 原 著

頸椎椎体前外側削除術 —椎体支持性を温存する工夫—

西浦 司, 西田 あゆみ, 半田 明, 後藤 正樹, 津野 和幸, 石光 宏

Anterolateral Vertebrectomy of the Cervical Spine –Preservation of the Spinal Stability–

by

**Tsukasa Nishiura, Ayumi Nishida, Akira Handa, Masaki Gotoh,
Kazuyuki Tsuno, Hiroshi Ishimitsu**

from

**Department of Neurological Surgery
Iwakuni National Hospital**

Anterolateral partial vertebrectomy, a new operative technique which involves drilling into the anterolateral part of the vertebral bodies, enables radical resection of the lesion, without any fusion. The cervical spine, however, could possibly become instable because of excessive resection to get a wider operative field. The authors describe the operative technique and emphasize that the approach should be made as laterally as possible to preserve postoperative vertebral stability.

The patient is placed in a supine position, with the head in slight extension and rotation to the contralateral side. Supporting pads are placed at the contralateral side, providing for contralateral rotation of the operative table. Longus colli muscles are exposed through the routine anteromedial approach. The medial half of the ipsilateral longus colli muscle is excised for as many levels as required, and the lateral half is dissected from the vertebral bodies and reflected laterally with strings to expose the lateral wall of the vertebral bodies. The drilling is started at the anterolateral aspect of the vertebral bodies within the dissected area of the longus colli muscle. The drilling is extended obliquely toward the opposite side. The osteophytes or the ossification of the posterior longitudinal ligament are resected and the vertebral canal is opened widely, thus preserving more than half of the vertebral bodies. Postoperatively, all patients are asked to wear a soft collar for 4 weeks.

The surgery was performed in 16 cases. The duration of postoperative follow-up ranged from 3 to 15 months, with an average period of 12 months. All of them except two improved neurologically. The cervical alignment was preserved in all patients.

Key word: cervical spine, anterior approach, surgery, cervical spondylosis, OPLL

Spinal Surgery 15 (1) : 7~14, 2001

はじめに

頸髄の前方除圧は、従来、Cloward法〔1〕あるいはSmith & Robinson法〔7〕に準じた方法で行われてきたが、これらの手術法では骨移植あるいは頸椎固定に伴

う問題が多々指摘されている。最近、椎間を中心に椎体の前外側部を削除して神経根あるいは片側脊髄を減圧する椎間孔拡大術（anterolateral foraminotomy, ALF）〔3, 9〕, さらに削除範囲を拡大し、脊髄を減圧する頸

(Received : November 1, 2000, Accepted : January 31, 2001)

国立岩国病院 脳神経外科（連絡先：西浦 司, 〒740-0041 山口県岩国市黒磯町2-5-1）Address reprint request to: Tsukasa Nishiura, M.D., Department of Neurological Surgery, Iwakuni National Hospital, 2-5-1, Kuroiso-machi, Iwakuni-shi, Yamaguchi, 740-0041, Japan

椎椎体前外側削除術 (anterolateral vertebrectomy, ALV) [2, 5, 8] が開発され、頸髄前方減圧の選択肢の一つとなった。これらの手術法では頸椎の可動性が温存され、かつ、十分な減圧効果が得られるが、椎体を削りすぎると椎体の支持性を損なうおそれがあることから、十分に減圧 (脊椎管前壁を広く削除) した上でいかに大きく椎体を残すかがポイントとなる。我々はできるだけ外側から椎体を削除することによって十分な減圧と支持性の残存が達成されるものと考えており、本稿ではALVを中心に、より外側からアプローチするための種々の工夫を述べる。

手 術

<概念>

椎体容積を大きく残すためには削除する容積を小さくする必要がある。椎体の水平断面で、削除する部分は、底辺 (脊椎管前壁) が一定で椎体側壁に頂点 (削除開始部) がある三角形となり (Fig 1), この面積が小さければより大きく椎体容積が残ることになる。底辺が一定の三角形の面積を小さくするためには三角形の高さを減ずる必要があり、そのためには三角形の頂点を椎体外側壁に持ってくればよい。すなわち、より大きく椎体容積を残すためには、椎体のより外側より削除する必要がある。

<手技> (Fig 2)

ALV: 1) 術者が楽な姿勢で手術を行うために、手術台は対側に20度前後傾ける。したがって、患者の対側面をしっかり支持する必要がある。また、手術側の肩の高さに、頸長筋を牽引保持するための支持棒を設置しておく。患者の頭部は対側に回転させ、軽度伸展させる。術者は患者の手術側に位置する。2) 皮切は2椎間までは横切開で行っているが、それ以上の除圧を必要とする場合には胸鎖乳突筋前縁に沿った縦切開の方が展開しやすい。通常の頸椎前内側進入法で入り、深頸筋膜を縦切開し、頸長筋を露出する。手術側の頸長筋は内側半分を必要な範囲にわたって短冊状に切除する。残った外側部は前結節がでるまで剥離し、数本の糸をかけ

Fig. 1 : Illustration showing a resecting areas in a black triangle which have a fixed base and an apex located on the surface of the vertebral body. When the apex is brought more laterally on the wall of the vertebral body, the height and, as a result, the size of the triangle decrease.

Fig. 2 : Schematic drawing of anterolateral vertebrectomy of the cervical spine. The operative table is inclined toward the contralateral side about 20 degrees. Medial half of the longus colli muscle is resected and lateral half is stripped from the vertebral body and reflected laterally with strings, exposing the lateral wall of the vertebral body. Drilling is started at the area within attachment of the longus colli muscle.

Table 1 : Clinical data of 16 patients

patient no	age/ sex	disease	procedure	operation level	NCSS		complication
					pre	post	
1	60/M	OPLL	ALV	C5,C6	7	10	-
2	41/M	spondylosis,CP	ALV	C3,C4	7	7	-
3	71/M	spondylosis	ALV	C4,C5,C6	8	9	-
4	55/M	OPLL	ALV	C5,C6	13	14	-
5	65/M	spondylosis	ALV	C5,C6	10	11	-
6	62/M	spondylosis,CP	ALV	C3,C4,C5	5	5	-
7	55/M	soft disc	ALF	C6/7	12	14	Horner synd.
8	43/M	soft disc	ALF	C5/6	12	14	Horner synd.
9	47/M	soft disc	ALF	C3/4,C4/5	11	13	Horner synd.
10	46/F	soft disc	ALF	C6/7	11	14	-
11	46/M	soft disc	ALF	C6/7	11	14	-
12	50/M	spondylosis	ALF	C6/7	12	13	-
13	64/F	spondylosis	ALF	C6/7	11	14	-
14	42/M	spondylosis	ALF	C5/6	12	13	-
15	46/M	spondylosis	ALF	C5/6	13	14	-
16	60/M	spondylosis	ALF	C6/7	11	14	-

ALV:anterolateral vertebratomy
ALF:anterolateral foraminotomy
CP :cerebral palsy

た上、外背側に強く牽引することによって胸鎖乳突筋および皮切縁を押さえ、先に設置した支持棒に固定する。頸長筋付着部より椎体外側面が露出される。対側は、深頸筋膜あるいは頸長筋に糸をかけ、軽く牽引する。対側の頸長筋は剥離せず、また、前縦靱帯も温存する。以上の操作により、開創器なしに外側からの視野が確保される。3) 椎体外側面を中心に削除を開始し、手術側頸長筋付着部より内側には及ばない。削除開始部の幅は約5 mmとする。4) 脊椎管に近づくにしたがって削除幅を広げ、椎体後端部では削除幅は20数mmとなる。対側椎弓根あるいは椎体外側部の軟部組織を確認することによって対側の削除を終了する。骨棘の削除は手前から削除する。脊髓に深く食い込むような厚いOPLLの場合、削除する順序を術前より十分に検討しておく必要がある[4]。すなわち、最初に手前のOPLLを削除すると、硬膜が盛り上がり、さらに視野を狭くするので、まず奥(対側)の減圧を行うべきである。手術側椎骨動脈近傍の骨は薄く残しておき、減圧終了直前に摘出する。

ALF：椎体に達するまではALVと同様である。椎間板外側部を切除した後、鉤状突起後半部を中心に削除を開始する。頭尾側方向への削除は可及的少量にとどめ、内側への削除は病変の拡がりに従い、正中に及ぶこともある。拡大された椎間孔より、骨棘切除あるいは椎間板ヘルニアを摘出する。

後療法：術翌日よりソフトカラーを装着して離床する。ソフトカラーは約1ヶ月装着する。

結 果

これまでALVを6例、ALFを10例、計16例(男性14例、女性2例)に行ってきた(Table 1)。年齢41歳より71歳まで、平均53歳であった。経過観察は術後3ヶ月以上行い、平均12ヶ月であった。

ALVは頸椎症4例、OPLL2例で行い、頸椎症4例のうち2例はアテトーゼ型脳性麻痺がその要因と考えられた。除圧範囲は2椎体除圧が4例、3椎体除圧が2例であった。全例で良好な減圧効果が得られ、頸椎の支持性は温存された。神経症状は4例で改善が得られたが、脳性麻痺の2例では改善がみられなかった。

ALFは椎間板ヘルニア5例、頸椎症5例に対して行われ、9例で1椎間除圧、1例で隣接する2椎間の除圧が行われた。神経症状は全例で改善し、8例では無症状となった。初期の3例で術後Horner症候群が見られたが、頸長筋外側縁まで切除したことが原因と考えられ、切除を内側半分までにとどめて以来、Horner症候群は生じていない。Horner徴候を呈した3例は経過観察中(10-12ヶ月)症状が残存していたが、まぶたがやや重いといった程度で、日常生活に支障はなかった。

<症例呈示>

症例 1 (Fig 3). 41歳男性. 生後まもなく脳性麻痺を患い, アテトーゼ型不随意運動, 内反足による歩行障害, 巧緻運動障害を呈していたが, 自立生活を送っていた. 平成11年末ごろより四肢体幹にしびれをきたし, しびれの増悪とともに歩行障害, 巧緻運動障害が悪化したため当科を受診した. 神経学的には頭頸部を中心にアテトーゼ型不随意運動がみられ, 四肢は痙性であった. 頸椎単純写ではC3-C4 椎体の扁平化, および後彎・側彎変形が認められ, 同部での脊椎管の狭窄がみられた. CTでは椎体変形による脊椎管狭窄がみられた. MRIは不随意運動によるartifactのため判読が困難であった.

手術はC3-C4 ALVを行った. 術後, 四肢体幹のしびれの進行は停止したが, 改善は得られず, また歩行障害も残存しており, 経過観察中である. 術後8ヶ月目の頸椎レ線では頸椎変形ならびにalignment異常は認められていない. CTでは脊椎管前壁の削除により脊椎管の拡大が得られたうえ, 椎体断面積の約65%が残っていることを確認した.

症例 2 (Fig 4). 55歳男性. 10数年前より両手握力の低下に気づいていた. 平成10年握力低下がさらに進み, 当科を受診した. 頸椎レ線およびCTにてC5-C6 頸椎後縦靱帯骨化症を認めた.

手術はC5-C6 椎体にわたってALVを行い, OPLLを切除した. 術後, 握力低下は改善した. 頸椎レ線では頸椎の変形およびalignment異常は認められない. 術後CTではOPLLは切除され, 椎体断面積の約66%が残っていた. 3DCTでは椎体前部が温存されていることが明瞭である. MRIでは頸髄の減圧は良好で, 椎間板の変性は見られていない.

考 察

<ALV>

ALVあるいはALFの最大の利点は, 直接的に脊髓あるいは神経根の減圧ができ, しかも, 脊椎固定を行わな

Fig. 3 : Plain cervical spine and CT scan of case 1. Preoperative (a and b) and postoperative (c and d)

The 3rd and 4th cervical spine are severely flattened, stenosing the cervical spinal canal (a and b)

Postoperative CT scan shows that the anterior wall of the canal is resected and the canal is enlarged. (c)

Plain radiograph obtained 8 months after surgery showing preservation of the cervical alignment. (d)

a	b
c	d

いため, 術後頸椎可動域が保たれることである. したがって, 長期的には隣接椎間の再狭窄等の問題を生じる可能性も低い. また, 採骨に伴う問題も皆無である. 術後, 頸椎外固定を簡略化できることから, アテトーゼ型脳性麻痺のような, 頭部不随意運動を呈する症例にも応用できる. しかし, 不利な点としては, 術野が狭いことから, microsurgeryを駆使したやや高度な手術手技を要する. また, 椎体を削除しすぎると, 椎体支持性が損なわれる恐れがでてくる. 椎体をどれだけ残せば椎体支持性が温

Fig. 4 : CT scan,three dimension CT scan and MRI of case 2.Preoperative(a) and postoperative(b,c and d)

Preoperative CT scan shows OPLL compressing the spinal cord.(a)

Postoperative CT scan shows that OPLL is removed totally and more than half of the vertebral body is preserved.(b)

Postoperative three dimension CT scan shows that the vertebral bodies are drilled from the lateral wall of the bodies and the anterior walls are preserved.(c)

Paramedian section of postoperative MRI showing decompression of the cervical cord and normal alignment of the cervical spine.Any change in intensity of the intervertebral disc at the operative level is not detected.

存されるかという点については臨床的には明らかにされていない。小原〔6〕は、ALVを行った症例に対して1年以上（平均3.8年）経過観察しえた136例を検討し、数例で軽度のkyphosis, scoliosis, spontaneous fusionを認めた。しかし、前縦靱帯と椎体の前面を温存し、椎体面積の $1/3 \sim 2/5$ までの削除を行った例では大した変形は生じなかったと報告している。また、George〔2〕は椎体容積の半分以上を残し、その結果101例中3例のみに不安定性をきたしたと報告した。これらの報告から、椎体の支持性を温存するためには少なくとも椎体容積の半分は残す必要があるようである。

ALVにおいて、椎体容積を半分以上残しうる最も内側の削除開始点を検討する。椎体をFig.5のごとく、半円形と仮定すると、削除する三角形abc（近似的に扇形abc）を半円形の面積の $1/2$ とする角度 θ は45度となる。つまり、三角形の頂点aは正中mとbとの中間にあり、我々が削除を開始する部位にはほぼ一致する。このポイントよりさらに外側に削除開始点を求めることによって椎体の半分以上が残ることが証明される。しかし、削除開始点を椎体の外側におく事はその外側にある頸長筋、椎骨動脈、横突起等の構造物との間隔が狭まり、また、これらの構造物により視野が妨げられることを意味する。

術野の確保と支持性の温存という本法におけるジレンマを解決するために、Takayasu〔8〕は横突起のすぐ内側に開けた側溝より幅7－8mmの椎体・椎間板を一塊として摘出し、広い術野のもとに脊髓減圧終了後、この椎体・椎間板片を戻す方法を考案した。しか

Fig.5 : Schematic drawing showing a resecting area in a dark grayish triangle and a starting point of drilling in an apex "a". An angle θ is 45° which makes the area of the fan-shape "abc" half of that of the semicircle. The apex "a" is coincident with midpoint between the apex "b" and the midpoint "m".

し、この手術法はやや煩雑な上に、戻した椎間板の生着の有無あるいは機能性が問題となる。

<我々の工夫>

前述のごとく、椎体削除をより外側から行うことによって削除する容積は小さくなり、従って、より大きな椎体容積を残すことができる。外側からアプローチする際、視野の妨げとなる構造物は、皮膚縁、胸鎖乳突筋、頸長筋、頸椎横突起、椎骨動脈等であり、さらに、開創器の上端部でさえ視野を妨げる原因となる。頸長筋をその全幅にわたって切除すれば椎体外側面は容易に露出されるが、交感神経は頸長筋の外側を走行しており、頸長筋を外側端まで切除すればHorner症候群をきたす可能性がでてくる。George [2] は椎体前外側部を露出するに当たって頸長筋を切除した。その結果、57%の例においてHorner症候群を生じたという。そこで我々は、頸長筋の内側半分のみを短冊状に切断し、外側部分は温存した。その外側部分は椎体より剥離して外側に牽引し、さらに数本の糸をかけ、この糸で皮膚および胸鎖乳突筋を押さえつつ外側に牽引することにより開創器の代替とした。これにより、開創器上端部に妨げられることなく皮

膚縁-胸鎖乳突筋表面-頸長筋上端部を結ぶライン上に頸椎外側面を見ることになる。また、対側は深頸筋膜あるいは頸長筋にかけた数本の糸を軽く牽引するだけで事足りる。術野の展開が容易になったのみでなく、開創器の使用に伴う気管・食道への不用意な損傷が避けられる。

同側の削除端では神経根および椎骨動脈（椎骨静脈叢）まで減圧することになるが、術中、静脈叢の膨隆あるいは静脈叢よりの不意の出血を避けるために、手術側椎骨動脈近傍の骨は薄く残しておき、最後に摘出したほうがよい。

<適応>

ALVは多椎間に及ぶOPLLおよび頸椎症で脊髄が両側に圧迫されている症例に適応があると考えられる。OPLLと骨棘とは圧迫する部位および幅が異なる。すなわち、椎管前壁に広く及ぶ幅広いOPLLは稀であることから、OPLL例では椎管前壁を広く削除する必要は少なく、したがって椎体体積も大きく残すことができる。一方、骨棘の発達した頸椎症では椎管前壁の削除は対側椎弓根部までおよびることが多く、椎体を大きく残すためにはより外側から進入する必要がある。

ALFは外側に突出して一側脊髄あるいは神経根を圧迫する椎間板ヘルニアあるいは骨棘に適応があり、一般的には単椎間病変で行っている。削除範囲は症例によって若干異なり、外側型の椎間板ヘルニアであれば鉤状突起後半部のみの削除でヘルニア塊の摘出は可能であるが[3]、正中に及ぶ骨棘の場合、椎体削除を内側へ広げる必要がある。

これらの手術手技は、多椎間病変において、ある椎間を固定せざるを得ない場合でも、他の椎間では減圧のみの本法を行うことによって、固定範囲を少なくすることが可能である。また、移植骨のトラブルがないこと、外固定を簡略化できることから、不随意運動を呈する患者にも応用可能と考えられる。

一方、椎体を十分残しても、椎体を削除すれば椎体の支持性がある程度減弱することは避けられない。支持性に影響を与える要因としては、残存した椎体の容積、骨組織の強靱さ（骨粗鬆症の有無）、他の支持機構の破綻状況等が考えられる。したがって、高齢者、高度な骨粗鬆例、あるいは、頸椎不安定性が強い場合には本法の適応はないと考えられる。

結 論

ALVでは、より外側よりアプローチすることにより椎体の支持性を損なわずに、良好な脊髄減圧が得られることから、ALVは頸椎症あるいは頸椎後縦靱帯骨化症、特に多椎間狭窄例において、有用な頸椎前方除圧法と考えられる。

なお本論文の要旨は、第15回日本脊髄外科学会（2000年6月，神戸）において発表した。

文 献

1. Cloward RB: The anterior approach for removal of ruptured cervical discs. J Neurosurg 15: 602-617, 1958
2. George B, Gauthier N, Lot G : Multisegmental cervical spondylotic myelopathy and radiculopathy treated by multilevel oblique corpectomies without fusion. Neurosurg 44: 81-90, 1999
3. Jho HD: Microsurgical anterior cervical foraminotomy for radiculopathy: a new approach to cervical disc herniation. J Neurosurg 84: 155-160, 1996
4. 西浦 司，西田あゆみ，半田 明，後藤正樹，津野和幸，石光 宏：頸椎OPLLに対する安全な削除術。第58回日本脳神経外科学会総会抄録: 124, 1999
5. 小原 進，門間文行，大山隆城，古市 晋：頸椎後縦靱帯骨化症に対するantero-lateral partial vertebrectomy. Spinal Surgery 8: 125-130, 1994
6. 小原 進，岡本順二，大井政芳，中村 宏，門間文行：頸椎前側方椎体削除術の長期成績。Spinal Surgery 11: 68-74, 1997
7. Smith GW, Robinson RA: The treatment of cervical spine disorders by anterior removal of intervertebral disc and interbody fusion. J Bone Joint Surg Am 40: 607-624, 1958
8. Takayasu M, Hara M, Takagi T, Suzuki Y, Yoshida J: Osteoplastic anterolateral vertebrectomy without fusion for multilevel cervical ossification of the posterior longitudinal ligament. Neurosurg 45 (3): 500-507, 1999
9. Verbiest H: A lateral approach to the cervical spine: technique and indications. J Neurosurg 28: 191-203, 1968

Reviewer's comment : 高橋 宏 (都立神経病院 脳神経外科)

“頸椎椎体前外側削除術--椎体支持性を温存する工夫--”を興味深く読ませてもらいました。幾つかの点について質問があります。頸椎の術後ROMが分かりません。次に手術模式図の削屈の角度と実例のそれとを比べると、実例ではやはり模式図より内側から削りはじめ、対側の内側で終わっているように見えます。また削った椎体骨の空間部に骨の再増殖みられたのでしょうか。合併症のHorner徴候については筆者も以前ALFで一例経験がありますが、特に運転中単眼視となりがちで大変危険であると言われました。幸い後に軽快しましたがやはり本論文の主旨と同様、避けなければならない合併症と痛感いたしました。従ってGeorgeの術式における57%のHorner徴候発生は論外と考えます。この点でも筆者の頸長筋の外側を残す術式の工夫を評価したいと思います。最後に脳性麻痺例に本術式を行っていますが適応については異論があります。MRが無いので、脊髓圧迫の状況が分かりませんが、脳性麻痺例によく見られるC3/4レベルの障害です。最も負荷のかかる部位の椎体を削って長期的に果たして大丈夫なのかと心配されます。我々のところでは前方手術を行ったこともありますが、今はBertrandの除神経手術を応用し、不随意運動を出来るだけ抑えけるとともに、後方からの拡大術を選択しています。いずれにせよ今後長期に亘る追跡結果で本術式の良否は判定されるものと思っています。

Reviewer's comment : 長嶋 達也 (神戸大学医学部 脳神経外科)

本論文は、頸椎症、OPLL、頸椎椎間板ヘルニアを対象とする前外側からの椎体削除術、椎管孔拡大術の工夫と経験を報告したものである。

頸椎症、OPLLに対する著者らのanterolateral vertebrectomy (ALV) は小原やGeorgeにより報告された手技と基本的には変わらないが、術野の確保や頸長筋の処理に著者らの工夫がみられる。頸椎椎体を前外側から削除する方法が従来の前方除圧固定法に勝る最大のポイントは、固定を要しないことである。著者らは不安定性の回避のために椎体削除の絶対量を問題にしているが、力学的に考えた場合、椎体前面の骨皮質および前縦靱帯の温存がポイントになっているのではないかと思える。

著者らの症例には3椎体削除して固定が不要であった例が2例含まれている。従来の前方除圧・固定法は3椎体を超える場合には固定に伴うトラブルが増加したり可動性の制限が問題になってきたが、前外側削除法により3椎体を超える前方除圧の適応が広がる可能性も示唆される。

椎間板ヘルニア、頸椎症に対するanterolateral foraminotomy (ALF) は1例を除き1椎間を対象になされている。著者らの方法がanterior decompression without fusion法に勝るためには椎間板機能が温存されていることが示されなければならないが、本論文ではそれを示すデータが示されていない点で不十分である。

症例を増やして長期経過観察の結果を報告されることを期待している。