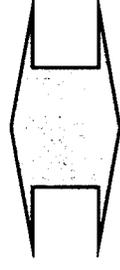


新規椎体骨折の発生

10 / 40例 25%(12ヵ月)

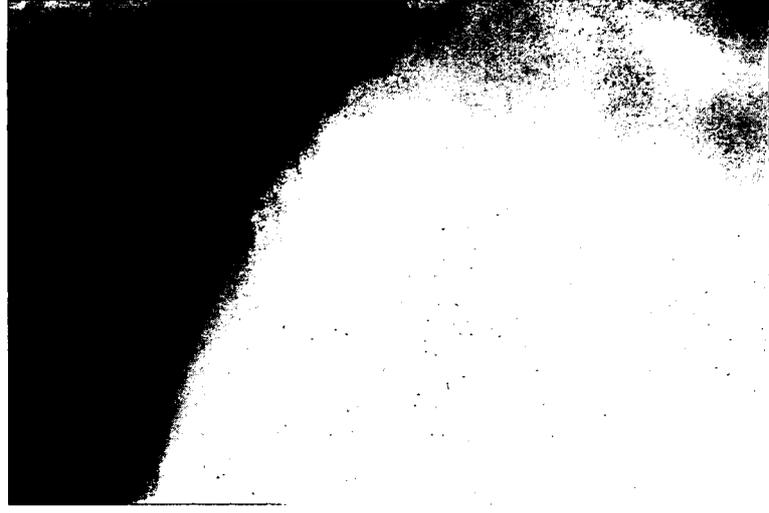
- そのうち9例は処置椎体の隣接椎体
- 平均年齢 80歳
- T11-L5までの7椎体のうち既存椎体骨折数 平均3.3椎体
- RA 2例 (ステロイド治療)
- DM 1例



自然経過 (Rindsay et al. JAMA 2001)

閉経後骨粗鬆症女性における椎体骨折発生後
1年間の新規椎体骨折発生率は19.2%

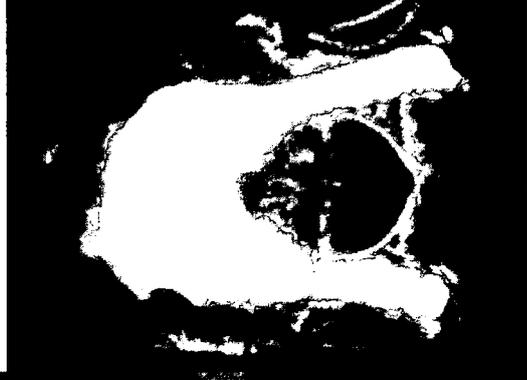
76歲女性 T12椎体偽關節 最長經過例



術前



術後



術前CT



術後2年2ヵ月

85歳女性 L1椎体偽関節



術前

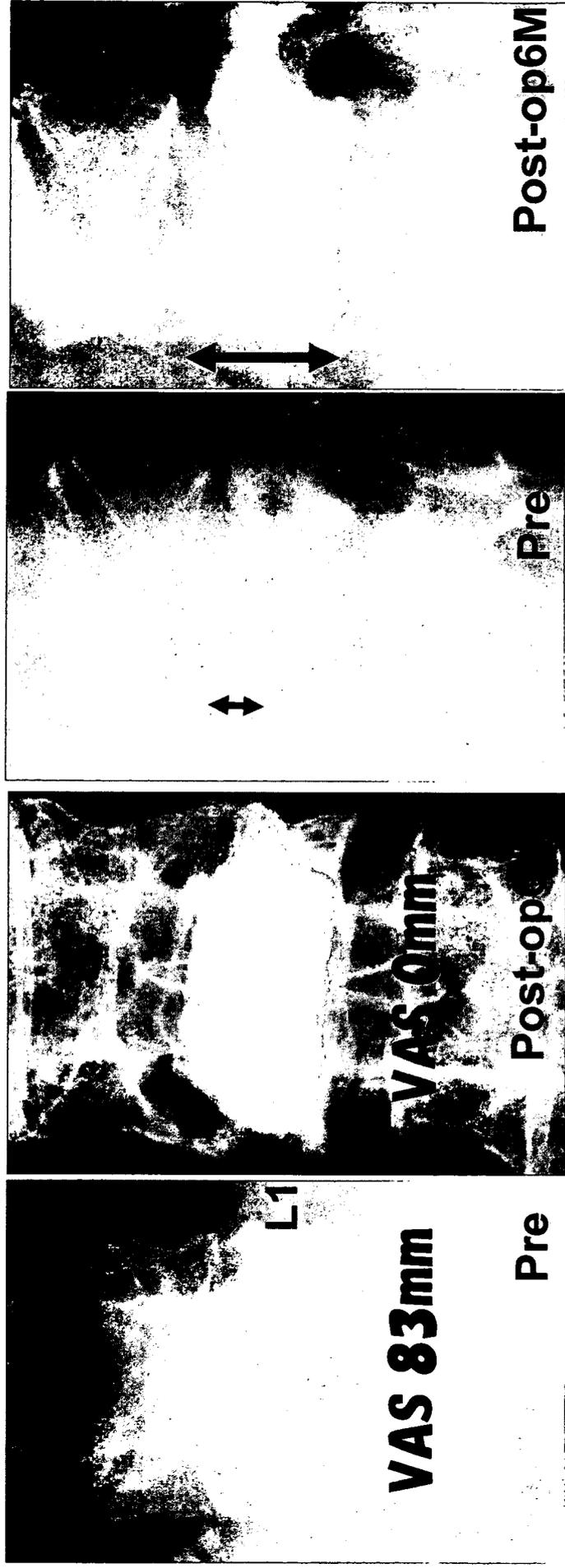


術後1年9ヵ月



術後CT

CPC椎体形成術の効果：骨折変形の矯正と椎体不安定性の解消



Pre-op. MRI T2

Post-op. CT

適応の拡大

遅発性脊髄麻痺を生じた椎体圧潰



前方あるいは後方脊柱再建術

: 侵襲、合併症発生リスクが大きい

局所後弯および不安定性により麻痺を生じた例に対してはCPC椎体形成術で対処できるのではないか？

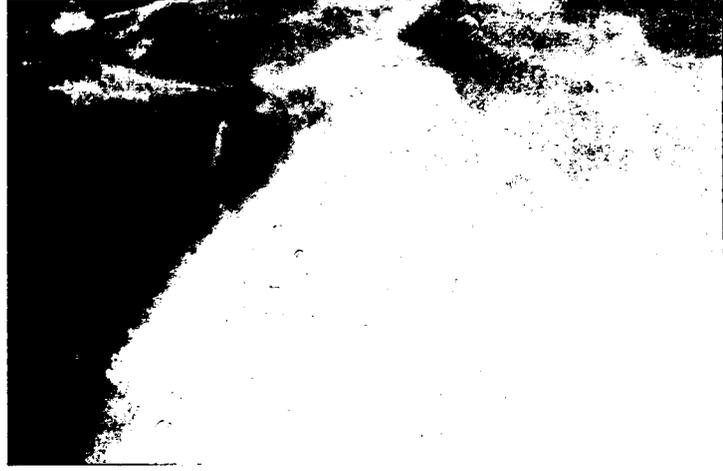
82歳女性 T12椎体偽関節 両側下垂足 歩行不能



術前坐位 術後6ヵ月 正面 術後1年10ヵ月

下垂足は完全回復(MMT5) 杖なし独歩可能

79歳女性 T12椎体骨折遷延治癒 両側下垂足



術前立位



術後1ヶ月



術後1年10ヶ月



術後3ヵ月時下垂足は完全回復(MMT5) 杖なし独歩可能

バイポータル法によるCPC椎体形成術

非経皮的手技
全身麻酔を要する

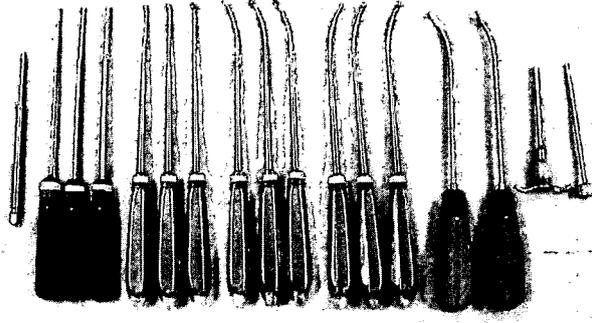
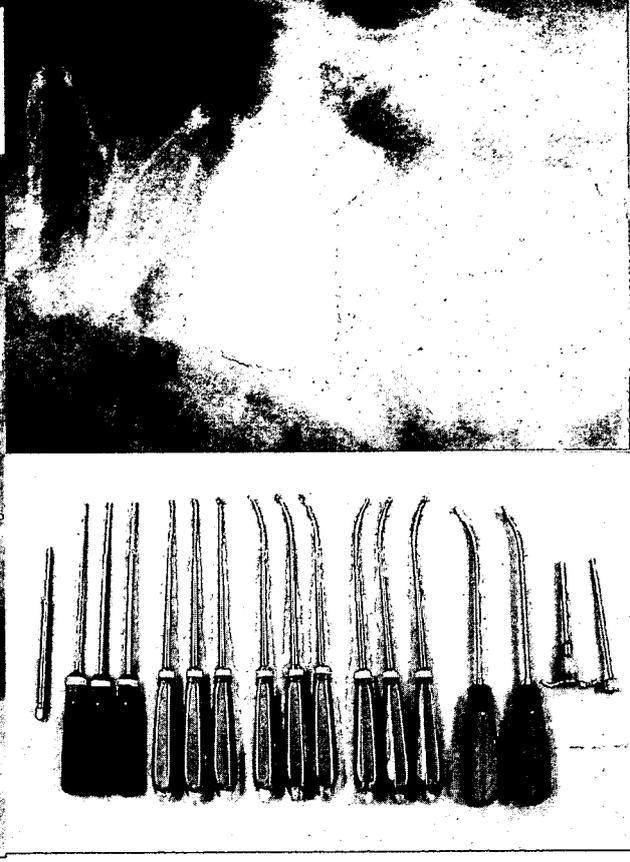
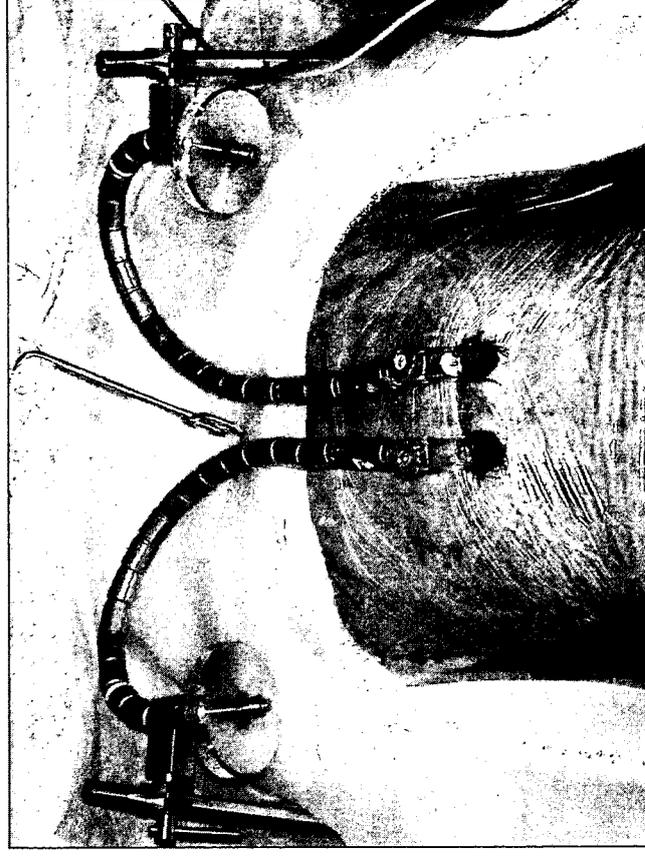
術後72時間の安静が必要

しかし、

■低侵襲

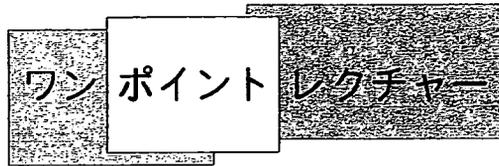
■安全で臨床的に有用

■CPCに適した方法



今後の展開

- 適応と限界の見極め
- より効果的に変形矯正を行う工夫
- 手術を安全かつ簡便に行うための手術器具の開発
- 後療法の見直し



椎体形成術

—vertebroplasty と kyphoplasty*

武政 龍一**

はじめに

椎体骨折は骨粗鬆症関連骨折の中でもっとも発生頻度が高く、高齢者のQOLを低下させる代表的疾患である^{1,2)}。本疾患は骨癒合してもしばしば脊柱後弯変形をきたすばかりでなく、肺機能、胃食道逆流症、うつなどの精神障害の原因となり³⁻⁵⁾、生命予後にさえも悪影響を与えることが知られている^{6,7)}。近年、椎体骨折の骨折治癒が遷延あるいは完全に障害されて、高度の椎体圧潰や偽関節を呈して腰背部痛が遷延し⁸⁾、なかには圧潰した椎体後壁部分が脊柱管内に突出して脊髄・馬尾を圧迫し、局所の後弯変形や不安定性とともに遅発性に神経障害を発生させることが問題となっている。また、全身状態が不良で骨脆弱性の高い高齢者に対してリスクの高い手術を余儀なくされる場合も少なくない⁹⁻¹¹⁾。本邦においても椎体形成術 (vertebroplasty : VP) が近年、新しい治療手段として行われるようになってきた。

VPはアプローチ、椎体補強マテリアル、骨折変形の整復の有無などにより種々の方法に分

かれており、それぞれ一長一短がある。一般にVPといえば、局所麻酔、X線透視あるいはCTガイド下に、経皮のおよび主として経椎弓根経路にて、11~13Gほどの注入針を罹患椎体内に挿入した後、いわゆる骨セメント (polymethylmethacrylate : PMMA) にバリウムを混ぜてX線像で確認しやすくしてから椎体内に注入し、骨折部および骨梁間にPMMAを拡散させて椎体を補強する方法である¹²⁻¹⁴⁾。フランスの放射線科医が有痛性椎体血管腫に対して用いたのがはじまりであり¹⁵⁾、やがて転移性脊椎腫瘍や骨髄腫、脊椎圧迫骨折へと適応が拡大され¹⁶⁻²⁰⁾、欧米を中心にその優れた即時除痛効果に関する報告が多くなされてきた¹²⁻²⁰⁾。

しかし、この最小侵襲手技はPMMAを椎体内に広げるために高圧注入する必要があるが、そうするとPMMAの椎体外漏出に伴う肺塞栓や神経損傷などの重篤な合併症発生のリスクが潜在するという欠点もある²¹⁻²⁷⁾。本来この方法には椎体の骨折変形を整復する手技は含まれていなかったが、1990年代の終わりに米国で

Key words : 椎体形成術 (vertebroplasty), 後弯形成術 (kyphoplasty), 骨粗鬆症性椎体骨折 (osteoporotic vertebral fracture)

*Vertebral augmentation ; vertebroplasty and kyphoplasty

**R. Takemasa (講師) : 高知大学整形外科 (Department of Orthopaedic Surgery, Kochi Medical School, Kochi University, Nangoku).

は骨折した椎体内で専用バルーンを膨らませることで骨折変形を整復し、椎体高をできるだけ復元する方法が開発され、balloon kyphoplasty (KP) として世界に広まった^{28,29)}。この方法は、椎体内に PMMA を注入するためのスペースがあらかじめバルーンにより形成されるため、高圧注入の必要がなく、高粘性の PMMA を注入できるため、セメントの漏出が少ないという利点もある。さらに、変形矯正に伴う脊柱アライメントの是正効果による生体力学的利点は脊椎脊髄外科医にとってたいへん魅力的で受け入れられやすい。しかし、製品の高コストの問題と PMMA の椎体内での使用の承認がとれていないことも事実であり、現在本邦ではまだ臨床治験の段階である。

当施設では、1990 年台初頭から骨伝導能を有し、骨と結合する生体活性を有するリン酸カルシウムセメント (calcium phosphate cement: CPC) の研究を開始し、まだ VP が一般に認知される前から CPC を骨折椎体内に充填し、骨折を修復する術式としての可能性を研究してきた^{30~33)}。CPC は最終的に最高圧縮強度が *in vitro* で 80 MPa 程度のハイドロキシアパタイト (HA) の緻密体に変化しながら自己硬化するが、PMMA ほどは硬すぎないため、隣接椎体骨折の発生リスクを考えた場合、骨脆弱性が高い日本人の高齢者女性に適した強度となる可能性がある。また、CPC は硬化時に PMMA のような重合熱を発生することがないため、神経組織の近接する脊椎にも使用しやすいという利点もある^{34,35)}。1995 年からの臨床治験において椎体良性骨腫瘍掻爬後の骨欠損部の補填に用いてから、翌年骨粗鬆症性椎体骨折に適応を拡大し³⁶⁾、CPC の椎体内使用の承認を経ていくつかの術式の変更を行いながら現在も継続して VP に使用している^{37~40)}。

また、本邦では固形の小さな HA block を多数、経椎弓根的に椎体内に挿入する VP 術式も開発されている⁴¹⁾。本邦の現状では PMMA の椎体内使用は適応外であり、現時点で経皮的

PMMA VP は高度先進医療として届けている放射線科医を主体とした数施設でしか行えないという縛りもある。本稿ではわれわれが行っている CPC VP を中心に、本邦における VP の現状および課題について解説する。

I. 骨粗鬆症性椎体骨折の診断法

診断は問診、叩打痛などの理学所見とともに、画像診断により行われる。X 線診断では陳旧性の既存椎体骨折と新規椎体骨折との鑑別が困難であり、現在の golden standard としては MRI が推奨されている。MRI では、急性期の骨折は T1 で低輝度、T2 では典型的には高輝度を示すが、低輝度や等輝度を示す場合もあり、T2 脂肪抑制像や T2 STIR (short tau inversion recovery) 像で高輝度部分の浮腫性変化を捉えることが有用である。われわれの調査では、問診で寝たり起きたりするさいの腰背部痛の訴えを聞くこと、X 線診断では坐位と仰臥位での胸腰椎移行部を含んだ腰椎側面像を撮影し、椎体の形態に変化、すなわち仰臥位で椎体前方部が開大する現象を見出すことで、MRI を撮像しなくてもほとんどの未治癒骨折が診断可能であり、推奨できる簡易診断法である。本撮影法では新鮮椎体圧迫骨折の 102 例 130 骨折において 89.2% の症例で骨折椎体を検出でき、78.1% の骨折椎体で MRI 診断と骨折部位が一致していた⁴²⁾。

一方、発症から数ヶ月が経過し偽関節を呈した椎体は T1 で低輝度、T2 では典型例では液体貯留を示す超高輝度領域が椎体内 cleft と呼ばれる空隙に満ちている。X 線像では仰臥位側面像で椎体内に vacuum cleft が証明されたり、坐位-仰臥位側面像の比較で椎体高に変化が生ずることが診断の大きな助けとなる⁴³⁾。

われわれは、VP の除痛効果は骨折部の異常な動き、すなわち椎体内不安定性を解消することで得られると考えており、この坐位または立位-仰臥位で異常可動性を示す椎体こそ VP のよい適応であると考えている⁴⁴⁾。

II. 治療方針

1. 手術適応

VPの手術適応に関しては異論が多い³⁸⁾。欧米では積極的に新鮮骨折に適用されているが、本邦整形外科領域では陈旧例の偽関節にこそ適応があるとの考えがまだ多数を占めている。われわれは、腰背部痛により日常生活に多大な支障をきたした椎体骨折後の遷延治療または偽関節などの骨癒合不全例を主たる適応としているため、発症から手術までの期間の平均は約8ヵ月程度となっている。受傷後まだ日が浅い新鮮骨折では、すでに高度の圧潰を有し、椎体偽関節に移行しやすいと考えられる保存的治療抵抗例は手術適応と考えているが、実際には大学病院ではほとんど遭遇することがない。当然新鮮骨折に対してVPを行った場合、著明な除痛効果が得られるが、本邦の整形外科医は外固定を中心とする保存的治療を優先すべきであるとする考えが一般的である。単に痛いからといって新鮮骨折に安易にVPを適用することに関しては批判があって当然である。外固定で後遺障害を残さずに治療させることができれば理想的であり、脊椎外科医といえどももう少し保存的治療にも目を向けるべきであろう。

ただし保存的治療を行う場合でも、後弯変形が遺残すれば患者のQOLや生命予後に悪影響を与えることは十分認識すべきである¹⁻⁷⁾。従来は骨癒合さえ得られれば、たとえ後弯変形が残っても、それを防止する有効な手段が現実的にはなかったことからやむをえず許容されてきた感があるが、KPや椎体変形を整復する手技を含んだVPの登場で、今後安全かつ低侵襲性に除痛ばかりでなく変形矯正が可能となれば、楔状化の強い圧迫骨折は急性期での手術適応として認知されるようになるかもしれない。

今後は、予後不良な経過をたどる骨折の原因を分析し、骨折急性期の段階で予後不良因子を特定することができれば、新鮮骨折の段階で適切なVPの適応患者の選択が可能となると期待

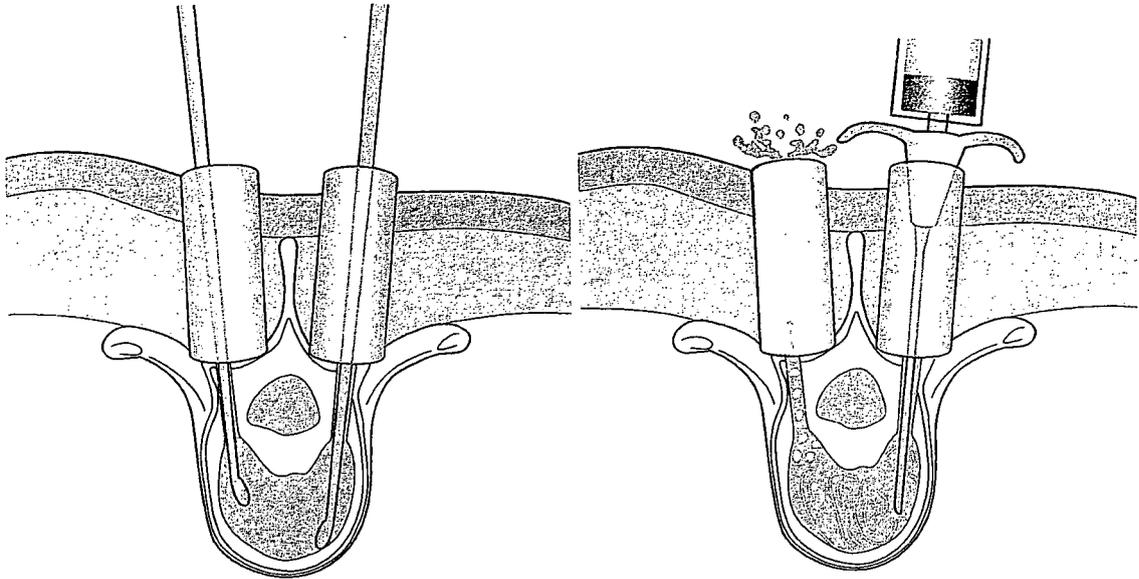
している。

適応禁忌としては、一般には神経症状を合併した骨折や有意の破裂骨片を有するもの、椎体圧潰があまりにも高度であるなど椎体への到達経路に障害がある骨折などがあげられている。脊椎感染症や敗血症、出血傾向、あるいは手技が安全に行えない心肺疾患を有する症例も治療対象外とされている。

2. 手術手技

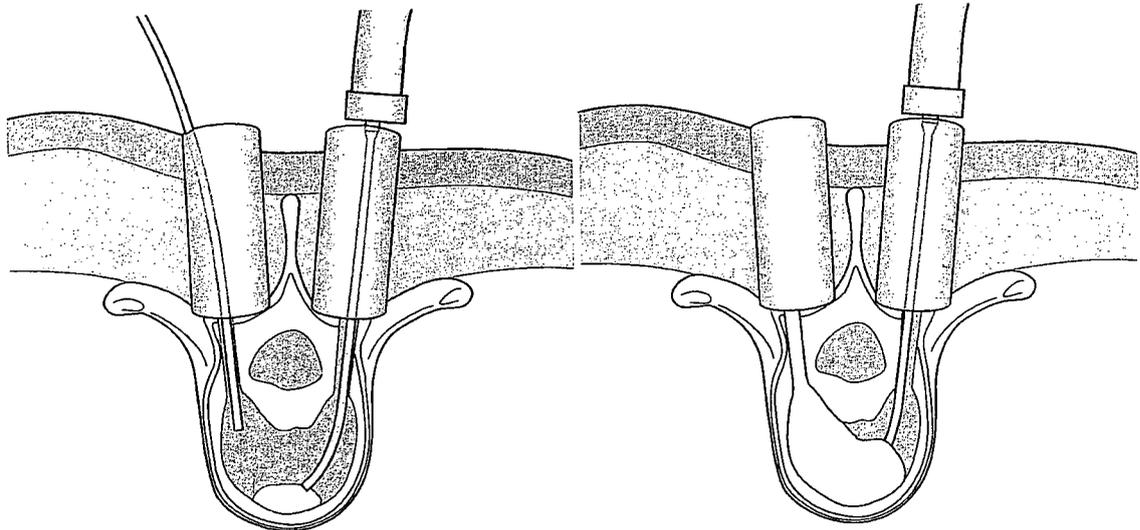
われわれが行っているCPCを用いたVPの手術手技は、先述した一般的な局所麻酔下経皮的PMMA VPとはまったく異なり、椎体外漏出、とくに経皮的VPで高率に発生する椎体内静脈を介した漏出^{25,26)}を防ぐという安全性に配慮し、かつCPCの欠点を補いながら生体活性セメントの特性を活かす術式である^{45,46)}。当初は正中を切開して椎弓根が露出するまで傍脊柱筋を剥離して行っていたが、2005年4月からは椎弓根にいたるアプローチを変更し、安全性の確保に配慮しながらより低侵襲化をめざした現行術式に移行した^{47,48)}。

現行術式^{45,46)}の概要(図1)は、全身麻酔下で行い、まず四点支持フレームを用いて股関節も伸展させた腹臥位をとることで、術前の仰臥位姿勢時と同等の椎体骨折整復位を得る。そして罹患椎体両側椎弓根上に約2.5cmの切開を加え、径18mmのX線透過性円筒レトラクターを設置する。その二つのポータルを介して専用に作製した適度のカーブを有する鋭匙などの手術器具で、経椎弓根的に椎体内の瘢痕壊死組織を搔爬し、生理食塩水でフラッシングを繰り返して搔爬デブリや血腫を完全に排出する。椎体前方部の荷重部に十分な骨腔が確保できたら造影剤を注入して、骨腔の広がりや漏れがないかどうかをX線透視で確認する。高粉液比で練和したCPCをシリンジに移し替え、専用セメントガンにセットしてから注入ノズルの先端を骨腔の最深部にすすめ、X線透視ガイド下に、CPCを置いてくるかのような感覚で骨腔の深部からCPCで充填する。骨腔を満たし



a. 径 18 mm X 線透過性円筒レトラクターを二つ椎弓根直上に設置し、先端部がカーブした鋭匙などの専用手術器具を用いて椎体内の偽関節腔を搔爬し、癒痕肉芽組織や壊死骨を摘出して新鮮化する。

b. 生理食塩水でフラッシングを繰り返し行い、骨腔内のデブリや血腫を完全に排出する。



c. 造影剤で漏れがないこと、作成した骨腔の広がり方が適切であることを確認した後、高粉液比(硬め)のペースト状 CPC をシリンジに入れてセメントガンにセットし、貯留液を吸引・排出した骨腔の最深部にノズル先を設置して、CPC を置いてくるようなイメージで骨腔を充填する。

d. CPC は骨腔に充填した後に反対側の椎弓根孔から溢れ出てくるので、それを確認したら、ノズル先をゆっくりと引き抜きながら注入側も充填する。

図 1 . Biportal CPC VP の術式概要

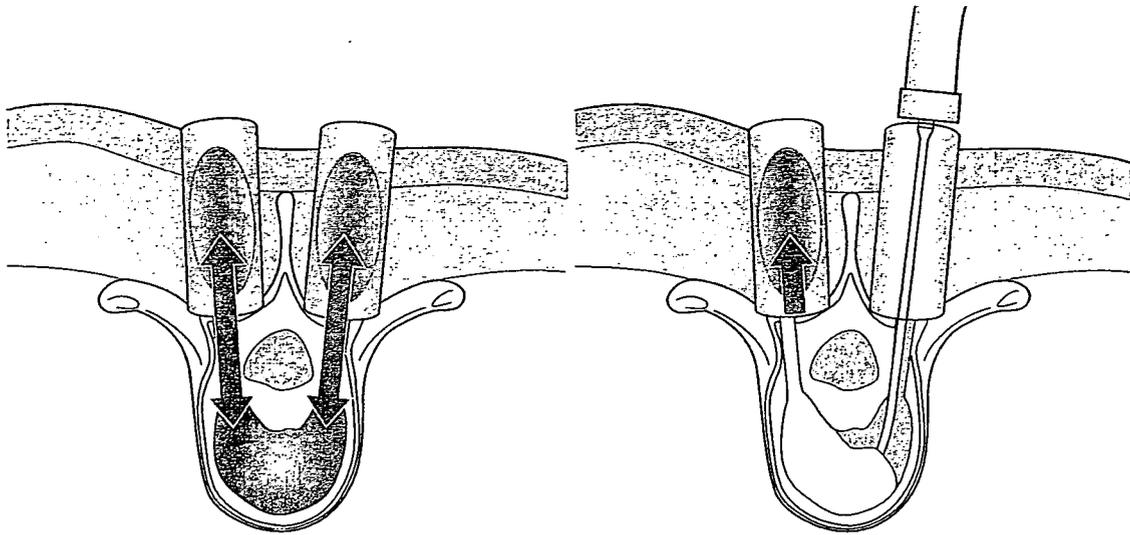


図2. セメント漏出を避けるための工夫. セメントの漏出は椎体内静脈を介する場合と骨欠損部から生ずる場合があり, 高圧で注入すると漏れが生じやすい. 両側のポータル内の空間と椎体内骨腔が交通していれば, 椎体内にCPCが満ちてきても骨腔内圧が上昇することがなく, とくに静脈を介する漏出は完全に防ぐことができている. この方法では脊柱管内漏出を認めず, 椎体前側方骨欠損部からのわずかな無症候性セメントの骨外膨隆が4.5%に認められたのみで, 安全性の確保のためには重要なポイントである.

た後のCPCは, 通常対側の椎弓根孔から溢れ出てくるので, それを確認したら注入側の未充填部にノズルを引き抜きながら充填する.

CPCは約10分で固化化し, その後急激に自己硬化して圧縮強度を増すが, 24時間で50MPa程度, 72時間ではほぼ最高圧縮強度の80MPaに近づくため, われわれは72時間の臥床期間を設けている. その後, 体幹の半硬性装具をつけて離床し歩行練習を開始し, 術後1~2ヵ月で軟性装具に変更し, 術後3ヵ月まではなんらかの外固定を推奨している^{45,46}).

Ⅲ. 手術の注意点

われわれが行っているCPC VPのポイントは, 二つのポータル内の空間と両側椎弓根孔を介して椎体内の偽関節部搔爬にてつくられた空間を交通させること(図2), 椎体の前方荷重部に十分な耐荷重性を有するCPCの緻密硬化体を形成することである. 前者は静脈系を介する椎体外漏出を防ぐための鍵であり, CPC充

填時に骨腔内圧を上昇させないために重要である^{26,38,45,46,49,50}. 後者は骨折椎体の安定化による除痛ならびに変形矯正位を維持するために必要不可欠な点である. CPCは壊死骨や瘢痕軟部組織内に充填しても生体活性は発揮されない⁵¹ので, ていねいに椎体内偽関節部を搔爬して接触面を新鮮化する必要がある. また, 血液が混入するとCPCの硬化反応が妨げられ^{51~53}, 強度の低下から荷重によりCPC塊がfragmentationすることがあるため, 作成した骨腔内の出血対策として充填時に一時的に血圧を下げてもらうことや, 骨腔の最深部から充填して血液の混入を防ぐ工夫が重要である^{45,46,53,54}).

Ⅳ. 成績

現行術式でCPC VPを行った症例は40例44椎体(偽関節35椎体, 遷延治癒9椎体)であり, 発症から手術まで平均9ヵ月, 手術時平均年齢は80歳, 平均追跡期間12ヵ月の成績の概要を述べる.

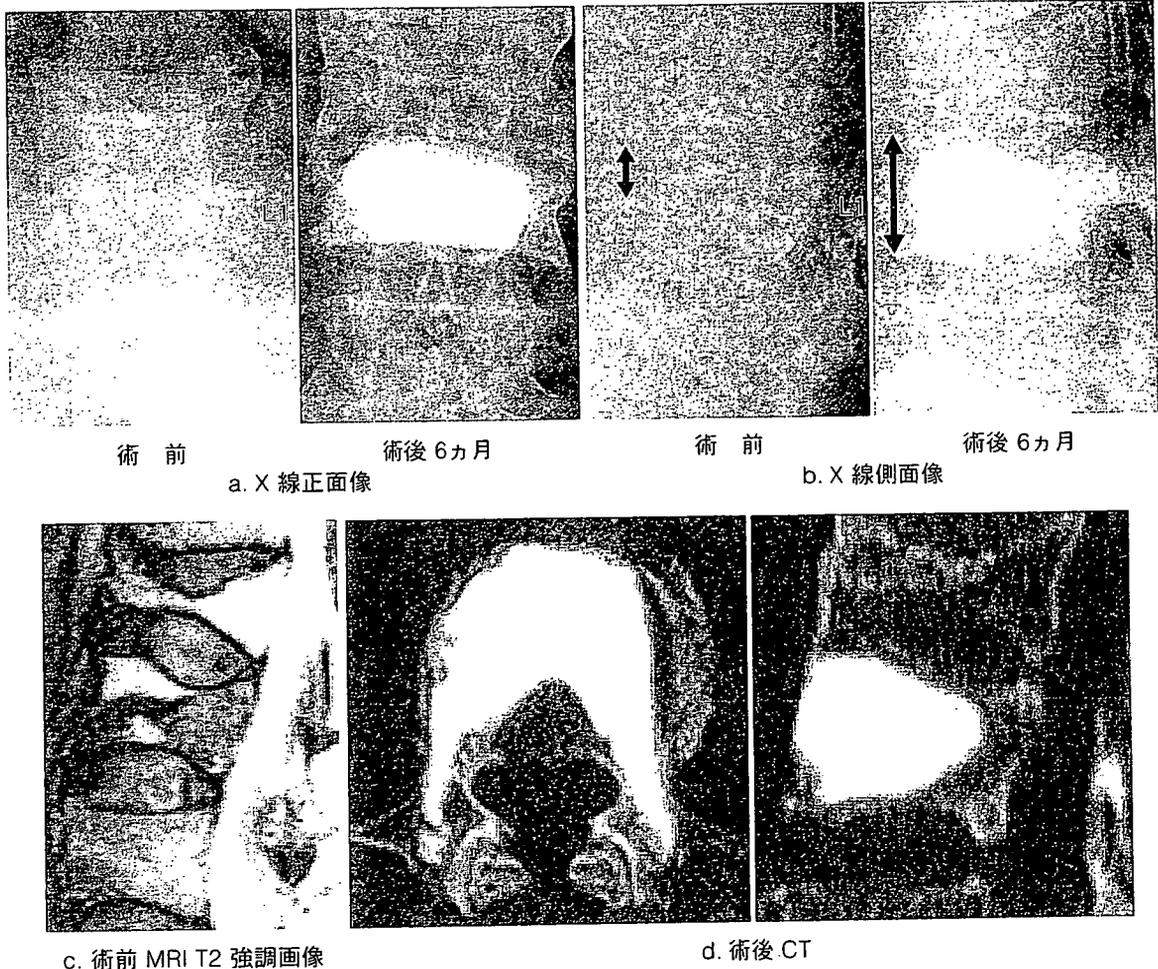


図3. 72歳. L1偽関節に対するbiportal CPC VP. 術前VAS 83/100 mmの腰痛が術後速やかに消失した. 術後CTでは骨腔内のCPC充填は良好であり, fragmentationは認められなかった. 術後6ヵ月時のX線像でも良好な整復位が矯正損失なく維持されている.

1椎体あたりの平均手術時間は88分, 平均術中出血量は21 mlであった. 腰背部痛に対するvisual analog scale (VAS, 100 mm法)は, 術前平均80 mmが調査時18 mmに改善し, 椎体前縁高が後縁高に占める割合を椎体楔状率と定義すると, 平均椎体楔状率は術前27%から調査時74%となり, 椎体楔状変形は良好に矯正されていた(図3). CT評価で44椎体中2椎体にCPCの椎体前側壁骨欠損部からの無症候性椎体外漏出を認めたが, 隣接椎間板内や脊柱管内への漏出および経静脈性漏出は1例も認めなかった. 神経障害, 深部感染, 静脈・肺塞栓などの合併症は皆無であり, 安全性は確保されていた. 術前に高度の椎体扁平化を呈し

て椎体前側壁の骨欠損が著明であり, 術後せん妄によりCPCが十分硬化する前に荷重した2例にCPCのfragmentationが生じて処置椎体が再圧潰し, うち1例には再手術を要した. 術後経過において, 高齢者や多発性既存骨折を有する症例, ステロイド内服例などを中心に40例中10例に隣接椎体を主とする新規の圧迫骨折が生じて腰背部痛が再燃し, 7例は保存的に加療し骨癒合したが, 3例の骨癒合が遷延しVPにより除痛した.

V. 考 察

経皮的PMMA VPの成績に関する研究では, ほとんどの患者が手技の72時間以内に部

分的または完全な除痛効果が得られるばかりでなく、運動機能が回復し、鎮痛薬の使用量を減少させることができると報告されている^{12~20,55~57}。文献上は症候性の合併症の発生頻度は低い、ほとんどの合併症は60%以上と報告されることさえあるセメント漏出から生じており、脊髄損傷や神経根圧迫、肺塞栓などの重篤なものもある^{12,13,21~24,50,56,57}。経皮的PMMA VPの限界としては、変形矯正手技が含まれていないことと、流動性の高いPMMAを高圧で直接海綿骨に注入するさいに椎体内でのPMMAの流れの制御がむずかしいことがあげられる^{26,27}。それが予期できないセメントの椎体外漏出を発生させる原因となっている。CTを用いるとX線像で検出できない漏出が明らかになることがわかっており²⁵、無症候性の漏出がほとんどを占めることもあり、実際には報告よりもっと高頻度の漏出が存在する可能性もある。

KPに関して、Garfinらは1,439例2,194椎体骨折にKPを行い、90%の患者に術後2週以内に有意な疼痛改善が得られたと報告している²⁹。LiebermanらはSF-36でphysical function, role physical, vitality, mental health, social functionの点数の改善を示し、またKPで治療した70骨折椎体のうちの70%に椎体高が平均46.8%増加したことを報告²⁸し、多くの追試がなされている^{58,59}。理論上後弯変形を矯正することは生体力学的メリットが大きい、実際に臨床的にどの程度の効果が得られたかについては未だ明らかではない。VPあるいはKPでどんな手技を行ったとしてもセメント補強された椎体の剛性は過度に上昇するため、隣接する椎体は圧迫骨折発生のリスクにさらされることが指摘されている^{60~66}。とくに欧米女性よりも椎体骨折発生頻度が高く⁶⁷、寿命も長い日本女性に対して、もしPMMAを椎体内に用いた場合、骨と結合せず過度に硬い異物が椎体内に永遠に留まり続ける一方、周囲の骨は時間とともに粗鬆化が進行していくことにな

るが、その功罪は未だ明らかではない。

CPCを用いたVPの初期シリーズでの術後椎体骨折の新規発生率は、術後1年間で67例(72椎体)中7例(7椎体)であり、隣接椎体に限ると5例(5椎体)であった^{38,40,49,50}。Lindsayらは、閉経後骨粗鬆症女性患者の椎体圧迫骨折発生後1年間の新規の椎体骨折発生率を19.2%と報告している⁶⁸が、CPC VPの初期シリーズでは10.4%であり、隣接椎体に限ると7.5%となり、PMMAを用いたVPやKPと比べ少ない結果であった。本シリーズでは平均年齢が80歳を超え、既存椎体骨折を多数有する骨脆弱性の高い症例が対象であったことが隣接椎体骨折発生率を25%にまで増加させたのではないかとと思われる^{46,69}。

椎体内注入材料としてのCPCの今後の課題としては、より早期に適切な強度まで硬化し、骨誘導能を付与して骨形成を促進するものへの改良などがあげられる。

CPC VPは全身麻酔を要し、術直後CPC硬化時間を確保しないとfragmentationする可能性があること、高齢者で骨脆弱性が高い場合はCPCであっても隣接椎体に骨折が生じやすいことなどの課題はある⁴⁶が、CPCの漏れがほとんど生じないきわめて安全性の高い方法であり、除痛効果ばかりでなく椎体の骨折変形の矯正も得られている。注入マテリアルの違いがどのような臨床成績の違いを生じさせるかについては、今後長期的に臨床知見を積み重ねて判断する必要がある。

おわりに

骨粗鬆症性椎体骨折に対するVPは、適切に選択された症例に安全で確実な手技にて行えばきわめて有効な最小侵襲手術である。手術適応や手技、椎体補強材の選択など、未だ確立されていない課題は多く、今後本邦の医療事情に即した独自の治療体系の構築が急務である。

文 献

- 1) Gold DT : The clinical impact of vertebral fractures ; quality of life in women with osteoporosis. *Bone* 18 : 185S-189S, 1996
- 2) Leidig-Bruckner G, Minne HW, Schlaich C et al : Clinical grading of spinal osteoporosis ; quality of life components and spinal deformity in women with chronic low back pain and women with vertebral osteoporosis. *J Bone Miner Res* 12 : 663-675, 1997
- 3) Leech JA, Dulberg C, Kellie S et al : Relationship of lung function to severity of osteoporosis in women. *Am Rev Respir Dis* 141 : 68-71, 1990
- 4) Gold DT : The nonskeletal consequences of osteoporotic fractures ; psychologic and social outcomes. *Rheum Dis Clin North Am* 27 : 255-262, 2001
- 5) Coelho R, Silva C, Maia A et al : Bone mineral density and depression ; a community study in women. *J Psychosom Res* 46 : 29-35, 1999
- 6) Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ et al : Population-based study of survival after osteoporotic fracture. *Am J Epidemiol* 137 : 1001-1005, 1993
- 7) Silverman SL : The clinical consequences of vertebral compression fracture. *Bone* 13 [Suppl 2] : 27-31, 1992
- 8) Hasegawa K, Homma T, Uchiyama S et al : Vertebral pseudarthrosis in osteoporotic spine. *Spine* 23 : 2201-2206, 1998
- 9) Kaneda K, Asano S, Hashimoto T et al : The treatment of osteoporotic-posttraumatic vertebral collapse using the Kaneda device and a bioactive ceramic vertebral prosthesis. *Spine* 17 : S295-S303, 1992
- 10) 伊東 学, 金田清志, 鏡 邦芳ほか : 脊椎圧迫骨折に対する前方法による脊柱再建. *リウマチ科* 29 : 363-370, 2003
- 11) 武政龍一, 谷 俊一, 北岡謙一ほか : 骨粗鬆症性椎体偽関節による遅発性脊髄・神経麻痺に対するリン酸カルシウム骨セメントを応用した脊柱再建術. *中四整外会誌* 16 : 115-121, 2004
- 12) Gangi A, Kastler BA, Weill A : Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy. *AJNR* 15 : 83-86, 1994
- 13) Jensen ME, Evance AJ, Mathis JM et al : Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures ; technical aspects. *AJNR* 18 : 1897-1904, 1997
- 14) Barr JD, Barr MS, Lemley TJ et al : Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 28 : 923-928, 2000
- 15) Galibert P, Deramond H, Rosat P et al : Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie* 33 : 166-168, 1987
- 16) Kaemmerlen P, Thiesse P, Bouvard H et al : Percutaneous vertebroplasty in the treatment of metastases ; technic and results. *J Radiol* 70 : 557-562, 1989
- 17) Kaemmerlen P, Thiesse P, Jonas P et al : Percutaneous injection of orthopedic cement in metastatic vertebral lesions. *N Engl J Med* 321 : 121, 1989
- 18) Cotten A, Dewatre F, Cortet B et al : Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma ; effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology* 200 : 525-530, 1996
- 19) Weil A, Chiras J, Simon JM et al : Spinal metastases ; indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *Radiology* 199 : 241-247, 1996
- 20) DeBusche-Depriester C, Deramond H, Fardellone P et al : Percutaneous vertebroplasty with acrylic cement in the treatment of osteoporotic vertebral crush fracture syndrome. *Neuroradiology* 33 : 49-52, 1991
- 21) Padovani B, Kasriel O, Brunner P et al : Pulmonary embolism caused by acrylic cement ; a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *AJNR* 20 : 375-377, 1999
- 22) Harrington KD : Major neurological complications following percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate ; a case report. *J Bone Joint Surg* 84-A : 1070-1073, 2001
- 23) Jang JS, Lee SH, Jung SK : Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty ; a report of three cases. *Spine* 27 : E416-E418, 2002
- 24) Lee BJ, Lee SR, Yoo TY : Paraplegia as a complication of percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate ; a case report. *Spine* 27 : E419-E422, 2002
- 25) Yoem JS, Kim WJ, Choy WS et al : Leakage of cement of percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression

高齢者の骨粗鬆症性椎体骨折に対するリン酸カルシウムセメントを用いた椎体形成術

武政 龍一*

はじめに

骨粗鬆症性椎体骨折は高齢者に好発し、QOLを著明に低下させる代表的疾患である^{3,10,11}。骨折の急性期における激しい腰背部痛ばかりでなく、脊柱の後弯変形に起因する身体運動機能障害や呼吸器、消化器障害、うつなどの精神障害など、さまざまな因子と関連し^{1,4,9}、生命予後をも低下させることが知られている²。椎体圧潰が生じても骨癒合が得られれば激しい痛みは軽減してくることが多いが、骨折後骨癒合不全、すなわち偽関節に至ると⁵、耐え難い腰背部痛が数カ月も持続することがある。中には偽関節部の不安定性、椎体後壁の脊柱管内突出、および高度の局所後弯の形成などにより遅発性に神経麻痺が生じて歩行に支障をきたすようになり、手術を余儀なくされる場合も少なくない⁷。われわれは主として椎体骨折後

骨癒合不全に陥った症例を対象として、リン酸カルシウムセメント⁶ (calcium phosphate cement; CPC) を用いた椎体形成術を開発し²¹、手技を改良しながら臨床応用を行ってきた^{12,13,17} (図1)。本稿では70歳以上を高齢者と定義し、われわれの施設における高齢者の手術選択と適応の考え方、治療上の留意点を解説し、70歳以上の高齢者と70歳未満の症例における治療成績の相違について述べる。

高齢者における手術選択と適応の考え方

われわれの施設における現在の手術適応は、腰背部痛による disability が高度な骨癒合不全椎体、すなわち、いわゆる椎体偽関節あるいは遷延治癒としている。それゆえこれまでの手術症例における発症から手術に至るまでの期間は、平均でも8カ月を越えているのが現状である。急性期の新鮮骨折に対しては、まず体幹ギプスや装具などの外固定を主とした保存療法を行うことを原則としているが、新鮮骨折であっても耐え難い痛みがあり、保存療法に抵抗して高度あるいは進行性に

Key words

骨粗鬆症性椎体骨折 (osteoporotic vertebral fractures)

椎体形成術 (vertebroplasty)

リン酸カルシウムセメント (calcium phosphate cement)

* Vertebroplasty using Calcium Phosphate Cement for Osteoporotic Vertebral Fractures in the Elderly

** 高知大学医学部整形外科 (〒783-8505 南国市岡豊町小蓮) / Ryuichi TAKEMASA : department of orthopaedic Surgery, Kochi Medical School, National University Corporation Kochi University

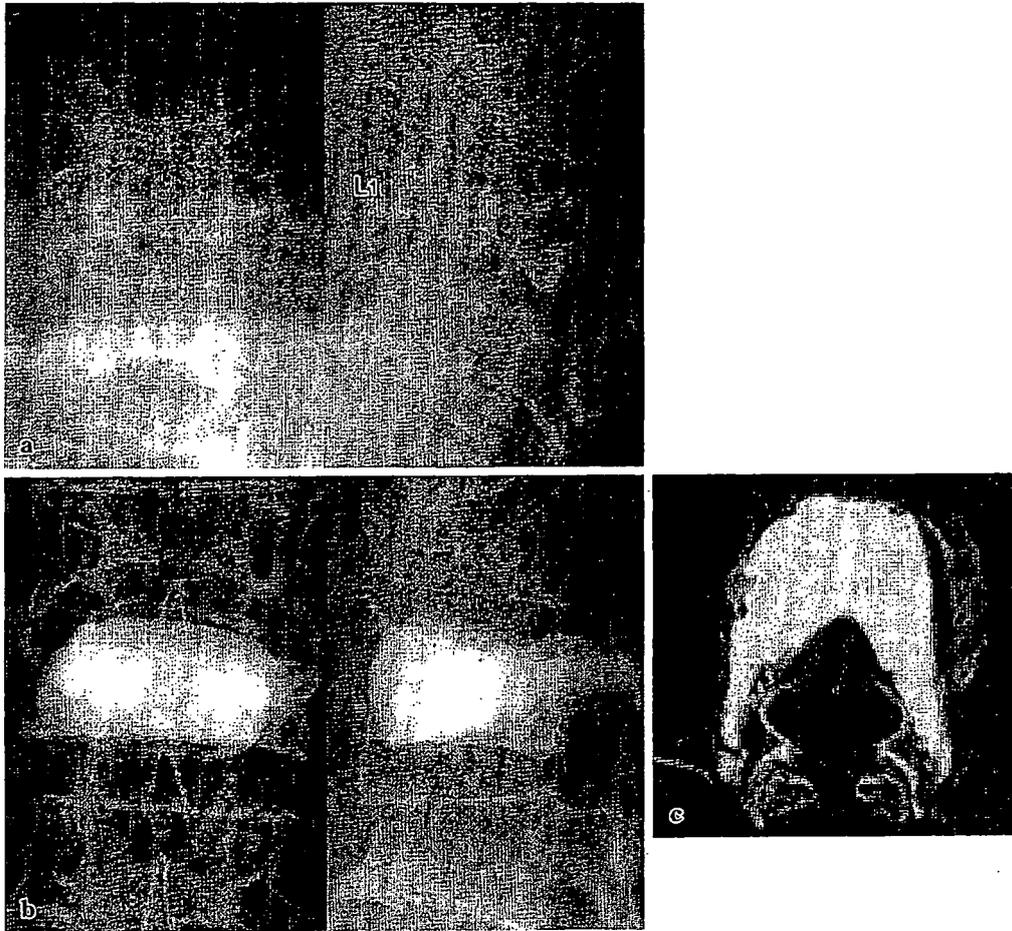


図1 72歳，女性：L1椎体偽関節に対するCPC椎体形成術

T12およびL1に圧潰椎体を認めるが，L1のみ椎体偽関節であったためL1に対してCPC椎体形成術を施行した。圧潰椎体はほぼ元の形にまで整復固定された。術後には腰背部痛は消失し，痛みなく歩行可能となった。

a：術前，b：術後6カ月，c：術後CT。

椎体圧潰を示すもの，偽関節発生のリスクが高いと判断されるものは，急性あるいは亜急性期においても椎体形成術の手術対象としてもよいと考えている。しかし現実には，大学病院という診療形態では，新鮮骨折例で前述した条件を満たす症例はほとんどないのが現状である。欧米では急性期の椎体圧迫骨折に対して即時的な除痛効果を期待してPMMA (polymethylmethacrylate) を用いた椎体形成術が行われる場合も多いが，重篤な合併症が発生する可能性を秘めた手技であるため，現在のところわれわれは急性期における手術症例の選択および適応には慎重さが必要と考えている¹²⁾。

われわれの手術術式は¹⁴⁾，主として椎体内壊死骨や癒痕肉芽組織を摘除するための椎体内搔爬処置が必要な椎体偽関節に対して開発された手技であるため，単なる経皮的セメント注入術とは異なり，両側2.5 cmほどの小切開を加える術式にて全例全身麻酔下に行ってきた。とはいえ本術式は，もとより高齢者を対象とした術式であるため，高齢だからといって適応から外れることはなく，これまでに90歳代の椎体偽関節症例4例に対しても，合併症なく安全に手術を施行できている。しかし現在の術式を局所麻酔で行うには，疼痛ならびに出血のコントロールが不良となることが予想されるため施行困難である。したがって手術時間

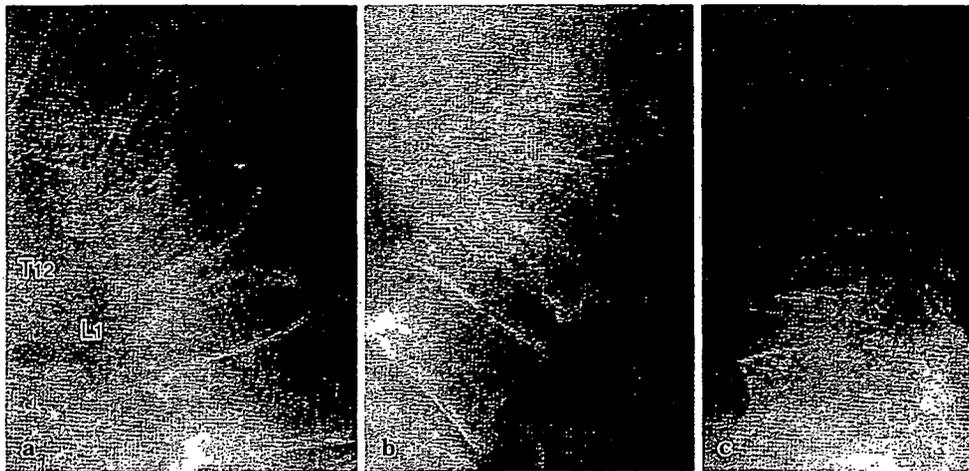


図2 骨癒合不全椎体の簡易診断法としての仰臥位側面像撮影の有用性

T12 および L1 に圧潰椎体を認めるが、立位での前後屈機能撮影では T12 および L1 椎体に形態変化を認めず、これだけでは陈旧性の椎体骨折と診断される場合がある。しかし仰臥位側面像をみると L1 にのみ vacuum cleft が観察され、椎体高が大きく変化することがわかる。MRI T2 強調像では L1 椎体内の vacuum 像に一致する部分に液体貯留を示唆する高輝度領域が観察され、L1 は偽関節であると確認できた。一方、T12 は輝度も正常であり陈旧性椎体骨折であった。

a : 立位前屈, b : 立位後屈, c : 仰臥位, d : MRI T2 強調矢状断像。



が1椎につき1~1.5時間、出血量は約30ml程度の腹臥位での全身麻酔手術に耐えられる全身状態であることが本法を施行するにあたっての要件となる。また、血液の抗凝固療法を行っている症例では一時的に中止して手術を行うことになる。

治療上の留意点

1 CPC 椎体形成術の対象となる椎体の選択法について

腰背部痛の原因として CPC 椎体形成術の対象となる椎体骨折後骨癒合不全椎体を診断するには、X線検査で椎体内 vacuum cleft を検出したり、MRI T1 強調像にて低輝度、T2 強調像で液体成分の貯留を示唆する高輝度変化を観察することなどが最も有効とされてきたが、椎体内 vacuum cleft の検出効率は、通常の状態での X 線機能撮影では十分高いとはいえず、また全例に

MRI を撮像するとなると費用対効果的には無駄が多いと言わざるをえない。

われわれは以前より初診時の X 線検査にて、仰臥位での側面像と、立位または座位での前屈位側面像を比較し、椎体骨癒合不全を疑っている椎体の椎体高の変化や椎体内クレフトの出現の有無を調べる方法を行ってきた^{8,15)}(図2)。椎体前縁高が後縁高に占める割合を椎体楔状率とし、撮影姿勢の異なる2つの X 線側面像を比較して5%以上の差を認める場合を椎体内不安定性ありと判断すると、椎体骨癒合不全状態を示唆する椎体内不安定性の陽性率は、通常の状態での前後屈側面像比較では37.8%の検出にとどまっていたのに対し、仰臥位での側面像と立位または座位での前屈位側面像との比較では97.3%の高い検出率が得られていた。同時に vacuum cleft の検出率も、立位または座位での後屈側面像では32.4%