



MISS VOiCE

Minimally Invasive Spine Surgery

Vol.13

Voice of Customer Elevating Best Practices Pioneering What matters

MISTとcement augmentation

骨粗鬆症性椎体骨折の手術治療-骨セメントを利用した脊柱再建術

平井 高志 先生 (東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 整形外科分野)

**転移性脊椎腫瘍に対するVIPER PRIME® Fenestrated Screwを用いた手術
低侵襲化と確実性とのバランス**

岩田 玲 先生 (NHO国立病院機構北海道がんセンター 骨軟部腫瘍科)

VIPER PRIME® Fenestrated Screw(cement augmentation)を用いた手術 (変性疾患編)

檜山 明彦 先生 (東海大学医学部 外科学系整形外科)



巻 頭 言

脆弱脊椎に対するMISTアプローチ

高齢化社会を迎え、変性や骨粗鬆症による脊椎疾患の治療には難渋することがあります。固定手術においてインプラントの安定化やアンカーに考慮する事は重要で、従来は固定範囲を広げ、フックやサブミナワイヤーの利用等が行われてきました。横穴付きスクリュー + 骨セメントはひとつのオプションです。固定範囲の最小化(MIST)へ繋がります。今回はFenestrated Screw(FS)の応用について企画しました。脆弱椎体に対してcement augmentationの有用性を解説します。

アドバイザー：

佐藤 公治 先生

日本赤十字社愛知医療センター名古屋第二病院 院長 整形外科・脊椎脊髄外科

MIST 学会 理事

MIST学会：<https://s-f-mist.com>

骨粗鬆症性椎体骨折の手術治療

- 骨セメントを利用した脊柱再建術



はじめに

高齢化社会が加速する現在、いままでに経験のない骨粗鬆症患者の増加が見込まれます。特に高齢女性の骨粗鬆症性椎体骨折（OVF）は、医療経済に影響を与える重大な社会問題となると考えられ、保存治療と手術療法の両方を十分に熟知して治療にあたる必要があります。多くの椎体骨折は安定型であることが多く、早期離床、廃用症候群予防の観点から装具療法や破骨細胞を標的とした抗体治療が積極的に行われていますが、場合によっては保存療法中に偽関節や椎体変形に伴う後弯変形、遅発性麻痺に至り重度の障害をきたす場合があります。患者さんの状態が悪化していないか十分観察することが重要です。OVFによって一旦脊柱が不安定となった場合、一般的に脊柱固定範囲は脊柱前方要素の構造破綻を考慮して椎弓根スクリュー（PS）は骨折椎体をまたいで上下2つ以上の椎体に設置することが推奨¹⁾されています。しかしながら、脊柱固定範囲が長くなるにつれてOVF患者では術後隣接椎体骨折や隣接椎間障害による神経合併症なども生じやすくなり、

可能な限り前方支柱の確実な再建と固定範囲をできるだけ短くする工夫が大切です。またOVFをきたす高齢者には循環器疾患や呼吸器疾患などを併存症に持つ患者も多く、こういった症例において前後同時脊柱再建術を行う耐術能がないため小侵襲で最大限の固定性を得る方法も選択肢に持つ必要があります。

そこで我々はこれらの課題を少しでも解決するべく、高齢者のOVFに対して骨セメント（polymethylmethacrylate, PMMA）を注入することができるFenestrated screw（FS）と椎体内バルーンおよび椎体用ステントを用いた経皮的椎体形成術（Vertebral Body Stenting, VBS）を症例ごとに組み合わせ、OVFや骨粗鬆症患者の不安定脊柱に使用してきました。従来のPSだけでは、術後の固定性が懸念される状態やより大きな前方支柱再建術を回避できた症例など、我々の経験についてご紹介します。

セメント注入型 Fenestrated Screw 挿入：

セメント注入を計画する椎体にはセメント注入を目的とする横穴がついているスクリュー（Expedium Verse[®] Fenestrated Screw システム Depuy Synthes）を挿入します。2023年10月1日現在では、多椎間固定症例における2椎体までセメント注入が認められています²⁾。通常のPSと同様にスクリューを挿入した後に、正面、側面いずれのレントゲンにおいても椎体外にスクリュー先端が逸脱していないことを確認します。セメントの硬化時間は室温やセメント温度に依存していますが、薬液とセメントを混ぜ始めから約15分で硬化し圧入するのが困難となりますので、我々は骨セメントのシリンジを上向きにした状態から押し出し、立ちながら出ていく粘度の状態（10-12分目安）で入れるようにしています。セメント注入は左右同時に行わず、必ず時間差を置きながら入れるようにします（図1）。FS1本につき0.5-1ccを目標にゆっくりとイメージ画像を見ながら注入します。フルオロスコープでは明瞭に見ることは難しいのですが、分節静脈や脊柱管内への漏出が無い慎重に行います（図1）。ロッド締結は椎体内セメントの硬化が得られる混和から25分以降に行うことが推奨されています。（室温=23℃の場合）

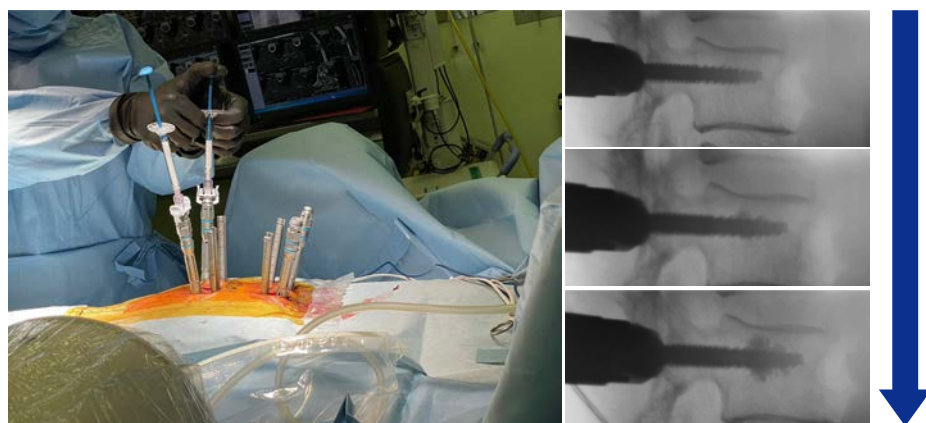


図1 Fenestrated screwにセメント注入の手術操作（左セメント注入 右注入中のイメージ側面像）

VBS による椎体再建および FS による脊椎固定術併用：

我々は1椎体のOVFで損傷が前方支持要素だけにある場合はVBSによる椎体形成術を行っています。一方、前方だけではなく後方支持組織である椎弓根、椎弓に組織損傷がおよび不安定脊椎である症例においては1 above 1 below のFSを用いた脊椎固定を併用したVBSを施行しています。

VBSは専用のニードルを用いて、フルオロスコープ正面像で左右の先端が椎体真ん中1/3の中に、また側面像で椎体前方1/3程度のところに設置（図2A,B）します。ダイレーションを椎体前方まで行い、椎体内バルーンが適切な位置に挿入できるようにします。患者さんの椎体前後径に合う椎体内バルーンサイズを選び、フルオロスコープ下にバルーンを膨らませます。骨折形態によりますが、筆者らは圧を適宜確認し、左右の椎体内バルーンの位置を正面像で確認しながら左右3.5-4.5cc造影剤を注入することが多いです。椎体内にキャビティーを作成した後拡張したバルーンと同じか少し大きめに椎体内ステントを広げます。ステントを拡張する際に位置が予定よりも後ろであったり、椎体内バルーンの拡張が後方で悪い場合（図2C）は椎体内ステントが広がらない恐れがあり、その後のセメント注入に影響がでることがあるためその場合は注意が必要です。その後椎体内骨セメントを十分量（3.5-4.5cc）注入します。椎体内のセメント圧が増加して血管に漏出するのを低減させるため、左右交互に入れる（図2D）ことを推奨します。十分量のセメントが充填されたことをフルオロスコープ2方向で確認（図2E、F）し、セメントがある程度硬化するタイミングでポータルを抜去します。

FSにセメント注入する際、我々はVBSの前にFSを挿入しておく、手術手技がスムーズになります。VBSに椎体内セメントを注入した後に前述のとおり、FSにセメントを左右交互に注入します。

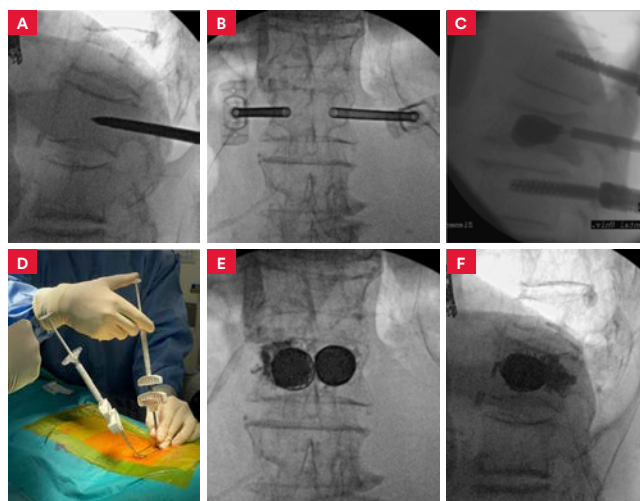


図2 VBSの手術操作

OVFに対して手術を要した症例提示：

症例1

70 歳、女性

第1腰椎（L1）椎体骨折後偽関節

現病歴：転倒を契機に腰背部痛が出現。受傷直後近医整形外科受診でコルセット着用となった。受傷から3か月経過したが痛みが取れず、起居動作での腰痛が増悪し当院受診。

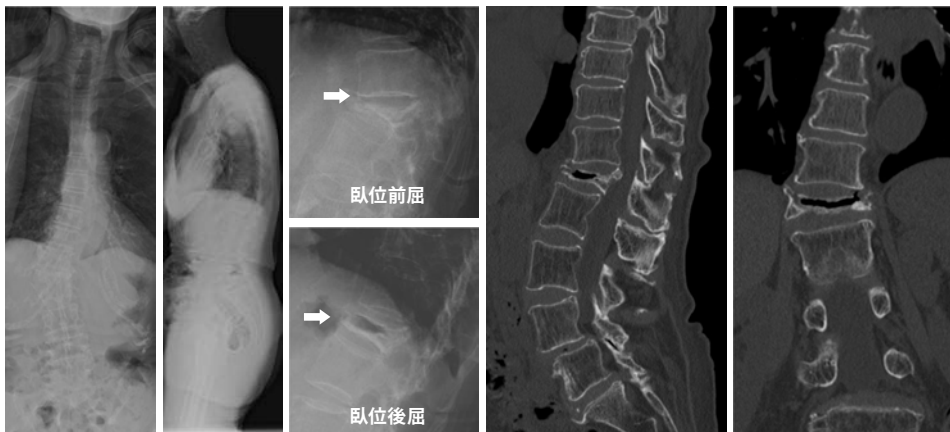


図3 術前画像（→：偽関節部、症例1）

全脊柱レントゲン 正面：L1 椎体骨折に伴い冠状断アライメントが左へ偏位している。**側面：**L1 椎体骨折に伴い局所後弯を呈している。**臥位前後屈：**後屈でL1椎体骨折部に空気貯留（cleft）が見られるが、前屈で消失する。

腰椎 CT 矢状断・冠状断：L1 椎体骨折部に cleft が見られる。

手術方法：局所後弯を伴い不安定な偽関節であることを考慮すると、前方支柱再建術と後方固定術をはじめに計画したが、中等度の循環器疾患を有していたことからできるだけ侵襲を抑えた治療を検討した。そこで、L1 椎体偽関節に対して VBS による椎体形成術と、局所不安定性に対してセメント注入による上下1椎体の経皮的後方固定術を行った。

椎体骨折の状態が、1) 扁平椎等の前方後方共に椎体の高さが完全に失われている椎体骨折 [椎骨への安全な経皮的アプローチが困難であるため]、2) 後壁を含む不安定な椎体骨折 [再骨折や骨片又は骨セメントの位置がずれるおそれがあるため]、等である患者は VBS の禁忌・禁止であるが、本症例では該当しなかったため適応と判断した。

術後経過：術翌日より胸腰椎軟性装具を着用で離床。術2日目には歩行器歩行でリハビリが開始された。術10日目に杖歩行退院となり、術後3か月で術前の腰背部痛はほぼ消失。術後1年でも術直後のアライメントを保持し、椎体形成術を施行した椎体も良好な状態を保っている（図4）。



図4 術後画像（症例1）

症例2

80 歳、女性

胸腰椎複数椎体骨折による後弯、遅発性麻痺

現病歴：誘因なく腰背部痛が出現。近医で L1 椎体骨折と診断され、腰椎軟性装具を処方された。その後腰曲りが進行し、背部痛が強くなり胸腰椎硬性コルセットを処方されたが、独居で着用が困難で装具無しで生活していたところ両下肢筋力低下と排尿困難となり当院救急搬送された。



図5 術前レントゲン (→: T11椎体偽関節、症例2)



図6 術前MRI・CT (症例2)

腰椎レントゲン (図 5) : 立位正面・側面 : 第 11 胸椎 (T11) と L1 の椎体が圧潰している。胸腰移行部において後弯 (T11-L2cobb 角 46 度) が見られる。臥位正面・側面 : 立位で圧潰していた T11 椎体の前壁の高さが後壁と同程度まで復元されている。

腰椎 MRI・CT (図 6) : 傍正中矢状断 T2 強調画像では T11 と L1 椎体の圧潰が見られ、T11 椎体内は一部液体貯留を示す T2 強調画像で高輝度領域が見られ、L1 は椎体がほぼ圧潰しきっており後方の骨片が脊柱管に突出しており脊髓円錐部および馬尾に高度圧迫している。CT 矢状断再構築画像でも L11cleft および L1 骨片による脊柱管狭窄が観察できる。

手術方法：T11 については後壁の圧潰に伴う脊柱管圧排の程度も軽度であることから椎体形成術の適応と判断した。T11 は椎体形成術を行った後、更に後方固定による支持性を得る為、セメントに到達しない長さのスクリューを設置した。また L1 は椎体中央部で骨組織特に上位下位ともに終板が消失している点、脊柱管圧排が高度である点から骨片除去を含めた後方進入椎体全摘・前方再建術を計画した。また固定範囲はなるべく短い範囲を心掛けるように、T10-L3 とし UIV および LIV にセメント注入を行い、複数椎体骨折による不安定脊柱に対して再建術を行った (図 7)。

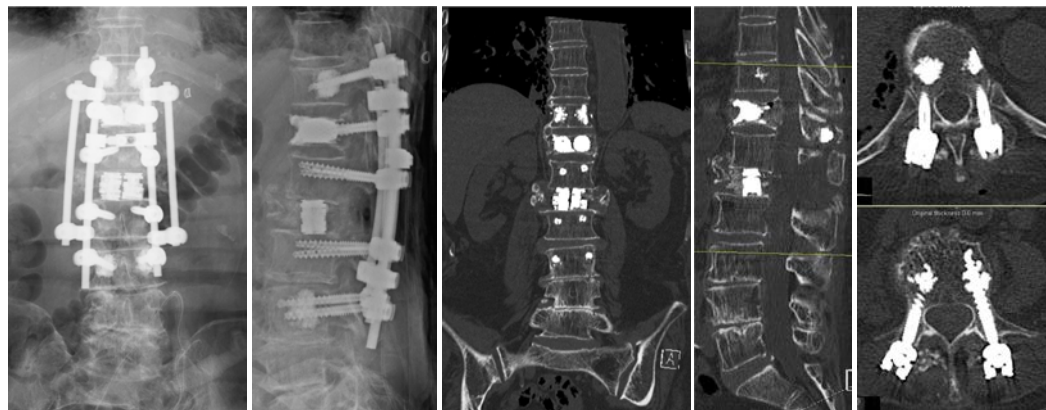


図7 術直後画像 (症例2)

術後経過：術後 5 日目に胸腰椎軟性装具で離床。腰曲りによる腰背部痛は改善したが、下肢麻痺は術後 3 か月まで徒手筋力テストで両下肢 4 レベルまで改善。歩行器歩行で自宅退院となった。

考察とまとめ

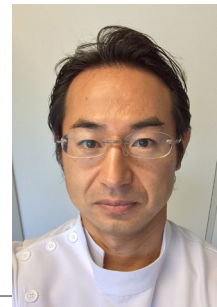
OVF に対する治療は外固定に始まり、棘突起両側挟み込みプレートや人工骨顆粒充填による椎体形成術、経皮的椎体形成術 (Balloon Kyphoplasty) と時代を経てより低侵襲に、reasonable な再建術へと改良がなされてきました。骨折部もしくは骨折をまたぐ部位で固定性や剛性を増加させることが骨折治療の本来の目的ですが、頭尾方向に長い臓器である脊椎でその関節機能・支持機能の特殊性から隣接椎体骨折³⁾や隣接椎間障害⁴⁾、場合によって固定内での圧潰⁵⁾など多くの術後 mechanical complications を回避する工夫をしながら、術式選択をする必要があります。このため骨折による不安定性が生じている病変に対して、できるだけ短い範囲で症例ごとに合わせて安定化を獲得させることが重要となります。セメント注入を併用した FS は通常 PS に比して約 140% の引き抜き強度が増加するという基礎データ⁶⁾があり、固定性が高くスクリューの術後緩みのリスクが低減される可能性があります。このことから、

いままでは不安定性が強い病変に対して骨折部の上下 2 椎体以上を脊椎固定を行うことが一般的でした。1 本のスクリューに高い固定性が期待されるセメント注入型 FS を用いた脊椎固定ではより固定範囲を短くすることが可能と考えられ、骨折部を中心として脊椎固定範囲の慣性モーメントを減らすことが可能となり、隣接椎間障害や固定隣接椎体骨折の発生頻度の低減も期待されます。ただしセメント注入によって生じるセメント血管漏出も常に念頭に置く必要があります。椎体内で粘度が低い状態で高圧で注入する場合、およそ 20-30% のセメント漏出を認めるという報告⁷⁾や、セメント肺塞栓となった報告⁸⁾もあり、十分注入に際してのセメントの取り扱いと慎重な手技が重要です。これらの有効性と安全性を考慮し、症例ごとに骨セメントをうまく利用した椎体再建の方法や適切な固定材料を選ぶことで、OVF に対する侵襲性を低減させるテーラーメイド治療を実現することができると考えられます。

参考文献

1. Yeoh D, Moffatt T, Karmani S. Good outcomes of percutaneous fixation of spinal fractures in ankylosing spinal disorders. *Injury* 2014;45:1534-8.
2. 横穴付き脊椎スクリューに骨セメントを併用する場合の使用基準 (第 1.1 版: 2023 年 7 月 3 日), 日本脊椎脊髄病学会 新技術評価検証委員会セメント注入型スクリューワーキンググループ
3. Li YC, Yang SC, Chen HS, et al. Impact of lumbar instrumented circumferential fusion on the development of adjacent vertebral compression fracture. *Bone Joint J* 2015;97-B:1411-6.
4. Bagheri SR, Alimohammadi E, Zamani Froushani A, et al. Adjacent segment disease after posterior lumbar instrumentation surgery for degenerative disease: Incidence and risk factors. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2019;27:2309499019842378.
5. Gilad R, Gandhi CD, Arginteanu MS, et al. Uncorrected sagittal plane imbalance predisposes to symptomatic instrumentation failure. *Spine J* 2008;8:911-7.
6. Fenestrated Screw カタログ 223245-220808
7. Zhang J, Wang G, Zhang N. A meta-analysis of complications associated with the use of cement-augmented pedicle screws in osteoporosis of spine. *Orthop Traumatol Surg Res* 2021;107:102791.
8. Rahimizadeh A, Hassani V, Soufiani H, et al. Symptomatic pulmonary cement embolism after pedicle screw polymethylmethacrylate cement augmentation: A case report and review. *Surg Neurol Int* 2020;11:18.

転移性脊椎腫瘍に対する VIPER PRIME[®] Fenestrated Screw を用いた手術 - 低侵襲化と確実性とのバランス -



はじめに

転移性脊椎腫瘍は生存可能な期間、原発巣の治療予定、及びその効果を想定して治療する必要があります。長期予後が見込める70歳未満の腎細胞癌や甲状腺癌単発脊椎転移では、転移巣を摘出する腫瘍脊椎骨全摘術をおこなっています。一方近年腎細胞癌では免疫チェックポイント阻害薬や分子標的治療が導入され生存期間が数年に延長されています。高精度の体幹部定位放射線照射による脊椎転移病巣の局所制御と組みあわせて生存期間中に症状を抑え込めるようになっていきます。高分化の甲状腺濾胞癌の場合には、放射線核種を付けたヨードを取り込ませて癌細胞を破壊するヨード内用療法が導入されています。ヨードを取り込まない低分化あるいは未分化の細胞が増殖して有症状になるまでの約10年間は転移巣の増悪を防ぐことができます。そのため侵襲が強い腫瘍脊椎骨全摘術を適応する

かについては、腫瘍脊椎骨全摘術の利点が勝るか、手術後の疼痛や合併症発生率、非手術治療の成績、及び患者さんの条件とのバランスで決めることになります。具体的には併存症が重篤ではなく、新規転移が発生する可能性が低く、原発巣も切除可能であるかを原発治療担当科にまず検討して頂き、最終的には患者さんが選択します。現時点では腫瘍脊椎骨全摘術は低侵襲化を図ることができず合併症も多い手術ですので、治癒に近い長期予後を得たい希望があり、合併症が発生しても回復できる併存症の少ない比較的若い患者さんに適応しています。しかし、将来も同様の条件で腫瘍脊椎骨全摘術が選択されるかは、進歩の著しい非手術治療成績との比較になりますので、腫瘍脊椎骨全摘術治療成績の改善や低侵襲化が無いと、適応が極めて限られる手術になる可能性があります。

多発の転移病巣を有して立位歩行困難、時に座位も困難になる背部痛や下肢麻痺・疼痛を有する患者さんには手術治療の目的が異なります。腫瘍脊椎骨全摘術のような腫瘍の摘出を目的とせず、次の抗腫瘍薬導入のために通院できる状態にすることが目的になります。具体的には脊柱の支柱としての機能と麻痺・神経由来の疼痛の改善を図る手術です。良好な手術適応は固形がんで病的骨折部があり、体を起こすと疼痛と脊髄障害が増悪するもので、いわゆる病的骨折部に不安定性がある症例です。2005年に発表された固形がん転移性脊椎腫瘍に対するランダム化比較試験で、インストゥルメンテーション併用除圧術の後に放射線治療を行った群は、放射線治療単独に比較して圧倒的に立位歩行可能期間と生存期間で優位と示されました¹⁾。除圧術にインストゥルメンテーションを併用する手術術式が転移性脊椎腫瘍に対する標準術式となりました。しかし手術が有用なのは病的骨折の不安定性がある場合で、転移性脊椎腫瘍で有症状になる場合でも10人に一人程度です。そして歴史的には放射線単独治療との比較試験で、放射線治療前に追加治療として行う除圧単独術に手術の優位性はありません。2010年に発表されたSpinal Instability Neoplastic Score²⁾を用いてインストゥルメンテーションを必要とする手術治療の必要性和放射線治療の線引きが図られています。またこのスコアリングは病的骨折に不安定性が無い、あるいは骨折を生じていない例でも放射線治療が適応できない場合に、手術治療として除圧術単独で行えるかの指標になっています。多くは免疫・栄養状態が悪く、がんに対してすでに消耗し、腫瘍臓器である肺や肝臓、時に脳転移も有している患者さんです。不要な手術を行わないこと、手術を行うとしても速やかに手術侵襲から回復できるように、そして感染を含む手術合併症を生じて早期に回復させ、重篤な腫瘍臓器障害が生じる前に抗腫瘍薬を投与できるように努める必要があります。手術を行う場合には、低侵襲化が欠かせません。

低侵襲化を図る計画に必要なことは、どこの椎体に椎弓根スクリューを挿入するかです。転移を有する椎体にスクリューを挿入する場合、溶骨性変化や抗腫瘍薬耐性などでスクリューの安定性が失われて、信頼できない固定アンカーになるおそれがあります。転移を有する椎体を同定し、その椎体へ挿入することを避けています。しかしびまん性に転移がある場合や治療過程で骨強度が脆弱になっている場合には、そのような手術計画を選択できません。高容量のゾレドロン酸もしくは抗RANKL抗体製剤が溶骨性骨病変の脆弱化を防ぐには相当の時間がかかりますし、骨修飾薬は腫瘍細胞の増殖を抑えることができません。

次にできる事は少ない本数でスクリューの安定化を図ることです。転移性脊椎腫瘍の治療で主たる手術の対象は支柱としての機能が破綻している椎体病的骨折です。この病的骨折で生じる脊柱前方要素の障害に対して、支柱を支えられる安定化を行います。後方からの椎弓根スクリューを用いたインストゥルメンテーションで獲得できる脊柱の支持性には限界があります。骨粗鬆症性椎体骨折の場合には、骨折椎体を人工骨で形成し、骨折椎体の上下に椎弓根スクリューを挿入して固定範囲を安定化させます。しかし椎弓根スクリューは緩み、椎体形成部と残存した椎体が荷重を担い、固定範囲の後弯化が生じ、やがて骨癒合が得られます。椎弓根スクリューの役割は、固定初期の脊柱配列の安定化に寄与していますが、椎体への荷重を支えるのは不可能です。病的骨折の椎体には、骨セメント等を充填する操作をすると、血管内に腫瘍を播種させてしまうことや、放射線治療を行う予定を考慮すると病的椎体骨折を生じたところにセメントを充填しづらいものです。病的骨折椎体の上下2椎体以上に椎弓根スクリューを挿入するようにするのが通常の手術手技になると思います。1本のロッドに頭尾側のいずれも2椎体以上と連結させることにより、隣接椎体の角度変化を防ぎようやく病的骨折椎体への応力をコントロールできるようになります。しかし、やはり転移性脊椎腫瘍の症例で必要なのは低侵襲性ですので、腫瘍椎体を挟む一つ上と一つ下に左右1本ずつ挿入して安定化する手術手技(one-above one-below stabilization)で行えるか考慮し適応しています。複数の椎体骨折が生じている場合や胸腰椎移行部のびまん性に転移を有する症例にはone-above-one below stabilizationは適応できないと考えています。この場合のスクリューは病的骨折部を安定化させるために、引き抜き強度よりも1本のスクリューが挿入した椎体内で角度安定性を高められるようにスクリュー先端に補強を行い椎体内で動きづらくして、スクリューそのものが角度安定性を維持できるようにしてきました。

多発性骨髄腫で第5腰椎神経根障害を呈した例を提示します(図1)。

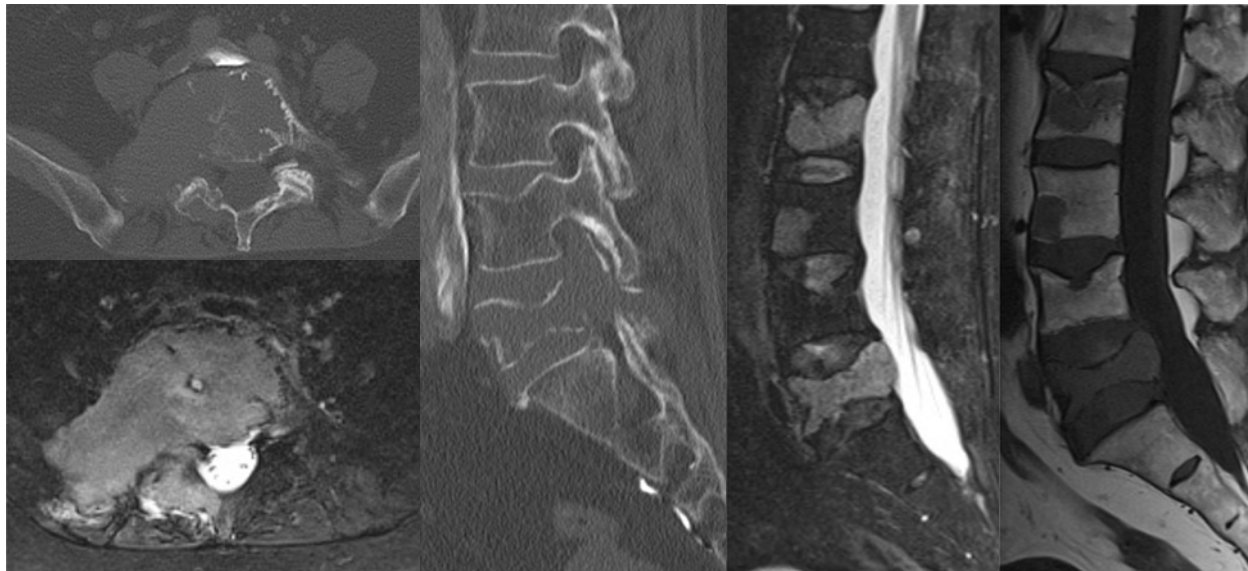


図1 右第5腰椎神経根障害を生じた多発性骨髄腫

すでに第2腰椎が転移により椎体変形を生じていますが有症状部位は第5腰椎でした。第5腰椎を安定化するために第3,4腰椎にスクリューを挿入すると第2腰椎由来の症状が惹起されることが懸念されます。第4腰椎-第1仙椎での脊柱安定化を図りました。スクリューそのものが椎体内で安定した状態にするために、スクリュー先端部の椎体内にもハイドロキシアパタイト(HA)を補填していました(図2)。



図2 術後6カ月画像 HAブロック補填し経皮的椎弓根スクリューを挿入

この手技上の課題は、HAを充填するほどHAを補填した中心にスクリューを設置するテクニックが必要になることです。HAブロックを充填してからスクリューを挿入する手術手技になるのですが、ニードルやガイドワイヤーがHAブロックで充填した中心部を貫く必要があります。しかしHAブロックを充填するほど周囲の脆弱な骨にこれらが迷入しやすく、これを避けるためにHAブロックの充填量を減らす等の工夫を行っています。また、cement augmentationが必要な場合にはVIPER PRIME® Fenestrated Screwを使用しています。ご承知のように、スクリュー挿入後に周囲に骨セメント充填するVIPER PRIME® Fenestrated Screw (cement augmentation) のsystemは、スクリューの孔から骨セメントが周囲に広がるため、周囲の骨の補強がスクリューを中心になされます(図3)。

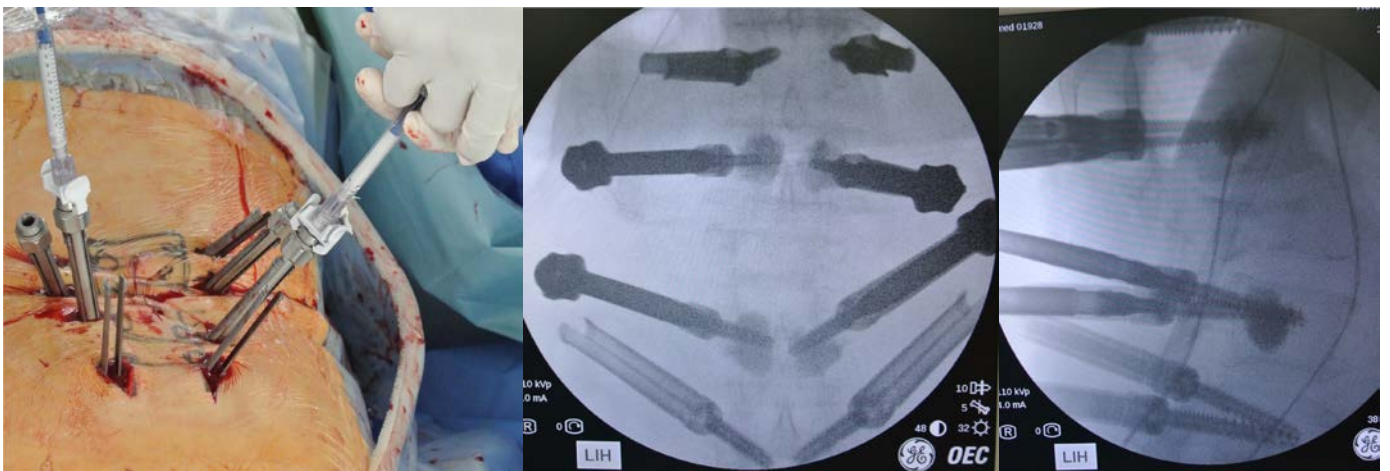


図3 転移性脊椎腫瘍病的骨折に対するFenestrated Screw使用例

HAブロックを充填してからその中心にスクリューを挿入する難しさはありません、前述と同様の症例にも煩雑さに不安感のない手技として対処できています(図4)。

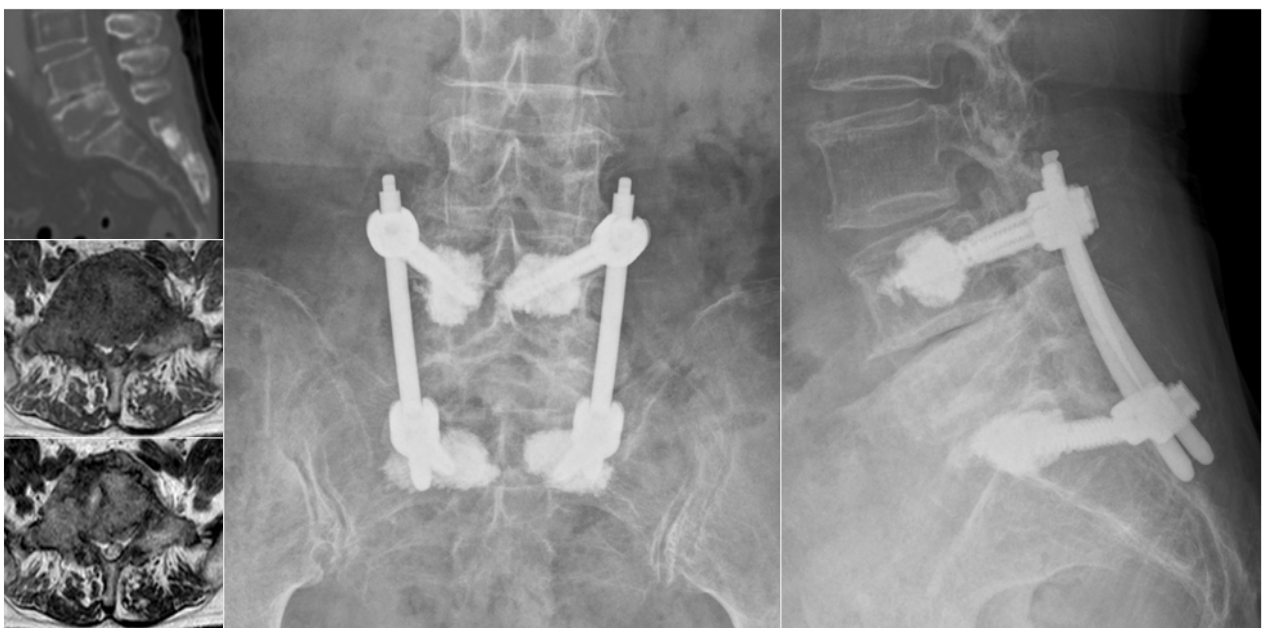


図4 術後1年画像 右第5腰椎神経根障害を生じた多発性骨髄腫に対するfenestrated screw使用例

さらに末期に近い患者さんでは栄養状態が悪化し、炎症反応が高く、免疫力が低下した状態になります。強い動作時痛と麻痺が生じ、一見除圧固定術の良い適応のように見えても、そのような患者さんの場合には手術以外の治療手段も視野にいれる必要があります。手術治療を行うとしても治療成果と合併症の予測を考慮した治療選択が必要で、通常の除圧固定術では合併症発生率が高く歩行再獲得できないことも経験します。全身状態の悪い患者さんには立位歩行獲得を目標とせず、座位が取れることを目標に経皮的インストゥルメンテーションによる脊柱安定化のみ行い、脊髄圧迫が高度でも除圧を適応しない選択もしています。また放射線治療後に腫瘍が脊柱管内に進展して症状を呈する場合に手術治療を求められることがあります。脊髄を含む周囲組織の耐線容量を考慮すると放射線再照射をする場合には照射線量に制限が生じて局所制御が達成できないためです。この場合はそもそも化学療法の効果を得られず他の転移巣も増大している中で脊椎腫瘍病巣が増悪して症状が顕在化しています。次に用意する抗腫瘍薬の効果も腫瘍の制御を期待しづらいです。病的骨折を生じている場合には照射範囲の皮膚を切開せずに、インストゥルメンテーションを照射範囲外の皮膚を切開して挿入するようにしています。不安定性が無く脊柱管内に腫瘍が突出して圧迫による脊髄障害を呈している場合には、立位歩行再獲得率が低いこと、そして例え歩行できるようになったとしてもその期間は短い可能性があることを手術前に十分理解を得てから除圧術を行っています。

低侵襲化と治療の確実性、合併症リスクとのバランスが難しく一律に同じ手術を当てはめているわけではありません。例えば有症状時に血管新生阻害薬を使用している場合には、皮膚を切開すると癒合が得られず感染のリスクが高いため、手術を考慮する病的骨折による脊柱不安定性が出現している場合や立位歩行不能状態であっても放射線治療を依頼することがあります。一方で分子標的治療が適応できる場合には、腫瘍が速やかに縮小し転移椎体も早々に再石灰化するので、除圧もインストゥルメンテーションも適応せず保存的に経過を診ることもあります。また転移が後方要素に生じて麻痺が出現している場合には、可及的に病巣の摘出を行っています。予後が悪く抗腫瘍薬を選択できない高齢や多数のレジメン導入後の患者さんには、治療目標を下げて麻痺の改善を目指さず座位保持ができる状態を維持する選択として除圧なしでインストゥルメンテーションのみを行う場合もあります。患者さんそれぞれがどのようなことを希望するのか異なります。それらを考慮し低侵襲化と確実性とのバランスを常に意識して治療に臨んでいます。

参考文献

1. Roy A Patchell, Phillip A Tibbs, William F Regine, Richard Payne, Stephen Saris, Richard J Kryscio, Mohammed Mohiuddin, Byron Young, Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial. Lancet. 2005 Aug;366(9486):643-8. doi: 10.1016/S0140-6736(05)66954-1.
2. Charles G Fisher 1, Christian P DiPaola, Timothy C Ryken, Mark H Bilsky, Christopher I Shaffrey, Sigurd H Berven, James S Harrop, Michael G Fehlings, Stefano Boriani, Dean Chou, Meic H Schmidt, David W Polly, Roberto Biagini, Shane Burch, Mark B Dekutoski, Aruna Ganju, Peter C Gerszten, Ziya L Gokaslan, Michael W Groff, Norbert J Liebsch, Ehud Mendel, Scott H Okuno, Shreyaskumar Patel, Laurence D Rhines, Peter S Rose, Daniel M Sciubba, Narayan Sundaresan, Katsuro Tomita, Peter P Varga, Luiz R Vialle, Frank D Vrionis, Yoshiya Yamada, Daryl R Fourney. A novel classification system for spinal instability in neoplastic disease: an evidence-based approach and expert consensus from the Spine Oncology Study Group. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Oct 15;35(22):E1221-9. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e16ae2.

VIPER PRIME® Fenestrated Screw (cement augmentation) を用いた手術 変性疾患編



はじめに

腰椎変性疾患における経皮的な横穴付き PPS システム (VIPER PRIME® Fenestrated Screw システム) を用いた骨セメントの適応について述べる。日本国内における適応は、骨粗鬆症や骨量減少症又は悪性脊椎腫瘍により骨強度が低下し、骨内におけるスクリュー固定性が危惧される患者である。また Fenestrated Screw (以下 FS) による骨セメントの使用は、多椎間固定手術において最大でも 2 椎体までとされている (2023 年 8 月現在)¹⁾。

現在、高齢者の増加に伴い、骨粗鬆症を有す脊椎変性疾患患者の手術治療が増加している。高齢患者では周術期の合併症リスクがあるため、可能な限り侵襲が少ない脊椎手術が求められる。近年では不安定性を有す変性疾患において、PPS などを用いた最小侵襲脊椎手術 (MIST) 手技が広まっている。しかしながら、骨強度が低下しているため、脊椎固定術後の PPS のバックアウトやルースニングなどのインプラントフェイラーが懸念される。インプラントの問

題による再手術は、高齢患者にとって身体的負担だけでなく、医療経済にも影響を及ぼす。また日常生活動作が制限されている高齢者では、その後の生活の質にも影響を及ぼす可能性がある。

このような背景から、VIPER PRIME® FS を使用して骨セメントで補強することで、骨強度が低下した患者においても固定性が向上し、術後のインプラント問題を軽減できることが期待される。VIPER PRIME® FS は日本で初めて承認された PPS 用のセメントスクリューであり、セメント併用時は、セメント非併用時に比べて高い引き抜き強度を有する。筆者が経験した自験例を提示する。

提示症例は、椎体骨折後に椎間孔障害や馬尾障害を有した変性疾患患者である。本症例に対して、lateral lumbar interbody fusion (LLIF) と Vertebral Body Stenting (以下 VBS)、FS による前後方からの間接除圧を行なった。

症例

73 歳、女性

主訴:腰痛、右大腿部痛

既往歴:混合性結合組織病に対して PSL (9mg) の内服中。また、糖尿病と間質性肺炎の既往歴あり。

現病歴:数年前に第 3 腰椎 (L3) の椎体骨折を指摘され、近医で治療中であった。当院受診の 3 ヶ月前から腰痛と右大腿部痛が悪化し、歩行が困難となり当院へ紹介された。術前の Numerical Rating Scale (NRS) スコアは腰痛が 7、臀部と下肢痛が 7 であり、歩行は困難だった。DXA による骨密度測定では、YAM 値が 68% (-2.8SD) で骨粗鬆症と診断された。

画像検査:単純X線写真(図1)では、L3の椎体骨折が確認され、前屈および後屈時に軽度の不安定性が見られた。CT画像(図2)では、L3のPincer骨折(OF4)と診断された²⁾。

MRI画像(図3)では、L2/L3およびL3/L4の高位で硬膜嚢の圧迫を認めた。

椎体骨折に起因する椎間孔障害や馬尾障害による下肢痛や歩行障害が疑われ、脊椎固定術を予定した。しかし7.5mg以上のステロイド使用歴があり、インプラント固定後の問題や術後創部感染のリスクが懸念されたため、できるだけshort fusionかつ強固の内固定を検討した。



図1 術前単純X線像
A:正面像 B:側面像



図2 術前CT画像
A:Sagittal像 B:Coronal像 C:Axial像



図3 術前MRI
A:T2状断像 B:T2横断像

手術方法:まず、側臥位で L3 の上下椎間 (L2/L3 と L3/L4) に sandwich LLIF を行った (L2/L3:8 × 18 × 45mm、L3/L4:8 × 18 × 50mm の LLIF ケージを挿入)。その後、腹臥位に体位変換し、L3 に VBS を実施 (図 4A)。透視下で左右からアプローチし、VBS スtentバルーン (small サイズ) を使用して Vertecem V⁺ 骨セメントを充填した (左右それぞれ 4.0ml ずつ、合計 8.0ml の骨セメントを注入)。

引き続き、術中 CT ナビゲーションの画像支援下で、L2 に VIPER PRIME[®] FS (6.0 × 45mm)、L4 に FS (6.0 × 50mm) をそれぞれ左右に挿入した。透視下で L2 および L4 の FS に 1.0ml ずつの骨セメントを注入した (図 4B)。

最後にロッドで締結し、止血を確認して手術を終了した。

手術時間は 2 時間 53 分、出血量は 73ml であった。

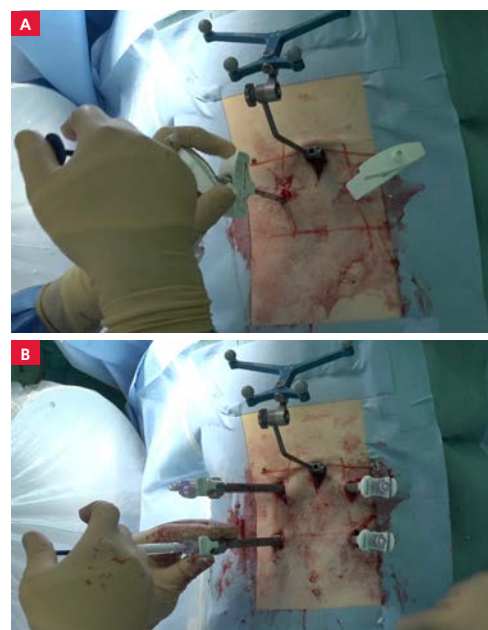


図4 術中セメント注入
A: VBSによる椎体内セメント注入
B: FS周囲のセメント補強

術後経過:術後は抗スクロスチン抗体を投与し、術後画像ではインプラントに関する問題は見られない (図 5、図 6)。また、MRI 画像 (図 7) から間接的除圧により硬膜嚢の圧迫が改善され、術後の NRS は腰痛 3、臀部・下肢痛 1 に改善された。歩行は自立 (杖なし) し、経過は良好である。

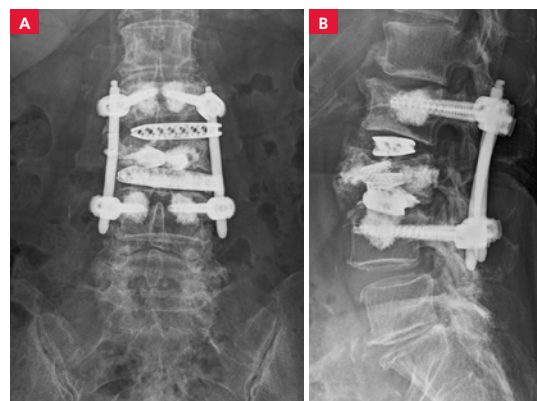


図5 術後11ヶ月単純X線像
A: 正面像 B: 側面像

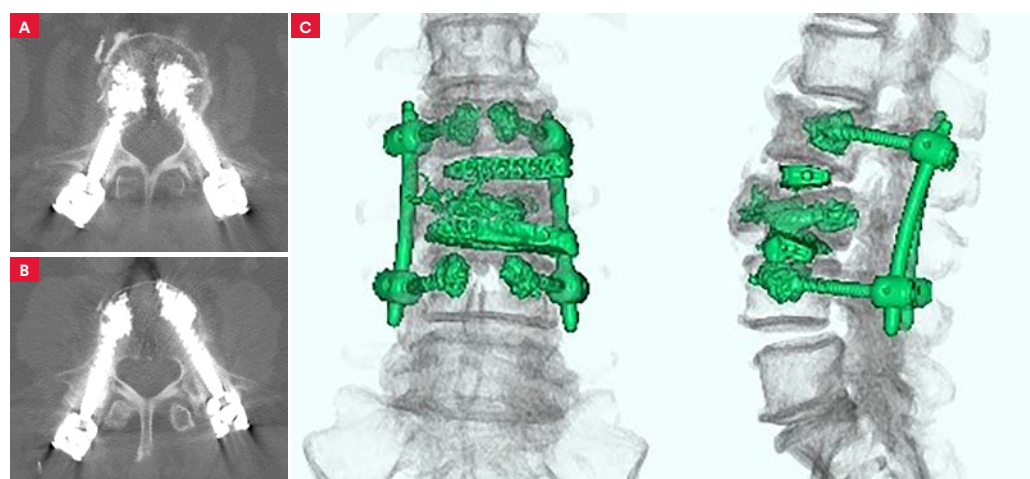


図6 術後11ヶ月CT画像
A: L2のAxial像 B: L4のAxial像 C: 3DCTによる正面像と側面像

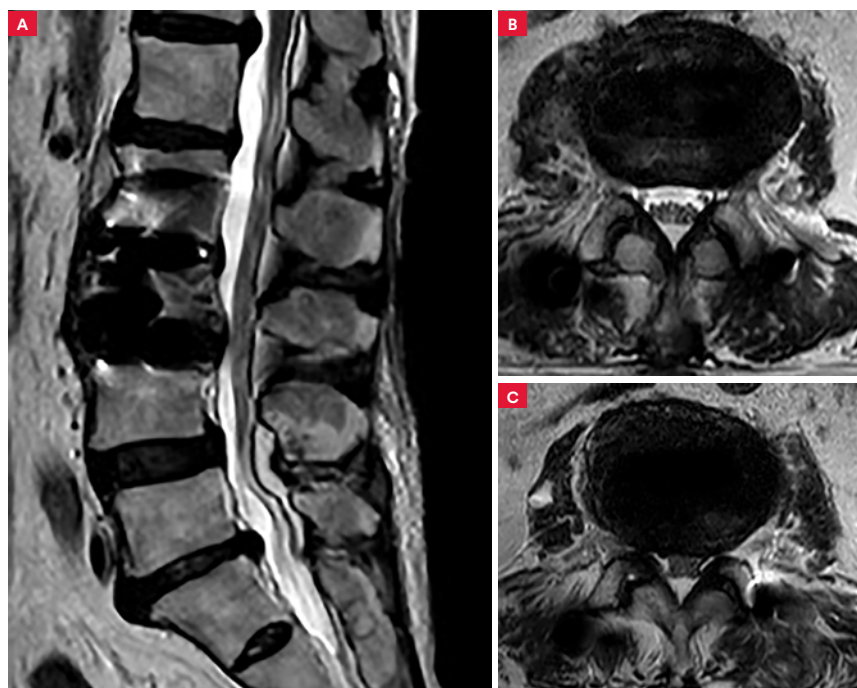


図7 術直後MRI
A：T2矢状断像 B：T2横断像

まとめ

変性疾患に対する VIPER PRIME® FS による骨セメントの使用法は、まだ試行段階にある。しかしながら、骨強度が低下し、PPS 単独による固定性に不安がある患者では、この治療法が有益な選択肢となる可能性がある。

参考文献

1. 日本脊椎脊髄病学会 . 横穴付き脊椎スクリューに骨セメントを併用する場合の使用基準 (第 1.1 版)
<https://ssl.jssr.gr.jp/medical/information/researchplan.html>
2. Blattert TR, et al. Nonsurgical and Surgical Management of Osteoporotic Vertebral Body Fractures: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). Global Spine J. 2018.50S-55S.

