

頸部神経根症に対して顕微鏡下後方椎間孔拡大術を施行した1例

角田圭司 馬場史郎 永田 泉

A Case of Microscopic Posterior Foraminotomy for Cervical Radiculopathy

by

Keishi Tsunoda, M.D., Shirou Baba, M.D., and Izumi Nagata, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Nagasaki University School of Medicine

The ideal surgical treatment of cervical radiculopathy remains controversial. Recent reports from orthopedic surgeons in Japan recommend microscopic posterior foraminotomy. We observed a case of cervical spondylotic radiculopathy treated with microscopic posterior foraminotomy. This technique has several advantages, such as preservation of cervical motion, no need for external bracing, and a lower risk of complications. Careful patient selection and microsurgical technique is essential in obtaining consistent and excellent results. Here we report the details of surgical technique and the procedure for this treatment.

(Received March 7, 2008; accepted April 14, 2008)

Key words : cervical radiculopathy, spondylosis, microscopic posterior foraminotomy

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 17 : 788-793, 2008

はじめに

近年、外側ヘルニアを含む頸部神経根症に対する低侵襲手術として、顕微鏡下後方椎間孔拡大術が日本においては整形外科医により推奨されている。脳神経外科医による報告は少なく、今回1例ではあるがこの手術を経験したので文献的考察を加え報告する。

症例提示

患者：48歳，男性

既往歴：37歳時に右錐体骨脊索腫手術。

家族歴：特記事項なし。

現病歴：2005年4月右上肢の痛み，しびれにて発症。頸椎症の診断にて近医で手術を勧められ，セカンド・オピニオン目的にて同年8月当科初診。診察時はしびれの

みで保存的加療を希望された。その後，症状は改善していたが，2007年に入り，痛みとしびれが再燃し，脱力も出てきたため，同年5月に手術目的で入院となった。

入院時神経学的所見：右頸部から肩甲骨部および上腕の痛みを訴え，第3指に強いしびれを認めた。痛みはC7領域へ放散するビリビリするような痛みで，Spurlingテストが陽性であった。筋力は手関節の掌屈および手指伸展力が低下していた。深部腱反射は，右上腕三頭筋腱反射の低下を認めたが，その他下肢を含め異常は認めず，病的反射もなかった。また前回手術時の後遺症として，ごく軽度の嚥下障害を自覚していた。

神経放射線学的所見：単純X線右斜位像で骨棘による右C6/7椎間孔の狭小化を認めた (Fig. 1A)。頸椎MRI (Fig. 1B) においても，右C6/7椎間孔の著明な狭小化およびC7神経根の圧迫を認め，頸椎CT (Fig. 1C) にて前方から骨棘の突出があり，これによる椎間孔の狭小化お

長崎大学医学部脳神経外科／〒852-8501 長崎市坂本1-7-1〔連絡先：角田圭司〕

Address reprint requests to: Keishi Tsunoda, M.D., Department of Neurosurgery, Nagasaki University School of Medicine, 1-7-1 Sakamoto, Nagasaki-shi, Nagasaki 852-8501, Japan

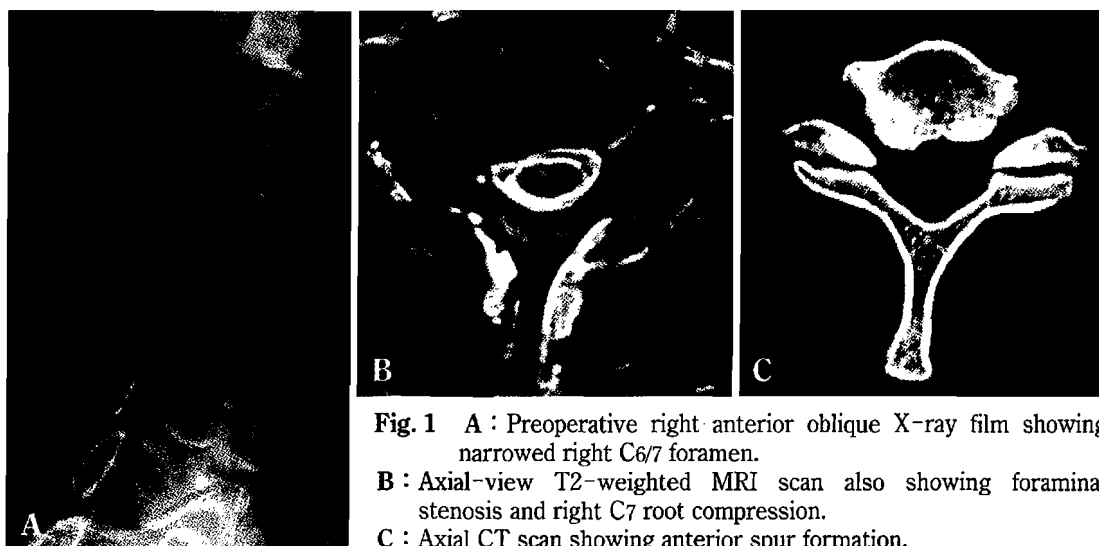


Fig. 1 A : Preoperative right anterior oblique X-ray film showing narrowed right C6/7 foramen.
 B : Axial-view T2-weighted MRI scan also showing foraminal stenosis and right C7 root compression.
 C : Axial CT scan showing anterior spur formation.

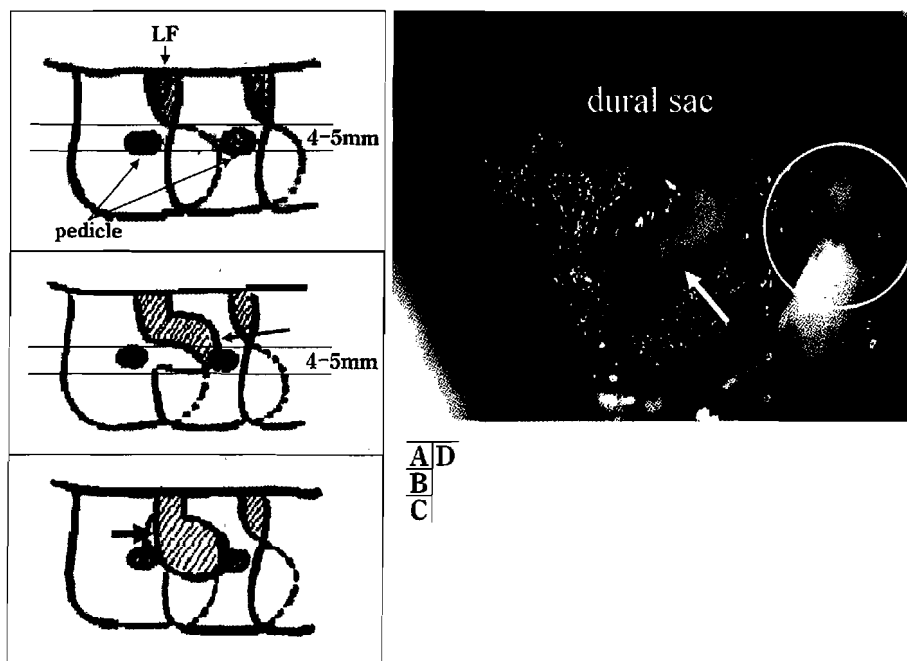


Fig. 2 Illustration showing intraoperative procedural step. Right side of all figures indicates cranial side of patient.
 A : Illustration of exposed facet joint (LF; ligamentum flavum).
 B : Illustration of the drilling of the superior lamina and the medial descending facet. Cranial margin of ligamentum flavum indicated by arrow.
 C : Illustration of the drilling of the inferior lamina and the medial ascending facet. Caudal margin of ligamentum flavum indicated by arrow.
 D : Intraoperative photograph; After posterior foraminotomy, right C7 nerve root (white arrow) was bulging. White circle shows right C6 pedicle.

よび神経根圧迫と考えられた。一方、脊柱管の狭窄はなく、脊髓の圧迫はまったく認めなかった。

手術: 上記神経学的所見および画像所見より右 C7 神経根症と診断した。手術法としては、筆頭著者自身後方手術の経験が多く、後方の展開に慣れていること、および以前の手術の後遺症として嚥下障害を認めていたこ

とから、顕微鏡下後方椎間孔拡大術を選択した。手術は全身麻酔下腹臥位で、頸部は中立位からやや前屈位で行った。透視下に C6/7 レベルを確認し、正中より若干右側に 2.5 cm の皮膚切開を設けた。C6 棘突起上で右僧帽筋の項靭帯附着部を切離し、同様に右側の頭板状筋、頭半棘筋の項靭帯附着部を切離し、次に頸半棘筋は C7 棘

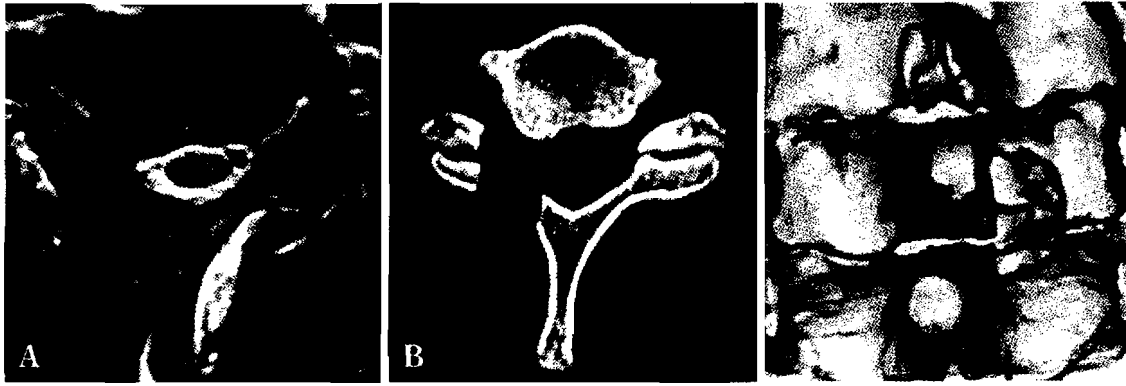


Fig. 3 A: Postoperative axial-view T2-weighted MRI scan showing good decompression of right C6/7 foramen.
B, C: Axial CT (B) and 3D-CT (C) scans show the extent of resection to be a third of the facet.

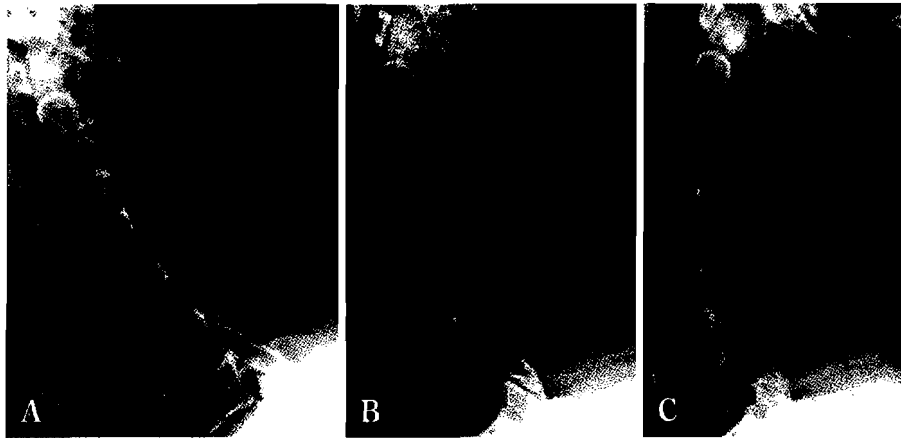


Fig. 4 Dynamic lateral X-ray films 6 months after operation showing no instability and maintenance of mobility
A: Flexion. B: Neutral. C: Extension.

突起に付着させたまま C6 棘突起および椎弓より剥離し、さらに多裂筋を剥離して、C6 椎弓、C7 椎弓上縁および C6/7 椎間関節を露出した (Fig. 2A)。このような剥離を行えば筋肉内には切り込まないため、ほとんど出血しない。この時点で再度透視を用いてレベルを確認した。顕微鏡下にダイヤモンドバー (3 mm および 2 mm) を使用して、まず C6 椎弓下部および下関節突起の内側部を削っていくが、頭側は黄色靭帯の頭側端が露出するところまで削った。ここで外側に C6 椎弓根を触知・確認し、椎間孔の位置を想定した後、椎間孔上・下関節突起を 4~5 mm の幅で削除すると上関節突起が露出された (Fig. 2B)。その後 C7 椎弓上部と露出した上関節突起内側部を削っていくが、尾側は C7 椎弓根の上縁まで削ると黄色靭帯の尾側端が遊離する (Fig. 2C)。このように椎間関節の 1/2 以上を残すように注意し、上下の椎弓根の位置を目安に骨削除が十分であることを確認した後、黄色靭帯を剥離・切除し、神経根を露出した。神経根周

困には、periradicular fibrous tissue と思われる線維性組織を認め、これにより後方から圧迫されていた。これを慎重に切除していくと神経根が丸みを帯び膨らんでくるのが確認された (Fig. 2D)。前方からの骨棘による圧迫が軽度で神経根の除圧が十分であることを確認し閉創した。

経過: 痛みは術直後から消失し、しびれ、脱力は徐々に軽減していった。頸椎カラーは使用せず、術後 11 日目に退院した。術後の MRI (Fig. 3A) および CT (Fig. 3B, C) にて椎間孔の拡大および神経根の除圧が確認され、椎間関節の約 1/3 が切除されていることがわかる。半年後、指先に軽度のしびれが残存しているも頸部愁訴は認めていない。また頸椎動態撮影にて、可動性が保たれ、不安定性の出現がないことが確認された (Fig. 4)。

考 察

頸椎症や頸椎椎間板ヘルニアによる頸部神経根症の治

Table 1 Advantages and disadvantages of each surgical technique for cervical radiculopathy

Surgical technique	Advantages	Disadvantages
ADF	<ul style="list-style-type: none"> • direct decompression • ensure stability 	<ul style="list-style-type: none"> • adjacent segment disease • bone graft related problems • esophageal/tracheal injuries • recurrent nerve paralysis
AF transuncal approach	<ul style="list-style-type: none"> • direct decompression • maintain mobility 	<ul style="list-style-type: none"> • vertebral artery injury • Horner's syndrome • high reoperation rate
transvertebral approach	<ul style="list-style-type: none"> • low incidence of vertebral artery injury and Horner's syndrome 	<ul style="list-style-type: none"> • complicated technique • unclear long-term outcome
PF microscopic	<ul style="list-style-type: none"> • maintain mobility • good long-term outcome • no need for external fixation • short hospitalization 	<ul style="list-style-type: none"> • indirect decompression (in case of spur) • instability (in case of extended facetectomy) • postoperative neck discomfort
microendoscopic	<ul style="list-style-type: none"> • minimal postoperative neck discomfort 	<ul style="list-style-type: none"> • two-dimensional visualization • complicated technique

ADF; anterior decompression and fusion, AF; anterior foraminotomy, PF; posterior foraminotomy

療は、保存的治療が第一選択であるが、保存的治療が無効な症例や再発を繰り返す症例に対しては、手術治療が選択される。歴史的に後方からの椎間孔拡大術が主流であったが、肉眼的手術ということもあり、狭い術野での出血のコントロールが難しい、神経根の損傷の問題、さらに成績がよくないことから次第に行われなくなった³¹⁾。1950年代に頸椎前方固定術が登場し¹¹⁾³⁰⁾、スタンダードな治療法として確立されているが、固定隣接椎間の変性をはじめ、気管・食道損傷、反回神経麻痺、骨移植に伴う合併症など問題も多い。一方、1983年にWilliams³⁴⁾が顕微鏡を応用した後方からのmicroforaminotomyを発表し、後方法も再び行われるようになった。この手術の利点としては、骨移植に伴う合併症がない点、術後の外固定が不要で早期離床・社会復帰が可能である点、motion segmentも温存されるため隣接椎間への影響も少ない点などが挙げられる。その後多くの報告²⁾⁵⁾⁷⁾¹⁰⁾¹²⁾¹⁵⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁴⁾²⁷⁾²⁸⁾³⁵⁾³⁹⁾にて、その有効性が証明されている。また長期成績に関しても、Clarkeら¹⁰⁾によると、隣接椎間病変の出現は10年で6.7%、同一レベルでの再発は5年で3.2%、10年で5%と報告されており、前方手術と比較しても低いと思われる。日本においては、整形外科医からの報告³⁾⁴⁾⁸⁾¹⁴⁾²⁶⁾³¹⁾³²⁾がほとんどであるが、現在でも肉眼的での報告³⁾²⁶⁾³²⁾も散見され、良好な成績は得られているものの、安全かつ確実に施行するためにはやはり顕微鏡下での操作が望ましいと考えられる。また手術に際し大切な点は、骨削除を必要十分に行った後に黄色靭帯を切除することである。黄色靭帯切除後に追加の骨削除が必要となった場合、神経根の損傷のリス

クが高くなると考えられる。そのためには椎弓根の位置をしっかりと確認し椎間孔の位置を想定することが、椎間孔部を形成している上下の椎間関節を必要十分に削除するのに大切なことである (Fig. 2)。通常の神経根除圧は椎間孔入口部から3mm程度で十分といわれており³¹⁾、過度の切除にも注意する。

今回、顕微鏡下での後方椎間孔拡大術を施行したが、出血も少量で、神経根周囲の観察性も優れ、安全に手術が行えた。術後の症状改善も速やかであり、患者満足度も高かった。ただし、本法は前方からの骨棘に対しては間接的な除圧であり、Jödickeらの報告²¹⁾にもあるように、椎間板ヘルニア症例に比較して、頸椎症症例の成績は劣ると指摘されており、特に前方からの骨棘による圧迫が強い症例においてはその可能性が高いと考えられる。また本法では椎間関節を切除するため、将来的に椎間の不安定性が出現する可能性があるが、力学的検討より椎間関節の50%以上を温存すれば不安定性は出現しないといわれている³⁸⁾。本症例でも切除範囲は、1/3程度で、術後のX線不安定性は認めない。ただし術前より椎間の不安定性がある症例には本手術の適応はないと考える。よって本手術の適応は、椎間に不安定性のない外側型椎間板ヘルニアによる神経根症や頸椎症性神経根症となる。頸椎症の場合は、前方からの骨棘による圧迫が強い症例においても侵襲性を考慮すると初回手術として本手術の適応としてもよいと考えられるが、前方からの追加手術の可能性も説明し、慎重に適応を検討する必要がある。

もう一つの欠点として、後方軟部組織などへの侵襲に

よる術後の頸部愁訴が挙げられる。それに対し内視鏡下の手術が報告¹⁾⁶⁾¹³⁾³⁶⁾³⁷⁾されている。術後の頸部愁訴が少ないというメリットはあるが、2次元画像という点、手技習熟には多大な時間と労力が必要である点から、安易に取り組むのは危険である。一方、内視鏡手術で使用される tubular retractor を用いて椎間に access し、その後は顕微鏡を使用したという報告⁵⁾¹⁴⁾¹⁹⁾もみられる。しかしながら、われわれが行っている低侵襲頸椎拡大椎弓形成術 (K-method)²³⁾³³⁾では、頸部愁訴の軽減が示されており、1 椎間の後方椎間孔拡大術に必要な皮膚切開および後方軟部組織の剥離はより限られているため、頸部愁訴が問題になることはあまりないと思われる。実際、本症例においても、術後半年の経過で頸部愁訴は認めていない。

その他の手術法として前方からの microforaminotomy がある。1996 年、Jho が報告²⁰⁾した方法は、神経根を直接除圧でき、椎間板は切除しないため、機能的にも優れた方法であり、その後同様な方法で良好な成績が報告されている²²⁾²⁵⁾²⁹⁾。ただし、椎骨動脈損傷の危険性、ホルネル症候群の出現といった問題もある。また同様な手技を 23 例に施行した Hacker ら¹⁶⁾は、good または excellent の成績は 55% に過ぎず、一方で 30% の症例では追加手術が必要であったと再手術率が高いことを指摘している。

また最近、Choi ら⁹⁾や原ら¹⁷⁾により、経椎体的な前方椎間孔拡大術が、Jho らの手術の欠点である椎骨動脈損傷の危険性、ホルネル症候群の出現といった問題を回避できる方法として報告されている。本法も正常椎間板の温存ができ、術後の頸椎の可動性が保たれる優れた術式と考えられるが、視野が狭く技術的に難易度が高く、手技習得に時間と経験を要するのが欠点と思われる。これら各手術法の利点、欠点を Table 1 にまとめた。

いずれの手術においてもそれぞれ利点・欠点があり、どの術式がよいということはなく、術者の経験などにて決定されることが多いと思われる。今回施行した顕微鏡下後方椎間孔拡大術は、解剖学的にも取り組みやすく、また顕微鏡を使用することで安全に施行できる手術である。特に本症例では、ごく軽度ではあるが術前より嚥下障害を認めており、前方法より後方法が適していると考えた。ただし、air drill やケリソンの使用法を習熟したうえで、出血のコントロールを含めた神経根周囲の操作は、十分注意して行う必要がある。

当然であるが、術前の的確な神経学的診察と画像の読影が大切であることはいうまでもない。

結 語

頸部神経根症を呈した症例に対し、顕微鏡下後方椎間孔拡大術を施行した。本術式は、頸椎の可動性を保ち、骨移植の必要がなく術後の装具も不要であり、患者の負担も少なく早期に社会復帰できる術式である。ただし、神経根周囲の操作には顕微鏡を用いた慎重な手術操作が必要である。

文 献

- 1) Adamson TE: Microendoscopic posterior cervical laminoforaminotomy for unilateral radiculopathy: Results of a new technique in 100 cases. *J Neurosurg (Spine 1)* 95: 51-57, 2001.
- 2) Aldrich F: Posterolateral microdiscectomy for cervical monoradiculopathy caused by posterolateral soft cervical disc sequestration. *J Neurosurg* 72: 370-377, 1990.
- 3) 青木 薫, 高橋 淳, 中村 功, 平林洋樹, 加藤博之: 頸部神経根症に対する mini open foraminotomy (MOF) の手術成績. 中部整災誌 50: 391-392, 2007.
- 4) 馬場逸志, 石田了久, 住田忠幸, 若狭雅彦, 新田泰章: 頸部神経根症に対する後方手術 (microcervical foraminotomy) の経験. 中部整災誌 34: 138-140, 1991.
- 5) Boehm H, Greiner-Perth R, El-Saghir H, Allam Y: A new minimally invasive posterior approach for the treatment of cervical radiculopathy and myelopathy: Surgical technique and preliminary results. *Eur Spine J* 12: 268-273, 2003.
- 6) Burke TG, Caputy A: Microendoscopic posterior cervical foraminotomy: A cadaveric model and clinical application for cervical radiculopathy. *J Neurosurg (Spine 1)* 93: 126-129, 2000.
- 7) Çağlar YŞ, Bozkurt M, Kahilogullari G, Tuna H, Bakir A, Torun F, Ugur HC: Keyhole approach for posterior cervical discectomy: Experience on 84 patients. *Minim Invas Neurosurg* 50: 7-11, 2007.
- 8) 茶蘭昌明, 司馬 立, 舟崎裕記, 曾雌 茂, 服部 哲, 藤井克之: 頸部神経根症に対する顕微鏡視下椎間孔拡大術の手術成績. 整形外科 50: 1541-1545, 1999.
- 9) Choi G, Lee SH, Bhanot A, Chae YS, Jung B, Lee S: Modified transcorporeal anterior cervical microforaminotomy for cervical radiculopathy: A technical note and early results. *Eur Spine J* 16: 1387-1393, 2007.
- 10) Clarke MJ, Ecker RD, Krauss WE, McClelland RL, Dekutoski MB: Same-segment and adjacent-segment disease following posterior cervical foraminotomy. *J Neurosurg Spine* 6: 5-9, 2007.
- 11) Cloward RB: The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. *J Neurosurg* 15: 602-614, 1958.
- 12) Epstein NE: A review of laminoforaminotomy for the management of lateral and foraminal cervical disc herniations or spurs. *Surg Neurol* 57: 226-234, 2002.
- 13) Fessler RG, Khoo LT: Minimally invasive cervical microendoscopic foraminotomy: an initial clinical experience. *Neurosurgery* 51: 37-45, 2002.
- 14) 藤田拓也, 奥田鉄人, 波多野栄重, 安田佳史, 松本忠美: 頸椎椎間板ヘルニアに対する METRx micro discectomy system を用いた頸椎後方ヘルニア摘出術. 中部整災誌 49: 437-438, 2006.

- 15) Grieve JP, Kitchen ND, Moore AJ, Marsh HT: Results of posterior cervical foraminotomy for treatment of cervical spondylitic radiculopathy. *Br J Neurosurg* 14: 40-43, 2000.
- 16) Hacker RJ, Miller CG: Failed anterior cervical foraminotomy. *J Neurosurg (Spine 2)* 98: 126-130, 2003.
- 17) 原 政人, 野田智之, 服部新之助, 西村由介, 吉田 純: 頸椎変性疾患に対する低侵襲な経椎体的神経除圧術. 脊椎脊髄神手術手技 9: 140-143, 2007.
- 18) Henderson CM, Hennessy RG, Shuey HM Jr, Shackelford EG: Posterior-lateral foraminotomy as an exclusive operative technique for cervical radiculopathy: A review of 846 consecutively operated cases. *Neurosurgery* 13: 504-512, 1983.
- 19) Hilton DL Jr: Minimally invasive tubular access for posterior cervical foraminotomy with three-dimensional microscopic visualization and localization with anterior/posterior imaging. *Spine J* 7: 154-158, 2007.
- 20) Jho HD: Microsurgical anterior cervical foraminotomy for radiculopathy: A new approach to cervical disc herniation. *J Neurosurg* 84: 155-160, 1996.
- 21) Jódicke A, Daentzer D, Kästner S, Asamoto S, Böker DK: Risk factors for outcome and complications of dorsal foraminotomy in cervical disc herniation. *Surg Neurol* 60: 124-130, 2003.
- 22) Johnson JP, Filler AG, McBride DQ, Batzdorf U: Anterior cervical foraminotomy for unilateral radicular disease. *Spine* 25: 905-909, 2000.
- 23) Kihara S, Umebayashi T, Hoshimaru M: Technical improvements and results of open-door expansive laminoplasty with hydroxyapatite implants for cervical myelopathy. *Neurosurgery* 57: 348-356, 2005.
- 24) Kumar GR, Maurice-Williams RS, Bradford R: Cervical foraminotomy: An effective treatment for cervical spondylotic radiculopathy. *Br J Neurosurg* 12: 563-568, 1998.
- 25) Lee JY, Löhr M, Impekoven P, Koebke J, Ernestus RI, Ebel H, Klug N: Small keyhole transuncal foraminotomy for cervical radiculopathy. *Acta Neurochir (Wien)* 148: 951-958, 2006.
- 26) 長友淑美, 米 和徳, 林 協司, 松永俊二, 小宮節郎: 頸部神経根症に対する椎間孔拡大術. 整外と災外 53: 729-731, 2004.
- 27) Rodrigues MA, Hanel RA, Prevedello DM, Antoniuk A, Araújo JC: Posterior approach for soft cervical disc herniation: A neglected technique? *Surg Neurol* 55: 17-22, 2001.
- 28) Russell SM, Benjamin V: Posterior surgical approach to the cervical neural foramen for intervertebral disc disease. *Neurosurgery* 54: 662-666, 2004.
- 29) Saringer W, Nöbauer I, Reddy M, Tschabitscher M, Horacek A: Microsurgical anterior cervical foraminotomy (uncoforaminotomy) for unilateral radiculopathy: Clinical results of a new technique. *Acta Neurochir (wien)* 144: 685-694, 2002.
- 30) Smith GW, Robinson RA: The treatment of certain cervical spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. *J Bone Joint Surg Am* 40: 607-624, 1958.
- 31) 住田忠幸, 馬場逸志, 真鍋英喜, 田中 信, 宮内 晃: 頸部神経根症に対する顕微鏡下後方椎間孔拡大術. 整・災外 46: 489-495, 2003.
- 32) 田中靖久: 頸部神経根症に対する後方椎間孔拡大術. 脊椎脊髄 15: 575-580, 2002.
- 33) 角田圭司, 木原俊彦, 寶子丸稔: 木原式有茎棘突起再生スパーサーを用いた低侵襲片開き頸椎椎弓形成術—短期成績の報告. 脊椎脊髄神手術手技 8: 142-146, 2006.
- 34) Williams RW: Microcervical foraminotomy. A surgical alternative for intractable radicular pain. *Spine* 8: 708-716, 1983.
- 35) Witzmann A, Hejazi N, Krasznai L: Posterior cervical foraminotomy. A follow-up study of 67 surgically treated patients with compressive radiculopathy. *Neurosurg Rev* 23: 213-217, 2000.
- 36) 矢吹省司, 菊地臣一, 佐藤勝彦: 頸椎症性神経根症に対する鏡視下椎間孔拡大術. 整形外科 53: 1200-1201, 2002.
- 37) 吉田宗人, 山田 宏, 麻殖生和博, 中川幸洋, 野村和教: 頸椎疾患に対する後方進入内視鏡下手術の展望. 整・災外 47: 1461-1467, 2004.
- 38) Zdeblick TA, Zou D, Warden KE, McCabe R, Kunz D, Vanderby R: Cervical stability after foraminotomy. *J Bone Joint Surg Am* 74: 22-27, 1992.
- 39) Zeidman SM, Ducker TB: Posterior cervical laminoforaminotomy for radiculopathy: Review of 172 cases. *Neurosurgery* 33: 356-362, 1993.

要 旨

頸部神経根症に対して顕微鏡下後方椎間孔拡大術を施行した 1 例

角田 圭司 馬場 史郎 永田 泉

頸部神経根症に対する手術治療には、種々の方法が報告されているが、近年、低侵襲手術の一つとして顕微鏡下後方椎間孔拡大術が日本においては整形外科医により推奨されている。脳神経外科医による報告は少ないが、今回われわれは 1 症例を経験した。本法は、頸椎の可動性を保ち、骨移植の必要がなく術後の装具も不要であり、患者の負担も少なく早期に社会復帰できる術式である。ただしい確な診断と顕微鏡を用いた慎重な手術操作が不可欠と思われる。本手術法の詳細と適応につき文献的考察とともに報告する。

脳外誌 17: 788-793, 2008