

Titanium Interbody Fusion Cage を用いた 頸椎前方除圧固定術の初期成績

安斉公雄、妹尾誠、堀田隆史、中村博彦
中村記念病院 脳神経外科

Surgical Results of Cervical Anterior Fusion Using Titanium Interbody Fusion Cage

Kimio ANZAI, M.D., Makoto Senoh, M.D., and Takashi HOTTA, M.D.
and Hirohiko NAKAMURA, M.D.

Department of Neurosurgery,
Nakamura Memorial Hospital, Sapporo Japan

Summary:

We described the surgical results of cervical anterior fusion using titanium interbody fusion cage.

Twenty-five patients with cervical disorders were treated by this method in our faculty between April 1998 and December 2000. There were twelve men and thirteen women with an average age of 48.2 years old (range 19 to 73 years old). The primary diagnosis included cervical disc herniation (N=12), cervical spondylosis (N=9), cervical OPLL (N=2), cervical canal stenosis (N=1), posttraumatic cervical instability (N=1). We estimated the neurological improvement using NCSS (Neurosurgical Cervical Spine Scale) and the change of cervical alignment. The average follow-up period was 22.4 months.

Average improving rate was 67.0%. There were six cases of postoperative transient nuchalgia and two cases of postoperative local malalignment. Re-operation (re-fixation using autoiliac bone graft) was needed in one case of malalignment.

This method is expected short operating time, less amount of intraoperative bleeding, prevention of donor site problem in autoiliac bone harvesting. Patients can get the postoperative immediate stability in the operated vertebrae and can omit the postoperative cervical bracing. We think this method will be regularized in near future because of its usefulness.

Key Words: cervical anterior fusion, titanium interbody fusion cage

I. はじめに

頸椎前方固定術は術式的には既に確立されたもので、従来一般に自家腸骨より採取した移植骨を用いて椎体間の固定を得ていた^{12), 18), 19)}。しかし、自家腸骨を採取する場合はそれに伴う合併症の発生が問題となる。近年、その問題に対処するためwithout fusion法や術中に採取した自家椎体を再移植する方法など、手術方法の開発やhydroxy apatite, carbon cageなどの新しい椎体間固定材料の開発などがなされ、その手術成績も報告されつつある^{4), 6), 7), 8), 9), 10), 11), 13), 16), 17), 20), 21)}。我々は1998年より椎体間固定にtitanium interbody fusion cageを用いており、現在最長例で36ヶ月の経過を観察しているが比較的良好な結果を得ている。今回、その手術成績について報告する。

II. 手術方法

手術方法は、Smith-Robinson法に準じている。患者を仰臥位とし、頸部はやや伸展位に保ち術直前にC-armを用いて透視下にalignmentを確認する。通常は横切開、右側進入にて頸椎前面に至る。線維輪、変性した髓核を摘出し、後方骨棘の存在する場合には可及的に除去し後縦靱帯も切除して硬膜嚢および神経根の減圧を完了する。

Cageのサイズはその内径で表示され、6, 7, 8, 10, 12mmの5種類が選択可能である。6, 7, 8mmのものは椎間に並行に2個挿入可能で、10, 12mmのものは1個の挿入で固定が完了される。我々は、主に女性では6, 7mmを、男性では7, 8mmを各椎間に2個ずつ好んで使用している。そのため、椎間の減圧に際しては15-20mmの幅が必要となる場合が多く、充分に外側まで長頸筋を椎体表面から剥がしておくことが肝要である。Cage内には当初、減圧時に得られた骨屑とhydroxy apatiteの顆粒を混合したものを充填して骨癒合を期待していたが、現在はhydroxy apatiteの顆粒のみで代用している。

椎間の減圧操作が終了後に椎体間固定に移るが、その際、術後に当該椎間に局所的なcompression forceがかかるように椎間拡大器 (spreader) を用いて椎間をわずかに拡大した状態で固定操作を行う。その操作によって、当該椎間の局所的なalignmentを改善することも可能となる。専用のdeviceを使用してtappingを行った後に、cageを挿入する。最近我々が好んで使用しているcageは、

self-tapping typeのもので、tapping操作は不要である。術野を十分に洗浄した後に閉創するが、通常、術野にdrainageを留置することはない。術翌日から起立歩行を許可し、後療法としてソフトネックカラーを2週間装着させる。

III. 対象および評価方法

1998年4月から2000年12月までに当院にて頸椎前方固定術を受けられた25例を対象とした。男性が12例、女性が13例で、平均年齢は 48.2 ± 14.0 才 (19-73才)。対象となった原疾患は、椎間板ヘルニアが12例 (そのうち、変性によるものが8例、外傷によるものが4例)、変形性頸椎症が9例、後縦靱帯骨化症が2例、脊椎管狭窄症、外傷後の不安定頸椎症が各1例であった。固定椎間は、1椎間固定が18例 (C3/4が3例、C4/5が4例、C5/6が9例、C6/7が2例)、2椎間固定が5例 (全例C5-7)、3椎間固定が2例 (C3-6、C4-7が1例ずつ) であった。使用したcageは、BAK/Cが13例、CCM が9例、AMSLUが3例であった (Table I)。

全例、術前、頸椎単純撮影にて固定椎間の不安定性の有無を確認し、CT, MRI にて圧迫病変を評価した。術後は1週間後に単純撮影、CT, MRI を施行し、以後は3, 6, 12, 24, 36ヶ月後に単純撮影、MRIを施行した。手術前と最終観察時の神経学的症状の評価をNCSS (Neurosurgical Cervical Spine Scale) を用いて比較し、併せて術前後での頸椎の alignment の比較も行った。

Table 1 Patients population of our cases

Total	n=25 male : female=12 : 13
Age	19~73 y.o. (mean : 48.2 ± 14.0 y.o.)
Responsible disease	Disc herniation : 12 Spondylosis : 9 OPLL : 2 Canal stenosis : 1 Post-traumatic instability : 1
One revel fusion	: 18 (C3/4 : 3, C4/5 : 4, C5/6 : 9, C6/7 : 2)
Two revel fusion	: 5 (C5-7 : 5)
Three revel fusion	: 2 (C3-6 : 1, C4-7 : 1)
Cage	BAK/C : 13, CCM : 9, AMSLU : 3

平均観察期間は 22.4 ± 10.3 ヶ月で、現在、最長36ヶ月の観察期間を得ている。

IV. 結 果

NCSSを用いた術前と最終診察時の神経学的症状の比較をFig. 1に示す。神経症状が改善したのは21例 (84%) であった。神経症状が不変であったのは3例 (12%) であるが、いずれの症例もNCSS上の改善は認めないが自覚症状での改善は認めており、両者を併せると24例 (96%) で

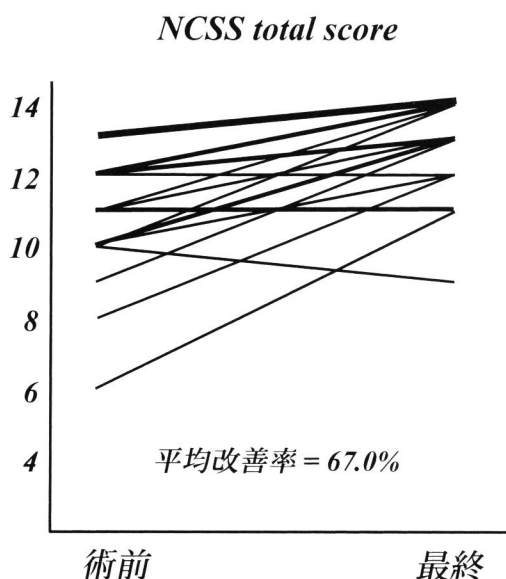


Fig. 1 Some neurological improvement was seen in 21 cases (84%). Mean improving rate was 67.0% in NCSS.

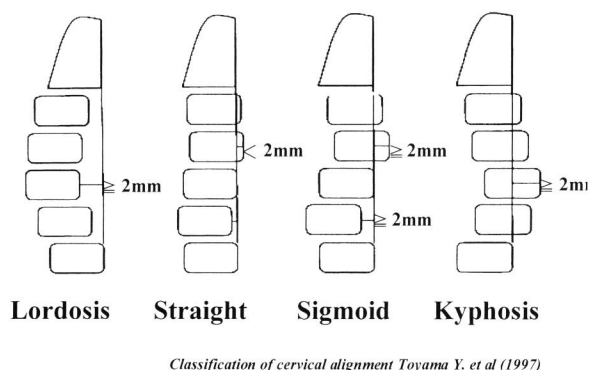


Fig. 2 Classification of cervical alignment proposed by Toyama Y. et al (1997) shows 4 types of alignment.

何らかの症状の改善を認めた。1例 (4%) で術後に症状の増悪を認めた。この症例は術直後には神経症を発症したために6ヶ月経過時に近医麻酔科に転医している。全症例における平均改善率は67.0%であった。

術前後の頸椎のalignmentの評価には、Toyamaらの分類 (Fig. 2) を用いた。Alignmentが改善した群は4例 (16%) で、全例kyphosisからstraightへの改善であった。そのうち、頸椎全体のalignmentが改善したのが3例、局所のalignmentが改善したのが1例であった。本手術の施行により術後にalignmentが悪化した例は存在しなかった。

術後経過中にcageが椎体内に沈み込んでいくsinking現象が17例 (68.0%) で確認された。これは、骨組織に比較

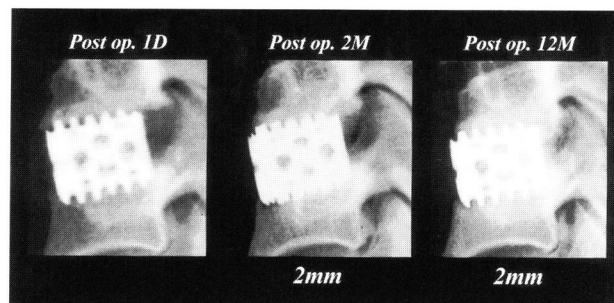


Fig. 3 Sinking of cages was demonstrated in the female patient (49years old, C5/6 disc herniation). 12 months after the operation, sinking height was 2mm but it was not responsible for any clinical course.

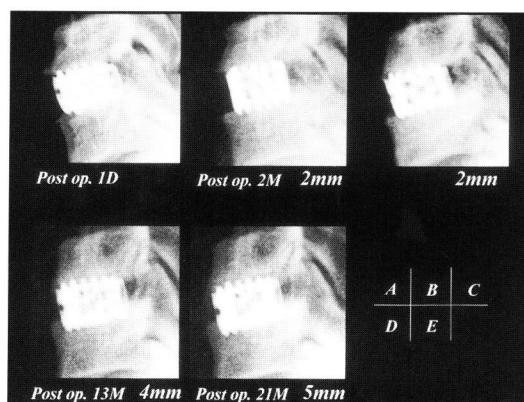


Fig. 4 Sinking of cages was demonstrated in the male patient (41years old, C6/7 disc herniation). 21 months after the operation, sinking height was 5mm but it was not responsible for any clinical course.

してtitanium cageの硬度が著しく高いために生じるものであるが、その程度は1-5mm (平均 2.35 ± 1.22 mm) で臨床的に問題となることはなかった (Fig. 3, 4)。術後のcageの脱転、転位例は存在しなかった。

術後経過観察中、6例 (24%) でcageの周囲に単純撮影にて骨新生が確認された。症例によってはcageの前後が完全に新生骨で埋め尽くされ、自家腸骨移植時と同様に上下の椎間の完全な固定が得られた (Fig. 5)。

平均手術時間は 180.2 ± 46.2 分 (117-333分)、平均出血量は169.0ml (70-500ml)であった。



Fig. 5 Osteogenesis around the cages demonstrated in the male patient (67years old, C4-6, 7 OPLL, C5/6, 6/7 disc herniation).



Fig. 6 Case 1: Preoperative cervical MRI (T2WI) revealed C5/6 disc herniation (A). Preoperative CT revealed the dural sac compression (B). Postoperative radiogram revealed the preservation of normal cervical alignment (C).

合併症であるが、6例 (24%) で術後に項部痛の発生を見た。これは平均して 8.8 ± 4.5 週間持続したもので、最長では術後13週間持続した症例があったが最終的には全例で消失している。

1例 (4.2%) で再手術の施行を要した。交通事故により受傷した20才の女性例で、使用したcageのサイズが大きすぎたために、合併していた頸椎の不安定性と相まって術後に著しいalignmentの不良を認め、項部痛が増強したために術後9ヶ月経過時にcageを抜去し、自家腸骨とanterior titanium plating systemを使用した再固定術を施行した。

V. 症例提示

〈症例1〉 30才、男性。

1年4ヶ月前に交通事故にて頭蓋骨陥没骨折の治療を他院にて施行されている。2ヶ月後くらいから頸部前屈時に両手の痺れを認めるようになり、当院を受診した。頸椎MRIにてC5/6椎間板ヘルニアと診断され入院となる。神経学的には頸部前屈時に両側C6 dermatomeに沿った感覚低下、痺れを認めた。内径 8mmのAMSLU cageを2個用いてC5/6の前方減圧固定術を施行し、両手の痺れ感は消失した (Fig. 6)。NCSSは術前13点 (5-5-3) から最終14点 (5-5-4) に改善した (改善率100%)。

〈症例2〉 44才、女性。

交通事故にて受傷し、後頸部痛、右上肢の痺れ感を主訴に当院に搬入となった。頸椎MRI, CTなどにてC5/6, 6/7椎間板ヘルニアと診断。頸部外固定、投薬、頸椎牽引など保存的治療を約2ヶ月間施行するも症状が改善しなかった。神経学的には右肘関節の筋力低下、右上肢C8 dermatomeに沿った感覚低下、右上肢尺側に走るradiate painを認めた。受傷2ヶ月後に内径 7mmのCCM cageを計4個用いてC5/6, 6/7の前方減圧固定術を施行し、右上肢の感覚低下、痺れ感は消失した (Fig. 7)。NCSSは術前13点 (5-5-3) から最終14点 (5-5-4) に改善した (改善率100%)。術後、項部痛が出現し約12ヶ月間持続したが、その後消失している。

〈症例3〉 38才、男性。

3年前に左C8 dermatomeに沿った痺れ、感覚低下、左手の脱力を主訴に、当院にてC4/5, 5/6前方除圧固定術 (自



Fig. 7 Case 2: Preoperative cervical MRI (T2WI) revealed C5/6 and 6/7 disc herniation (A). Preoperative CT revealed the dural sac compression by disc herniation and thin OPLL (B). Postoperative CT revealed the enough decompression of the dural sac and proper insertion of cages (C). Postoperative radiogram revealed the preservation of normal cervical alignment (D).

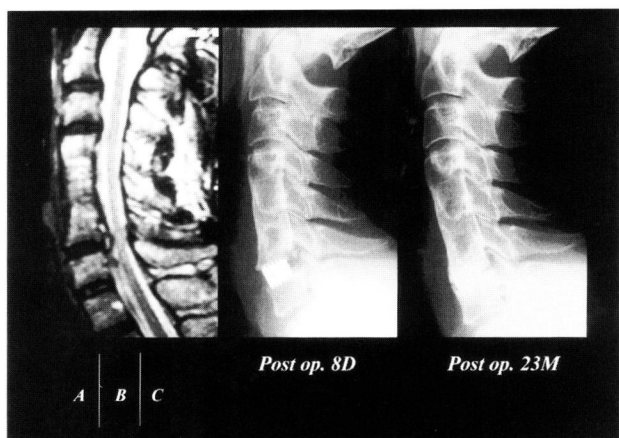


Fig. 8 Case 3: Preoperative cervical MRI (T2WI) revealed C6/7 disc herniation (A). Postoperative radiogram (8 day after the operation) revealed the proper insertion of cages (B). 23 months after the operation, cervical radiogram revealed the osteogenesis around the cage (C).

家腸骨移植) を施行した症例であるが、術後に痺れ、感覚低下が残存していた。今回、新たに右手第2-4指の痺れを自覚して再入院となった。神経学的には右握力低下(22kg、左は38kg、右利き)、右肘関節筋力低下、右手第2-4指のdysesthesiaを認めた。頸椎MRI、CTなどにて右側に強く突出しているC6/7椎間板ヘルニアによる右C7

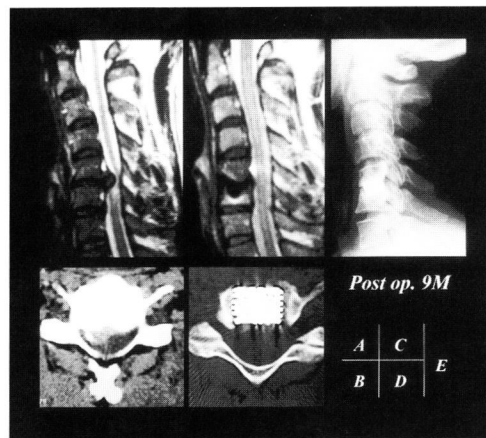


Fig. 9 Case 4: Preoperative cervical MRI (T2WI) revealed huge C5/6 disc herniation (A). Preoperative CT revealed considerable prolapsed disc herniation on the right side (B). Postoperative MRI revealed the decompression of dural sac (C). Postoperative CT revealed the enough decompression of the dural sac and proper insertion of cages (D). Postoperative radiogram (9 months after the operation) revealed no major problems (E).

radiculopathyと診断。内径 8mmのBAK/C cageを2個用いてC6/7の前方減圧固定術を施行し、術直後から神経症状はほとんど消失した (Fig. 8)。NCSSは術前10点 (5-2-3) から最終13点 (5-5-3) に改善した (改善率75.0%)。術後、項部痛が出現し約7ヶ月間持続したが、その後消失している。

〈症例4〉 36才、男性。

10ヶ月前から右手に痺れが出現し、その後増悪。右下肢に強い痙攣性歩行を呈し、当院外来を初診した。頸椎MRIにてC5/6椎間板ヘルニアと診断され入院となった。神経学的には右肘関節、右膝関節の筋力低下、左側腹部から末梢の温痛覚低下、四肢深部腱反射亢進を認め、Brown-Sequard syndrome様であった。頸椎CTにてC5/6レベルで右側から頸髄を著しく圧迫する椎間板ヘルニアの脱出を確認した。内径 7mmのCCM cageを2個用いてC6/7の前方減圧固定術を施行し、術後右手の痺れは軽減し歩行状態も改善したが、左下肢の感覚障害は残存した (Fig. 9)。NCSSは術前、術後ともに11点 (4-4-3) であったが自覚症状の改善を得た (改善率 0%)。

〈症例5〉 41才、男性。

3ヶ月前からの両側前腕部橈側の疼痛を主訴に当院に入院となった。2年前に交通事故にあった既往がある。神経学的には、両側C8 dermatomeに沿った感覚障害(parestesia)、両側下肢深部腱反射亢進を認めた。頸椎MRI, myelo-CTなどにてC6/7椎間板ヘルニアによるmyero-radiculopathyと診断。内径8mmのBAK/C cageを2個用いてC6/7の前方減圧固定術を施行し、術後神経症状は徐々に改善傾向を示した(Fig. 10)。NCSSは術前11点(4-4-3)から最終13点(5-5-3)に改善した(改善率66.7%)。術後経過で徐々にcageのsinkingが確認された(21ヶ月目で5mm)が、臨床経過に影響はなかった(Fig. 4)。

VI. 考 察

頸椎前方固定術に際する自家腸骨採取には採骨部痛、皮下血腫、外側大腿皮神経の損傷など種々の合併症の発生が知られており、Banwartらはその頻度は5%前後であると報告している¹⁾。その発生を軽減させるために、without fusion法や術中に採取した自家椎体を再移植する方法などの新しい手術方法の開発やhydroxy apatite, carbon cageなど

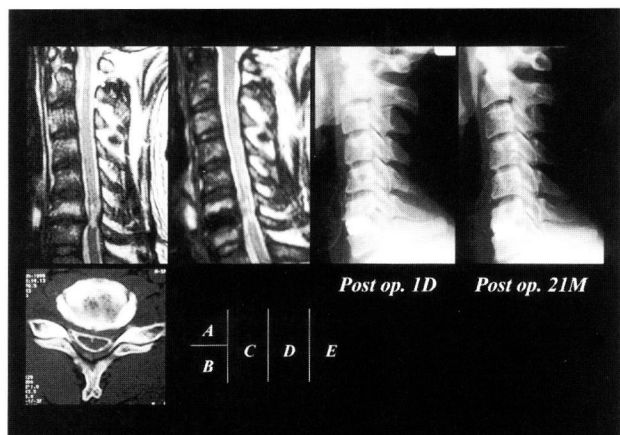


Fig. 10 Case 5: Preoperative cervical MRI (T2WI) revealed C6/7 disc herniation and intramedullary degeneration (A). Preoperative CT revealed dural sac compression on the right side (B). Postoperative MRI revealed the decompression of dural sac (C). Postoperative radiogram (1 day after the operation) revealed the proper insertion of cages and the normalized cervical alignment (D). 21 months after the operation, minimal sinking of cages into the vertebral body was seen (E).

の新しい人工椎体間固定材料の開発などがなされ、その手術成績も報告されつつある^{4), 6), 7), 8), 9), 10), 11), 13), 16), 17), 20), 21)}。

現在我々が使用しているtitanium interbody fusion cageは、腰椎の椎体間固定術には以前から使用されていたが、1997年から本邦でも頸椎に使用可能となった^{2), 3), 5), 14), 15)}。本症例の適応は、頸椎症、椎間板ヘルニアなど前方から椎間の減圧が必要な頸椎疾患全般にわたる。後縦靱帯骨化症や脊椎管狭窄症などの上下に長い減圧が必要な場合は適応とはならない。我々は現在、3椎間までの固定術を経験しているが、隣接椎間への影響からその適応を2椎間までとしている術者が最近は多いようである。また、外傷性の椎間板ヘルニアおよび不安定頸椎症など外傷に起因した症例の場合には靱帯の損傷などにより予想以上に頸椎の安定性が損なわれている場合があり、強固な内固定が必要となるために術前に単純動態撮影を含めた評価を行い、その適応を慎重に考慮すべきと考える。しかし、本法にanterior cervical platingを併用した報告も散見され、我々も1例ではあるが同様の症例を経験している。

Cageのサイズはその内径で表示され、6, 7, 8, 10, 12mmの5種類が選択可能である。6, 7, 8mmのものは椎間に並行に2個挿入可能で、10, 12mmのものは1個の挿入で固定が完了される。我々は、固定術直後のstabilityの点から椎間に2個並行に挿入する術式を好んで施行している。Cageのサイズを選択する点で重要なのは固定椎間の減圧幅である。8mm径のcageを2個並行に挿入するには最低でも18mmの幅が必要であるが、欧米人と比較して椎体の小さな東洋人においては大変な作業となる。成人男性、しかも体格の良い患者の下位頸椎であれば何とか18mm以上の幅の術野(減圧部)が確保可能であろうが、上位頸椎および女性の患者では到底不可能である。そのため女性患者には6mm、男性患者には7mm径のcageを使用することが通常である。我々が用いているcageは円筒状のもので、挿入時にspreaderにて椎間をわずかに開大させることで局所的なalignmentを矯正することが可能である。Cage自体の形状がtaperingしているタイプのcageを用いれば、より容易にalignmentの矯正が可能となる。

合併症の一つに、術後経過中、cageが椎体内に沈み込んでいくsinking現象があげられる。骨組織に比較してtitanium cageの硬度が著しく高いために生じるものであるが、titanium cageのみに限ったものではなく他のhydroxy apatite spacerを含めた人工椎体間固定材料には

不可避な現象である。厳密に言えば、自家腸骨移植時にもわずかではあるがsinking現象は生じ得るもので、言い換えれば、当該椎間が固定する過程の中で当然起こるべきものである。この現象のおかげで術後経過中に移植骨の脱転が予防されると言え、決して好まざる現象ではないと著者は考えている。しかし、程度が過ぎれば局所の後彎変形、および遅発性神経障害の原因ともなり得るためにその発生を最小限に抑える必要がある。予防策としては、椎間減圧時の椎体の掘削を慎重に行うという点に尽きる。通常我々は、軟骨終板は完全に除去するが骨皮質の除去は可及的に控える様にしている。骨皮質を除去してしまうとcageは容易に海綿骨内に迷入し、過度のsinking現象を起こしてしまう。椎体の後方1/3部分は骨棘の減圧操作のために掘削することが多いが、特に前方2/3部分の掘削は神経組織の減圧には必要性はないためにここの部分の骨皮質を極力温存することでsinkingの平均が $2.35 \pm 1.22\text{mm}$ と良好な成績を得ている。

椎間の減圧部の高さ、言い換えればどれだけ椎体を削れるかという点ではあまり選択の余地はない。Cageのサイズを選択した時点で減圧部の高さが決定されてしまうからである。椎間を上下に削りすぎるとcageのlooseningやsinking(椎体内への迷入)、脱転、転位、局所的な後彎変形などの原因となる可能性があるので注意が必要である。自家腸骨移植術に比較して椎間の上下の掘削に制限が加わるため、後方骨棘の除去操作がしづらくなる。顕微鏡の角度を常に変えながら、狭い術野で広い減圧が得られるような手術技術が必要である。

他に目立った合併症として、術後の項部痛があげられる。今回の成績では6例(24%)に術後の項部痛の発生をみた。これは平均して 8.8 ± 4.5 週間持続し、最長では術後13週間持続した症例を経験した。Cage挿入の際のspreaderによる過度の椎間の拡大、および減圧操作中の過度の椎間の開大操作により隣接する椎間関節が損傷されたことが原因と考えられ、十分に注意が必要である。

後療法に関しては、初期の症例では慎重を期し、それ以前の自家腸骨移植術時と同様にhard collarとsoft collarを各々2週間ずつ装着させていたが、術直後の固定椎間の良好な即時固定性が確認されたために最近では術後2週間のsoft collarの装着のみとしている。今後、更なる後療法の省略も可能であると考えている。

VII. 結 語

頸椎前方固定術に際する自家腸骨採取による合併症を予防し、また術後の後療法を簡略化して患者のストレスを軽減させるために、近年我々はtitanium interbody fusion cageを使用している。不適切なcageのサイズ選択により1例で再固定術の施行を必要としたが、96%の症例で神経症状の改善が得られ、平均観察期間が22.4ヶ月と短期報告ではあるが良好な手術成績を得ている。重大な合併症の発生もなく安全で非常に有用性が高いと思われるが、今後の更なる症例の蓄積および長期的な観察が必要と考えられる。

文 献

- 1) Banwart JC, et al: Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. *a statitital evaluation* 20: 1055-1060
- 2) Dons K, Gjerris F: Anterior cervical interbody fusion with titanium cages. *Rivista di Neuroradiologia* (Suppl 1) 12: 121-123, 1999
- 3) Hacker RJ: A randomized prospective study of an anterior cervical interbody fusion device with a minimum of 2 years of follow-up results. *J Neurosurg* (Spine 2) 93: 222-226, 2000
- 4) Hakuba A: Trans-unco-discal approach; A combined anterior and lateral approach to cervical discs. *J Neurosurg* 45: 284-291, 1976
- 5) 飛驒一利, 岩崎喜信, 阿部 弘: 頸部脊椎症に対するチタン性ケージ1年以上使用の経過観察. *脊椎脊髓* 13: 47-50, 2000
- 6) 寶子丸稔, 小山素麿: 緻密質アパセラムを用いた頸椎前方固定術の長期成績. *脊椎脊髓* 13: 27-32, 2000
- 7) 今栄信治, 半田 寛, 小山素麿: 人工骨スぺーサーを使用した頸椎前方固定術後長期経過例におけるX線学的変化の検討. *脳外* 24: 535-540, 1996
- 8) 伊東 学, 金田清志: ハイドロキシアパタイト椎間スぺーサー応用の頸椎前方固定術の検討課題. *脊椎脊髓* 11: 803-808, 1998
- 9) Isu T, Kamada K, Kobayashi N, et al: The surgical technique of anterior cervical fusion using bone grafts obtained from cervical vertebral bodies. *J Neurosurg* 80: 16-19, 1994

- 10) 井須豊彦, 鎌田恭輔, 山内 亨ら: 頸椎前方固定術の新しい試み. *脳外* 20:1055-1061, 1992
- 11) 井須豊彦, 蓑島 聡: 自家椎体を使用した頸椎前方固定術の試み —手術法ならびに本法の問題点. *別冊整形外科* 29: 54-58, 1996
- 12) 角家 暁: 頸椎の手術 頸部脊椎症の前方手術. *脳外* 10: 1151-1157, 1982
- 13) 金 彪, 川本俊樹, 朝来野佳三: 多孔体ハイドロキシアパタイトを用いた頸椎前方手術と長期成績. *脊椎脊髄* 13: 20-26, 2000
- 14) 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. *脊椎脊髄* 13: 39-45, 2000
- 15) Matge G: Anterior Intrebody Fusion with teh BAK-Cage in Cervical Spondylosis. *Acta Neurochir* (Wien) 140: 1-8, 1998
- 16) 中川 洋, 山本英輝, 水野順一, 山田隆壽, 岩田金治郎, 小鹿山博之, 松島忠夫, 渡辺一夫, 磯部逸夫, 松井孝嘉: 頸部脊椎症と椎間板ヘルニアにおける microdiscectomy and osteophytectomy without bone graftの長期成績. *Spinal Surgery* 6: 33-39, 1992
- 17) 西浦 巖: 人工骨スぺーサーを用いた頸椎前方固定術. *脊椎脊髄* 4: 649-655, 1991
- 18) 寺本 隆, 高津哲郎, 井上英則, 石田義博, 鈴木和広, 大森和夫: 頸椎前方除圧固定術の長期経過成績 —MRI および病理組織学的検索—. *Spinal Surgery* 6: 51-56, 1992
- 19) 都留美都雄, 阿部 弘: Cervical spondylosis, discの手術. *脳外* 3: 15-20, 1975
- 20) 山本勇夫, 池田 公, 佐藤 修: 頸椎症に対する前方到達法. *Spinal Surgery* 6: 23-31, 1992
- 21) 湯浅隆史, 大西英之, 川口正一郎, 橋本宏之, 内海床三郎: 頸椎症に対する Anterior cervical discectomy without fusion. *Spinal Surgery* 1: 91-94, 1987