原 著

Ray TFC単独によるPLIFの周術期合併症と108例の3年後治療成績

栗林 厚介, 松田 昌之*

Stand-Alone PLIF with Ray TFC by a Single Surgeon in 108cases:
Perioperative Complications and 3-Year Follow-Up

by

Kosuke Kuribayashi, M.D., Masayuki Matsuda, M.D.*

from

Department of Spine Surgery, Minase Hospital,
Department of Neurosurgery, Shiga University of Medical Science*

Background: Cylindrical titanium cages have been extensively used as a device in posterior lumbar interbody fusion (PLIF). This interbody fusion cage, when applied effectively, can confer enough stability to the symptomatic motion segment and restore disc height to achieve significant increase in the neuroforamen volume. Recently, however, many complication cases were reported when using cages without supplemental posterior fixation. We report perioperative complications and 3-year follow-up outcome in those who underwent PLIF in which a Ray TFC was implanted.

Methods: A total of 125 patients underwent PLIF with Ray TFC without supplemental fixation (stand-alone PLIF) by a single surgeon. Four died of other diseases, five were under medical treatment for other disease, six were lost and two needed additional PLIF with pedicle screws for migration of cages before three years have passed. A total of 108 patients remained in a stand-alone PLIF group at 3-year follow-up. These patients included 65 males and 43 females with mean age of 52.8 yrs (17-81 yrs). These patients consist of 18 degenerative disc disease, 19 recurrence, 30 spondylolisthesis, 10 spondylolysis, 17 canal stenosis, 1 postlaminectomy syndrome, 10 degenerative scoliosis and 3 ossification of posterior longitudinal ligament (OPLL). Pre- and post-operative functions were evaluated by the Japanese Orthopedic Association (JOA) score. Normal score is 29 points.

Results: Perioperative complications occurred in 10 cases (8%). Dural tear when inserting cages occurred in 3 cases and permanent foot drop occurred in 1 case. Additional operations were needed in 2 cases for migration of cages and in one OPLL case for pseudomeningocele. Although subsidence of the cages occurred in 3 cases, immediate bed-rest for one month rescued from collapse of the vertebral body. Device-related complications needed additional operation or suffered from permanent symptom occurred only in 3 cases (2.4%). Neither superficial nor deep infections occurred. The JOA Score improved from 9.2 before operation to 28.6 points at 3-year follow-up in degenerative disc disease, from 7.3 to 28.1 in recurrent cases, from 10.1 to 28.7 in spondylolisthesis, from 12.4 to 28.6 in spondylolysis, from 11 to 28.2 in canal stenosis, from 5 to 27.0 in postlaminectomy syndrome, from 9.1 to 28.4 in degenerative scoliosis and from 9.0 to 28.3 in OPLL. Only 5 cases needed symptomatic treatment at 3-year follow-up.

Conclusion: A larger cage should be used to avoid retropulsion and migration of cages. Exact aftertreatment with a hard corset is required for 3 to 6 months after surgery, because spine instrumented with cages isn't stiff against postural change in all directions, as it's instrumented with both cages and pedicle screws. Under these conditions, stand-alone PLIF with Ray TFC will achieve good outcome for degenerative lumbar spine disease without serious or permanent complications. This procedure reduced the wound and soft tissue damages, plus risk of infection. Furthermore, patients are free from the pain due to pedicle screws.

Key words: cage, stand-alone, PLIF, complication, lumbar spine

Spinal Surgery 20 (1) : 33~40, 2006

(Received : May 30, 2005, Accepted : January 5, 2006)

水無瀬病院 脊椎・脊髄センター, 滋賀医科大学 脳神経外科* (連絡先: 栗林厚介, 〒618-0012 大阪府三島郡島本町高浜3丁目2-26 水無瀬病院 脊椎・脊髄センター) Address reprint request to: Kosuke Kuribayashi, M.D., Department of Spine Surgery, Minase Hospital, 3-2-26 Takahama, Shimamoto-cho, Mishima-gun, Osaka, 618-0012, Japan

Table 1: Perioperative complications in all 125cases

Complication		Cases (%)
Device- related	Implant migration for the collapse of the vertebral body	2 ¹⁾ (1.6%)
	Subsidence of the cage	3 (2.4%)
No device- related	Intraoperative dural tear requiring closure	3(2.4%)
	Pseudomeningocele	1 ²⁾ (0.8%)
Undetermined origin	Foot drop	1 ³⁾ (0.8%)
Total		10 (8.0%)

1) These two cases needed additional operations with pedicle screw systems.

2) This case needed dural repair for pseudomeningocele.

3) This cause was unknown even on second operation to inspect the involved roots.

はじめに

後方進入腰椎椎体間固定手術（posterior lumbar interbody fusion: PLIF）は1950年代にCloward [6] によって始められ、椎間高の復元が可能となり手術効果が優れている反面、当初は適当な内固定器具がないため、手術後に長期間の臥床を強いられた。しかも、時に移植骨の融解や圧壊、脱出などが見られ、それが起こらないまでも復元した椎間高が減じることは高頻度で起こり、偽関節や神経根症状などの合併症も少なくなかった [7, 34]。その対策として、後方からの補助固定であるペディクルスクリューが開発され、それを併用しての固定手術が盛んに行われるようになった。しかし、ペディクルスクリューの破損等インスツルメントの問題が多かった [15, 21, 24] だけでなく、ペディクルスクリュー挿入による神経根損傷等の人為的合併症も多く、これは避けがたく術者の経験により減少させるしかないとされていた [21, 27]。その後、ペディクルスクリューの改良もあり、その有用性も報告され [2]、最近では優れた成績の報告も多くなったが、合併症が皆無となったわけではなく [3, 10, 11]、今なお重篤なインスツルメントおよび人為的な合併症の報告もある [15]。そこで、1980年代末にケージが開発され、PLIFや前方進入腰椎椎体間固定手術（anterior lumbar interbody fusion: ALIF）に使用されるようになった。当初からケージを用いたPLIFの有用性が言われ [4, 18, 19, 29, 30]、現在においては腰椎変性疾患に対して、チタン性ケージを用いたPLIFの有用性は既に確立している。また、自家骨を利用する場合には、骨採取の際の合併症 [1] も問題とな

るが、自家骨採取も特に必要ないため、それに伴う合併症も無い。しかし、最近ペディクルスクリューなどの補助固定を併用しないケージ単独による固定、いわゆるstand-aloneでは偽関節形成、椎体接地面の陥没によるケージの沈み込み（sinkingまたはsubsidence）、ケージの椎間腔から脊柱管への脱出（migration）などの合併症の比率が高いとの報告が散見されるようになった [5, 9, 23]。そこで、今回、円柱型チタン性ケージ単独のPLIFを行った症例の周術期合併症と手術後3年経過時点での成績を報告し、その安全性と有用性を検討する。

対象および方法

1997年9月から2000年7月までに、腰椎後方より進入し、椎体後面に対して垂直の方向に、椎間腔内に2個の円柱型のチタン性ケージを平行に挿入、ケージ内部のみに局所自家骨、あるいは局所自家骨にハイドロキシアパタイトと β -TCP混合体であるセラタイト（小林製薬、大阪）顆粒との混合、さらにはセラタイト顆粒のみを充填するstand-alone原法で125例（男性79例、女性46例）にPLIFを行った。その際、腸骨からの海綿骨採取は行わなかった。手術時平均年齢は53.8（17-87）歳であった。固定椎間数は1椎間が63例、2椎間が56例、3椎間が7例、使用したケージは全てRay TFC（Stryker, USA）であった。手術は全例、同一の術者が行った。全身状態が安定している限り、手術翌日より硬性コルセットを着用のうえ歩行を許可した。また、自力での入浴は1椎間の場合は2-3週間後、2椎間の場合は3-4週間後、3椎間の場合は5-6週間後とし、入院期間は1椎間の

Table 2: Outcome from PLIF with Ray TFC in 108 cases (3-year follow-up)

Disease	Cases	Preoperative JOA score	Additional operation in 3 years	Symptomatic treatment at 3-year follow-up	JOA score at 3-year follow-up
Degenerative disc disease	18	9.2	0	1	28.6
Recurrence	19	7.3	21)	2	28.1
Spondylolisthesis	30	10.1	0	0	28.7
Spondylolysis	10	12.4	0	0	28.6
Canal stenosis	17	11.0	12)	1	28.2
Postlaminectomy syndrome	1	5.0	0	0	27.0
Degenerative scoliosis	10	9.1	0	1	28.4
OPLL	3	9.0	13)	0	28.3
Total	108	9.8	5	5	28.4

- 1) These two cases needed additional PLIF with cages on adjacent level(s).
- 2) This operation was done to inspect the roots because of postoperative foot drop.
- 3) This case needed dural repair for pseudomeningocele.

Fig. 1: Age composition of 108 cases.

場合は4週間、2椎間の場合は6週間、3椎間の場合は8週間を標準とした。硬性コルセットの着用期間は、1椎間の場合は3ヶ月間、2椎間の場合は4ヶ月間、3椎間の場合は5-6ヶ月間とした。手術周術期合併症については、この125例全例を対象とした。

手術後3年を経過するまでに4例（男性3例、女性1例）が他疾患で死亡、5例（男性4例、女性1例）が他疾患で加療中、6例（男性5例、女性1例）が不明となった。さらに、途中、男性2例が同一椎間にペディクル

スクリューを用いての再固定を要し、ケージ単独のPLIF症例から脱落した。全125例のうち、今回、これらを除いた手術後3年間経過観察可能であった108例（男性65例、女性43例）を対象に手術後成績を検討した。評価は日本整形外科学会腰痛疾患治療成績判定基準（JOA score: 満点29点）[26]で行った。

結 果

手術全症例125例のうち、手術中や術後早期の合併症はTable 1に示す通り、ケージが関連するものは5例の4%に起こった。再発症例の67歳男性はL4-5椎間のPLIF手術の3週間後に、また腰椎変性側弯症の55歳男性は手術後に既往症の副腎皮質機能低下が悪化し低ナトリウム血症となり不穏状態となったため術後安静が保てず、椎体破壊をきたし、L2-5の3椎間のPLIFのうちL3-4椎間でケージの脊柱管内への脱出をみた。この2例はペディクルスクリューを用いての再固定手術を要した。また、再発症例の73歳女性、椎弓切除症候群の73歳男性、腰椎分離すべり症の63歳男性は、それぞれ手術の7、13、17日後にケージのsubsidenceをレントゲンで認めた。73歳女性が突然の腰痛を訴えたのみで、他の2例は無症状であった。3例とも1ヶ月の臥床を課したところ、それ以上のケージのsubsidenceは停止し、椎体破壊に至ることなく骨癒合を得られた。その他、手技上の問題として、3例にケージ挿入の際に髄液漏出をきたし硬

膜修復を、1例に腰部後縦靱帯骨化（OPLL）除去の際に硬膜損傷、髄液漏出をきたし硬膜縫合を行ったが、術後に偽性髄膜瘤となり硬膜形成を要した。また、術前より足関節背屈障害が見られた脊柱管狭窄症の71歳女性患者にL5-6 PLIFを行ったところ、その直後より完全に背屈不能となった。翌日にL4-5開窓術も追加し、L4, L5, L6各神経根を確認したが異常はなく、原因不明のまま神経根麻痺は永続した。また、深部感染に限らず術後感染例は見られなかった。結局、合併症は全125例のうち10例の8.0%に起こったが、再固定手術を要したり、永続する神経症状をきたしたのは3例の2.4%に過ぎなかった。

今回の、手術より3年経過後の成績の対象108例には、これら周術期合併症を引き起こした10例のうち、同一椎間にペディクルスクリューによる再固定を行った2例はケージ単独のPLIFという条件からは脱落したために含めず、残りの8例を含めた。この108例の手術時平均年齢は52.8（17-81）歳であった。Fig. 1に示したように40歳代と70歳以上を除き、各年代とも男性が多かったが、40歳から49歳では腰椎変性すべり症がこの年代の女性に多いために男性と同数となった。固定椎間数は1椎間が52例、2椎間が50例、3椎間が6例であった。108例の疾患の内訳は、Table 2に示すように椎間板ヘルニアを含む椎間板変性が18例、その再発が自験例7例を含む19例、腰椎変性迂り症が30例、腰椎分離症が10例、腰部脊柱管狭窄症が17例、椎弓切除後症候群が1例、腰椎変性側弯症が10例、腰部後縦靱帯骨化症（OPLL）が3例であった。このうち椎間板変性と腰部脊柱管狭窄症に対しては、椎間高が背側より腹側が低い等のために後弯を呈する場合や、明らかな不安定性を合併したり、合併する外側脊柱管狭窄のため椎間関節の一部削除を要し術後の不安定性を増長させたりする危険がある症例に限りケージを用いた。3年以内に隣接椎間に問題をきたした2例にケージ単独のPLIFを追加したが、いずれも再発症例であった。このうち1例はL4-5, L5-S1椎間にヘルニア摘出術を行なった2年後の31歳時にL5-S1椎間に外側狭窄を来たためPLIFを、さらに3年後にはL4-5椎間にもPLIFを要した。他の1例もL4-5椎間にヘルニア摘出術を行った2年後の63歳時に、同一椎間に不安定性を伴う外側狭窄に対しPLIFを、その1.5年後にL3-4椎間のすべりを伴うL2-4椎間の狭窄が悪化したためL2-3, L3-4椎間にPLIFを追加した。

全体の術後成績をJOA scoreでみると、Table 2に示すように手術前の平均9.8点が3年経過時には28.4点とほ

ぼ満点近くにまで改善した。疾患別では、椎間板変性疾患で3年後も対症療法を要している1例は腰椎後弯による腰痛と考えられた。再発症例は2例に隣接椎間に変性狭窄をきたしたため追加手術を要し、さらに他の2例も腰痛や下肢しびれに対して3年経過後も対症療法を要し、椎弓切除後症候群と併せて再手術症例は3年後の改善度が最も悪かった。また、脊柱管狭窄症や腰椎変性側弯症では残存する他椎間の狭窄や側弯のために、術後に下肢しびれを訴える者もいたが、3年後にも対症療法を要する者は各1例のみであった。OPLLで対症療法を要する1例もL3-S1椎間にPLIFを行ったがL1-2, L2-3椎間の変性狭窄によると考えられる下肢しびれのみが残存し、OPLLによる症状は消失していた。有為差はないものの、再発症例と脊柱管狭窄症で成績が悪く、椎間板変性、腰椎変性すべり症、腰椎分離症で特に成績が良かった。

考 察

脊椎椎体間固定手術において、移植骨のみでは企図した骨癒合が得られない場合が多いこと、さらにペディクルスクリューを併用した場合には、これによる高率の合併症などもあり、脊椎椎体間固定手術に用いられる様々なケージが開発され、1990年代半ばからケージの使用が急増した[22]。Weinerら[33]はこれらのケージに求められる条件として、1)脊椎変形を適切に矯正できること、2)骨癒合が得られるまでの安定性を保つこと、3)骨癒合を得られるに最適な条件を得られること、4)ケージを使用することによって生じる合併症の危険性が極力少ないこと、の4つをあげると同時に、ケージの種類を構造上からはHorizontal cylinder, Vertical ring, Open boxの3つに、材質からは金属とカーボン繊維の2つに分類している。Uziら[32]はOpen boxタイプのケージを単独使用し、脊柱管内に後方脱出した2例を、Glassmannら[12]はペディクルスクリューを併用した場合でもOpen boxタイプのケージの後方脱出が起こった症例を報告している。Dietlら[8]はOpen boxタイプケージ、Open boxながら脱出予防のための爪が付いたケージ、Horizontal cylinderタイプのRay TFCケージで引き抜き試験を行い、Ray TFCケージが格段に引き抜き強度が高かったとしている。このように、円柱型のチタン性ケージは椎間腔の高さを回復しつつ維持し神経管を拡大することにより神経根症状を改善することができただけでなく、単独で脊椎の矯正と、その安定性も期

待できるため、円柱型のチタン性ケージ単独の椎体間固定手術が多数行われてきた。しかし、最近はケージ使用における合併症の報告も散見される。Buttonら〔5〕はBAKを用いたALIFにおいて、22%に再手術を要し、再手術を要さないまでも同じく22%に合併症を認め、Prolo scaleで70%がfairまたはpoorであり、手術に満足した者は50%に過ぎなかったとしている。また、67例にRay TFCのみを用いPLIFを行ったEliasら〔9〕は、硬膜損傷を15%に、創関連の合併症を4.5%に、神経根症状を15%に、偽関節を25%に、migrationを2例に認め、さらに1例には性機能障害、腰痛を合併する永続する大腿四頭筋の筋力低下を認め、21%にあたる14例に再手術を要したと報告した。また42%の例で腰痛が少なくとも3ヶ月以上持続し、15%では1年以上持続したと述べている。また、6ヶ月以上持続する神経根症状を呈する6例にMRIで神経根を取り囲む瘢痕を認めたとのことである。このことは、今回の自験例で再発症例の成績が悪いのは、前回手術による瘢痕に対し、その全てまでは取り除くことができず、既にPLIF時から神経根周囲の一部に瘢痕が取り囲むことが原因であると考えられる。McAfeeら〔23〕は再手術を要したBAKまたはRay TFCケージ単独で行われた8例のALIF、12例のPLIFの報告の中で、11例に椎間孔拡大術を、4例はALIFに多い医原性ヘルニア除去を、その他感染や偽性髄膜瘤以外に、ALIFでは前方に1個、PLIFでは4個のケージで脊柱管内へのmigrationのためにケージの除去を要したと述べている。しかし、これらの合併症はケージに起因するものではなく手術技術の問題と分類された。このうちケージ固有の最も重大な合併症のひとつであるmigrationの原因としてKuslichら〔19〕は1) 椎間高に対してケージの径が小さい、2) ケージの挿入深度が不足、3) ケージが接する骨溝の術中破壊の3点を挙げている。1)については、ケージの安定性を高めるには大きなケージを挿入することにより椎間高を十分に上げ、繊維輪の緊張を高めることが重要と一般にいわれているが、前方進入の場合に前方の繊維輪を完全に除去しても癒合率に変化はなかったという報告もある〔24〕。しかし、Goh〔13〕らは解剖死体での椎間関節除去後の、前屈位ではいずれのケージのサイズでも剛性は回復しなかったが、小さなケージを挿入した場合には後屈位のみで回復、中間のケージを挿入した場合には後屈位に加え側屈位でも回復、大きなケージを挿入した場合には、さらに振れに対しても剛性が回復したとし、一般にケージを安定させるには必要十分に大きい径のケージを挿入することが必

要と言われている。しかし、自験例では硬膜損傷が3例に生じた。これは、狭いスペースに必要十分な大きさのケージを挿入しようとした際に生じたものである。このような危険性がある場合にはペディクルスクリューの併用を条件に、ケージを小さくするか、ケージ1個だけを斜めに挿入するべきであると考える。次に、3)のケージ挿入の深度であるが、骨強度に明らかな問題が無い限り、上下椎体終板にケージ全体が接し、かつケージが強固に固定されていれば、いくら深度が浅くともケージが後方脱出することはないと考える。しかし、挿入ケージのサイズ径不足またはケージのsubsidenceのためケージが緩むことにより、一旦ケージが動きだし、これを放置するとケージの挿入深度に関わらず我々の自験例の2例のように椎体が徐々に破壊されmigrationが生じる。Zdeblickら〔35〕は、これらの合併症を防ぎ、満足できる成績を得るためには、適応患者の選択が重要で、これに当てはまるのは単椎間の椎間板変性に対し前方進入で行う場合や、後方または経椎間孔進入の場合には変性すべり症に対してペディクルスクリュー併用する場合のみであるとし、特に純粋な椎間板起因の痛みながら椎間板高が保たれている症例や多椎間変性症例、高齢の椎間板変性症例の場合には困難であると述べている。確かにLundら〔20〕は解剖死体でケージ単独では前屈と側屈では安定性が増すが、後屈や回旋には安定性を獲得することはできないとし、一部結果は異なるが、Hitchonら〔14〕もケージ単独では前屈、後屈、側屈とも正常脊椎やヘルニア除去後より強いものの、有為差を認めたのはヘルニア除去後に対する後屈、側屈だけであり、いずれもペディクルスクリューを使用した場合に比較して弱く、特に回旋に対しては弱いため、強固な固定を要する場合はペディクルスクリューの併用を勧めている。しかし、Brodke〔4〕らはBAK単独では前-後屈に対する剛性、振れに対する剛性ともBAKにペディクルスクリューを併用した場合に比べると明らかに低いが、移植骨にペディクルスクリューを併用した場合とほぼ同等の剛性を得られるとしている。自験例でも、全般としては十分に満足できる成績をケージ単独のPLIFでも1椎間に限らず3椎間までは得ることができ、特に椎間板変性、腰椎変性すべり症、腰椎分離症では成績が良かった。また、腰椎変性側弯症でもケージは側弯の軽減のみならず、神経管の拡大も十分に行えるため症状改善に有効であった。反面、再発症例では成績が悪いことや、さらなる追加固定手術を要したことから、責任椎間だけ、あるいは変性のみられる椎間まで延長して固定すべきなのかとい

う問題は、減圧の範囲の決定とともに今後の課題である[31]が、不安定性や外側狭窄を合併する場合には、当初から責任椎間の減圧のみならず固定の併用も検討するのは当然として、変性が見られる隣接椎間にまで固定を積極的に行うべきということを示唆しているのかもしれない。一方、ケージ単独ではvertical cageにペディクルスクリューを使用した場合に比較して、矢状面での矯正に劣るといわれ[17]、実際自験例でも腰椎後弯のため1例が持続する腰痛で対症療法を要している。

今回、円柱型のチタン性ケージのみによるPLIFを行い、その周術期合併症ならびに3年後治療成績を報告した。円柱型チタン性ケージには、ほとんど差はない[16, 28]という報告もあるが、形状により少なからず安定性や各運動に対する剛性も異なるとも考えられ、全ての円柱型チタン性ケージを同一に論じることは危険である。今回の成績からは、少なくともRay TFCを用いる場合には、PLIFをケージ単独で行っても、必要十分な大きさのケージを用いること、厳格な後療法が重要であるという2点に注意する限り、十分に満足できる結果を期待できる。この厳格な後療法とは、硬性コルセット着用はもちろんのこと、自験例ではケージの安定性が損なわれたり、偽関節となる危険がある程の急激なsubsidenceが生じる場合はいずれも3週間以内であり、これはレントゲンで早期に発見し安静を課すことにより、その進行は停止し骨癒合を得ることができた。したがって、十分な入院期間を設け、少なくとも手術後3週間はレントゲンによる1週間毎の経過観察を行うことが肝要である。これらのことが、自験例が諸家に比較して優れた成績となった主要因と考える。また、ケージ単独のPLIFはペディクルスクリュー併用の場合より創の展開も小さいため、術後感染の危険も減少し、組織損傷も少ないため術後創痛も少ない。また、骨癒合後のペディクルスクリューの抜去の必要性がないだけでなく、ペディクルスクリューの刺激による背部痛もない。

以上から、円柱型のチタン性ケージであるRay TFC単独のPLIFは腰椎変性疾患に対する有用な治療法の一つであるといえる。しかし、成績不良例の報告も多いことから、厳格な後療法が期待できない場合や、十分な大きさのケージを挿入できない場合には、ペディクルスクリュー等を併用しないと重大な問題を生じる危険性も高いと考える。

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. Boos N, Webb JK: Pedicle screw fixation in spinal disorders: a European view. *Eur Spine J* 6: 2-18, 1997
3. Booth KC, Bridwell KH, Eisenberg BA, et al: Minimum 5-year results of degenerative spondylolisthesis treated with decompression and instrumented posterior fusion. *Spine* 15: 1721-1727, 1999
4. Brodke DS, Dick JC, Kunz DN, et al: Posterior lumbar interbody fusion. A biomechanical comparison, including a new threaded cage. *Spine* 22: 26-31, 1997
5. Button G, Gupta M, Barrett C, et al: Three- to six-year follow-up of stand-alone BAK cages implanted by a single surgeon. *Spine J* 5: 155-160, 2005
6. Cloward RB: The treatment of ruptured lumbar intervertebral discs; criteria for spinal fusion. *Am J Surg* 86: 145-151, 1953
7. Dennis S, Watkins R, Landaker S, et al: Comparison of disc space heights after anterior lumbar interbody fusion. *Spine* 14: 876-878, 1989
8. Dietl RH, Krammer M, Kettler A, et al: Pullout test with three lumbar interbody fusion cages. *Spine* 15: 1029-1036, 2002
9. Elias WJ, Simmons NE, Kaptain GJ, et al: Complications of posterior lumbar interbody fusion when using a titanium threaded cage device. *J Neurosurg (Spine)* 93: 45-52, 2000
10. Faraj AA, Webb JK: Early complication of spinal pedicle screw. *Eur Spine J* 6: 324-326, 1997
11. Freeman BJ, Licina P, Mehdian SH: Posterior lumbar interbody fusion combined with instrumented postero-lateral fusion: 5-year results in 60 patients. *Eur Spine J*: 42-46, 2000
12. Glassman SD, Johnson JR, Raque G, et al: Management of iatrogenic spinal stenosis complicating placement of a fusion cage. A case report. *Spine* 21: 2383-2386, 1996

13. Goh JC, Wong HK, Thambyah A, et al: Influence of PLIF cage size on lumbar spine stability. *Spine* 25: 35-39, 2000
14. Hitchon PW, Goel V, Rogge T, et al: Spinal stability with anterior or posterior Ray threaded fusion cages. *J Neurosurg (Spine1)* 93: 102-108, 2000
15. Jutte PC, Castelein RM: Complications of pedicle screws in lumbar and lumbosacral fusions in 105 consecutive primary operations. *Eur Spine J* 11: 594-598, 2002
16. Kanayama M, Cunningham BW, Haggerty CJ, et al: In vitro biomechanical investigation of the stability and stress-shielding effect of lumbar interbody fusion devices. *J Neurosurg (Spine 2)* 93: 259-265, 2000
17. Klemme WR, Owens BD, Dhawan A, et al: Lumbar sagittal contour after posterior interbody fusion: threaded devices alone versus vertical cages plus posterior instrumentation. *Spine* 26: 534-537, 2001
18. Kuslich SD, Danielson G, Dowdle JD, et al: Four-year follow-up results of lumbar spine arthrodesis using the Bagby and Kuslich lumbar fusion cage. *Spine* 15: 2656-2562, 200
19. Kuslich SD, Ulstrom CL, Griffith SL, et al: 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: 1267-78, 1998
20. Lund T, Oxland TR, Jost B, et al: Interbody cage stabilisation in the lumbar spine: biomechanical evaluation of cage design, posterior instrumentation and bone density. *J Bone Joint Surg Br* 80: 351-359, 1998
21. Matsuzaki H, Tokuhashi Y, Matsumoto F, et al: Problems and solutions of pedicle screw plate fixation of lumbar spine. *Spine* 15: 1159-1165, 1990
22. McAfee PC: Interbody fusion cages in reconstructive operations on the spine. *J Bone Joint Surg Am* 81: 859-880, 1999
23. McAfee PC, Cunningham BW, Lee GA, et al: Revision strategies for salvaging or improving failed cylindrical cages. *Spine* 15: 2147-2153, 1999
24. McAfee PC, Lee GA, Fedder IL, et al: Anterior BAK instrumentation and fusion: complete versus partial discectomy. *Clin Orthop* 394: 55-63, 2002
25. McAfee PC, Weiland DJ, Carlow JJ: Survivorship analysis of pedicle spinal instrumentation. *Spine* 16 (8 Suppl): S422-427, 1991
26. 日本脊椎脊髄病学会編: 脊椎脊髄病用語事典, 東京, 南江堂, 2005, p193
27. Ransom N, La Rocca SH, Thalgott J: The case for pedicle fixation of the lumbar spine. *Spine* 19: 2702-2706, 1994
28. Rapoff AJ, Ghanayem AJ, Zdeblick TA: Biomechanical comparison of posterior lumbar interbody fusion cages. *Spine* 22: 2375-2379, 1997
29. Ray CD: Threaded titanium cages for lumbar interbody fusions. *Spine* 15: 667-679, 1997
30. Ray CD: Threaded fusion cages for lumbar interbody fusions. An economic comparison with 360 degrees fusions. *Spine* 22: 681-685, 1997
31. 戸山芳昭, 佐藤勝彦, 千葉一裕, 他: 広範囲腰部脊柱管狭窄症:手術法と除圧範囲を中心に. *日脊会誌* 15: 454-498, 2004
32. Uzi EA, Dabby D, Tolessa E, et al: Early retropulsion of titanium-threaded cages after posterior lumbar interbody fusion: a report of two cases. *Spine* 26: 1073-1075, 2001
33. Weiner BK, Fraser RD: Spine update lumbar interbody cages. *Spine* 23: 634-640, 1998
34. Wetzel FT, LaRocca H: The failed posterior lumbar interbody fusion. *Spine* 16: 839-845, 1991
35. Zdeblick TA, Phillips FM: Interbody cage devices. *Spine* 28: S2-7, 2003

Reviewer's comment : 久保 和親 (榊原温泉病院 脳神経外科)

Cylindrical cageを用いたstand-alone lumbar cage fusionの長期成績を論じた論文であり, lumbar cage fusionを施行する場合に考慮すべき剛性に関しても詳細な考察が述べられております. 後療法に関しても詳細に述べられております. 私どもの施設でも同様のlumbar cage fusionを行っておりますが, 入院期間は最低 8 週間です. 先代教授の教えが性悪説であり, 自宅へ戻った患者さんが, はたして硬性コルセットを装着しているかどうかは不明です. 性格的に問題のないきわめて几帳面な症例に限り, 4 - 8 週間の間に退院許可を出しますが, 通常の症例では12週間病棟内に滞在していただいております. ただしこれは温泉病院という当施設の特殊性から可能な後療法であります. また本論文には3椎間固定例や平均寿命をはるかに超えた87歳の症例に対する手術が含まれています. チタン製のDeviceを骨粗鬆症がないはずのない87歳の症例に使用することは同意できません. また当施設で施行したstand-alone lumbar cage fusion 228例中, 2椎間固定例は14例 (6%) にすぎず, 3椎間施行例はありません. またneuroimagingsが全く図表に含まれていないことにも疑問を抱きます. 今後癒合例, migration例等のneuroimagingsを含めた論文の投稿をお願い申し上げます.

Reviewer's comment : 水野 順一 (愛知医科大学 脳神経外科)

変性腰椎脊柱管狭窄症に対する, 1椎間から3椎間までのケージを使用した除圧固定術の手術経験の報告である. 固定の是非に始まり, どのような固定用インプラントを用いるかはまだ広くコンセンサスが得られていない問題である. 著者の使用している円筒型のケージも選択肢の1つであり, stand-alone法としてケージ単独で用いたり, 椎弓根スクリューと併用して用いたりされている. ケージ単独使用による固定法は手術野の広範囲な展開を要せずに, 椎間高を拡大できる利点がある. ただそのためには十分大きなサイズのケージ挿入が必要で, その操作のために神経根損傷や硬膜破損を起こしうる. またケージの固定力もどこまで強いのかははっきりしない部分もあるが, 著者は再発例を除き3椎間までは成績は良かったと報告している. しかし低侵襲手術の時代であって少し変性を伴っているだけの椎間まで含めた固定 (手術) を行うのは当該患者の背景を理解したうえで正しいか否か十分に検討し, できるだけ手術範囲を限定するべきではと考えている. いずれにせよ本法は多くの施設で行われており, この論文を機にケージによる手術経験の更なる報告が望まれる.