原著

採骨を要しない頸椎前方（除圧）固定術

中瀬 裕之 朴 永銖 鄭 倫成 榊 寿右

Anterior Cervical Stabilization without the Harvesting of Autografts

by

Hiroyuki Nakase, M.D., Young-Su Park, M.D., Rinsei Tei, M.D., and Toshiyuki Sakaki, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Nara Medical University

The purpose of this study was to evaluate the surgical results of anterior cervical stabilization using instrumentations alone without the harvesting of autologous bone grafts.

Since 2000, we have treated 72 patients (Male 46, Female 26, Age 39–79 years old) by anterior cervical stabilization without the harvesting of autologous bone grafts for cervical myelopathy and radiculopathy caused by spondylosis (36 cases), cervical disc hernia (25 cases), and OPLL (11 cases). Instrumentations used were a threaded cage for intervertebral disc degeneration and a titanium mesh cage with locking plate after corpectomy for multi-level disease of the cervical spine. The threaded cage was filled with hydroxyapatite and the mesh cage with autologous bone fragments taken from the removed vertebrae. The improvement rate by Neurosurgical Cervical Spine Scale (NCSS) was 67.9% (average) and stable bone union was obtained 6–12 months postoperatively. The average follow-up period was 17.4 months. Postoperative complications included dyspnea (2 cases), cerebrospinal fluid leakage treated by lumbar drainage (2 cases), swallowing disturbances (2 cases), neurological deterioration (1 case), and death by myocardial infarction (1 case). A mild sinking of the prosthesis was observed in 8 patients but did not require reoperation. There were no hardware complications.

This technique presents good clinical results and helps to avoid complications from the iliac crest donor site.

(Received February 5, 2003 ; accepted April 24, 2003)

Key words : cervical spine, anterior cervical fusion, autologous bone graft

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 12 : 670–675, 2003

はじめに

従来、脊椎固定術には自家骨移植が用いられてきた。しかし自家骨採取には、採骨部の疼痛・感染、血腫、神経障害、骨折などの合併症が知られている⁷⁾²²⁾。近年、数々の手術法が工夫され、major complication は回避できるようになってきたが、知覚障害や創部の醜状などの minor complication は、依然 30% 以上に合併する¹⁾。特に自家骨採骨部の疼痛は頻度が高く、2.8～49% と報告されている^{6)7)12)14)20)～22)}。

われわれは 1997 年以降、頸椎前方固定術において、instrumentation を積極的に採用してきた。instrumentation を用いた頸椎前方固定術においても、当初、interbody cage 内には、あくまで腸骨稜から海綿骨を採取し、充填してきたが⁹⁾、2000 年後半よりは椎体削除の際の骨屑に人工骨 (hydroxyapatite) を追加することで、採骨しない方法を行っている。また、頸椎変性疾患に対して椎間からの手術だけでは十分な除圧が得られない場合や 3 椎間以上の場合は、椎体削除を行い、titanium mesh cage の中に削除した骨片を充填することにより、自家骨

奈良県立医科大学脳神経外科／〒634-8522 橿原市四条町 840 [連絡先：中瀬裕之]

Address reprint requests to: Hiroyuki Nakase, M.D., Department of Neurosurgery, Nara Medical University, 840 Shijo-cho, Kashihara-shi, Nara 634-8522, Japan

Fig. 1 Schema of anterior cervical stabilization using just instrumentation without harvesting any autologous bone grafts
The threaded cage was filled with hydroxyapatite and the mesh cage with autologous bone fragments taken from the removed vertebrae.

採取を行っていない¹⁷⁾。本稿では、自家骨採取をせずに
行った頸椎前方固定術の術後成績について報告する。

対象と方法

症例は、男性 46 例、女性 26 例（年齢 39～79 歳）の計 72 例である。診断は変形性頸椎症（頸椎管狭窄症を含める）36 例、椎間板ヘルニア 25 例、後縦靱帯骨化症（OPLL）11 例で、全例で頸髄症もしくは強い痛みを伴う神経根症状を認めた。72 例のうち椎体削除を行った症例が 14 例あり、削除椎体は 7 例で 1 椎体、6 例で 2 椎体、1 例で 3 椎体であった。72 例から椎体削除した 14 例を省いた 58 例中、手術した椎間は、C3/4 が 6 例、C4/5 が 14 例、C5/6 が 34 例、C6/7 が 16 例であった。使用した instrumentation は、椎間固定には cage（Novus CT, Kobayashi Sofamor Danek, Osaka）を、椎体削除後の前方固定には titanium mesh cage（PYRAMESH, Kobayashi Sofamor Danek, Osaka）と locking plate（ATLANTIS, ZEPHIR, Kobayashi Sofamor Danek, Osaka）を使用した。cage の中には、fibrine glue を混ぜた粉状の hydroxyapatite を充填し、titanium mesh cage には削除した椎体を充填し、いずれも自家骨採取は行わなかった（Fig. 1）。神経症状は、脊椎・脊髄疾患の神経症状判定基準（Neurosurgical Cervical Spine Scale: NCSS）¹⁰⁾で評価した。骨癒

Fig. 2 Three-dimensional computed tomogram indicates successful interbody spine fusion between bone the inside and around the cage and live bone.

合は、術後 3, 6, 12 カ月後の 3D-CT（矢状断像）で評価した（Fig. 2）。隣接椎間の変化は MRI で検査した。

手術法

全身麻酔下に患者の頸部左側より侵入する。皮膚切開は 2 椎間まで、もしくは削除する椎体が 1 椎体の場合は

Fig. 3 T2-weighted sagittal view of magnetic resonance image reveals compression of the spinal cord by disc hernia at C4/5 level.

前頸部横切開を、3 椎間以上や 2 椎体以上の削除を行う場合は、2 本の前頸部横切開もしくは胸鎖乳突筋前縁に沿った縦切開を行った。頸椎前方アプローチにて椎体前面に達した後、椎間の軟部組織や骨棘を削除し、十分に脊髓および神経根が除圧できたら、Novus CT に fibrine glue を混ぜた粉状の人工骨 (hydroxyapatite) を充填し、cage を挿入し椎間固定を行った。sinking を予防するために、subcondral bone をできるだけ温存し、通常は 1 椎間に 2 個の cage (double cage) で固定している。

椎体削除の場合は、切除予定の椎体を露出したら rongeur で椎体を削除し、これを集めておき、後で titanium mesh cage に充填した。mesh の長さを調整後、distraction screw (TrimLine, Kobayashi Sofamor Danek, Osaka) で上下の椎体に軽度 distraction をかけて、粉碎した椎体骨を充填した mesh を固定し、その後、locking plate を設置した (Fig. 1)。いずれの場合も、術中透視で cage もしくは mesh と plate の位置を最終確認した。

術当日からフィラデルフィアカラーを装着し、術翌日から座位、トイレ歩行を許可した。3～7 日後にソフトカラーに変更し、平均 2 週間でカラー装着を終了した。

結 果

術後 7～29 カ月 (平均 17.4 カ月) の経過観察を行い、術前の NCSS は 6～11 点 (平均 9.4 点) で、術後最も改善した時点での NCSS は 10～14 点 (平均 12.1 点) であった。平均改善率は 67.9% であった。

合併症としては、心筋梗塞による死亡が 1 例、呼吸障害 2 例 (再挿管 1 例、気管切開 1 例)、髄液漏 2 例、軽

Fig. 4 Postoperative neuroimage
Lateral X-ray demonstrates anterior cervical fusion with double threaded cages.

度嚥下障害 2 例 (1 例で術後 16 カ月後に骨癒合を確認した後に plate を抜去した)、神経症状の悪化 (神経根症) 1 例であった。軽度の sinking は 8 例でみられたが、再手術を要したものはなかった。術後感染、instrumentation failure は認めなかった。骨癒合は、術後 6～12 カ月後で良好であることが確認された。追跡期間中、隣接椎間の変化はみられなかった。

症例呈示

【症例 1】

患 者：67 歳、女性。

現病歴：1 年前に左上肢のしびれを自覚し、近医受診した。変形性頸椎症と診断され、薬剤および頸部牽引により症状は改善した。2 カ月前から再び症状が再燃し、再度同様の治療を受けるも改善せず、背部痛および歩行障害が出現してきたため、当科に紹介された。

初診時神経学的所見：四肢感覚障害 (特に上肢)、左握力低下、左下肢筋力低下、歩行障害、両下肢腱反射亢進、病的反射を認めた (NCSS 3:3:3)。

画像所見：頸椎単純写および MRI では、C4/5 での軽度不安定症、および C4/5 に椎間板ヘルニアによる脊髓圧迫を認めた (Fig. 3)。

手 術：左前頸部横切開を行い、前方到達法により手術顕微鏡下に C4/5 の椎間板ヘルニアを削除し、脊髓および神経根を除圧した。硬膜上から脊髓の良好な拍動が

Fig. 5 T1-weighted sagittal view of a magnetic resonance image shows compression of the spinal cord at C5-C6 level (Reproduced from reference¹⁸⁾).

確認された。次いで、6 mm の Novus CT に fibrine glue を混ぜた粉状の hydroxyapatite を充填し、2 個の cage を挿入し椎間固定を行った (Fig. 4)。

術後：術翌日からフィラデルフィアカラーを装着した状態で、座位、トイレ歩行を許可した。3 日後にソフトカラーに変更し、2 週間でカラー装着を終了した。両指先のしびれを残し、術後 16 日目に退院した。退院時の NCSS は 5:5:3:E で、改善率は 80% であった。術後 4 カ月目の外来診察時には、NCSS は 5:5:4:E となった。術後 6 カ月後の 3D-CT スキャンの矢状断像では、良好な骨癒合が確認された。

【症例 2】

患者：75 歳、男性。

現病歴：1 カ月前から四肢のしびれおよび歩行障害を自覚し、近医を受診した。頸椎症性頸髄症の診断で当科に紹介された¹⁸⁾。

初診時神経学的所見：握力低下、下肢腱反射亢進、四肢感覚障害、歩行障害を認めた (NCSS 2:3:2)。

既往歴：前立腺癌の手術、肝機能障害。

画像所見：頸椎単純写および MRI では、頸椎症と C5/6 での不安定症、および C4/5 から C6/7 にわたる脊髓圧迫を認めた (Fig. 5)。術前および術後管理について、泌尿器科および内科と十分協議したうえで手術を行った。

手術：前方到達法により C5、C6 の椎体削除を行い、脊髓および神経根の十分な除圧を行った後に、37.5 mm にトリミングした titanium mesh cage (14×10 mm) に粉碎した椎体骨を充填し、これを挿入し固定した⁴⁾¹²⁾。60 mm の locking plate を設置し、術中透視で cage と plate

Fig. 6 Postoperative neuroimage
Lateral X-ray demonstrates anterior fusion with mesh cage and plate at C4-C7 (Reproduced from reference¹⁸⁾).

の位置を確認し手術を終了した (Fig. 6)。術中に施行した運動誘発電位に、変化は認められなかった。

術後：術後経過は良好で、退院時には四肢のしびれ、歩行障害は改善した。退院時の NCSS は 4:4:3:E で、改善率は 57% であった。6 カ月後の 3D-CT スキャンの矢状断像では、良好な骨癒合が確認された。術後 1 年半の現在、神経学的に異常なく、隣接椎間の変化は認めていない。

考 察

自己骨移植は骨癒合に優れ、脊椎固定術に最も一般的に用いられている²⁾⁷⁾。しかし、自家骨採骨に伴う合併症や採取できる骨の量や形状に制限があること、高齢者や骨粗鬆症など骨の脆弱性のある症例では採取骨の強度が問題となる。そのため、人工骨や各種のスペーサーが用いられるようになってきている¹²⁾¹⁶⁾¹⁹⁾。

本邦では 1997 年より頸椎椎間固定用 cage (threaded titanium cage) が世界に先駆けて導入されている⁸⁾¹²⁾¹³⁾。cage 表面の thread により良好な初期固定性があるため、術後の安静期間や入院期間の短縮に役立っている¹⁶⁾。

われわれの施設では、当初、骨癒合の観点から cage 内には髄質骨を充填していたが⁹⁾、2000 年からは椎体削除の際の骨に、人工骨 (hydroxyapatite) を追加することで採骨しない方法を行っている。この方法でも感染や cage の逸脱による再手術例および抜去例はなく、良好な成績が得られている。6~12 カ月後には、cage を核とした

remodeling の完成が確認されている。十分な骨癒合を得るには、Cunningham ら⁴⁾の報告が示すように、cage を自家骨で充填する方が有利であるが、われわれのように、骨採取の問題をなくすために自己骨を充填しない施設も増えてきている。

術後の採骨部疼痛は、早期離床の妨げとなる。疼痛発生頻度は、2.8～49%と報告により差がみられ^{6)7)12)14)20)～22)}、これは分析法の違いによるものと考えられている。Heary ら⁷⁾の報告によると、術後に外科医自らが患者に質問した疼痛の頻度 (8%) と、健康管理師が電話で行ったインタビュー (34%) とでは、明らかに疼痛発生頻度が異なっていた。

また一方で、採骨部疼痛は精神的な要素が混在しているとする報告もある。FERNYHOUGH らは⁵⁾、採骨部疼痛は、脊椎変性疾患術後 (26%) では脊椎外傷後 (13%) よりも 2 倍発生率が高いことを指摘し、Summers ら²²⁾は脊椎手術の結果に満足している患者 (42%) よりも不満足な患者 (69%) の方が、疼痛発生頻度が有意に高いことを報告している。このように、採骨部疼痛は多様な因子が関係しており、一概に論じることはできないが、われわれ外科医が考えているよりも、患者の術後に悪影響を与えていることは確かなようである。

しかし一方で、腸骨移植は Smith-Robinson 以来約 50 年の症例の集積があり、良好な成績が多数報告されている。したがって、すべての症例で mesh cage を含めた instrumentation が適応になるかどうかは、今後の課題である。

病巣が多椎間レベルに及ぶ頸髄症 (myelopathy) の症例に対する前方到達法の際³⁾¹¹⁾¹⁵⁾、われわれは従来、椎体切除後に腸骨を移植した椎体固定を行ってきた。しかし時に大きな移植骨を必要とし、採骨に関する問題があるため、1999 年 9 月より自家腸骨に代えて titanium mesh cage と locking plate を用いた固定法を行っている。本法を用いて治療し、術後 1 年以上経過した 16 例についての術後成績については、すでに報告している¹⁷⁾。この 16 例の中には、転移性頸椎腫瘍 3 例と感染性頸椎炎 2 例が含まれており、このような場合は削除椎体は使えないので、mesh cage 内に腸骨からの自家骨を充填している。本研究では、自家骨採取を行う必要のない変性疾患のみを対象とした。本法で mesh cage を用いることにより、どのような大きさの欠損にも術中にトリミングすることで対応でき、採骨の問題がない。そのぶん、手術時間も短縮できるものと思われる。

頸椎症、頸椎椎間板ヘルニア、OPLL などの頸椎変性疾患は高齢者に多く、instrumentation を有効に利用する

ことにより、自家骨採取に伴う合併症の回避、手術時間の短縮が可能となり、さらには早期離床によりリハビリテーションを積極的に行える場合がある¹⁸⁾。高齢者では長期臥床を避けることは重要である。また多忙な現代人の生活を考えると、早期離床および早期社会復帰を考慮した治療計画を立てる必要がある。

結 論

自家骨採取をせずに行った頸椎前方固定術は、骨採取に伴う合併症を回避し、早期離床、早期社会復帰を可能にするのに有効である。

文 献

- 1) Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS: Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity: A statistical evaluation. *Spine* 20: 1055-1060, 1995.
- 2) Bishop RC, Moore KA, Hadley MN: Anterior cervical interbody fusion using autogeneic and allogeneic bone graft substrate: A prospective comparative analysis. *J Neurosurg* 85: 206-210, 1996.
- 3) Cooper PR: Anterior cervical vertebrectomy: Tips and traps. *Neurosurgery* 49: 1129-1132, 2001.
- 4) Cunningham BW, Kanayama M, Parker LM, Weis JC, Senter JC, Fedder IL, McAfee PC: Osteogenic protein versus autologous interbody arthrodesis in the sheep thoracic spine: A comparative endoscopic study using the Bagby and Kuslich interbody fusion device. *Spine* 24: 509-518, 1999.
- 5) Fernyhough JC, Schimandle JJ, Weigel MC, Edwards CC, Levine AM: Chronic donor site pain complicating bone graft harvesting from the posterior iliac crest for spinal fusion. *Spine* 17: 1474-1480, 1992.
- 6) Goulet JA, Senunas LE, DeSilva GL, Greenfield ML: Autogenous iliac crest bone graft: Complications and functional assessment. *Clin Orthop* 339: 76-81, 1997.
- 7) Heary RF, Schlenk RP, Sacchieri TA, Barone D, Brotea C: Persistent iliac crest donor site pain: Independent outcome assessment. *Neurosurgery* 50: 510-517, 2002.
- 8) 飛騨一利, 岩崎喜信, 阿部 弘: 頸部脊椎症に対するチタン製ケージ 1 年以上使用の経過観察. *脊椎脊髓* 13: 47-50, 2000.
- 9) 井田裕己, 森本哲也, 中瀬裕之, 榊 寿右: 種々の instrumentation を使用した頸椎前方固定術—自家骨移植との比較. *脊椎外科* 15: 105-110, 2001.
- 10) 角家 暁: 日本脊椎外科研究会 脊椎・脊髓疾患の神経症状判定基準について. *脊椎外科* 6: 3-5, 1992.
- 11) Kinoshita A, Kataoka K, Taneda M: Multilevel vertebral body replacement with a titanium mesh spacer for aneurysmal bone cyst: Technical note. *Minim Invas Neurosurg* 42: 156-158, 1999.
- 12) 久保和親, 中川 裕, 陰山博人: Instrumentation surgery 2. 頸椎病変. 花北順哉, 山浦 晶, 戸山芳昭編: 脊椎・脊髓外科の最前線. 東京, 先端医療技術研究所, 2002, pp.82-87.
- 13) 久保和親, 中川 裕, 黒木 実, 亀井裕介, 辻有紀子, 滝和郎: Cervical interbody cage fixation. *脊椎脊髓* 13:

- 39-45, 2000.
- 14) Kurz LT, Garfin SR, Booth RE Jr: Harvesting autogenous iliac bone grafts: A review of complications and techniques. *Spine* **14**: 1324-1331, 1989.
 - 15) Mayr MT, Subach BR, Comey CH, Rodts GE, Haid RW Jr: Cervical spinal stenosis: Outcome after anterior corpectomy, allograft reconstruction, and instrumentation. *J Neurosurg* **96** (Spine 1): 10-16, 2002.
 - 16) McAfee PC: Interbody fusion cages in reconstructive operations on the spine. *J Bone Joint Surg Am* **81**: 859-880, 1999.
 - 17) 中瀬裕之, 井田裕己, 鄭 倫成, 榊 寿右, 森本哲也: 多椎間症例に対する頸椎前方到達法—Titanium mesh cage と locking plate を用いた頸椎前方固定術. 脊髄外科 **16**: 105-112, 2002.
 - 18) 中瀬裕之, 鄭 倫成, 朴 永銖, 榊 寿右, 森本哲也: 高齢者に対する脊椎手術—手術適応と問題点. 脊髄外科 **17**: 23-28, 2003.
 - 19) 西村文彦, 二階堂雄次, 山田與徳, 朴 永銖, 横田 浩, 栗岡久暢: Hydroxyapatite を応用した頸椎前方固定術—Cloward, Smith-Robinson, strut type を3種類の graft を用いて. 脊髄外科 **15**: 15-22, 2001.
 - 20) Sawin PD, Traynelis VC, Menezes AH: A comparative analysis of fusion rates and donor-site morbidity for autogeneic rib and iliac crest bone grafts in posterior cervical fusions. *J Neurosurg* **88**: 255-265, 1998.
 - 21) Schnee CL, Freese A, Weil RJ, Marcotte PJ: Analysis of harvest morbidity and radiographic outcome using autograft for anterior cervical fusion. *Spine* **22**: 2222-2227, 1997.
 - 22) Summers BN, Eisenstein SM: Donor site pain from the ilium: A complication of lumbar spine fusion. *J Bone Joint Surg Br* **71**: 677-680, 1989.

要 旨

採骨を要しない頸椎前方（除圧）固定術

中瀬 裕之 朴 永銖 鄭 倫成 榊 寿右

自家骨採取をせずに行った頸椎前方（除圧）固定術の術後成績について報告した。症例は、男性 46 例、女性 26 例（年齢 39～79 歳）の計 72 例で、変形性頸椎症（頸椎管狭窄症を含める）36 例、椎間板ヘルニア 25 例、後縦靱帯骨化症（OPLL）11 例である。椎間固定には threaded titanium cage を、椎体削除後の前方固定には titanium mesh cage と locking plate を使用した。cage の中には、fibrine glue を混ぜた粉状の hydroxyapatite を充填し、titanium mesh cage には削除した椎体を充填し、いずれも自家骨採取は行わなかった。

術後 7～29 カ月（平均 17.4 カ月）の経過観察を行い、術前の NCSS は 6～11 点（平均 9.4 点）で、術後、最も改善した時点での NCSS は 10～14 点（平均 12.1 点）であった。平均改善率は 67.9% であった。術後感染や instrumentation failure は認められなかった。

自家骨採取をせずに行った頸椎前方固定術は、骨採取に伴う合併症を回避し、早期離床、早期社会復帰を可能にするのに有効である。

脳外誌 **12**: 670-675, 2003