 原 著

拡大椎弓形成術後のdysesthetic painおよび頸髄症再発に対する β -tricalcium phosphateを応用した前側方部分椎体削開術の効果

門間 文行, 中沢 照夫

Effect of Antero-Lateral Partial Vertebrectomy with the Use of Beta Tricalcium Phosphate on Dysesthetic Pain and Recurrent Cervical Myelopathy after Expansive Laminoplasty

by

Fumiyuki Momma, Teruo Nakazawa

from

Department of Neurosurgery, Shinjo Tokushukai Hospital

Two elderly patients, who had undergone expansive laminoplasty (EL) for cervical spondylotic myelopathy associated with developmental canal stenosis, presented with recurrent myelopathy and severe dysesthetic pain in the bilateral upper limbs. The computed imaging study showed posterior displacement and deformity of the cervical cord at the site of the EL, indicating the presence of traction being applied to the cervical cord and root(lets). Both patients underwent antero-lateral partial vertebrectomies (ALPVs) and showed satisfactory improvement of the symptoms in a space of a couple of months. ALPVs, in which the posterior longitudinal ligament was widely excised, facilitated the anterior movement of the cervical cord and worked against the pulling force. Beta-tricalcium phosphate (Beta -TCP) was implanted into the site of the vertebrectomy in both patients. New bone formation was evident on the surface of beta -TCP four months after the surgery in one patient. Beta -TCP seemed to be a useful material to strengthen the cervical column which was reduced in volume by ALPV.

Key word: antero-lateral partial vertebrectomy, expansive laminoplasty, dysesthetic pain, cervical myelopathy, beta-tricalcium phosphate

Spinal Surgery 16 (2) : 135~142, 2002

はじめに

脊柱管狭窄を伴う頸椎症性脊髄症のため拡大椎弓形成術 (expansive laminoplasty; EL) を施行された後症状が再発し両側上肢痛, 四肢筋力低下のため日常生活が困難になった高齢者 2 症例を経験した。MRIにて頸髄の後方移動, 変形がみられたため前側方部分椎体削開術 (antero-lateral partial vertebrectomy; ALPV) を行い前方より十分除圧した結果症状が早期に改善した。EL後の症状悪化とALPVによる改善のメカニズムについて考察する。また, 椎体削開部に β -tricalcium

phosphate (β -TCP) [15] を充填したのでその意義についても考察し報告する。

症例 1

患者は78歳女性である。1993年腰部脊柱管狭窄症の診断でL3~L5椎弓切除を受けている。1995年10月頃より両手にしびれ感を訴えていた。1996年1月脊柱管狭窄症, 頸髄症と診断され近医に入院した。同年4月C3~C7にELを受けた。術後両手しびれ感は消失したが約1年で

(Received : January 9, 2002, Accepted : June 3, 2002)

新庄徳洲会病院 脳神経外科 (連絡先: 門間文行, 〒996-0041 山形県新庄市大字鳥越字駒場4623) Address reprint request to: Fumiyuki Momma, M.D., Department of Neurosurgery, Shinjo Tokushukai Hospital, 4623, Aza Komaba, Ohaza Torigoe, Shinjo-shi, Yamagata, 996-0041, Japan

Fig. 1 (Case 1) Preoperative T1 weighted magnetic resonance images showing the cervical cord compressed by the hypertrophic posterior longitudinal ligament and protruded disc at C4-C5. Posterior displacement of the spinal cord at the levels between C4-C5 and C6-C7 is also shown in the sagittal view.

Fig. 2 Computed tomography scans obtained 4 months postoperatively showing the vertebrectomies at the levels between C4-C5 and C6-C7 with beta-tricalcium phosphate (beta-TCP) implanted into the bone defect at C5 and C6. New bone formation is evident on the surface of beta-TCP.

再発し両下肢脱力が起こり徐々に増悪した。さらに膀胱障害も現れ2000年5月頃より朝夕の導尿を要した。2000年秋頃より両上肢に痛みが起こり睡眠障害をきたす程になり2001年6月16日当科に入院した。神経学的には深部反射は両側上下肢とも軽度低下、Babinski徴候両側陽性、両側上肢全体に強いdysesthetic painがみられた。両手に巧緻運動障害がみられ導尿に支障をきたしていた。屋内でつたい歩きがcaろうじて可能であった。排尿は一日400~600ml、残尿は300~650mlあった。Neurosurgical Cervical Spine Scale (NCSS) [4] では2:3:1と判定された。頸椎X-rayでは前後屈でかなりの可動域制限がみられ自己導尿の際頭部前屈制限のため鏡を使用してい

た。MRIではC4-C5で後縦靱帯(PLL)肥厚があり、突出したdiscとともにmass lesionを形成していた。C4~C7で頸髓の後方移動がありC4-C5で左前索が圧排変形され後索が後方へ伸展されていた (Fig.1)。本症例の頸髓症にはC4-C5での頸髓変形が関与し、両側の上肢痛は頸髓の後方移動による後根(糸)の伸展に起因するものと考えられた。前方除圧固定を行えば頸椎の可動域をさらに制限することになる。そこでPLLを広範に切除し前方にスペースを作り頸髓が正常な位置へ復帰できるようにALPVを患者に勧めた。承諾あり6月27日全身麻酔下に手術が施行された。痛みがより強い左よりアプローチした。小原の方法 [13] に準じハイスピードドリルにて

門間ほか：拡大椎弓形成術後のdysesthetic painおよび頸髄症再発に対する
 β -tricalcium phosphateを応用した前側方部分椎体削開術の効果

Fig. 3 T1 weighted magnetic resonance images obtained 3 months postoperatively showing satisfactory decompression and improved deformity of the spinal cord at C4-C5. The cervical enlargement is depicted at the levels between C4-C5 and C5-C6.

C5-C6よりALPVを始め、変性した椎間板を切除しながら直下に向かいC4-C5～C6-C7でPLLを確認した。この過程でC5, C6の左前結節を切除し左椎骨動脈の走行を確認した。次にPLL面より約8mm椎体底部をえぐる様に対側へ削開を拡げ、tableを対側へ傾けさらに右外側rootに向かって削開した。この操作によりPLLが幅18～20mm露出された。Tableを水平にもとしC5レベルでPLLをスピッツメスで切り硬膜を確認し左外側でPLLを種々のケリソパンチで切除した。再びtableを対側へ傾け右外側でPLLを切除し硬膜を露出した。C4-C5にてPLLは特に肥厚しprotruded discとともに頸髄を圧迫していた。右C5, C6, C7 rootをマイクロフックで確認した後tableを同側へ傾け左C5, C6, C7 root foraminotomyを施行した。各rootへの骨棘の圧迫は軽度であった。C5, C6レベルの削開部に β -TCPをトリミングして挿入しゼルフォーム®とフィブリングルーを削開部に充填した後前縦靱帯と頸長筋を連続縫合して β -TCPを固定した。皮下ドレーンを留置しplatysmaを縫合、閉創した。両側上肢の痛みは術後2日目には約7割改善し、以後徐々に軽減した。膀胱機能も改善し術後約2ヵ月で残尿は50～100ml/日まで減少した。術後4ヶ月のCTではC5, C6レベルに挿入された β -TCPが骨化し始め左lateral massとの連続性も認められている (Fig.2)。またMRIではくも膜下腔が削開部に向かって拡大しC4-C5での頸髄変形が改善、前弯をなす頸膨大が復活している (Fig.3)。両下肢筋力は改善しつつ歩

行できるようになり患者は10月30日退院した。退院時NCSSは3:4:3であった。術後約10ヵ月の現在痛みはないが左手のしびれを時々訴えている。また頸椎のalignmentに有意な変化はみられていない。

症例 2

患者は77才女性である。2000年1月頃より両上肢C6領域のしびれ感を訴えていたが3月初め頃より痛みも加わるようになった。3月半ばより歩行障害をきたし近医に入院した。脊柱管狭窄症、頸髄症と診断され5月C3～C6にELを受けたが上肢のしびれ、痛みには変化がなかった。2001年1月より再び四肢脱力がおこり徐々に増悪した。また両上肢全体にねじられるような痛みを訴えるようになり日常生活が制限されるようになった。5月末より左右それぞれ70回に及ぶ星状神経節ブロックを受けた。効果はあったが約2週間で痛みが再発した。痛みには堪えなくなり8月15日当科に車イスにて入院した。神経学的には上肢深部反射でtricepsが両側亢進しその他は軽度低下、Babinski徴候両側陽性であったが排尿障害はみられなかった (NCSS 2:3:1)。頸椎X-rayではC4-C5で軽度のinstabilityがみられた。CT myelogramではC3～C6で頸髄は後方へ移動、C3-C4～C5-C6で後索の後方への伸展と両側側索の変形がみられた (Fig.4)。症例1での経験から症状改善には頸髄のalignmentを正常化し頸膨大を復活させるような前方除圧が必要であると考

Fig. 4 (Case 2) Preoperative computed tomography myelograms showing posterior displacement of the spinal cord at the levels between C3-C4 and C5-C6. Deformity of the bilateral lateral funiculi is evident particularly at the levels between C4 and C5.

えられた。ALPVでは β -TCPの応用もあり低侵襲にそれが可能である。よって8月21日全身麻酔下に痛みがより強い右からのALPV (C3-C4~C6-C7)を行なった。多数回の星状神経節ブロックのため軟部組織にかなりの癒着があった。症例1と同様の操作で減圧し右C6, C7 rootのforaminotomyも行った。この症例でも骨棘によるroot compressionは軽度であった。C4, C5, C6レベルに β -TCPを挿入し削開部を形成した。術翌日に両側肩~上腕の痛みが消失し、前腕の痛みも徐々に軽減している。また四肢筋力も徐々に改善した。術後2ヵ月のCT myelogramでは頸髄は前方へ移動し術前みられた後側索変形が改善している (Fig.5)。しかしMRI T2強調画像ではC4~C5で髄内高輝度病変がみられている。患者は12月2日つえ歩行にて退院した (NCSS 3:4:3)。術後約8ヶ月の現在両側前腕の痛みは術前に比べ約3割に軽減している。また頸椎X-rayでC4-C5に軽度subluxationがみられるが進行はしていない。

考 察

EL後の成績不良例や再発例の検討 [9, 18]は少ない。我々の2症例ではEL後約1年で頸髄症が再発し徐々に増悪した。症例1では膀胱障害も起こりEL後約4

年で導尿を余儀なくされている。また両側上肢の強い dysesthetic painの発現という共通点がある。これらの症状推移は2症例の頸髄に進行性病態が存在することを示している。

<両側上肢dysesthetic painの原因>

田崎らは神経糸を伸展するような力が加わると痛みが惹起されると記載している [19]。ELに伴い頸髄は後方へ移動するので特に後根(糸)が伸展されるのは避けられない [1]。報告例ではこれに何らかの要因が加わり両上肢全体の痛みが発生したものと考えられる。たとえば頸髄、根(糸)の前方に存在する圧迫病変は増強因子となり得る。高橋らは四肢に堪え難いdysesthetic painを訴えた症例の頸髄後側索にMRIでmicrocystがみられたと報告している [18]。症例2では特にC4~C5で後側索の変形が強く、この症例でのねじられるような痛みとの関連が示唆される。

<頸髄症再発の原因>

金子によれば頸膨大の最大部はC5~C6にあり横断面は楕円形をなすとされている (前後径約9mm, 左右径13~14mm) [5]。症例1ではC4-C5でPLL肥厚と protruded discによる頸髄圧迫があり前弯をなす頸膨大

門間ほか：拡大椎弓形成術後のdysesthetic painおよび頸髄症再発に対する
 β -tricalcium phosphateを応用した前側方部分椎体削開術の効果

Fig. 5 Computed tomography myelograms obtained 2 months postoperatively showing expansion of the subarachnoid space towards the site of the vertebrectomy and improvement of the deformity of the cervical cord. Beta-TCP was implanted into the bone defect at C4, C5 and C6, respectively.

が抑制されていたことも一因であろう。症例2ではC3-C4～C5-C6で両側側索の変形により頸髄断面は後方に頂点を持つ三角形を呈していた。C5レベルでは頸髄前後径約7mm、左右径約10mmまで減少していた。本例ではC4、C5でスペーサーが逸脱し脊柱管拡大が不十分であった。これもELに伴う後方偏位とともに頸髄変形に関与し再発につながった可能性がある。

<ALPVによる症状改善のメカニズム>

まずdysesthetic painに関しては術後早期に両側で痛みが消失または軽減した。ALPVによる広範なPLL切除が頸髄の前方移動を促し根（糸）伸展を多椎間レベルで有効に解除したものと考えられる。当科では術後のC6神経根障害を予防するため手術側C6 rootのforaminotomyを必ず行っている。ただ症例2では圧迫所見に乏しい右C7 rootの減圧は避けるべきであったと考えられる。症例1、2ともにELにより頸椎の支持組織が減少しているのでALPVは侵襲の少なからぬ手術となった[3, 12]。しかし患者さんを苦しめていた痛みが術後早期に軽快したことは外科医として満足のいく結果であった。今後は頸椎のalignmentに注意を払い慎重に経過をみていきたい。次に頸髄症の改善に関しては症例1ではC4-C5での減圧、症例2ではC3-C4～C5-

C6での頸髄への牽引力の解除によると思われる。頸髄の前方移動、変形の改善を示すMRI、CT myelogram所見はこれを支持している。症例2ではC4-C5での前方固定による減圧も考慮すべきであるが、このレベルのみの減圧ではPLLを狭い範囲しか切除できない。果たして後方からの牽引力を抑制し本例の頸髄変形を改善し得るのか疑問である。

<脊柱管狭窄を伴う高齢者頸椎症性脊髄（根）症の治療>

ELまたはEL+椎間孔拡大術を選択する施設が多い[1, 2, 6, 7, 8, 17, 20]。ELにより後方除圧を行い症状改善が思わしくない場合さらに前方除圧、固定を行うという二段階治療や同時合併手術の報告もある[6, 8, 18]。これは侵襲度からみて高齢者に適切なstrategyとは思われない。本来ALPVは頸椎の支持組織をできるだけ温存し骨移植を行わないという点で前方アプローチの中では侵襲の少ない手術法である[12, 14]。多椎間病変に対処でき、離床も早く行え高齢者の頸髄（根）症には特に有用である[11, 12]。またELと比べて頸髄のalignmentを保ち根（糸）伸展をきたさないという点で優れている。この疾病群には減圧法としてALPVを用いるべき症例があると考えている。

< β -TCPのALPVへの応用 >

2症例とも椎体削開部に高純度 β -TCPを充填した。 β -TCPはそれ自体が骨化し同時に吸収される新素材[15]で整形外科領域を中心にその有用性が報告されている[10, 16, 21]。当科では約1年前よりALPVに応用している。そのうち6ヵ月以上追跡し得た21例の検討では術後約6ヵ月で β -TCPはほぼ吸収され自家骨に置換されることが明らかになった。これはビーグル犬の脛骨に骨欠損を作成し β -TCPを移植、経時的に骨形成能を検討した実験結果[15]に近似している。 β -TCPの応用は椎体削開による骨欠損を修復しALPVによる侵襲度を下げるものと期待される。

結 語

- 1) Expansive laminoplasty (EL) 後に頸髄症が再発し且つ両側上肢に強いdysesthetic painをきたした2症例を報告した。頸髄症再発とdysesthetic painの発生にはELに伴う頸髄変形、根(糸)の伸展が関与している。
- 2) 前側方部分椎体削開術(ALPV)は後縦靱帯の広範な切除により頸髄の前方移動を促しEL後の上肢dysesthetic painと頸髄症再発に有効である。その適応を決定する上で症状推移の詳細な検討とMRI, CT myelogramが参考となる。
- 3) 高純度 β -tricalcium phosphateをALPVに応用することは削開された椎体を早期に再生するという意義を持つ。ELにより頸椎支持組織が減少している場合にはより有意義と考えられる。

文 献

1. 樋下田稔昭, 榎本一巳, 大矢昌紀, 山田博是: 頸椎症に対する椎管拡大術. 脊髄外科 10: 80-86, 1996
2. 平林 洌: 頸髄症に対する後方除圧法としての片開き式頸部脊柱管拡大術について. 手術 32: 1159-1163, 1978
3. 五十嵐正至, 伊飼美明, 吉田夏彦, 小山素磨: 頸椎後縦靱帯骨化症の手術. 脊髄外科 11(1): 53-60, 1997
4. 角家 暁: 日本脊髄外科研究会 脊椎・脊髄疾患

の神経症状判定基準について. 脊髄外科 6: 3-5, 1992

5. 金子丑之助: 日本人体解剖学第三巻, 東京, 南山堂, 1981, 318-326
6. 河野 亨, 里見和彦, 西 幸美, 猪飼俊隆, 千葉一裕, 高畑武司, 藤村祥一, 平林 洌: 頸椎症性脊髄症の術後長期成績. 脊髄外科6: 41-49, 1992
7. Koyama T, Handa J: Cervical laminoplasty using apatite beads as implants. Experiences in 31 patients with compressive myelopathy due to developmental canal stenosis. Surg Neurol 24: 663-667, 1985
8. 丸岩博文, 千葉一裕, 西澤 隆, 中村雅也, 松本守雄, 戸山芳昭: 脊柱管狭窄を伴う頸椎椎間板ヘルニアの手術療法-前後合併手術と後方除圧術との比較-. 脊椎脊髄 14 (9): 799-803, 2001
9. 中川幸洋, 玉置哲也, 吉田宗人, 川上 守, 林信宏, 安藤宗治, 山田 宏, 岩崎 博, 筒井俊二, 高見正成, 寺尾賢秀: 高齢者頸髄症(70才以上)に対する脊柱管拡大術の術後成績不良因子についての検討. 日本脊椎脊髄病学会雑誌 12 (1): 47, 2001
10. 成田哲也, 白井康正, 中山義人, 玉井健介, 森淳, 橋田雅美, 小林 薫, 八尾板仁志: β -Tricalcium Phosphateを併用した脛骨顆部骨折の治療. 東京膝関節学会会誌 14: 44-48, 1993
11. 小原 進, 門間文行, 大山隆城, 鬼塚圭一郎, 大山和恵: 高齢者の頸椎症および靱帯骨化症の外科的治療. Geriatric Neurosurgery 4: 147-151, 1992
12. 小原 進, 岡本順二, 大井政芳, 中村 宏, 門間文行: 頸椎前側方椎体削開術の長期成績. 脊髄外科 11 (1): 67-74, 1997
13. 小原 進: 前側方部分椎体削開術(antero-lateral partial vertebrectomy).高倉公朋, 齊藤 勇, 佐藤潔編, 図説脳神経外科New Approach 7脊髄〔機能, 解剖, 手術〕, 東京, メジカルビュー, 1999, 84-89
14. 小原 進, 大井政芳, 高見昌明, 岡本順二, 門間文行: 頸椎病変に対する前側方アプローチ-Antero-lateral partial vertebrectomy-. 脊椎・脊髄神経手術手技 2 (1): 15-18, 2000
15. 小澤正宏: 高純度 β -TCPの骨形成能と溶解性に関する実験的研究. 生体材料 13 (4): 167-175, 1981

門間ほか：拡大椎弓形成術後のdysesthetic painおよび頸髄症再発に対する
 β -tricalcium phosphateを応用した前側方部分椎体削開術の効果

16. 小澤正宏, 田中孝昭, 森川 茂, 茶園昌明, 藤井克之：高純度 β -TCPの使用経験－167例の検討－. 東日本整災会誌 12：409－413, 2000
17. 笹井邦彦, 斉藤貴徳, 赤木繁夫, 加藤勇司, 梅田眞志, 飯田寛和：頸椎神経根障害に対する椎弓形成術併用顕微鏡視下椎間孔拡大術. 日本脊椎脊髄病学会雑誌 12 (1)：269, 2001
18. 高橋立夫, 服部和良, 津金慎一郎, 今川健司, 浅井 昭, 桑山明夫：頸椎症の長期成績－特に再発例, 症状非改善例について－. 脊髄外科 6：57－64, 1992
19. 田崎義昭, 斉藤佳雄：ベッドサイドの神経の診かた, 東京, 南山堂, 1987, 172
20. 上村和也, 松村 明, 田崎匡雄, 山本哲哉, 鈴木謙介, 安田 貢, 小林栄喜, 能勢忠男：多椎間レベルの変形性頸椎症手術に対するわれわれの工夫－一期的椎弓拡大形成および椎間孔後方拡大術について－. 脊髄外科 10：98－102, 1996
21. 鵜狩善一, 高田警嗣, 舟崎裕記, 国見純功, 井上裕介, 小澤正宏, 赤塚順一, 袴塚康治：血友病Bの踵骨偽腫瘍に対して高純度 β -TCPを応用した1例. 関東整災誌 22 (5)：549－552, 1991

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

頚椎症性脊髄症に対して行われた拡大椎弓形成術の術後に脊髄症状の再燃をみた2症例に対して、前方よりの部分椎体削開術による除圧の有効性を報告した論文である。著者らは、症状再燃の一要因として、拡大椎弓形成術後の頸髄の後方移動に伴う変形を考察している。このような報告はこれまで少ないと思われ、私共も経験がないが、今後留意すべき問題と思われる。著者らが椎体削開部に充填物質として使用した β -tricalcium phosphateについては、その強度、骨癒合の時期、長期経過などを含め、さらなる検討が望ましいと思われる。

Reviewer's comment : 小柳 泉 (札幌医科大学 脳神経外科)

頸部脊椎症に対する後方除圧術後にみられる上肢の痛みやしびれ・脱力は、昔からよく知られた病態であり、脊髄の後方への移動に伴った神経根の牽引が原因といわれている。しかし、その真の機序はまだ解明されていないといっているであろう。本報告は、拡大椎弓形成術後に再発あるいは出現した上肢のつよい痛みと脊髄症状の悪化に対して、前側方部分椎体削除による前方除圧術が有効であった高齢者の頸部脊椎症2例を報告したものである。症例1では、突出椎間板・肥厚後縦靱帯の圧迫が、症例2では初回手術での椎弓拡大不全が関与していると考えられるが、いずれも脊髄の変形（特に脊髄後側方部）がみられること、前方除圧によりその変形の改善が得られ、臨床症状の改善につながったことを放射線学的に詳細に検討し報告している。筆者らは、前方除圧術後の脊髄の前方移動に伴った神経根の緊張緩和が上肢症状の改善につながったと考察しているが、脊髄性の上肢症状の関与もあったのではないだろうか。脊髄・神経根は、拍動性の動きをもつ髄液腔の中に存在しており、拡大椎弓形成に伴う形態変化や新たな機械的ストレスに関しては、今後も注意深く検討していく必要があると思われる。また、本報告では、前側方からの椎体削除を行っているが、非侵襲的とされる前方除圧手術は多くの方法があり、より長期的な安定性を確保できる方法を症例に応じて選択していくことも必要であろう。