 原 著

ハイドロキシアパタイト製スクリュー (K-CHAS™) による頸椎前方固定術

栗林 厚介, 松田 昌之*

Anterior Cervical Fusion with the Kosuke-Cervical Hydroxyapatite Screw (K-CHAS™)

by

Kosuke Kuribayashi, Masayuki Matsuda*

from

Department of Neurosurgery, Tanabe Central Hospital

Department of Neurosurgery, Shiga University of Medical Science*

Recently, the use of hydroxyapatite as a substitute for an iliac bone graft in anterior cervical fusion has been reported, but is associated with some problems, such as a slip out of the hydroxyapatite plugs or the development of a radiolucent zone around the implant on postoperative X-rays. While porous hydroxyapatite promotes bony ingrowth, a significant number of implant collapses have been reported. To avoid these complications, anterior titanium plates or cages are used. Patients treated with an anterior plate, however, run the risk of not only hardware complications but also a decreased fusion rate for single-level fusion. On the other hand, the use of the titanium cages occasionally leads to vertebral body collapse. Moreover, cages cause an artifact on magnetic resonance T2-weighted axial imaging. We have developed a new implant in order to avoid all those drawbacks and complications. The device, which we call the K-CHAS, is made of dense hydroxyapatite and β -tricalcium phosphate (β -TCP) composite, is 11mm in length, 8mm in anterior diameter and 7mm in posterior diameter, and is threaded. The K-CHAS can withstand a compression force of 501kg/cm². β -TCP actively promotes osteogenesis and can be eventually replaced by bone. The Smith-Robinson's procedure is indicated, in which two implants are screwed into the intervertebral space in parallel. There is no need to harvest or collect bone. We have used this implant at 42 levels in 37 patients, with mean age of 55.4 years. Patients were placed in a hard cervical collar for 1 to 2 weeks after operation. They were allowed to walk on the second postoperative day. There were no intraoperative complications. Radiological follow-up showed neither instability nor any radiolucent zones. The K-CHAS provides immediate, solid stability of the cervical spine and brings about early fusion in the anterior cervical spine surgery.

Key word: cervical anterior interbody fusion, K-CHAS, hydroxyapatite, β -TCP, vertebral spacer

Spinal Surgery 16 (2) : 119~126, 2002

はじめに

頸椎前方固定はSmith, Robinson, Clowardら [6, 39] によって始められ, 今や頸椎変性疾患に対する治療として確立された手技となった。当初から, 現在に至るまで, その補填材料として自家腸骨が多く用いられてきたが, その移植骨自身の問題や採取部の合併症の回避, 手術時間の短縮のためにハイドロキシアパタイトが人工

材料として使用されるようになった。しかし, 時に自家骨と同様に圧潰が起こったり, 癒合不全, 脱転が起こることもある。自家骨, 人工骨を問わず, それらを防ぐために, 金属製プレートの併用も行われるようになり, 金属製プレートも改良がなされ, その破損の危険は極めて少なくなったものの, その併用は骨癒合の妨げになったり, プレートの挿入や脱転などの際に周辺組織を損傷さ

(Received : April 1, 2002, Accepted : June 3, 2002)

田辺中央病院 脳神経外科, 滋賀医科大学 脳神経外科* (連絡先: 栗林厚介, 〒610-0331 京都府京田辺市田辺平田27 田辺中央病院脳神経外科) Address reprint request to: Kosuke Kuribayashi, M.D., Department of Neurosurgery, Tanabe Central Hospital, 27 Tanabe-Hirata, Kyotanabe, Kyoto 610-0331, Japan

Fig. 1 : Whole view of the K-CHAS.

Fig. 2 : Designs and dimensions of the K-CHAS.

Fig. 3 : Photograph of instruments used for the K-CHAS implantation.

a: driver. b: K-CHAS. c: tap. d: double sheath.
e: reamer. f: single sheath. g: drill

Fig. 4 : Sagittal section of the driver hole of the K-CHAS.

a. Prototype. b. Current type.

Current type is more resistant to the stress because of the arc (arrow).

せる危険性は残存する。また、骨癒合を高めるためにハイドロキシアパタイトの緻密体の代わりに多孔体を用いると、強度が不足し、その破損の危険が高まる。これらを回避したり、手術手技のさらなる簡略化、また入院必要期間の短縮のために、頸椎部にも腰椎部に使用されてきたチタン製のケージの有用性が報告され、使用されるようになった。しかし、時に椎体破壊などの合併症が起り得る。そこで、今回ハイドロキシアパタイト製スクリューのインプラントであるK-CHAS（製造：日本特殊

陶業株式会社、販売：小林製薬株式会社）を作成、臨床応用し有用であったので報告する。

対象および方法

材質はハイドロキシアパタイトと β -リン酸三カルシウム（ β -TCP）がそれぞれ80%、20%からなる複合体の緻密体で、K-CHASの圧縮強度は501kg/cm²である。形

状は長さ11mm、腹側の直径が8mm、背側の直径が7mmのテーパーを持つ（Fig. 1, 2）ことによって脊柱管内への脱出を防ぐ。ネジ溝を持つことにより、チタン製ケージのように、専用の周辺器械（Fig. 3）を用いて掘り込み式に挿入することができる。また、ハイドロキシアパタイトは剪断力に弱いので、ドライバー保持部分に挿入時に当初、亀裂を生じることがあったが、底に丸みを付けることによって、トルク強度が2.36kgf・cmから4.84kgf・cmと改善し、実用に耐えられるようになった（Fig. 4）。手術術式はSmith-Robinson法で行う。Casper vertebral spreaderを上下椎体に固定し、ごく軽度distractionをかけて、専用sheathを打ち込みdrillingを椎間に平行に2ヶ所行う。その後、distractionを十分に強めてから、減圧を行い、distractionを一旦弱め、専用reamerで整え、tapを設ける。その際にはK-CHASの溝の谷が皮質骨に接し、山が髄質内に位置するようにtapを設けるとsinkingを防ぎ、確実に骨癒合がもたらされる。そして、再度軽度のdistractionをつけ、K-CHASを滑らせるように掘り込み、distractionを取り去ると、強固に固定される。後療法は、1椎間固定の場合は硬性カラーを1週間、次いで軟性カラーを3週間、2椎間固定の場合は硬性カラーを2週間、次いで軟性カラーを6週間装着させ、歩行は手術翌日に開始、機能撮影は3ヶ月後より行っている。

37例（男性28例、女性9例、平均年齢55.4（23-82）歳）に使用した。32例が1椎間、5例が2椎間固定の計42椎間である。平均追跡期間は15ヶ月（1-30ヶ月）で、期間中66歳の男性が3ヶ月後に急性心筋梗塞で、82歳の男性が1年後に悪性新生物で死亡した。評価は日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準（JOA score: 満点17点）[26]で行った。

結 果

術前平均JOA score 12.4点が術後平均16.8点に改善し、術中、術後の合併症はみられなかった。正確に溝が設けられた場合には、手術翌日のX線撮影でも、周囲骨透梁像は認めない。溝がやや大きすぎたと考えられる初期の6例に手術翌日のX線撮影で周囲骨透梁像が見られ、そのうちの4例に手術後1ヶ月以内に、片側のK-CHASに1ピッチ以内の腹側への移動が見られたが、それ以降の移動は見られず安定している。また、片側のK-CHASの中心が上位椎体のやや外側寄りに置かれた1例で、そのK-CHASが外側に脱出し、椎間腔内に残った方のK-

CHASが圧潰し、再手術を要した。それ以外のK-CHASの圧潰は見られなかった。逆に椎体の破壊はもちろん、sinkingも見られなかった。追跡期間が1年以上を経過した27例のうち、当初周囲骨透梁像の見られた6例も含めた観察可能な24例全例で周囲骨透梁像は見られなかった。また、手術後1ヶ月以内に腹側への移動が見られた4例も含めて、1年経過後も手術1ヶ月後の位置と変化がなく、機能撮影でも固定部に動きを認めた症例はなかった。また、16例にanterior bridging boneを認めた。

<症例>

65歳男性。数年前よりの右頸部痛、3ヶ月前よりの両側前腕痛を呈し、CT myelography, MRIで骨棘による神経圧迫を認めた（Fig. 5）。K-CHASを用いてC5-6椎間に前方固定手術を行い、症状は完全に消失し、JOA scoreも14点から満点の17点に改善した。生理的前弯が保たれ、T2強調MR axial画像でartifactの影響を受けずに、神経が十分に減圧されていることを評価することができた（Fig. 6）。手術翌日より明らかな周囲骨透梁像は見られず、その後の位置も安定し、12ヶ月までは骨の変化を認めなかった。術後18ヶ月でbridging boneがC6椎体に接するK-CHASの前面より頭側に伸長し、24ヶ月で完成していた（Fig. 7）。

考 察

頸椎前方固定には移植骨として腸骨から採取した自家骨が使われてきたが、採骨にあたって、採骨部の痛みや血腫、感染、外側大腿皮神経障害、前腸骨棘破損の危険がある[2, 3, 4, 11, 33, 37, 38]ことや、移植骨の吸収、骨折、脱転、骨癒合不全などの危険がある[2, 4, 11, 33, 34, 38]。採取の際の合併症は工夫により減少しえるが、採取部の感覚変化などの合併症を皆無にすることは困難である[3]。したがって、欧米では同種移植骨が代わりに用いられることが多い。しかし、金属製プレートを併用すれば優れた骨癒合をもたらすとの報告もある[8]が、一般に自家骨に比して骨癒合成績が悪いことが報告[1, 47]され、また感染の危険もある。日本では、同種移植骨を使用できる施設が限られていることもあり、セラミックなどの研究が進んだ。臨床応用も織田らのバイオセラム[28]から始まり、ハイドロキシアパタイトへと進化した。これらの進化発展の歴史は小山によって詳しく記載されている[18]。このハイドロキシアパタイトによる前方固定手術は自家骨に比

Fig. 5 : Preoperative myelographies, CT myelography and MR imaging.

a: Anteroposterior myelography showing decreased filling of bilateral C6 roots.

b: Lateral myelography showing compression of the dural sac at C4-5, C5-6 and C6-7 levels.

CT myelography(c) and T2 weighted axial image (d) showing compression of the nerve roots at the bilateral intervertebral foramina at C5-6.

べて勝るとも劣らない [17, 38] とされ、ハイドロキシアパタイトが移植腸骨の代用補填材料として広く用いられるようになった。しかし、ハイドロキシアパタイトでも、時に破壊や脱転することもある [14, 38]。また、ハイドロキシアパタイト周囲に明らかな骨透梁像が見られることもある [13]。これはX線上、非金属製インプラントは金属製インプラントより周囲骨透梁像があるように見えやすい [5] というだけでなく、ハイドロキシアパタイトは骨形成促進作用はあるものの、吸収されずに異物として残存し、自家骨化が進行しないため真の骨癒合は起こらない [30, 36] が原因と考えられる。したがって、気孔部での骨新生や骨侵入による骨癒合を期待し、多孔体を用いることもある。しかし、気孔率上昇とともに、著しい強度低下をきたし、スパーサーの破壊が高頻度で起こることになる [14, 35, 42, 46]。そのため金属製プレートの併用が勧められている [42, 46]。近年、プレート破損の危険はほとんどなくなり、自家骨にプレートを併用する場合には、併用により経年的な生理的前弯喪失を予防したり [16]、2 椎間以上の場合には骨癒合に役立つ [7, 43] が、1 椎間でも効果がある [8, 44] という意見がある一方、効果に疑問がある [7] という意見が対立している。

これらの欠点の改善とさらなる手術手技の簡略化のために、近年腰椎変性疾患に有用である [20, 21, 22, 32] チタン製ケージが頸椎部にも使用され有用であると報告されている [9, 12, 19, 23]。時に、腰椎部でも sinking や椎体破壊による合併症の報告もある [10, 25]

が、頸椎部でもケージの変位 [9] や sinking、椎体破壊が起こること [12, 23] や、MRI画像に障害がある [23] ことが報告されている。さらに、ケージ使用の際にはケージ内に骨が存在することが骨癒合判定の一つに用いられるが、頸椎部ケージは腰椎部ケージより小さいため評価が困難である [5]。また、チタンは生物学的に安全と言われているが、骨癒合がもたらされない場合、電顕的には細胞内にチタンが取り込まれることが報告されている [45]。チタン製ケージを頸椎部に使用すると、腰椎部より sinking や椎体破壊の危険が高い理由として、以下のことが推測される。湿潤椎体の破壊荷重は、頸椎では平均315kgに対し、腰椎では505kg、と頸椎椎体は腰椎椎体の 3/5 の過重にしか耐えられない。加齢によって頸椎、腰椎ともに低下するが、20, 30歳代の腰椎椎体破壊荷重730kgに対して、60, 70歳代の頸椎椎体破壊荷重は190kgでしかない [40]。したがって、頸椎部インプラントに腰椎部インプラントと同じ材質を用いることは、椎体の破壊の危険が常に併存し、特に高齢者に、その危険が高い。

一方、K-CHASはハイドロキシアパタイトと β -TCP の複合体からなる。 β -TCPはハイドロキシアパタイトと異なり、骨形成を促進させるだけでなく、自身が融解・吸収され骨に置き換わる [30, 31, 36] が、強度は著しく弱い [15]。しかし、ハイドロキシアパタイト・ β -TCP複合体は強度も強く [15]、この複合体からなる緻密体K-CHASの圧縮強度は501kg/cm²であり、ハイドロキシアパタイトの緻密体に比べても、遜色はなく、こ

a	b	e
c	d	

Fig. 6 : Postoperative roentgenograms and MR imaging.

a: Anteroposterior roentgenogram showing K-CHASs inserted bilaterally into the intervertebral space at C5-6.

b: Lateral roentgenogram showing restoration of physiological lordosis.

c,d: Enlarged roentgenograms showing no remarkable radiolucent zone around the K-CHAS.

e: Postoperative T2-weighted axial MR image showing complete decompression of the cord and the nerve roots.

Fig. 7 : Follow-up on postoperative roentgenograms.

a: Postoperative day 2. b: One year after surgery. c: Eighteen months after surgery. d: Two years after surgery.

There was no radiolucent zone around the K-CHAS after surgery (a). There were no noticeable changes until one year after surgery (b). After 18 months, bridging bone began to grow (c). After 2 years, the K-CHAS was surrounded by the bone (d).

a	b
c	d

の価は頸椎脊椎骨の強度平均315kgを上回りK-CHAS自身が圧潰する危険性は極めて少ない。また、骨癒合においても β -TCPを含有するためにハイドロキシアパタイトより優れている [15]。西山、高戸らはハイドロキシアパタイト・ β -TCP複合体は新生骨と直接結合する

[27, 41] とし、松前は複合体と骨との接合部は鋸歯状になり新生骨が複合体に入り込む [24] と述べている。また、腰椎後側方固定術に切除自家骨と複合体を混合して用いた小熊らは、骨癒合率は93.3%と自家腸骨移植と同等の優れた成績であったと報告している [29]。

以上より、頸椎前方固定用のインプラントであるK-CHASには以下の点で優れると考える。

- 1) 人体毒性のないハイドロキシアパタイト・ β -TCP複合体製で、 β -TCPに骨誘導能があるため、真の骨癒合が期待できる。
- 2) 溝のおかげで骨との接地面積が増え、さらに骨癒合性が高まる。
- 3) スクリューの形状のため、初期固定力にも優れ、金属製プレートの併用や長期間の外固定が不要である。
- 4) 腹側が大きいtaperを持つことにより、生理的前弯の回復ができ、かつ脊柱管内への脱出がない。
- 5) 材質的に適度な硬度を持ち、K-CHAS自身の圧潰や椎体のsinkingや破壊の危険性が極めて少ない。
- 6) 移植骨採取が不要である。
- 7) 多くの場合、bridging boneが形成され骨癒合判定が容易である。
- 8) 金属を用いないことよりmetal debrisの危険がなく、またMRI画像に影響を与えない。

K-CHASのサイズの拡充と正確なtapを刻める周辺器械のさらなる改良によって、椎体の大きさに適したK-CHASをより正確に挿入できるようにすることが今後の課題である。

いかなる脊椎固定術であろうと、確実な骨癒合が重要である。生体人工材料の理想は、人体に無害で、適度な強度を持ち、初期固定力があり、自家骨に置き換わることである。これらの人工材料が開発されるまで、K-CHASは頸椎前方固定手術において有用なインプラントの一つである。

謝 辞

周辺器械の製作・改良に尽力いただいた中外製薬株式会社 奥田浩氏に感謝致します。

文 献

1. An HA, Simpson JM, Glover JM, Stephany J: Comparison between allograft plus demineralized bone matrix versus autograft in anterior cervical fusion. *Spine* 20: 2211-2216, 1995
2. Aronson N, Filtzer DL, Bagan M: Anterior cervical fusion by the Smith-Robinson approach. *J Neurosurg* 29: 397-404, 1968
3. Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS: Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity; a statistical evaluation. 20: 1055-1060, 1995
4. Bohlman HH, Emery SE, Goodfellow DB, Jones PK: Robinson anterior cervical discectomy and arthrodesis for cervical radiculopathy. *J bone and Joint Surg* 75-A: 1298-1307, 1993
5. Cizek GR, Boyd LM: Imaging pitfalls of interbody spinal implants. *Spine* 25: 2633-2636, 2000
6. Cloward RB: The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. *J Neurosurg* 15: 602-617, 1958
7. Connolly PJ, Esses SI, Kostuik JP: Anterior cervical fusion: outcome analysis of patients fused with and without anterior cervical fusion. *J Spinal Disord* 9: 202-206, 1996
8. Coric D, Branch, Jr. CL, Jenkins JD: Revision of anterior cervical pseudarthrosis with anterior allograft fusion and plating. *J Neurosurg* 86: 969-974, 1997
9. Dons K, Gjerris F: Anterior cervical interbody fusion with titanium cages. *Rivista di Neuroradiologia* 12: 121-123, 1999
10. Elias WJ, Simmons NE, Kaptain GJ, Chadduck JB, Whitehill R: Complications of posterior lumbar interbody fusion when using a titanium threaded cage device. *J Neurosurg (Spine)* 93: 45-52, 2000
11. Gore DR, Sepic SB: Anterior cervical fusion for degenerated or protruded discs. A review of one hundred forty-six patients. *Spine* 9: 667-671, 1984
12. 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. *脊椎脊髄* 13: 47-50, 2000
13. 寶子丸 稔, 小山素磨: 緻密質アパセラムを用いた頸椎前方固定術の長期成績. *脊椎脊髄* 13: 27-32, 2000
14. Ito M, Abumi K, Shono Y, Kotani Y, Minami A, Kaneda K: Complications related to hydroxyapatite vertebral spacer in anterior cervical spine surgery. *Spine* 27: 428-431, 2002
15. 金粕浩一, 本莊 茂, 中田理也, 林 雅之: 骨折治療における骨移植・人工骨. *整・災外* 44: 345-352, 2001
16. Katsuura A, Hukuda S, Imanaka T, Miyamoto K, Kanemoto M: Anterior cervical plate used in

- degenerative disease can maintain cervical lordosis. *J Spinal Disord* 9: 470-476, 1996
17. Kim P, Wakai S, Matsuo S, Moriyama T, Kirino T: Bisegmental cervical interbody fusion using hydroxyapatite implants: surgical results and long-term observation in 70 cases. *J Neurosurg* 88: 21-27, 1998
 18. 小山素磨: セラミック使用の歴史. *脊椎脊髄* 13: 33-37, 2000
 19. 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
 20. Kuslich SD, Danielson G, Dowdle JD, Sherman J, Fredrickson B, Yuan H, Griffith SL: Four-year follow-up results of lumbar spine arthrodesis using the Bagby and Kuslich fusion cage. *Spine* 25: 2656-2662, 2000
 21. Kuslich SD, Ulstrom CL, Griffith SL, Ahern JW, Dowdle JD: The Bagby and Kuslich method of lumbar interbody fusion. History, techniques, and 2-year follow-up results of a United States prospective, multicenter trial. *Spine* 23: 1267-1279, 1998
 22. Leclercq TA: Clinical results and rationale for lumbar interbody fusion with threaded titanium cages. *Spinal Surgery* 12: 1-9, 1998
 23. Matge G: Anterior interbody fusion with the BAK Kage in cervical spondylosis. *Acta Neurochir (Wien)* 140: 1-8, 1998
 24. 松前信作: 高強度アパタイトの生体親和性の検討. *岐歯学誌* 19: 446-459, 1992
 25. McAfee PC, Cunningham BW, Lee GA, Orbegoso CM, Haggerty CJ, Fedder IL: revision Strategies for salvaging or improving failed cylindrical cages. *Spine* 24: 2147-2153, 1999
 26. 日本脊椎外科学会編: 脊椎外科用語事典, 東京, 南江堂, 2000, 163
 27. 西山智広, 中島龍夫, 吉村陽子, 中西雄二, 山田大, 近藤和夫, 奥山雅彦: HAP・TCP複合体（セラタイト）の骨伝導能に関する研究－第1報: 単独埋入と新鮮自家骨髄混合埋入との比較について－. *形成外科* 37: 1273-1280, 1994
 28. 織田祥史, 宮武伸一, 徳力康彦, 半田肇: セラミックス・インプラント（Bioceram）による頸椎前方固定の経験. *Arch Jpn Chir* 50: 352-357, 1981
 29. 小熊忠教, 畑山明広, 松野誠夫: 神経除圧時の切除骨と水酸アパタイト・リン酸三カルシウム（セラタイト）を混合移植した腰椎後側方固定術の骨癒合の検討. *東日本臨整会誌* 7: 169-174, 1995
 30. 小澤正宏: 高純度 β -TCPの骨形成能と溶解性に関する実験的研究. *生体材料* 13: 17-25, 1995
 31. Rajda BV, Peelen JGJ, de Groot K: Tri-calcium phosphate as a bone substitute. *J Bioengin* 1997: 93-97, 1977
 32. Ray CD: Threaded titanium cages for lumbar interbody fusion cage. *Spine* 22: 667-680, 1997
 33. Riley LH, Robinson RA, Johnson KA, Walker AE: The results of anterior interbody fusion of the cervical spine. *J Neurosurg* 30: 127-133, 1969
 34. Robinson RA, Walker AE, Ferlic DC, Wiecking DK: The result of anterior interbody fusion of the cervical spine. *J Bone Joint Surg* 44A: 1569-1587, 1962
 35. 齊藤明彦, 佐々木 修, 小池哲雄, 田中隆一: 頸椎前方固定に用いたHydroxyapatite Ceramic Spacerの圧迫・圧潰. *Spinal Surgery* 15: 191-198, 2001
 36. Saito M, Shimizu H, Beppu M, Takagi M: The role of β -tricalcium phosphate in vascularized periosteum. *J Orthop Sci* 5: 275-282, 2000
 37. Savolainen S, Usenius JP, Hernesniemi J: Iliac crest versus artificial bone grafts in 250 cervical fusions. *Acta Neurochir (Wien)* 129: 54-57, 1994
 38. Senter HJ, Kortyna R, Kemp WR: Anterior cervical discectomy with hydroxyapatite fusion. *Neurosurgery* 25: 39-42, 1989
 39. 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* 40A: 607-624, 1958
 40. 園田武治: 人の脊柱の強度. *京府医大誌* 71: 659-702, 1962
 41. 高戸 毅, 波利井清紀, 小室裕造, 米原啓之: 水酸アパタイト・リン酸三カルシウム複合体の骨親和性および骨誘導能に関する研究. *日形会誌* 12: 660-667, 1992
 42. Thalgott JS, Fritts K, Giuffre JM, Timlin M: Anterior interbody fusion of the cervical spine with coralline hydroxyapatite. *Spine* 24: 1295-1299,

- 1999
43. Wang JC, McDonough PW, Endow KK, Delamarter RB: Increased fusion rates with cervical plating for two-level anterior cervical discectomy and fusion. *Spine* 25: 41-45, 2000
 44. Wang JC, McDonough PW, Endow K, Kanim LE, Delamarter RB: The effect of cervical plating on single-level anterior cervical discectomy and fusion. *J Spinal Disord* 12: 467-471, 1999
 45. Wang JC, Yu WD, Sandhu HS, Betts F, Bhuta S, Delamarter RB: Metal debris from titanium spinal implants. *Spine* 24: 899-903, 1999
 46. Zdeblick TA, Cooke ME, Kunz DN, Wilson DW, McCabe RP: Anterior cervical discectomy and fusion using a porous hydroxyapatite bone graft substitute. *Spine* 19: 2348-2357, 1994
 47. Zdeblick TA, Ducker TA: The use of freeze-dried allograft bone for anterior cervical fusion. *Spine* 16: 726-729, 1991

Reviewer's comment : 小島 精 (三重県立総合医療センター 脳神経外科)

頰椎変性疾患に対する前方除圧，固定術には歴史的にも自家骨，同種骨の移植，緻密体のセラミック，多孔体のハイドロキシアパタイト，チタン性のケージ，プレートによる固定等色々あるが，その術式に対する合併症に対してそれぞれ工夫をして行っている．本論文はこの合併症を少なくするための工夫として，implantにハイドロキシアパタイトと β -リン酸三カルシウムの複合体によるスクリューを考案して用いている．まだ症例の数が少ない点，follow-up期間が短い点，また術後1ヶ月以内に4例において多少のスクリューの逸脱があった点の解釈およびその解決に問題があるが，本スクリューに大変興味があり，症例を重ねて又発表をして頂きたい．

Reviewer's comment : 寶子丸 稔 (大津市民病院 脳神経外科)

本論文は著者らによりデザインされたハイドロキシアパタイト製スクリューを用いた頰椎前方固定術の報告であります，従来のハイドロキシアパタイト製スペーサーに比較して2つの新しい点が認められます．スクリュー状の形状が噛み込む構造を提供して接地面積が広いことと，材質が純粋なハイドロキシアパタイトではなくハイドロキシアパタイトとリン酸三カルシウムの複合体であることです．純粋なハイドロキシアパタイトからなる緻密質アパセラムを用いた前方固定術の大津市民病院の自験例では約20%の症例でスペーサーと骨の間に骨透梁像が認められています．本スクリューを用いた症例の中には術後1年後に骨透梁像を認める症例はないとのことであり，本スクリューの有用性が示唆されています．しかしながら，スペーサーを1椎間あたり2個挿入していることもあり，単純レントゲン撮影（特に側面像）では癒合の判定が困難であると思われる，この点に関してはCT等などでさらなる検討が必要であると思われます．さらに，本スクリューが普及するかどうかは長期成績にかかっているものと思われますので，今後，長期成績に関するレポートが期待されます．