸椎では生理的な前弯があるため脊髄の後方へのシフトが生じ、脊髄と硬膜が近接して再癒着の原因となる可能性も危惧される。そのため、今後も十分に安定した硬膜下腔の確保が再癒着の予防に対して長期的に有用であるか、さらなる観察が必要と考えられる。今回の症例では現在術後1年が経過しているが、挙上した椎弓の沈み込みはなく、吊り上げられたGORE-TEX[®]が維持されており、MRIでその直下の硬膜下腔を確認することができ、また再癒着などによる臨床症状の再発も認めていない。疾患背景が異なることが多い本疾患に対して画一的な治療法があるわけではなく、さらなる症例の蓄積により長期的な経過観察が必要ではあるが、癒着剝離術と硬膜下腔形成術におけるLBを用いたlift-up式椎弓形成術は脊髄癒着性くも膜炎に対する術式の選択肢となり得ると考えた。椎弓の沈み込みのリスクを軽減できれば、従来より多椎間における癒着に対しても剝離後に髄液流通路が確保できる可能性がある。また、胸椎レベルでも術後の癒着が危惧される脊髄腫瘍や癒着性くも膜炎などに対しても、本法の応用が可能であると期待している。

結 語

脊髄癒着性くも膜炎の治療はいまだ確立しておらず、症例に応じて治療方法を選択する必要がある。癒着範囲が限局的である場合には正常な髄液循環を構築させるために癒着剝離術が適応となり得る。その際に、LBを用いたlift-up式椎弓形成術によって安定した後方組織を再建し、そこに硬膜を吊り上げることが長期的な髄液循環の維持に有用であると考えられた。

利益相反開示

筆頭著者は日本脳神経外科学会へのCOI自己申告の登録を完了しています。本論文に関して開示すべきCOIはありません。

文 献

- 1) Koyanagi I, Iwasaki Y, Hida K, et al : Clinical features and pathomechanisms of syringomyelia associated with spinal arachnoiditis. *Surg Neurol* 63 : 350-355, 2005
- 2) Ohata K, Gotoh T, Matsusaka Y, et al : Surgical management of syringomyelia associated with spinal adhesive arachnoiditis. *J Clin Neurosci* 8 : 40-42, 2001
- 3) Iwatsuki K, Yoshimine T, Ohnishi Y, et al : Syringomyelia Associated with Spinal Arachnoiditis Treated by Partial Arachnoid Dissection and Syrinx-Far Distal Subarachnoid Shunt. *Clin Med Insights Case Rep* 7 : 107-110, 2014
- 4) Willaims B : The distending force in the production of "communication syringomyelia". *Lancet* 2 : 189-193, 1969
- 5) Lee JS, Song GS, Son DW : Surgical Management of Syringomyelia Associated with Spinal Adhesive Arachnoiditis, a Late Complication of Tuberculous Meningitis : A Case Report. *Korean J Neurotrauma* 13 : 34-38, 2017
- 6) Naito K, Yamagata T, Ohata K, et al : Safety and Efficacy of Syringoperitoneal Shunting with a Programmable Shunt Valve for Syringomyelia Associated with Extensive Spinal Adhesive Arachnoiditis : Technical Note. *World Neurosurg* 132 : 14-20, 2019
- 7) Fan T, Zhao X, Zhao H, et al : Treatment of selected syringomyelias with syringo-pleural shunt : the experience with a consecutive 26 cases. *Clin Neurol Neurosurg* 137 : 50-56, 2015
- 8) 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 : 474-483, 1996
- 9) Kanemura A, Doita M, Iguchi T, et al : Delayed dural laceration by hydroxyapatite spacer causing tetraparesis following double-door laminoplasty. *J Neurosurg Spine* 8 : 121-128, 2008
- 10) Jin SW, Kim SH, Kim BJ, et al : Modified Open-door Laminoplasty Using Hydroxyapatite Spacers and Miniplates. *Korean J Spine* 11 : 188-194, 2014
- 11) Tani S, Suetsuna F, Mizuno J, et al : New titanium spacer for cervical laminoplasty : initial clinical experience. Technical note. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 50 : 1132-1136, 2010
- 12) Shirosaka K, Naito K, Yamagata T, et al : Cervical lift-up laminoplasty with titanium basket plates after resection of intradural tumor. *J Craniovertebr Junction Spine* 9 : 26-31, 2018