[総説] 頚椎症性神経根症に対する治療

宮 下 智 大 山 崎 正 志 大 河 昭 彦 国府田 正 雄 高 橋 和 久

(2007年12月11日受付)

要 旨

頚椎症性神経根症は日常的に診療する機会の多い疼痛疾患である。多くは保存療法で対処しうるが、保存療法で軽快しない例や神経症状の強い例では手術療法が行われることもある。しかし治療法についての明確な基準がなく、治療法が医師により大きく異なっているというのが実情である。

保存療法として頻用されるカラー固定、牽引療法は概ね良好な成績の報告が多い。薬物療法、神経ブロック療法も行われるが、いずれもエビデンスに乏しく経験論に基づいたものであることが多い。

手術療法は非常に有効であることが多い。しかし、手術の適応、タイミング、術式にコンセン サスがなく、手術療法の評価が適切に行われていない。

保存療法と手術療法の比較では、手術療法により早期の症状改善が得られるが、長期的な成績 は保存療法と差がないとする報告が多い。しかし、保存療法と手術療法を比較した質の高い研究 はなく、今後の検討が待たれる。

Key words: 頚椎症性神経根症, 保存療法, 手術療法

はじめに

頚椎症性神経根症は変形性脊椎症,椎間板ヘルニアなどにより起こる頻度の高い疼痛疾患である。日常的に診療する機会の多い疾患であるにも関わらず,治療法が医師により大きく異なっているというのが実情である。今回,頚椎症性神経根症の治療について文献的に考察を行った。

頚椎症性神経根症の定義

頚椎症性神経根症は椎間孔狭窄による圧迫性神

経根障害と定義され、発生因子としてLuschka 関節・椎間関節に生じた骨棘、膨隆椎間板、靭帯肥厚、神経根鞘周囲線維組織が指摘されている。頚椎症性神経根症に椎間板ヘルニアを含めるか意見は分かれるが、今回の考察では便宜上含めることとした。

当科における治療の現況

当科では原則として保存療法を施行している。 保存療法としては薬物療法やカラー固定が行われ ている。保存療法に抵抗性の症例に限り手術を

千葉大学大学院医学研究院整形外科学

Tomohiro Miyashita, Masashi Yamazaki, Akihiko Okawa, Masao Koda and Kazuhisa Takahashi: The treatment for cervical spondylotic radiculopathy.

Department of Orthopedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University, Chiba 260-8670.

Tel. 043-226-2117. Fax. 043-226-2116.

要旨は第9回ちば脊椎カンファレンスにおいて研究発表として講演した。

Received December 11, 2007.

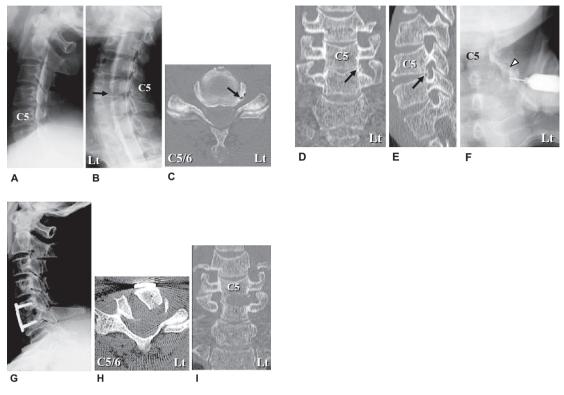


図1 症例.60歳男性.前方除圧固定術施行例.

数年前から頑固な頚部痛および左上肢痛が出現し、保存療法にて疼痛は軽快しなかった。頚椎単純X線像で、C5/6 椎間に頚椎症性変化を認めた。MRIでは脊髄および神経根の圧迫所見は確認できず、診断に難渋した。脊髄造影検査で造影剤の通過は良好であったが(A)、斜位像で左C6 神経根嚢像の描出が一部不良であった(B)。脊髄造影後CTでは、C5/6 高位で左椎間孔が軽度狭小化していたが、明らかな神経根の圧迫を示唆する所見ではなかった(C)。しかし、MPR画像を作成することにより、左C5/6 椎間孔への骨棘の突出が確認され、左C6神経根の圧迫による神経根症が疑われた(D, E)。診断確定のため、左C6神経根造影および神経根ブロックを行った(F)。1%キシロカイン2mlおよびデカドロン4mgを注入後、疼痛は一時的ではあるが完全に消失した。

手術はC5-6 前方除圧固定術が行われた。顕微鏡視下にC5/6 左側の骨棘を完全に開削し、左C6 神経根を開放した。腸骨からの自家骨移植を行い、プレート固定を併用した(G)。術後 $CT \cdot MPR$ 像で、左C5/6 椎間孔に存在した骨棘が完全に切除されていることが確認された(H,I)。術直後から頚部痛および左上肢痛は完全に消失し、頚椎カラー固定を行わずに歩行可能となった。

(A) 術前脊髄造影側面像, (B) 術前脊髄造影斜位像, 矢印: 左 C6 神経根嚢像の一部描出不良, (C) 術前脊髄造影後 CT 水平断像 C5/6 高位, 矢印: 左椎間孔の軽度狭小, (D) 術前脊髄造影後 CT・MPR 前額断像, 矢印: 左 C5/6 椎間孔への骨棘突出, (E) 術前脊髄造影後 CT・MPR 斜位像, 矢印: 左 C5/6 椎間孔への骨棘突出, (F) 術前神経根造影像, 矢頭: 左 C6 神経根, (G) 術後単純 X 線側面像, (H) 術後単純 CT 水平断像 C5/6 高位, (I) 術後単純 CT・MPR 前額断像.

行っており、術式としては前方除圧固定術を行っている(図1)。手術が適応となる症例は少なく、1998年4月~2007年3月の10年間における当科での全頚椎手術402例中、頚椎症性神経根症に対する手術はわずか3例(0.7%)であった(表1)。

自然経過

頚椎症性神経根症の自然経過に関する報告は散見されるが、いずれの報告でも多くの症例が改善することが示されている(表2)[1-4]。また、Radhakrishnanら[5]の報告では、561例中の26%が手術となったが(このうちの94%が経過観察開始後3ヵ月以内)、最終的には残りの74%の保存

表1	頚椎手術例	の内訳
(199	98. 4-2007. 3	千葉大学整形外科)

病名	症例数(%)
頚椎症性脊髄症	138例 (34.3%)
後縦靭帯骨化症(脊髄症)	92例 (22.9%)
頚髄腫瘍	52例 (12.9%)
椎間板ヘルニア(脊髄症)	49例 (12.2%)
環軸椎関節亜脱臼	27例 (6.7%)
頚椎外傷	18例 (4.5%)
頚椎腫瘍	8例 (2.0%)
頚椎症性筋萎縮症	8例 (2.0%)
頚椎症性神経根症	3例 (0.7%)
その他	7例 (1.7%)
計	402例(100 %)

表 2 頚椎症性神経根症の自然経過

年	報告者	症例数	改善	不変	悪化
1963	Lees and Turner	51	73%	25%	2%
1965	DePalma and Subin	255	78%	22%	
1997	田中ら	43	95%	5%	0%
1999	小田	137	59%	28%	13%

療法例も含め、全体の90.5%の症例で症状が消失または改善している。

保存療法

日常の外来診療で広く行われている治療法としてカラー固定がある。Boyce and Wang[6]はカラーの装着期間として2週間を推奨しており、長期の装着はかえって症状の悪化を招くとしている。橘ら[7]は夜間のみの装着でも有効であり、多くの症例で装着後3ヵ月程度で神経症状の改善が観察されると述べている。Lees and Turner[1]はカラーを装着することによって18例中12例で疼痛が軽減されたが、カラー以外の治療法でも25例中15例で改善が認められ、無治療であっても5例中3例が改善し、最終的には結果は同じであるとしている。

次に牽引療法について述べる。服部[8]は間歇牽引では3~4週で効果が現れることが多く,有効率は56%と報告している。小野と富士[9]は間歇牽引の有効率は頚椎症の場合69%,椎間板ヘルニアの場合82.4%であり,病態による効果の違いを報告している。また,南野ら[10]は有効率

73.7%としているが、運動障害のある44.4%、感覚障害のある33.3%の症例で効果が認められなかったとしている。Martin and Corbin[11]は頚椎椎間板へルニア61例に対する間歇牽引(牽引前に温熱療法とマッサージを併用)について述べ、6ヵ月以内に67.2%が改善し、13.1%がわずかに改善し、19.7%が不変であったとしている。また、多くは最初の4~5日に明らかな症状の緩和を認めたと述べている。持続牽引の効果については、鷲見ら[12]は6ヵ月以上経過観察できた59例の81%が改善したことを報告している。千葉ら[13]は93例中60%で牽引後に改善が認められ、平均5年8ヵ月遠隔調査しえた37例中81%に改善を認めたと報告している。このように牽引療法に関しては概ね良好な成績の報告が多い。

薬物療法は保存療法の中でも頻用される治療法 である。その中でも疼痛に対する非ステロイド性 消炎鎮痛薬 (NSAIDs) が第一選択の薬物として 使用されることが多い。また、末梢神経障害に適 応のあるメコバラミン (メチコバール®) も使用 される。NSAIDsが無効なほどの激痛に対しては オピオイドやステロイドが使用されることもあ る。慢性期の疼痛に対しては漢方薬やワクシニア ウイルス接種家兎炎症皮膚抽出液(ノイロトロ ピン®) もしばしば使用される。その他にプロス タグランジンE₁(PGE₁)が有効であったとする 報告がある[14,15]。中田ら[15]は、PGE」は運動 障害よりも疼痛・しびれに有効であり、sensory evoked potentialの振幅も増大させると報告して いる。薬理作用としては血流改善作用以外にも microgliaからのnitric oxideやTNF-αといったサ イトカインの放出を阻害して神経細胞を保護した り[16]、神経細胞に直接作用しアポトーシスを抑 制することが報告されている[17]。しかし、いず れの薬剤も効果についてのエビデンスに乏しく. ほとんど経験論でしかない。

保存療法の一つとして様々な神経ブロック療法も行われる。椎弓間経由あるいは椎間孔経由ステロイド硬膜外投与については、Bushら[18]の前向き研究で92.3%の症例が神経根性疼痛や頚部痛から解放され日常生活へ復帰したと報告されている。Valleeら[19]は椎間孔経由での投与後14日で神経根性疼痛の62%、頚部痛の59%が軽快し、3ヵ

月後および6ヵ月後でも53%が軽快状態を維持していたと報告している。しかし椎骨動脈や前神経根動脈への誤注入によると思われる脳幹梗塞や脊髄梗塞の報告や[20,21],硬膜外ブロックがくも膜下ブロックとなり呼吸停止を引き起こすこともまれではないとの報告があり[22],リスクを伴う手技である。また、腰椎に対する硬膜外ステロイド投与の有効性を示す客観性の高い臨床研究はないのが現状で[23],頚椎に関しても同様である。その他星状神経節ブロック、後頭神経ブロック、肩甲上神経ブロック、トリガーポイントブロックなどが挙げられるが、やはり臨床的有用性についての客観性の高い研究はない。

保存療法の期間は文献的に1週[24]から3年[3]とかなり幅が広く、実際の臨床でも長期に保存療法が行われていることはよく経験されることである。The British association of physical medicine[25]の報告では、466名の患者に対する保存療法ではいずれの方法でも4週で74~81%で疼痛が改善したとあり、これも臨床でよく経験されることである。Saalら[26]は、保存療法を行いえた24例で1年以上経過後neurologic lossを生じたものはないとしている。

手術療法

手術療法としては大きく分けて前方法と後方法 がある。前方法ではさらに椎体固定術を行う場合 と行わない場合に分けられる。鈴木[27]が本邦に おいて初めての前方固定術の報告を行って以来、 初期より90%の改善率という良好な成績が報告さ れている[28]。Casha and Fehlings[29]は、前方 固定術後2年で68.7%の神経症状と76.6%の疼痛 が改善したと報告している。Hackerら[30]も術 後2年で8割の症例に改善を認めたと述べてい る。Martins[31]は、椎間板ヘルニアに対する椎 間板切除術では固定の有無に関わらずどちらも 92%が良好な成績であったと報告している。その 他にも固定の有無と臨床成績には関係がないとす る報告が散見され[32-34], 固定の必要性につい てはいまだ議論となっている。また、本邦では認 可されていないが、海外では人工椎間板が臨床応 用されている[35]。

後方から行われる椎間孔拡大術でも成績良好であるとする報告は多く、Williams[36]は難治性の根性痛を伴う235例の96.5%が術後3日以内に根性痛が消失したと報告している。Scovilleら[37]は椎間板ヘルニアの246例のうち男性の96%、女性の100%が術前と同じ仕事に復帰したと報告している。Hendersonら[38]は736例の96%の上肢痛と98%の筋力低下が消失したと述べている。

神経根の圧迫因子が椎間板ヘルニアでも骨棘であっても術後の成績に差がないとする報告がある一方で[33,37,38], 頚椎症より椎間板ヘルニアによるものの方が成績が良いとする報告もある[31,32]。手術のアプローチとしては上述のように前方法でも後方法でも良好な成績の報告が多数認められるが、これらの報告では無作為比較試験がなされていないため、術式の優劣は判断できない。Herkowitzら[39]は、椎間板ヘルニアに対して前方法と後方法を無作為に振り分け比較したところ統計学的な有意差は認めなかったが、前方法の方が成績が良い傾向にあったと述べている。

手術は多くの場合、非常に効果的である[40]。 しかし報告により良好な結果を示すものと重い症 状が残存するものと2つに分かれるのも事実であ り、前者には慢性期の症例が含まれていないこと を指摘する論文もある[41]。手術に踏み切るタ イミングについては、Murpheyら[24]は1週間、 Albert and Murrell[42]は6週間、Herkowitzら [39]は3ヵ月の保存療法でも症状が続くものと しているが、Heckmannら[41]は患者ごとの症 状や社会環境により異なることを指摘しており、 Sampathら[40]は手術のタイミングのガイドと なるデータがないことを指摘している。

手術の適応に関しては、本邦と欧米との違いが 顕著である。欧米、特に米国では積極的に手術療 法が行われており、多数の手術件数を報告してい る論文が多い[24,29,30,33,34,36-38]。しかし本邦 では原則として保存療法を施行している施設が圧 倒的に多く、手術療法となる患者の割合はわずか である。国分[43]は東北大学とその関連施設の10 年間の頚椎手術3977例のうち頚椎症性神経根症に 対する手術は194例 5%に過ぎなかったと述べて いる。既に述べたように当科でも0.7%と非常に 少ない結果となっている。その理由について明確

に述べた文献はないが、われわれは現時点で以下 のように考察している。本邦と欧米、特に米国の 医療を比較した場合、健康保険の制度および医師 の給与体系が大きく異なっている。一部の例外は 否定できないが、本邦では患者が比較的少ない経 済負担で保存療法を長期間にわたって受けること が可能であり、このことが本邦での保存療法の普 及の一因となっていると考えられる。また、米国 の医師の給与体系は基本的には出来高制であり, 手術の数が増えれば医師の収入が増す仕組みに なっている。手術により劇的に疼痛が消失すると いう利点と併せれば、米国の整形外科医が煩雑な 保存療法を敬遠し積極的に手術治療を選択するこ とも納得できる。ただ本邦で保存療法の有効性を 実感している立場からみれば、米国では不必要な 手術が相当数行われていると言わざるをえない。 しかしながら、本邦でも近年保存療法に固執する ことに対する懸念が論じられており、適用があれ ば手術を積極的に行うべきとの意見も散見され る。田中ら[44]は、本邦で手術治療が敬遠される 理由として、①保存療法で改善しないはずがない という先入観、②手術選択の基準および時期が不 明. ③障害神経根の診断が容易でない. ④椎間板 ヘルニアあるいは骨棘の病態別の手術成績が明ら かでない、⑤神経根症の手術そのものに馴染みが ない、などの点を指摘している。今後は本邦にお いても手術治療の適応が拡大していくことが予測 される。

現状では手術の適応やタイミングにコンセンサスがないため、手術療法の評価が適切に行われていないことが問題である。この点は今後十分に議論される必要がある。

保存療法と手術療法の比較

最後に保存療法と手術療法を比較した報告を見る。Sampathら[40]は評価方法の欠点をいくつか指摘しつつも、prospective studyで保存療法に比べ手術療法の方が症状はより重いにも関わらず術後の症状の改善はより良いと報告している。Perssonら[45]は手術、物理療法、カラー固定の比較で、治療開始後14~16週ではカラー固定に比べ手術で有意に疼痛の改善が認められたが、さら

に12ヵ月経過時ではいずれの方法でも同程度の効果であったことを報告している。Rothman and Rashbaum[46]も5年経過時で手術療法と保存療法で差がないことを示し、保存療法を勧めている。しかし、保存療法と手術療法を比較した質の高い研究はなく[47]、また現実的には治療を行っていく上でprospectiveに保存療法と手術療法を比較することは困難である。Heckmannら[41]は、手術例は経過が長く症状も重いため、保存例との統計学的な比較は不適切であると述べている。

結 語

頚椎症性神経根症に対する治療について文献的に考察した。頚椎症性神経根症の多くは保存治療により軽快するが、エビデンスに乏しい。手術療法により早期の症状改善が得られるが、長期的な成績は保存療法と差がないとする報告が多い。保存療法と手術療法を比較した質の高い研究はなく、今後の重要な課題である。

謝辞

本研究発表に御協力いただいた門田 領, 萬納寺誓人, 川辺純子, 林 浩一, 藤由崇之, 遠藤友規, 古矢丈雄先生および千葉大学整形外科学教室 頚椎脊髄診療班の諸先生に深謝する。

SUMMARY

Cervical spondylotic radiculopathy (CSR) is a degenerative condition involving the vertebral disc and its adjacent structures, which causes radicular pain at patients' neck and upper extremity. Although CSR is a common disease, standard rules for deciding the treatment procedure have not been fully established. In this paper, we reviewed current information on the therapeutic method for CSR.

Accepted general approaches to the management of CSR are the use of cervical collar, cervical traction, medication and nerve block therapy. Many authors described that patients treated with these procedures recovered well. At present, however, the level of evidence for such conservative treatment is not necessarily high.

Surgical treatment is very effective for relieving the radicular pain. However, enough consensus has not been provided regarding the indication and timing of surgery. In addition, standardized system has not been established for adequately evaluating the effect of surgery for CSR.

It has been established that early symptom improvement can be provided by operative treatment. However, studies also showed that there was no difference between the long-term results after conservative therapy and those after surgical treatment. Thus far, there has not been a high quality study that compares operative treatment with conservative therapy, and a further analysis will be required.

文 献

- Lees F, Turner JWA. Natural history and prognosis of cervical spondylosis. Br Med J 1963; 2: 1607-10.
- 2) DePalma AF, Subin DK. Study of the cervical syndrome. Clin Orthop 1965; 38: 135-42.
- 3) 田中靖久, 国分正一, 佐藤哲朗, 小沢浩司. 頸部神経根症に対する保存的治療の成績とその予測. 整・災外 1997; 40: 167-74.
- 4) 小田裕胤. 疫学·自然経過. 越智隆弘, 菊地臣一, NEW MOOK 整形外科 No. 6 頚椎症, 東京: 金原出版, 1999: 22-9.
- 5) Radhakrishnan K, Litchy WJ, O'Fallon WM, Kurland LT. Epidemiology of cervical radiculpathy: a population-based study from Rochester, Minnesota, 1976 through 1990. Brain 1994; 117: 325-35.
- 6) Boyce RH, Wang JC. Evaluation of neck pain, radiculopathy, and myelopathy: imaging, conservative treatment, and surgical indications. Inst Course Lect 2003; 52: 489-95.
- 7)橘 滋国、山崎義矩、石渡雅男、頚椎症性神経根症の治療 頚椎椎間板症の保存的治療を中心に-. 日脊会誌 2002; 13: 454-9.
- 8) 服部 奨. 頸部脊椎骨軟骨症性神経根症の保存的 治療. 伊丹康人, 西尾篤人, 整形外科 MOOK 増刊 1-A 保存療法, 東京: 金原出版, 1983: 27-32.
- 9) 小野啓郎, 富士武史. 外来での頸椎牽引療法. 伊 丹康人, 西尾篤人, 整形外科 MOOK 増刊 1-A 保存療法, 東京: 金原出版, 1983: 1-7.
- 南野光彦, 伊藤博元, 服部幹彦. 頚椎間歇牽引療法. MB Orthop 2003; 16: 23-30.
- Martin GM, Corbin KB. An evaluation of conservative treatment for patients with cervical disk syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 1954; Feb: 87-92.
- 12) 鷲見正敏, 庄 智矢, 片岡 治, 広瀬哲司. 頸椎 症性神経根症および脊髄症に対する頸椎持続牽引 療法の治療成績. 整形外科 1991; 42: 640-5.
- 13) 千葉英史, 仲野靖司, 磯見 卓, 三浦竹彦, 浜辺 正樹, 青木治人. Good Samaritan 頚椎牽引法の治 療成績. 東日本臨整会誌 1993; 5: 526-31.
- 14) 福井晴偉, 森岡幸憲. 頸椎椎間板ヘルニアの神経 根症状に対する Lipo Prostaglandin E, 静注法の検 討. ペインクリニック 1994; 15: 149-51.
- 15) 中田信昭, 松田英雄, 近藤正樹, 西村典久, 河合 栄蔵, 宮脇裕二, 坂部賢治, 山田純司, 奥田 均, 島津 晃. 頸髄症および頸神経根症に対する Prostaglandin E₁の効果について. 中部整災誌 1983;

- 26: 1186-9.
- 16) Chuai M, Ogata T, Morino T, Okumura H, Yamamoto H, Schubert P. Prostaglandin E1 analog inhibits the microglia function: suppression of lipopolysaccharide-induced nitric oxide and TNF-α release. J Orthop Res 2002; 20: 1246-52.
- 17) 河村 透, 晶 利明. プロスタグランディンによる神経アポトーシス抑制. 医学のあゆみ 2000; 193: 251-2.
- 18) Bush K, Chaudhuri R, Hillier S, Penny J. The pathomorphologic changes that accompany the resolution of cervical radiculopathy. A prospective study with repeat magnetic resonance imaging. Spine 1997; 22: 183-7.
- Vallee JN, Feydy A, Carlier RY, Mutschler C, Mompoint D, Vallee CA. Chronic cervical radiculopathy: lateral-approach periradicular corticosteroid injection. Radiology 2001; 218: 886-92.
- Rathmell JP, Aprill C, Bogduk N. Cervical transforaminal injection of steroids. Anesthesiology 2004; 100: 1595-600.
- 21) Brouwers PJAM, Kottink EJBL, Simon MAM, Prevo RL. A cervical anterior spinal artery syndrome after diagnostic blockade of the right C6nerve root. Pain 2001; 91: 397-9.
- 22) 柴田政彦, 真下 節. 頚椎症性神経根症の治療. 日脊会誌 2002; 13: 446-9.
- 23) Sanders HS. Nerve block therapy for low back pain: show me the money and the science. APS Bulletin 2002; 12: 1-4.
- 24) Murphey F, Simmons JCH, Brunson B. Surgical treatment of laterally ruptured cervical disc; review of 648 cases, 1939 to 1972. J Neurosurg 1973; 38: 679-83.
- 25) The British association of physical medicine. Pain in neck and arm: a multicentre trial of the effects of physiotherapy. Br Med J 1966; 1: 253-8.
- 26) Saal JS, Saal JA, Yurth EF. Nonoperative management of herniated cervical intervertebral disc with radiculopathy. Spine 1996; 21: 1877-83.
- 27) 鈴木次郎. 頸椎に対する前方直達手術の経験について. 日整会誌 1960; 34: 1018.
- 28) 黒岩璋光. 頸部椎間板症に対する前方椎体固定術の臨床的研究 特にX線学的検討-. 日整会誌 1973: 47: 769-92.
- 29) Casha S, Fehlings MG. Clinical and radiological evaluation of the Codman semiconstrained loadsharing anterior cervical plate: prospective multicenter trial and independent blinded evaluation of outcome. J Neurosurg (Spine 3) 2003; 99: 264-70.
- 30) Hacker RJ, Cauthen JC, Gilbert TJ, Griffith SL. A prospective randomized multicenter clinical evaluation of an anterior cervical fusion cage. Spine 2000; 25: 2646-55.
- Martins AN. Anterior cervical discectomy with and without interbody bone graft. J Neurosurg 1976; 44: 290-5.
- 32) Murphy MG, Gado M. Anterior cervical discectomy without interbody bone graft. J Neurosurg 1972; 37: 71-4.

- 33) Lunsford LD, Bissonette DJ, Jannetta PJ, Sheptak PE, Zorub DS. Anterior surgery for cervical disc disease. J Neurosurg 1980; 53: 1-11.
- 34) Grisoli F, Graziani N, Fabrizi AP, Peragut JC, Vincentelli F, Diaz-Vasquez P. Anterior discectomy without fusion for treatment of cervical lateral soft disc extrusion: a follow-up of 120 cases. Neurosurgery 1989: 24: 853-9.
- 35) Hacker RJ. Cervical disc arthroplasty: a controlled randomized prospective study with intermediate follow-up results. J Neurosurg Spine 2005; 3: 424-8.
- Williams RW. Microcervical foraminotomy. Spine 1983; 8: 708-16.
- Scoville WB, Dohrmann GJ, Corkill G. Late results of cervical disc surgery. J Neurosurg 1976; 45: 203-10.
- 38 Henderson CM, Hennessy RG, Shuey HM, Shackelford EG. Posterior-lateral foraminotomy as an exclusive operative technique for cervical radiculopathy: a review of 846 consecutively operated cases. Neurosurgery 1983; 13: 504-12.
- 39) Herkowitz HN, Kurz LT, Overholt DP. Surgical management of cervical soft disc herniation: a comparison between the anterior and posterior approach. Spine 1990; 15: 1026-30.
- Sampath P, Bendebba M, Davis JD, Ducker T. Outcome in patients with cervical radiculopathy.

- Prospective multicenter study with independent clinical review. Spine 1999; 24: 591-7.
- 41) Heckmann JG, Lang CJG, Zobelein I, Laumer R, Druschky A, Neundorfer B. Herniated cervical intervertebral discs with radiculopathy: an outcome study of conservative or surgically treated patients. J Spinal Disord 1999; 12: 396-401.
- Albert TJ, Murrell SE. Surgical management of cervical radiculopathy. J Am Acad Orthop Surg 1999; 7: 368-76.
- 43) 国分正一. 頸部神経根症 病態と臨床を再考する. 脊椎脊髄 1999; 12: 753.
- 44) 田中靖久, 国分正一, 佐藤哲朗, 小沢浩司, 石井 祐信, 山崎 伸. 頸部神経根症の手術. 脊椎脊髄 1999: 12: 791-6.
- 45) Persson LCG, Carlsson C, Carlsson JY. Long-lasting cervical radicular pain managed with surgery, physiotherapy, or a cervical collar: a prospective, randomized study. Spine 1997; 22: 751-8.
- 46) Rothman RH, Rashbaum RF. Pathogenesis of signs and symptoms of cervical disc degeneration. Instr Course Lect 1978; 27: 203-15.
- 47) Fouyas IP, Statham PFX, Sandercock PAG. Cochrane review on the role of surgery in cervical spondylotic radiculomyelopathy. Spine 2002; 27: 736-47.