

図5 【症例3】多発性椎体骨折後脊柱不安定性

75歳、女性。

a：術前X線側面像。

b：術前CT。

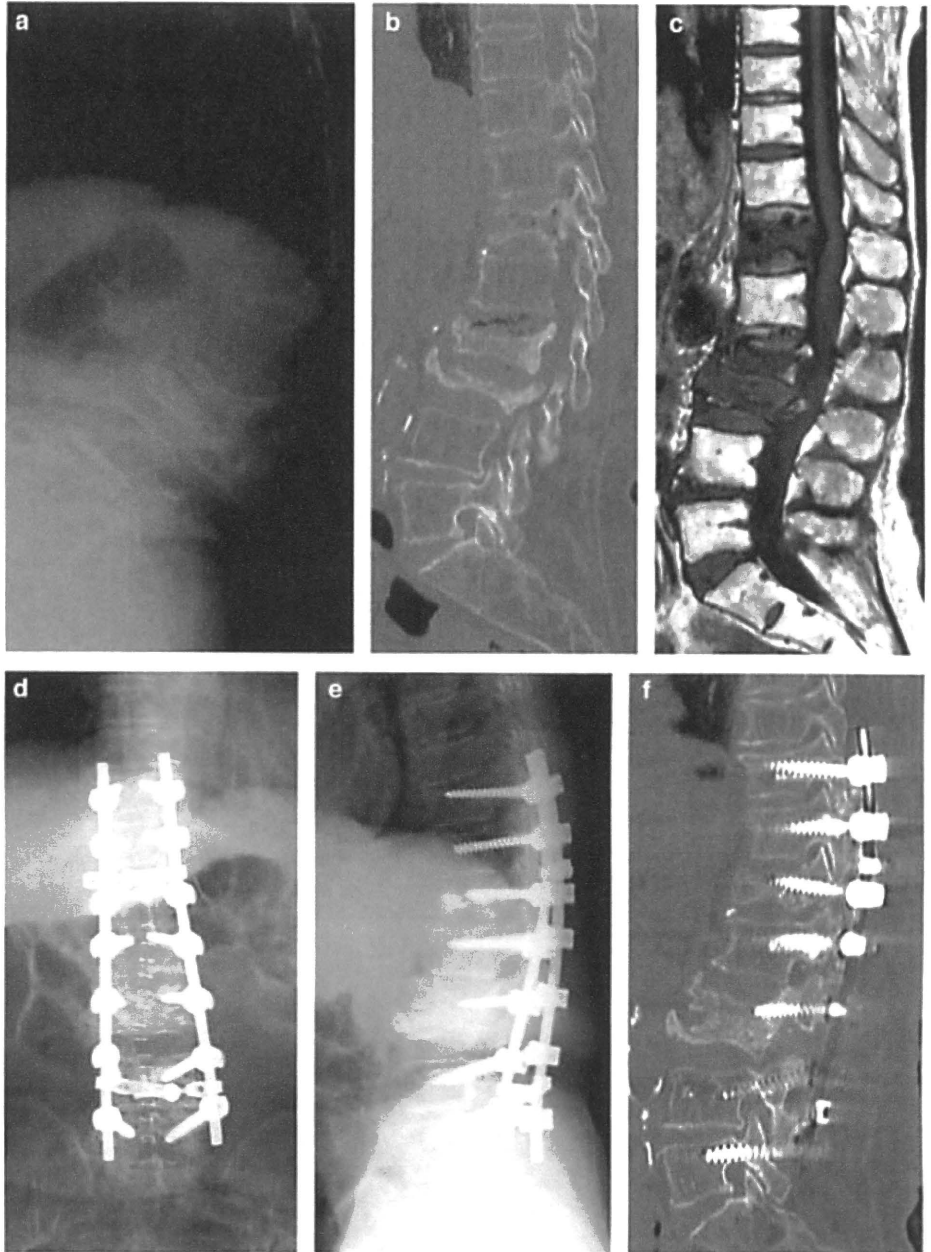
c：術前MRI。骨粗鬆性椎体骨折後(L2, L3)の後弯症、椎間不安定性による腰痛、根性疼痛を生じており、短縮骨切術を予定していたが予定手術3週間前に転倒して新たな椎体骨折を生じた(T12)。手術まで入院・臥床安静としていたところ認知症症状が出現した。

d：術後X線正面像。

e：術後X線側面像。

f：術後CT。

T10-L5までの後方固定術、L3でのpedicle subtraction osteotomy、T12椎体への椎体形成術を施行した。術後疼痛は軽快し坐位可能なレベルになったが、認知症症状が増悪しリハビリテーションに支障をきたした。



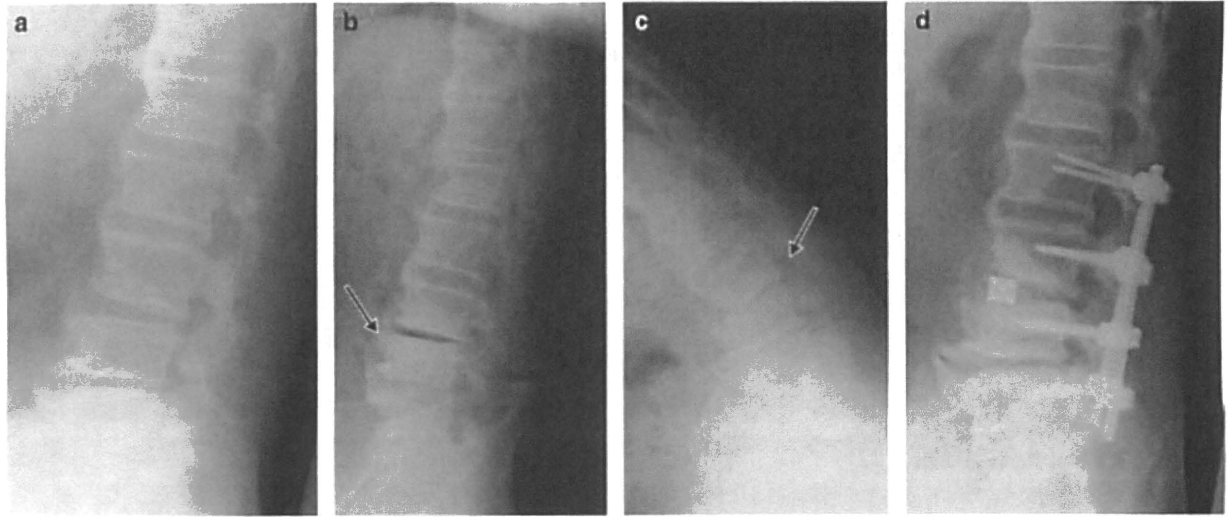
【症例4】

77歳、男性。74歳時にL3/4の後方除圧術(片側進入両側除圧)を施行。術後2年で除圧椎間の椎間板ヘルニアを生じ、保存的に経過をみていたところ一時症状が軽快した。しかし、術後3年で症状が再燃し、疼痛のため仰臥位安静を保つことも困難となった。精査の結果、除圧椎間での脊柱不安定性が問題であることが判明した(図6a~c)。DISHを伴う後方すべりが原因と考え、椎体間固定術を施行した。不安定椎間への応力集中を防ぐため上下2椎体に及ぶ後方固定を行った(図6d)。術後1年で骨癒合が得られ、疼痛は消失した。

図6 【症例4】DISHを伴うL3/4椎間不安定症

77歳、男性。

a：初回術前X線側面像。**b**：再手術術前X線側面像(立位中間位)。**c**：再手術術前X線側面像(立位前屈位)。L3/4以外の椎間ではDISHにより椎体の不撓性を生じていた。L3/4椎間の後方除圧を施行したが、除圧術後3年でL3/4椎間の変性が進行し、椎間板は消失。前屈位ではL3の後方すべりを呈している(矢印)。症状は典型的な間欠跛行ではなく、仰臥位の際の腰下肢痛が著明であった。**d**：術後X線側面像。L3/4への応力集中を考慮し、L3/4の椎体間固定とL2-L5のペディクルスクリューによる固定を施行した。術後1年で骨癒合が得られ症状は消失した。



当科における高齢者腰椎疾患患者の現状

都市部では交通の便もよく、生活必需品も身近で入手できることが多い。しかし、駐車スペースの関係から、車での外出は地方部に比べて少ないことが予想され、近くの駅や商店に行くのに5~10分程度の距離を頻繁に歩く必要がでてくる。高齢者ではこの距離を歩けなくなった場合に病院を受診すると推察されるため、病院受診時には症状が強く、すでに変性が高度に進行していることが多い。近隣にはいわゆる大病院も多く存在しており、また子息などのインターネットからの情報収集の影響もあり、内視鏡手術や椎体形成術などの低侵襲手術を希望して当科を受診する患者も増加傾向にある。しかし、実際にはそれら低侵襲手術手技の適応がなく、固定術など侵襲の大きい方法を選択しなければならないことも多い。

独居、または高齢者夫婦のみで生活している場合も多く、日常生活が送れないほどのADL障害がある場合には高齢だからといって治療をあきらめるわけにはいかず、手術療法にも積極的な姿勢をみせることがある。ただし、患者本人が手術療法を強く望んでいても、病状を把握していない家族が反対することも多く、術後の世話をを行う患者家族の同意を先んじて得なければいけない。

手術自体には問題がなくても術後せん妄の発生や、隣接椎骨折、院内での転倒による骨折などが発生することがあり、既知の合併症だけでなく食欲不振や体調不良などを含めた予期せぬ合併症などについても十分に説明しておかなければならない。

おわりに

わが国の少子高齢化は諸外国に類をみない速い速度で進んでいる。高齢者に対する医療は単純に疾病の治療だけに留まらない。入院期間の短縮や医療費抑制が叫ばれるなかで、術後リハビリや社会・家庭への復帰、介護、医療経済的問題など医療だけでなく、社会全体として解決しなければいけない問題が山積している。現在の人口動態の推移から考えて、団塊の世代が高齢者域に入るまでもう10年もないのである。

現在までにさまざまな医療・治療体系が諸外国から導入されてきた。しかし、高齢社会はわが国で最も速く進んでおり、他国での治療法、成果をそのまま参考にすることはできない。高齢者、超高齢者の脊椎手術は今後世界が注目する新しい分野といえることができる。

文献

- 1) Weinfeld RM, Olson PN, Maki DD, et al : The prevalence of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH) in two large American Midwest metropolitan hospital populations. *Skeletal Radiol*, 26 : 222-225, 1997.
- 2) Westerveld LA, van Ufford HM, Verlaan JJ, et al : The prevalence of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis in an outpatient population in the Netherlands. *J Rheumatol*, 35(8) : 1635-1638, 2008.
- 3) Terai H, Suzuki A, Tsujio T, et al : A Clinical prospective study on the operative invasion for lumbar spinal canal stenosis : A comparison between microendoscopic and microscopic posterior decompression. *日本脊椎脊髄病学会雑誌*, 19 : 609-612, 2008.
- 4) 長谷川和宏, 本間隆夫, 渡辺 慶 : 高齢者側弯症の外科的治療. *脊椎脊髄*, 20(5) : 535-545, 2007.
- 5) Hoshino M, Nakamura H, Konishi S, et al : Endoscopic vertebroplasty for the treatment of chronic vertebral compression fracture. Technical note. *J Neurosurg Spine*, 5(5) : 461-467, 2006.
- 6) 佐野茂夫 : 高齢者の脊椎instrumentation : 手術侵襲の安全域を示すsliding scaleと骨粗鬆対策について. *脊椎脊髄*, 20(5) : 461-470, 2007.



骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対する低侵襲手術*

戸川大輔**

[整形外科 61 巻 11 号 : 1231~1238, 2010]

はじめに

人口の高齢化に伴い、高齢者に対する整形外科診療に変化がみられる。以前よりも活動性の高い高齢者が増え、日常生活動作 (ADL) を維持するための治療や、生活の質 (QOL) を高める医療に対するニーズも高まっている。高齢者に多い骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折は従来、保存的治療で十分に対処できる病態として認識されてきた。しかし最近、この骨折後に発生する偽関節や椎体圧潰の治療機会も増加傾向にあり、脊椎圧迫骨折に対する最善の保存的治療やその期間に対して改めて検討する必要性を唱える意見が多い。特に胸腰椎移行部の圧迫骨折が偽関節や椎体圧潰に陥ると、脊髄や馬尾、神経根障害 (下肢痛、下肢麻痺、膀胱直腸障害) をきたし、高齢者であるにもかかわらず侵襲の大きな脊椎除圧再建術が必要となる。

現在この骨折の偽関節に対する治療、椎体圧潰への進行予防についての対策が検討されており、骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対する低侵襲手術に注目が集まっている。本稿では、骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折の頻度や保存的治療の問題点、手術的治療、特に低侵襲手術としての経皮的椎体形成術について文献的考察を加えて記載する。

■ 背 景

1. 高齢社会

世界は今までに経験のない超高齢社会を迎えている。

本邦でも 2006 年の「高齢社会白書」によると、2005 年 10 月の時点で 65 歳以上の高齢者人口が 2,560 万人となり、65 歳以上の総人口比率である高齢化率は 20.0% に達した¹⁾。国立社会保障・人口問題研究所の発表によると、2010 年における日本の高齢化率は 22.57% である。このまま同様の傾向が継続した場合、2050 年には日本の高齢化率は 37.84% になると推測されており、わが国は世界でもっとも迅速に超高齢社会と向き合わなくてはならない状況にある。

2. 骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折

人口の高齢化に伴い、骨粗鬆症の患者が年々増加している。本邦におけるその数は 1,100 万人と推測され²⁾、骨粗鬆症による脆弱性骨折としてもっとも頻度が高い骨粗鬆症性脊椎骨折の診療体制が大きな問題となっている。その椎体骨折頻度は 60 歳代で女性 14%、男性 5.1%、70 歳代で女性 22.2%、男性 10.8% と報告されており³⁾、骨折後の高齢者の QOL の維持と向上についての医学的な対応は急務である。

3. 運動器不安定症と運動器症候群 (ロコモティブシンドローム)

高齢化により長期間運動器を使い続けることによる障害への対策として、日本整形外科学会は新たな疾患概念を提唱した。バランス能力および移動歩行能力の低下が生じ、閉じこもり、転倒リスクが高まった状態を「運動

Key words : osteoporosis, vertebral compression fracture, percutaneous vertebroplasty, balloon kyphoplasty

* Minimally invasive surgery for primary osteoporotic vertebral compression fractures

** D. Togawa (せほね骨折センター長) : 函館中央病院脊椎センター・せほね骨折センター (☎ 040-8585 函館市本町 33-2 : Spine Center & Center for Spinal Fractures, Hakodate Central General Hospital, Hakodate).

表 1. 骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折後の偽関節移行率

報告者(年)	雑誌	偽関節率(%)
Kimら ¹²⁾ (2004)	J Neurosurg Spine	10.6
中村ら ⁹⁾ (2009)	脊椎脊髄ジャーナル	12.7
種市ら ⁷⁾ (2002)	臨床整形外科	13.9
福田ら ⁸⁾ (2006)	別冊整形外科	18.3
Wuら ¹¹⁾ (2006)	J Clinical Neuroscience	34.8

器不安定症⁴⁾。また運動器の障害による要介護の状態や要介護リスクの高い状態を運動器症候群(ロコモティブシンドローム)と呼ぶ⁵⁾。脊椎圧迫骨折による活動性の低下は、これら二つの新たな概念における頻度の高い原因の一つである。

2 骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対する診療の問題点

1. 骨折診断

骨粗鬆症性圧迫骨折は、病歴や臨床的な所見から疑われ、まず単純 X 線像で椎体の変形、椎体壁や終板の破壊像を読み取ることで行われるが、軽微なものを見逃す場合や、高度の肥満や重度の骨粗鬆症、変性側弯症などにより単純 X 線像のみでは骨折が診断できない場合も少なからずある。身体所見の特徴としては体動時痛が特徴であり、安静時痛がなく起き上がりや寝返りなどで疼痛を訴える場合も多い。骨粗鬆症をベースとした脆弱性骨折は、転倒、尻もちなど明らかな外傷がなくても発生するため、受傷起点がなくとも、高齢者の腰背部痛をみたら必ず椎体骨折を念頭において診療を行う必要がある。単純 X 線像で判断がつかない場合には MRI で、ベースメーカーや閉所恐怖症などがある場合は CT と骨シンチグラムを組み合わせて診断する。中野は MRI における新鮮椎体骨折診断の感度、特異度がそれぞれ 99.0%、98.7%であったとし、MRI がもっとも信頼できる診断法であると報告している⁶⁾。T2 強調画像は骨折からの時期により多様な像を呈するので、T1 強調画像で低信号、STIR 像で高信号を呈する椎体を新鮮骨折と診断する。

2. 保存的治療の課題

現在、圧迫骨折の治療はまず保存的治療が行われる。骨折が治癒し、疼痛が緩和され、骨折前の ADL を獲得することが治療目標であり、骨折の原因となった病態自体の薬物治療(骨粗鬆症、時に骨軟化症や椎体腫瘍)も重要である。多くの圧迫骨折がこの保存的治療によって

骨癒合を得るが、偽関節へと移行する率も 10~20% と少なからず発生する(表 1)⁷⁻¹²⁾。この偽関節は体動時痛が主な症状であるため、安静にしている高齢者が症状を訴えずに、偽関節のまま活動性が低下していく場合もある。この偽関節を放置すると椎体圧潰へと進行し、圧潰した椎体後壁が脊柱管へ突出すると脊髄障害や神経根障害をきたす可能性が高い。また、骨折が治癒しても楔状化が強いとその椎体を中心として局所後弯となり、やがては脊柱後弯変形が進行すると慢性腰背部痛をきたす原因となるばかりでなく、逆流性食道炎や食欲低下、肺活量の低下や、生命予後の短縮につながるなどのデータも報告されている¹³⁻¹⁵⁾。

つまり骨粗鬆症性圧迫骨折の保存的治療における課題は、① 早期に正しく診断すること、② できる限り変形を最小限にとどめつつ骨癒合を得ること、さらには③ 偽関節を正しく診断し、放置せず、椎体圧潰による神経障害を予防するための治療を行うことである。

3. 偽関節の診断

立位や坐位の単純 X 線像では時に診断が困難であるが、偽関節は仰臥位の X 線像(正面像、側面像)や CT で椎体内 cleft を観察することで診断できる。一度椎体内に cleft が形成されると骨折治癒は困難で、骨癒合するとしても相当の期間が必要である。

当院脊椎センターにおける骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折のクリニカルパスは早期離床を目的とし、装具療法、骨粗鬆症治療薬を用いながら、積極的に疼痛緩和とリハビリテーションを行っている¹⁶⁾。これらのうち、画像による偽関節率と QOL 障害を前向きに検討した 57 例 69 骨折の検討では、明らかな受傷起点、または疼痛発生から 12 週間経過した時点で、仰臥位単純 X 線像で椎体内 cleft があり、動態 X 線像で 3° 以上の動きがある偽関節率が 14.5% (10/69 骨折)。visual analog scale (VAS) 5 点以上、かつ日本語版 EuroQOL (EQ-5D) の効用値(0:考えられうる最悪の状態~1:完全な健康状態)が 0.6 未満の QOL 障害例が 57 例中 4 例(7.0%)存在した。この 4 例は椎体圧潰に進行していないが、偽関節で椎体楔状化が強く、神経脱臼症状を呈してはいないが腰背部痛の強い症例であった。これら 12 週間(約 3 ヶ月間)の装具療法後に偽関節となり QOL 障害がある 7.0% には、この時点で低侵襲手術などの治療オプションが有効と考えている。さらに偽関節ではあるが 12 週後に QOL 障害がない症例も、経過観察中に椎体圧潰に

進行する可能性が高く注意を要する。

4. 手術適応

骨折治療の原則は、解剖学的整復位の獲得と十分な固定である。脊椎圧迫骨折以外の骨粗鬆症性脆弱骨折（大腿骨近位部骨折、橈骨遠位端骨折など）は、その原則に則って治療されている。しかし骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折は椎体が楔状化し潰れながら骨癒合を得たり、脊柱が後弯してもいたしかたないと考えられ、おおむね神経脱落所見のある症例に限って、侵襲の大きな除圧再建術や、後弯を改善する骨切り術が行われてきた背景がある。つまり、今までは偽関節や後弯変形による疼痛が理由で高齢者に手術を施行するのは多くの症例で避けられ、保存的治療を延長する傾向が強かった。近年は神経脱落所見がなくとも腰背部痛が強い圧迫骨折偽関節例に対して、低侵襲な椎体形成術が施行されるようになってきている。

5. 低侵襲手術とは

手術器械の発展と手術手技の向上は、患者や医師に多くの恩恵を与える。特に近年は、短期間の入院という社会のニーズに応えるため、できる限り小さい侵襲で目的を達成する多種類の低侵襲手術方法が開発された。しかし手術的治療には目的があるので、手術侵襲を小さくすることだけに目を向けてはならない。良好な成績が得られる既存の手術方法と同等の目的が達成できるか、または侵襲を少なくすることによる利点が非常に大きいことが理由で行われるのが理想的な低侵襲手術といえる。

その中で経皮的椎体形成術を取り上げて記述する。

■ 骨粗鬆症性脊椎骨折に対する経皮的椎体形成術

〔経皮的椎体形成術（PVP）〕

PVPはフランスの放射線科医らが開発した方法で、最初は軸椎腫瘍（血管腫）に適応された¹⁷⁾。この方法が米国で広まると、徐々に骨粗鬆症性圧迫骨折の治療へと適応が拡大され^{18,19)}。日本でも同様の適応により、主に放射線科医や脳神経外科医によって行われるようになった²⁰⁻²²⁾。この低侵襲手術は皮膚に小切開をおき、経椎弓根的、または椎弓根の外側から骨折椎体に針を挿入し、椎体内に生体材料を注入または充填して行われる。一方、整形外科医による椎体形成術は、偽関節椎体内の線維組織を搔爬し、リン酸カルシウム骨セメント（CPC）やハイドロキシアパタイト（HA）ブロックなど骨伝導

表 2. 本邦の脊椎圧迫骨折治療体系

骨折のみ	圧迫骨折治療の状態	
	偽関節 楔状化の進行	椎体圧潰
疼痛のみ	疼痛残存 脊柱後弯	神経脱落症状
保存的治療	椎体形成術 (CPC, HA) 経皮的椎体形成術 (PMMA)	脊椎除圧再建術

能をもつマテリアルを充填する方法が好まれ、施行されてきた²³⁻²⁶⁾。本邦での椎体形成術は複数の診療科により行われているため、特に保存的治療との境界に対する考え方に不一致をみる傾向がある（表2）。

1) 本邦における PVP

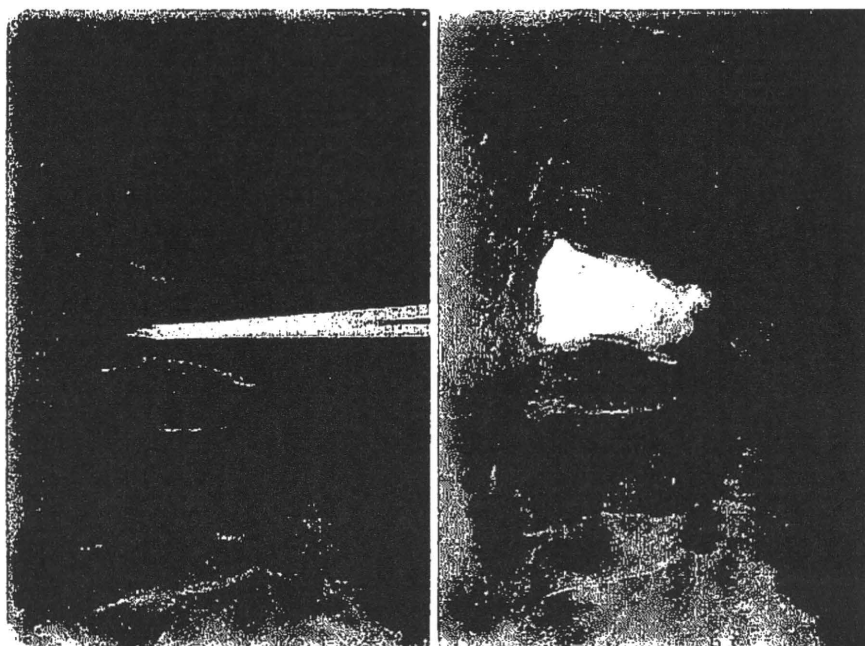
本邦における PVP は放射線科医、脳神経外科医を中心に脊椎腫瘍、骨粗鬆症性圧迫骨折に対して生体材料〔主に polymethylmethacrylate (PMMA)〕を注入する治療法として広まった。この方法は、以前は高度先進医療、そして最近では先進医療という名のもとで行われてきたが、現在は脊椎腫瘍に対する PVP のみが、先進医療として申請を行っている 36 施設のみに許可されている²⁷⁾。良好な疼痛緩和、QOL の改善を認める報告が多いが^{28,29)}、特に骨粗鬆症性圧迫骨折例については、後述の『New England Journal of Medicine』に掲載された 2 論文^{30,31)}の影響を受けて欧米同様、手術適応範囲が再検討されている（図1）。

2) CPC を用いた椎体形成術

α -tricalcium phosphate (α -TCP) を主体とする粉体と溶解液からなる CPC は、骨伝導能 (osteoconductivity) をもつマテリアルである。練和するとペースト状になり、注射器による注入が可能で bioactive なセメントで、水和反応にて HA に組成を変化させながら自己硬化する。このマテリアルを用いた本邦の椎体形成術の報告は多い³²⁻³⁵⁾。骨伝導能を十分に発揮するため、骨折椎体内の線維組織を十分にデブリドマンし、血液と CPC が混ざらないよう椎体内の出血を抑える工夫をしながら粘稠性を高めた CPC を充填するのが良好な成績のためのキーポイントである（図2）。

3) HA ブロックを用いた椎体形成術

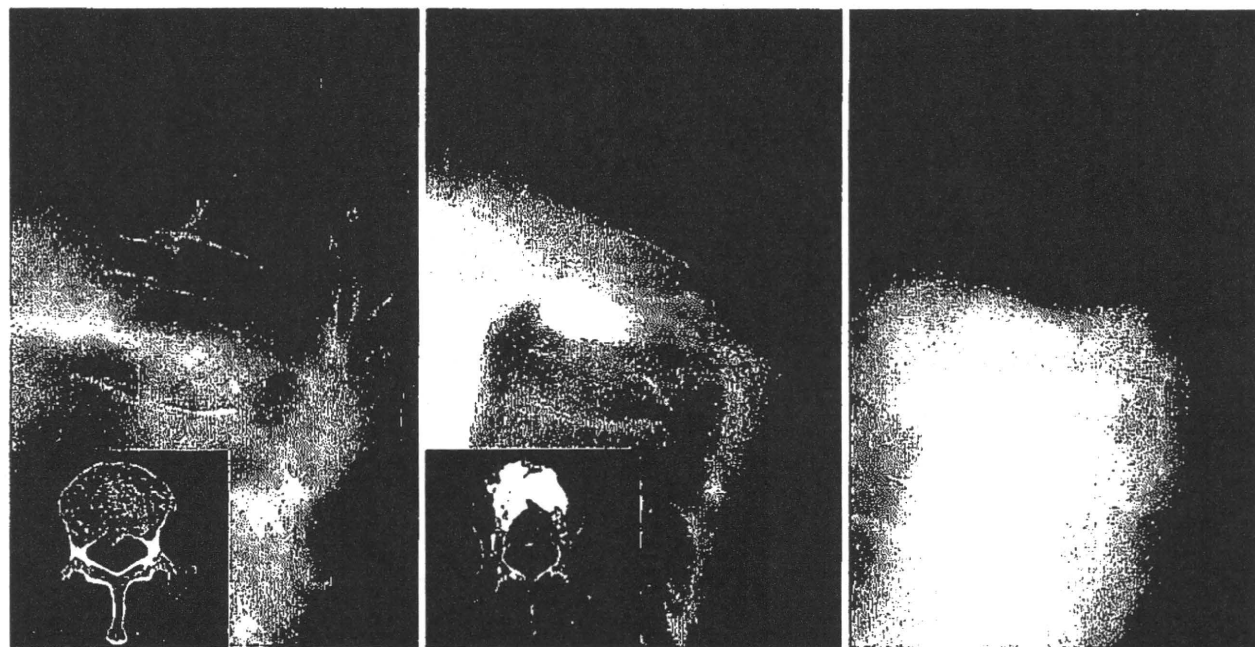
HA ブロックとは気孔率 30% の HA 顆粒を 1 辺 5 mm の直方体様に加工したもので、このブロックを骨折椎体の整復と整復位の保持を目的に充填して骨粗鬆症性圧迫



a. 術中

b. 術後

図 1. 80 歳代、女。経皮的椎体形成術 (PVP). L3 の骨粗鬆症性圧迫骨折に対して PMMA を用いた PVP を施行し、腰痛は VAS で 8 点から 2 点に改善した (九大臨床放射線科学・樋渡昭雄先生からのご好意による)。



a. 術前

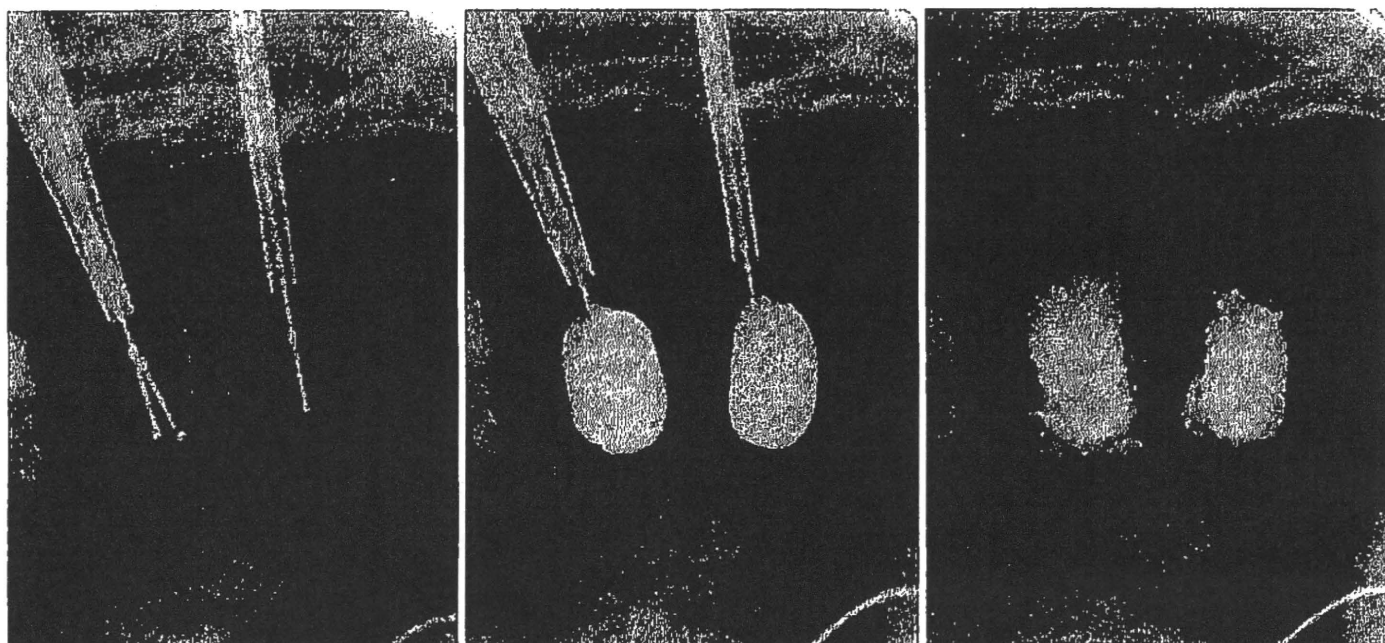
b. 術後 1 週

c. 術後 3 か月

図 2. リン酸カルシウム骨セメント (CPC) を用いた椎体形成術 (富山大・中野正人先生からのご好意による)。

骨折の治療を行う方法もある。このブロックは固形であるため、ペースト状の材料のように血中に移行し、肺塞栓や脊柱管漏出の危険性が少ない。松崎、星野

らはこの HA ブロックを用いた椎体形成術の良好な成績を報告している^{36,37)}。Alligator mouth 例、関節リウマチや透析例、椎体壁欠損がある場合や、後壁損傷例など



a. Balloon 拡張前

b. Balloon 拡張後

c. PMMA 充填後

図 4. 82 歳. 女. Balloon kyphoplasty (BKP). Th10 の BKP 後の Th11, Th12 圧迫骨折に対して BKP を施行した (米国・オハイオ州 クリーブランドクリニックでの Lieberman 先生の症例).

表 3. [New England Journal of Medicine] の 2 論文

筆頭著者	Buchbinder ³⁰⁾	Kallmes ³¹⁾
研究施設	オーストラリア 4 施設	米国 5 施設. 英国 5 施設. オーストラリア 1 施設
enrollment	2004 年 4 月~2008 年 10 月	2004 年 6 月~2008 年 8 月
適格者数 (例)	468	1, 813
最終参加者 (例)	78	131 (当初 250 目標)
PVP vs 対照 (例)	38 vs 40	68 vs 63
primary endpoint	pain (3カ月)	RDQ*, pain (1カ月)
結論	PVP 群に有意な改善なし	PVP 群に有意な改善なし (ただし baseline から 30% 以上の改善は PVP 群に多 かった. $p=0.06$)
crossover	なし	1カ月後に許可 PVP→対照 12% (3カ月) 対照→PVP 43% (3カ月)

*RDQ : Roland-Morris Disability Questionnaire

る. 骨折により椎体壁の欠損があるような椎体に椎体形成術を施行することや, スペースのない場所に圧力をかけてマテリアルを注入すれば, この合併症は避けられない. マテリアルを注入, 充填する前に造影剤で母床の状態を確認したり, 両側からアプローチをして椎体内から圧力が逃げられるようにする工夫も必要である.

第三の問題点は続発性骨折, または治療椎体の骨折, 圧潰である. マテリアルや術式によるこれらの発生率の

相違についての検討はまだまだ十分ではない. 骨折椎体の治療のみに目を奪われず, 骨折の原因となった全身疾患の管理 (骨粗鬆症の治療) も重要である. またどの手術手技であっても治療椎体が再骨折, 圧潰した場合, 脊柱前方からのアプローチによる脊柱再建術が必要となる可能性もあり, そのような高度な脊椎手術の技術がある施設との連携も不可欠である.

さらにこれら低侵襲手術は X 線透視下で行われる手

技であり、患者や術者、看護師の被曝の問題も重要な課題である。それぞれの術式に特徴があり、互いに優れた点や欠点を持ち合わせている。今後これらの手術成績の長期経過観察により、各患者に合った最良の方法が選択されるように検討する必要がある。

■ [New England Journal of Medicine] に掲載された椎体形成術に関する論文 (2 報告)

2009 年 8 月に PVP に関する二つの論文が [New England Journal of Medicine] (NEJM) に掲載された^{30,31)}。二つの研究ともに多施設で施行した randomized controlled study (レベル 1) で、PVP が対照群 (sham procedure) と比較して十分な治療効果を認めないという結論であった (表 3)。これら二つの論文は PVP を施行してきた多くの医師に強いインパクトを与えるものであり、この手術の治療意義を熟考する必要がある。

これら二つの論文はともに放射線科医を中心とした研究であり、骨粗鬆症性圧迫骨折で、疼痛発生から 1 年以内の症例が対象である。症例研究への取り込みの問題 [除外例が 390/468 例 (83%)³⁰⁾、1,682/1,813 例 (93%)³¹⁾ と多いことによる研究プロトコルに対する批判]、参加拒否が多かったこと (30%³⁰⁾、17%³¹⁾、最終的に対象となった症例数が少ないこと [71 例 (PVP 35 例 vs プラセボ 36 例)³⁰⁾、131 例 (PVP 68 例 vs プラセボ 63 例)³¹⁾]、骨折の状態に対する詳細な記載がないことなど、これらの論文に対する批判もある。しかし evidence based medicine の見地から、これらレベル 1 のよくデザインされた研究の結果を無視することはできない。今後は PVP を必要とする患者の状態、もっとも有効な骨折の状態や時期、この術式が椎体圧潰による神経脱落症状を予防するための方法となりうるか否かなどについての検討が必要である。

おわりに

骨粗鬆症性椎体圧迫骨折の発生率は今後ますます高くなると予測される。活動的な高齢者の治療ニーズに応えるためにも、圧迫骨折の保存的治療、低侵襲手術、神経除圧・脊柱再建術と、この骨折がどのような状態になっても的確な診断と全身状態に合わせた治療ができる体制を整える必要がある。特に圧迫骨折の保存的治療と脊柱除圧再建術の狭間を埋める治療として、高齢者に有効な低侵襲手術の診療体制確立は今後の大きな課題である。


本稿の執筆に際し画像の提供をいただいた、九州大学臨床放射線科学・樋渡昭雄先生、富山大学整形外科・中野正人先生、鬼田第三病院東京脊椎脊髄病センター・尾野雅洋先生に深謝する。

文 献

- 1) 内閣府：平成 18 年度版高齢社会白書。〈<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2006/zenbun/18index.html>〉 [Accessed 25 August 2010]
- 2) 山本逸雄：骨粗鬆症人口の推定—骨粗鬆症の治療に関するガイドラインより—日本骨代謝学会診断基準における成績を基準とした推定。Osteoporos Jpn 7: 10-11, 1999
- 3) Yoshimura N, Kinoshita H, Oka H et al: Cumulative incidence and changes in prevalence of vertebral fractures in a rural Japanese community: a 10-year follow-up of the Miyama cohort. Arch Osteoporos 1: 43-49, 2006
- 4) 日本運動器リハビリテーション学会：運動器不安定症に関する見解。〈<http://www.jsmr.org/contents/fuanteishow.html>〉 [Accessed 25 August 2010]
- 5) 日本整形外科学会：新概念「ロコモティブシンドローム (運動器症候群)」。〈<http://www.joa.or.jp/jp/public/locomo/2006>〉 [Accessed 25 August 2010]
- 6) 中野哲雄：骨粗鬆症性脊椎骨折の診断と自然経過。脊椎脊髄 22: 231-239, 2009
- 7) 種市 洋, 金田清志, 小熊忠教ほか：骨粗鬆症性椎体圧潰 (偽関節) 発生のリスクファクター解析。臨整外 37: 437-442, 2002
- 8) 福田文雄, 大塚弘剛, 益本真太郎ほか：治療開始時期の違いによる骨粗鬆症性椎体骨折の予後—疼痛・椎体変形・偽関節の推移。別冊整形外科 50: 117-119, 2006
- 9) 中村博亮, 辻尾唯雄, 寺井秀富ほか：骨粗鬆症性椎体骨折偽関節発生の予測因子。脊椎脊髄 22: 240-246, 2009
- 10) 戸川大輔, 金山雅弘, 大羽文博ほか：原発性骨粗鬆症性圧迫骨折に対する保存治療過程での骨折治癒状態と EuroQOL (EQ-5D) 効用値。J Spine Research 1: 1001, 2010
- 11) Wu CT, Lee SC, Lee ST et al: Classification of symptomatic osteoporotic compression fractures of the thoracic and lumbar spine. J Clin Neurosci 13: 31-38, 2006
- 12) Kim DY, Lee SH, Jang JS et al: Intravertebral vacuum phenomenon in osteoporotic compression fracture: report of 67 cases with quantitative evaluation of intravertebral instability. J Neurosurg 100 [1 Suppl Spine]: 24-31, 2004
- 13) Kado DM, Lui LY, Ensrud KE et al: Hyperkyphosis predicts mortality independent of vertebral osteoporosis in older women. Ann Intern Med 150: 681-687, 2009
- 14) 本郷道夫, 庄司知隆：GERD の定義と疫学。BIO Clinica 21: 770-774, 2006
- 15) 佐久間真由美, 遠藤直人：QOL—脊柱変形 (亀背, 円背) の QOL と内科的合併症。日臨 65 [増刊 9]: 561-564, 2007
- 16) 戸川大輔, 金山雅弘, 重信恵一ほか：骨粗鬆症性椎体骨折の保存療法—骨粗鬆症性圧迫骨折の保存治療過程における骨折治癒と EuroQOL (EQ-5D) 効用値の相関性。日整会誌 84: S30, 2010
- 17) 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
- 18) Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM et al : Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures : technical aspects. AJNR 18 : 1897-1904, 1997
 - 19) Mathis JM, Barr JD, Belkoff SM et al : Percutaneous vertebroplasty : a developing standard of care for vertebral compression fractures. AJNR 22 : 373-381, 2001
 - 20) 田中法瑞, 安陪等思, 内山雄介ほか : DSA・透視を用いた経皮的椎体形成術. IVR 19 : 365-370, 2004
 - 21) 谷川 昇, 米虫 敦, 狩谷秀治ほか : 骨粗鬆症による椎体圧迫骨折に対する経皮的椎体形成術. Radiology Frontier 8 : 150-151, 2005
 - 22) 川西昌浩, 伊藤 裕, 森元 聡ほか : 圧迫骨折に対する経皮的椎体形成術—合併症回避の工夫を中心に. 脳外速報 15 : 283-289, 2005
 - 23) 南里泰弘, 林 博志, 寺崎 慎ほか : 骨補填材料を用いた骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折手術 (内視鏡下椎体形成術) の現状と課題. 脊椎脊髄 23 : 45-52, 2010
 - 24) 中野正人, 野上重治 : 脊椎手術への骨ペーストの応用—骨粗鬆症例に対する脊椎手術手技. 日最小侵襲整外会誌 9 : 2-4, 2009
 - 25) 松木健一, 立川裕一郎, 徳橋泰明ほか : 骨粗鬆症性椎体骨折に対するハイドロキシアパタイトブロックを用いた椎体形成術の検討. 整形外科 61 : 501-506, 2010
 - 26) 武政龍一 : 骨セメント材料による骨粗鬆症性脊椎骨折の最小侵襲手術の現状と課題. バイオマテリアル 24 : 413-422, 2006
 - 27) 厚生労働省 : 先進医療を実施している医療機関の一覧. <<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/isei/sensiniryu/kikan02.html>> [Accessed 25 August 2010]
 - 28) 徳永浩司, 伊達 勲 : Vertebroplasty の適応と成績. 脊椎脊髄 22 : 254-259, 2009
 - 29) Komemushi A, Tanigawa N, Kariya S et al : Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fracture : multivariate study of predictors of new vertebral body fracture. Cardiovasc Intervent Radiol 29 : 580-585, 2006
 - 30) Buchbinder R, Osborne RH, Ebeling PR et al : A randomized trial of vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral fractures. N Engl J Med 361 : 557-568, 2009
 - 31) Kallmes DF, Comstock BA, Heagerty PJ et al : A randomized trial of vertebroplasty for osteoporotic spinal fractures. N Engl J Med 361 : 569-579, 2009
 - 32) 星野雅俊, 中村博亮, 高岡邦夫 : 骨粗鬆症性椎体骨折に対する内視鏡とバルーンを用いた椎体形成術. 新 OS NOW 27 : 84-90, 2005
 - 33) 中野正人 : 脊椎手術への骨ペーストの応用—骨粗鬆症例を中心に. 日最小侵襲整外会誌 9 : 47, 2009
 - 34) 武政龍一, 谷 俊一, 喜安克仁ほか : 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椎体形成術—背筋温存小切開術式への移行. 中部整災誌 49 : 971-972, 2006
 - 35) 南里泰弘, 林 博志, 寺崎 慎ほか : 骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対する内視鏡的経皮椎弓根の椎体形成術—リン酸カルシウム骨ペースト (CPC) を用いた内視鏡的経皮的椎体形成術. 日最小侵襲整外会誌 9 : 47, 2009
 - 36) 松崎浩巳, 星野雅洋, 中島伸哉ほか : 整形外科における人工骨移植の現状と展望—人工骨における脊椎外科治療. 臨整外 44 : 31-36, 2009
 - 37) 星野雅洋, 大森圭太, 五十嵐秀俊ほか : 骨粗鬆症性椎体骨折に対する HA block を使用した kyphoplasty. 脊椎脊髄 22 : 274-282, 2009
 - 38) 戸川大輔, LiebermanIsador H, Schlenk R ほか : 骨粗鬆症性圧迫骨折に対する balloon kyphoplasty—術中体位と手術手技による椎体高回復の比較. 日整会誌 84 : S427, 2010
 - 39) 戸川大輔 : Balloon kyphoplasty—日本の臨床治験と今後の課題. 脊椎脊髄 22 : 267-273, 2009
 - 40) 厚生労働省 : 先進医療の概要について. <<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/isei/sensiniryu/index.html>> [Accessed 25 August 2010]

* * *



患者さんのための 頸椎後縦靭帯骨化症ガイドブック

— 診療ガイドラインに基づいて —

時雨 南江堂

●編集 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会 頸椎後縦靭帯骨化症ガイドライン策定委員会
厚生労働省特定疾患対策研究事業「脊柱靭帯骨化症に関する研究」班

●B5判・98頁 2007.11.
ISBN978-4-524-25015-8
定価1,260円(本体1,200円+税5%)

頸椎後縦靭帯骨化症の患者さんのためのガイドブック。医師向けガイドラインに基づいて、病気の成り立ちや進行の具合、手術が必要な場合とその方法など、診断を受けた患者さん・家族の方が抱く疑問に、専門の整形外科医が分かりやすく解説する。相談できる専門の医師の紹介、手術の大きな費用、治療費の公費補助制度の資料も収録。



骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対する バルーン・カイフォプラステイ

戸川大輔*

要旨: バルーン・カイフォプラステイ (balloon kyphoplasty : BKP) は、原発性骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折の成績不良例 (偽関節、疼痛遷延例) に対する、低侵襲な治療方法である。全身麻酔下で体位を腹臥位とし、透視装置で骨折椎体を確認して、術前に計画した刺入方向から拡張可能なバルーンを椎体内に挿入する。専用のデバイスを用いて造影剤をバルーン内に送り込むことでバルーンは拡張し、椎体は可及的に整復される。バルーンを収縮させて抜去すると、椎体内には組織壁をもった空洞が作製される。この空洞に、粘稠性の高い骨セメントを充填することで偽関節椎体を固定する。骨セメントに関連した合併症は、低粘稠性セメントが循環系に与える影響から起こると考えられている。高粘度に達してから骨セメントを充填するという BKP の大原則を守るため、手術は 1 手術で 1 椎体を原則とする。術前の原疾患診断、骨折型の診断のもと、正確な透視装置の使用と BKP 手術原則を遵守すれば安全に治療が行える。

はじめに

バルーン・カイフォプラステイ (Balloon kyphoplasty : BKP) は、骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折、溶骨性脊椎腫瘍に対する経皮的椎体形成術の 1 術式である。本法は 1998 年にアメリカで始められ、現在では多数の国で行われている。本邦では 2005 年より BKP の臨床試験が開始され、術後 2 年の成績をもって、2010 年 2 月 5 日に薬事承認を得た。本稿では BKP の適応、手術手技、注意点につ

いて記載する。

I. 経皮的椎体形成術 (Percutaneous vertebroplasty : PVP)

初めての経皮的椎体形成術 (PVP) の報告は、軸椎血管腫に対してフランスの放射線科医が行った症例である¹⁾。この報告以降、この手技は溶骨性脊椎腫瘍に対して放射線科医によって広く行われるようになり、次第に骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対しても行われるようになった²⁾³⁾。経皮的な手技で手術侵襲が小さいことが最大の利点であり、疼痛緩和効果は良好な報告が多い。椎体に注入されるマテリアルは主に骨セメントであるため、術中や術後急性期の合併症 (bone cement implantation syndrome : BIS)⁴⁾⁵⁾ や、椎体外への骨セメント漏洩による術後神経合併症^{6)~8)} が問題となった。

* Daisuke TOGAWA, 函館中央病院, 脊椎センター・せほね骨折センター

Balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures

Key words : Osteoporotic vertebral compression fractures, Vertebral augmentation, Balloon kyphoplasty

II. Balloon kyphoplasty (BKP)

放射線科医を中心として行われてきた経皮的椎体形成術 (PVP) の利点を保ち、欠点を補う目的で、Reiley⁹⁾ は BKP を考案した。BKP では骨折の治療原則に則り、骨折椎体内部でのバルーン拡張による整復と骨セメントによる内固定を行う。椎体内でバルーンを拡張し、終板、椎体壁に椎体中央部の椎体内組織を押し付けることで骨セメントを囲む組織の壁を作るため、骨セメントの漏洩の確率は低くなる¹⁰⁾。また、椎体内に空洞が作製されることにより、液状の骨セメントを注入するのではなく高粘度の骨セメントを充填できる。そのため、椎体外への骨セメント漏洩も未重合モノマーが原因となる BIS も予防しやすい。経皮的椎体形成術同様、BKP 1 椎体手術は 2 カ所の小皮切 (5~6 mm) で可能であり、骨セメントは手術中に重合が完了するので、術後はすぐにでも離床可能である。

1. Inflatable bone tamp (IBT) とデリバリーカテーテル

BKP で用いるバルーン (inflatable bone tamp) はポリウレタン製であり、破損を防止する目的で材質、形状、保護形態などを変更し、2003 年 9 月より既に第三世代のバルーンが製造され使用されている。術中はバルーンに造影剤を注入することで拡張するが、第三世代のバルーンの最大拡張内圧は約 400 pound per square inch (PSI) (約 27 気圧) と高圧に耐え得る。バルーンには 3 種類のサイズがあり、中位胸椎は 10 mm サイズ、胸腰椎移行部から中位腰椎までは 15 mm サイズ、下位腰椎には 20 mm サイズが多く使用されている。このバルーンを目的部位に適用するためにポリカーボネート性のデリバリーカテーテルが接続され (図 1)、さらにインフレーションシリンジ (図 2) のチューブがこのカテーテルと接続する。インフレーションシリンジには圧のデジタルモニターが付属しており、バルーンの内圧が常に確認できる。シリンジ内の造影剤はハンドルを 1 回転するごとに 0.5 ml ずつバルーン内へ送り込まれる。造影剤が送り込まれるとバルーン内圧は一時的に高ま



図 1 Inflatable bone tamp (バルーン) とデリバリーカテーテル

ポリウレタン製のバルーン (inflatable bone tamp) はポリカーボネート製のデリバリーカテーテルに付いて椎体内へ閉じた状態で挿入される。

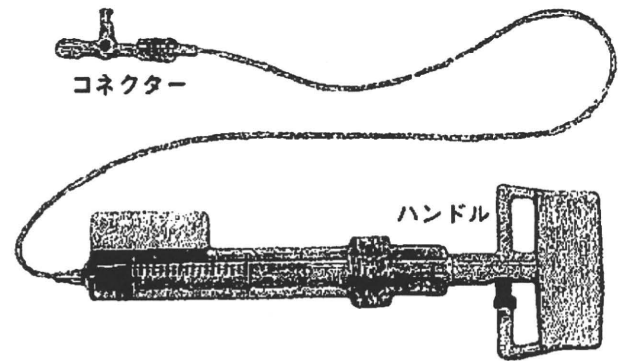


図 2 インフレーションシリンジ

シリンジ内は造影剤が充填され、図右下のハンドルを時計方向に回転させることで造影剤がチューブを通過してバルーンへ送り込まれる。図 1 のデリバリーカテーテルとは、この図の左上のコネクターで接続される。

るが、椎体内でバルーンが拡張するとバルーン内圧は低下する。バルーンが最大拡張容量 (例: 15 mm バルーンで 4 ml) に達したり、最大拡張圧 (400PSI) に達したら、それ以上バルーンを拡張しない。また、目的とする椎体高を獲得できた時点、またはバルーンが椎体壁や終板に到達して平らになった時点でバルーンの拡張を終了する。

2. 骨セメント (KyphX[®] HV-R Bone Cement)

BKP が始まった当初は専用の骨セメントがなかったため、人工関節置換術に使用する骨セメントのポリマー粉に硫酸バリウムを添加して使用していた。多くの人工関節用セメントのポリマー粉には 10% 重量の硫酸バリウムなどが既に含有されていたので、単純 X 線像で骨セメントを描出するには十分であったが、術中透視下で骨セメントの動向を確認するには通常 6 g の硫酸バリウム



図 3 硫酸バリウム含有量の違う骨セメントのCT透過性

骨セメントのポリマー粉の30%重量(右)となるように硫酸バリウムを混和すると、十分なX線不透過性が得られ、術中の骨セメントの動向を確認できる。10%重量(中)では十分な不透過性が得られない。

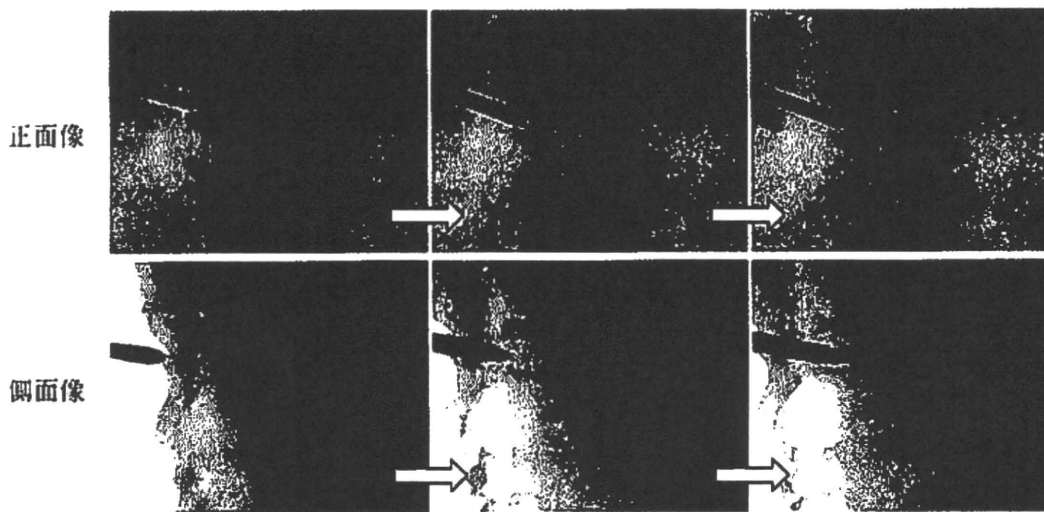


図 4 椎体へのアクセス

透視画像で正面像と側面像を確認しながら、カニューラを椎体内へ挿入していく。右上図のように正面像で椎弓根の内縁に達したときに、右下図の側面像でカニューラの先端が椎体内に達していれば脊柱管内の神経組織を障害することはない。

を付加し、およそ30%重量の割合で使用する必要があった(図3)¹¹⁾。現在のBKP専用骨セメント(KyphX® HV-R Bone Cement)は高粘度で維持される時間が長く、椎体内に安全に充填する時間が長くとれること、良好なX線下での透視性を持ち合わせること(粉末ポリマーの30%重量)を特徴とする。椎体内にできた空洞に、この高粘度の骨セメントを空洞の前方から詰め物をするように充填していく(図5)。脊柱管内に骨セメント漏洩をきたさぬように、側面の術中透視を見ながら椎体前方4分の3程度で充填を終える。

Ⅲ. BKPの適応

BKPは日本で行われた臨床試験成績での薬事承認を受けたので、手術適応は原則的にその臨床試験に準じる。対象となるのは、8週間の保存療法で疼痛が残存した原発性骨粗鬆症性圧迫骨折患者である。選択基準として疼痛はNumerical Rating Scale(10点満点)で4点以上、骨折椎体高が参照椎体(頭側、尾側の非骨折椎体高の平均値)よりも20%以上減少していること、対象椎体のMRI信号変化(T1:低信号、STIR:高信号)を検討する。治療対象椎体は1手術で1椎体とする。

除外基準は、椎体後壁の損傷が明らかな椎体、椎体の骨折や圧潰が重度である例（例：vertebral plana）、感染症、神経症状を伴う骨折、骨セメント、造影剤のアレルギー、多椎体新鮮骨折（3椎体以上）である。

安全に手術を施行するにあたり、BKP手術手技にはいくつかの守るべきポイントがあるので、手技に習熟する前から難易度の高い骨折（前方・後方椎体壁、終板の欠損例、中位胸椎骨折）を治療すべきではない。また、BKP施行の際には、そのBKP後に治療椎体が再骨折、圧潰した場合にも前方、または後方再建が可能かどうか併せて考慮する必要がある。

IV. BKP手術手技

1. 術前計画

骨折椎体のCT（冠状断面、矢状断面、軸位断面）を用いて、刺入方法、バルーンを置く位置を術前に計画する。偽関節の骨折椎体は不安定なので、数日で骨破壊が進行する可能性がある。待機期間中は硬性器具などを併用して、椎体のさらなる圧潰を防止することも重要である。特に症状に著しい変化があった場合、画像評価から手術までに時間が空いた場合は、手術直前に再度画像評価（CT）を行うのが望ましい。

2. 体位

腹臥位で行う。骨折椎体の整復はバルーンの加圧による矯正力で十分行えるので、体位による骨折椎体の徒手的な整復は行わない。

3. 透視装置のセッティング

X線透視下で施行する経皮的なBKPでは、骨折椎体の解剖を正確に捉えるための透視装置の設置が重要である。2台の透視装置を同時に使用することができれば、1台を正面像、1台を側面像で最適な位置に設置すると、術中は2台の透視装置を全く動かす必要がない。このような設置ができると術中汚染が防止でき、かつ常に正面像、側面像が確認できるので、安全に手術が施行できる。正面像の透視装置と体との間にしっかりと working space を確保することにも留意する。

4. 皮切と刺入点

CTの軸位断面図で経椎弓根アプローチで刺入した場合、皮切位置は正中の棘突起からどのくらい外側に離れているかを測定しておく、皮切位置の目安になる。最も骨折頻度の高い胸腰椎移行部では、横突起中央で立てた体軸方向の垂線と骨折椎体の頭側終板の延長線が交わる辺りから外側に向かって皮切を置く。

5. ボーンアクセスニードルとオステオイントロデューサー

椎間関節後方を針先で触りながら正面透視像で刺入ポイントまで到達する。経椎弓根アプローチでは右椎弓根ならば時計の2時付近、左椎弓根ならば時計の10時付近が正面像での刺入位置となる。この位置が確認できたら、側面像で椎弓根の最後方に針先があることを確認する。針の刺入を進めながら、透視の正面像、側面像ではほぼ同時に椎弓根の中央を通過し、さらに正面像で椎弓根内縁に到達する前に側面像で椎体後壁を越えるよう針を進めると、脊柱管内の神経を障害することなく椎体へ到達することができる（図4）。このニードルは内筒を抜いてワイヤーと入れ替え、ワイヤーを残した状態で外筒も抜去する。残したワイヤーを通しながら、さらに太い筒（オステオイントロデューサー）を挿入する。最終的に残るこの太い筒の外筒径は4.2mmである。通常は両側からアプローチする。

6. バルーンの挿入と拡張

閉じたバルーンが入るスペースのみ、手回しのドリルで骨切除を行い、バルーンを挿入する。両側にバルーンを挿入したらゆっくりとバルーンを拡張する。バルーンには圧力モニターが付いているので、圧を確認しながら両側のバルーンをなるべく均等に加圧していく。バルーンの拡張を阻む部分的な骨組織や、部分的な骨硬化部位は専用のキュレットで骨を削るとバルーンが拡張しやすくなる。バルーン拡張のエンドポイント（Ⅱ-1. 項参照）に達したら拡張を終了とし、骨セメントの準備ができるまで保持する。

7. 骨セメントの準備と充填

骨セメントが高粘度になるのを確認してから、

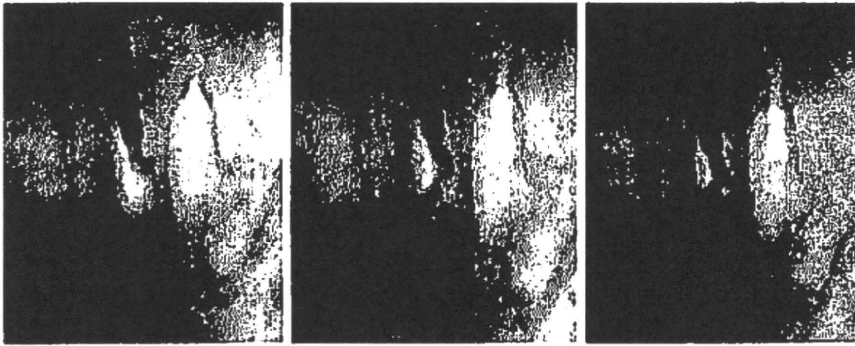


図5 骨セメントの充填

骨折椎体内に作成した空洞に椎体前方から高粘度の骨セメントを充填する。椎体前方4分の3は骨セメントで充填し、後方4分の1は脊柱管内への骨セメント漏洩を防止するためにも骨セメントを置かないよう気を配る。

空洞の前方より骨セメントを徐々に充填する(図5)。骨セメントの充填は左右交互に行い、透視を見て骨セメントの位置をしっかりと確認しながら充填を行う。側面透視で椎体の前方4分の3に骨セメントが充填されれば十分で、脊柱管への骨セメント漏洩を防止するために椎体後壁付近には骨セメントを充填しないように気をつける。アプローチから椎体内へのカニューラの挿入、バルーンの拡張、椎体内空洞形成にどのくらいの時間がかかるか予測困難なので、BKP手術手技に慣れるまでは早くから骨セメントを混和してはいけない。

8. 皮下、皮膚の縫合

骨セメントが重合し、硬化するのを確認したら、オステオイントロデューサーの外筒を抜去し、皮下を1針縫合して皮膚はダーマボンドで固定する。

V. BKP 施行における注意点

保存的治療法で良好な経過をたどる骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対してBKPを施行する必要はない。偽関節で脊柱後弯が進行し、疼痛が持続する骨折が良い適応である。原疾患である骨粗鬆症をしっかり治療し続けないと、続発性骨折の発生が危惧される。重度の骨粗鬆症があってBKPを施行する場合には、治療椎体の圧潰、続発性骨折の予防のため、硬性装具療法との併用も考慮する必要がある。また、化膿性脊椎炎や骨髄腫の診断が

術後に下った症例の報告もあるので、術前の原疾患診断、治療が大事なのは言うまでもない。

骨セメントを使用する以上、BISの発生の可能性、隣接椎体骨折を含めた続発性骨折のリスクが存在する。多数の椎体にBKPを施行してしまうと、椎体圧潰が進行して神経除圧・脊柱再建術が必要になった際に前方からも、後方からも対処が困難となるので、毎回のBKP施行の際、次に起こり得る問題に対処し得るかを可能な限り想定して施行すべきである。

文 献

- 1) Galibert P et al : Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty [article in French]. *Neurochirurgie* 33 : 166-168, 1987
- 2) Bascoulergue Y et al : Percutaneous injection of methyl methacrylate in the vertebral body for the treatment of various diseases : percutaneous vertebroplasty (abstract). *Radiology* 169 : 372, 1988
- 3) Debussche-Depriester C et al : Percutaneous vertebroplasty with acrylic cement in the treatment of osteoporotic vertebral crush fracture syndrome. *Neuroradiology* 33(suppl) : 149-152, 1991
- 4) Padovani B : Pulmonary embolism caused by acrylic cement : a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol* 20 : 375-377, 1999

- 5) Jang JS et al : Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty ; a report of three cases. *Spine* 27 : E416-418, 2002
- 6) Cotten A 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
- 7) Ratliff J et al : Root and spinal cord compression from methylmethacrylate vertebroplasty. *Spine* 26 : E300-302, 2001
- 8) Ryu KS et al : Dose-dependent epidural leakage of polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fractures. *J Neurosurg* 96(Suppl 1) : 56-61, 2002
- 9) Garfin SR et al : New technologies in spine ; kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 26 : 1511-1515, 2001
- 10) Togawa D et al : Radiographic and histologic findings of vertebral augmentation using polymethylmethacrylate in the primate spine ; percutaneous vertebroplasty versus kyphoplasty. *Spine* 31 : E4-10, 2006
- 11) Kobayashi N et al : Histological and radiographic evaluation of polymethylmethacrylate with two different concentrations of barium sulfate in a sheep vertebroplasty model. *J Biomed Mater Res A* 75 : 123-127, 2005

* * *

* *



国分正一

353. Unhappy triad

Deadly triad. ほろ苦い経験がある。卒後1年の大学病院自主研修が無給の故、余裕が欲しく山形県のある病院に2週間出稼ぎした。伐採作業中の男性が卒中で倒れ、山の診療所に担ぎ下したとの報。駆け付けた。呼吸停止と瞳孔散大ながら心拍があった。病院に連絡するとつれない返事。三徴が揃うまでの mouth to month の長かったこと。

数の3はギリシャ語が tres, ラテン語が treis で、それらの連結形は共に tri-である。四徴の tetrad は tettare, 五徴の pentad は pente と、おのおのギリシャ語の 4, 5 からの派生である。従って triad はギリシャ語の treis からと分かる。

Deadly より増しとは言え、unhappy triad も過酷な膝損傷である。O'Donoghue DH の classic triad は ACL, MCL と内側半月の3損傷である (*Am J Orthop* 6 : 242-247, 1964)。実のところは、内側より外側半月の合併頻度が高いらしい。Terrible triad, blown knee とも呼ばれる。

原発性骨粗鬆症性圧迫骨折に対するBalloon Kyphoplasty – 日本の臨床試験成績

戸川 大輔

函館中央病院脊椎センター

【目的】 Balloon Kyphoplasty (BKP) はReileyにより考案され、1998年よりUSAを中心に広がった骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折、溶骨性椎体腫瘍に対する低侵襲手術手技である。この手術手技は、骨折で失われた椎体高を出来る限り再獲得することにより骨折椎体を整復し、また椎体内に形成した空洞に骨セメントを低圧下で充填して固定する方法である。本研究は、骨粗鬆症性圧迫骨折に出来る限り低侵襲で整復固定を行うこの方法について、日本で初めて前向き多施設共同試験を施行し、安全性と有効性を評価した。

【対象と方法】 日本脊椎脊髄病学会認定指導医のいる8施設において、受傷後8週間以上の保存療法によっても疼痛緩和、骨折治癒が得られない骨粗鬆症性圧迫骨折患者を対象としてBKPを施行した。治療椎体は各患者1椎体とし、陳旧性圧迫骨折は2椎体まで持つことを許容した。全例全身麻酔下に腹臥位とし、透視下に経皮的にカニューラを挿入、拡張可能なバルーンを挿入して骨折椎体を整復、ならびに空洞形成を行い、30%の硫酸バリウムを含む透視下で可視性のある骨セメントを充填した。主要評価項目として疼痛緩和をNumerical Rating Scale (NRS: 10段階)を用いて評価し、術前と術後の椎体高の復元率はMcKiernanらの方法 (SPINE 2003; 28: 2517-21) に従ってX線側面像で評価した。またQuality of LifeはShort-Form 36を用いて評価した。更に骨セメント漏洩率、漏洩部位についても検討し、術後の続発性椎体骨折発生率は術後2年まで調査した。

【結果】 被験者は81症例 (女性64例、男性17例、平均年齢74歳)、既存骨折なしが50例、1椎が21例、2椎が10例であった。腰背部痛持続期間は8-12週が28症例、12週以上が53例、骨密度測定値はYoung Adult Mean 70~80%が38例、70%未満が43例であった。術後の疼痛緩和については、術前の平均NRSが6.0±1.4、術後7日目の平均NRSは2.4±1.9と統計学的に有意な改善が得られ、その疼痛緩和は術後3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月でそれぞれ2.0±1.8、1.8±1.9、1.5±1.8と保たれていた。椎体高復元率 (復元した椎体高/骨折で失われた椎体高推測値) の平均値は術直後で39.8%であり、この椎体高回復は術後12ヶ月の平均復元率31.6%まで保たれていた。SF-36ではGeneral Health以外の7項目で、術前と比較して術後1ヶ月で有意に改善し (p<0.0001)、その改善は術後12ヶ月ま

で保たれていた。骨セメントの漏洩は10例 (12.3%) に認められ、9例は頭側、または尾側終板から椎間板への漏洩であり、1例は傍椎体部 (側壁) に認められたが、これらセメント漏洩による神経脱所見を呈した症例は認めなかった。またセメント塊が頭側終板を經由して椎体前方へ偏移し、前方からの摘出と脊柱前方再建術を必要とした症例を1例認めた。術後の続発性骨折は術後2年間の経過観察中に18例 (22%) に認められた。その内BKPにて治療した椎体の隣接椎体に続発性骨折を認めたのは8例 (9.9%) であった。

【考察】 日本で初めてのBKPによる原発性骨粗鬆症性圧迫骨折の治療成績では、良好な疼痛緩和と有効な椎体高の回復が得られた。術中、術後に神経障害や感染を発生した症例もなく、心肺合併症や血管合併症をきたした症例も認めなかった。骨セメント充填後に発生する続発性椎体骨折率が危惧されたが、既存骨折を持つ30例を含むこの症例群の術後2年で22%の続発性骨折率は、自然経過における骨折発生率の報告と比較しても決して高くはなかった。これまでの骨粗鬆症性圧迫骨折治療における観血的治療としては最も低侵襲であり、適応を正しく選択し、正確な透視下にて施行することができれば高齢者の治療としても十分有効性がある治療法であると考えられる。

Balloon Kyphoplasty For Primary Osteoporotic Vertebral Compression Fractures – Japanese Clinical Study

D. Togawa

Key words : Osteoporosis, Vertebral Compression Fracture, Balloon Kyphoplasty

骨粗鬆症椎体骨折に対する低侵襲治療法の開発に関する研究

厚生労働科学研究費補助金 長寿科学総合研究事業

平成 22 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 四宮 謙一

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科整形外科学態学分野

発行 平成 23 年 3 月

印刷 富沢印刷株式会社

