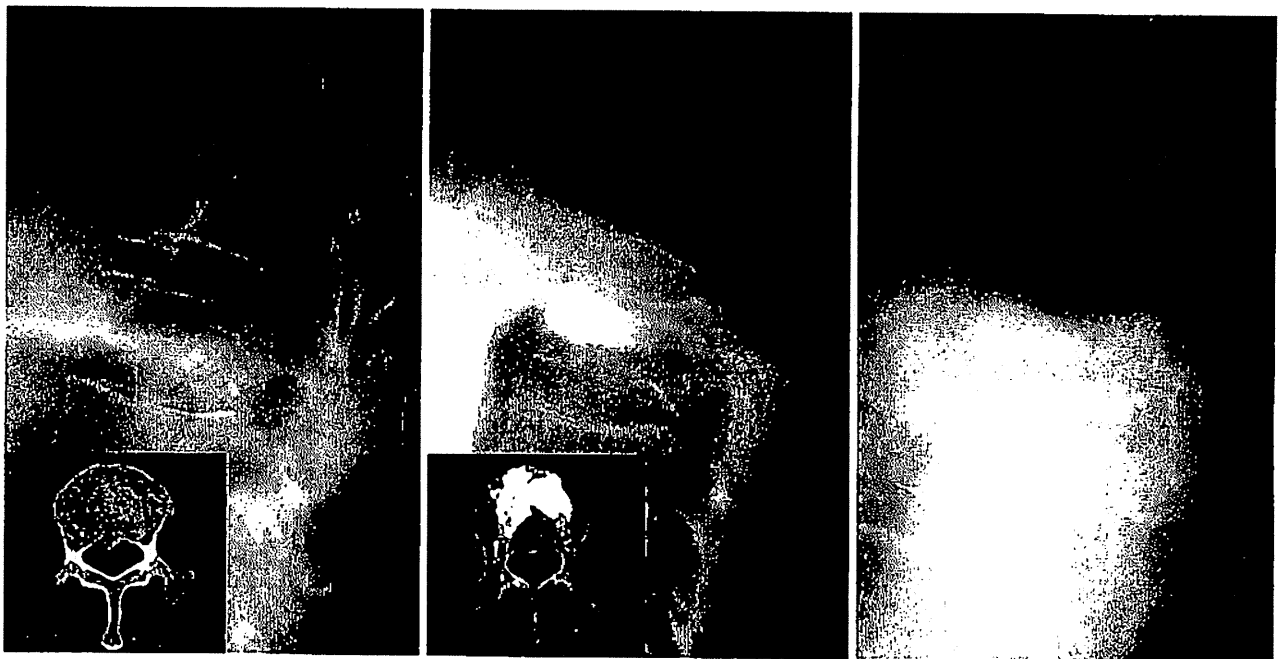


a. 術中

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

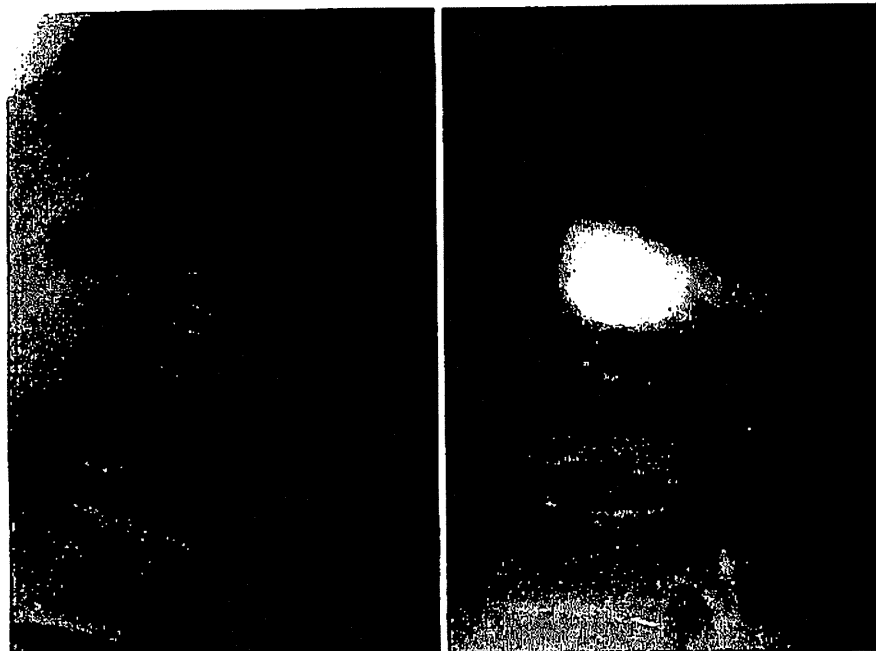
b. 術後1週

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、ペースト状のマテリアル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<sup>36,37)</sup>。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. 術前

b. 術直後

図 3. 70 歳、女、ハイドロキシアパタイト (HA) ブロックを用いた椎体形成術。L1 圧迫骨折の 2 カ月後、椎体偽関節に対して椎体形成術を施行した (苑田第三病院東京脊椎脊髄病センター・星野雅洋先生のご好意による)。

椎体不安定性がある場合、ブロックの充填量が不十分である場合には矯正損出が大きい傾向があり、適応決定や手術中ブロック充填時の観察を慎重にすべきであると述べている (図 3)。

#### 4) Balloon kyphoplasty (BKP)

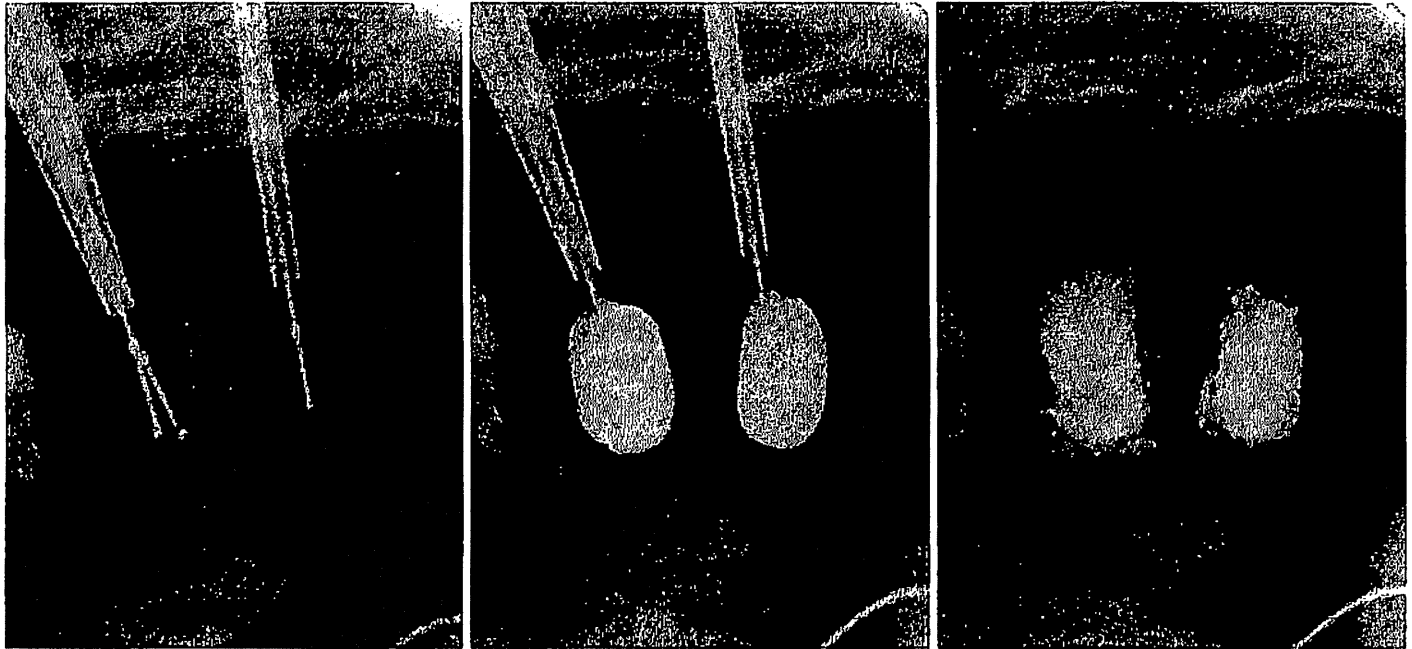
BKP は 1998 年から米国を中心に行われてきた治療で、整形外科医によって PVP の欠点を補うべく開発された方法である。整形外科の骨折治療コンセプトである整復操作を約 27 気圧まで耐えうる特性をもった balloon で椎体内から椎体を整復し、同時に組織壁をもつ空洞を椎体内に形成する。作製された空洞には、重合のすすんだ粘稠性の高い PMMA を空洞の前方から組織壁に噛み込むところまで少しずつ充填する方法である。腹臥位になるだけでも椎体偽関節は整復されるが、balloon による良好な椎体高の回復が得られる症例もある<sup>39)</sup>。粘稠性の低い、未重合のモノマーを多く含んだ PMMA を注入するよりも、急性期に起こる PMMA 特有の全身合併症 (不整脈や塞栓症)、PMMA の椎体外漏洩は低率に抑えることができると期待される。この手術手技は本邦でも 2005 年から臨床試験が行われた。良好な疼痛緩和と低い合併症率が報告され、2010 年 2 月に薬事承認が得られた<sup>39)</sup>。現段階では保険収載されておらず、自由診療で

のみ行われている (図 4)。

#### 5) PVP の問題点

第一の問題点は手術適応である。現段階では、推奨できる最良の骨粗鬆症性圧迫骨折に対する保存的治療の方法、期間が定まっておらず、どのタイミングで手術的治療を導入させるかについてのコンセンサスは得られていない。また本邦では、椎体形成術自体にまだ診療報酬点数が定められていない。2010 年 7 月 1 日現在、第 3 項先進医療技術で有痛性悪性骨腫瘍に対する経皮的骨形成術 (経皮的に病変のある脊椎椎体に針を刺入し、その針から骨セメントを注入して脆弱した脊椎椎体の骨強度を回復させる治療法) のみが認められており、先進医療が許可された施設は全国に 36 施設しかない<sup>40)</sup>。また BKP も 2010 年 2 月 5 日に薬事承認を獲得したが、いまだ保険収載されておらず診療報酬点数が定められていない。海外では企業努力により、BKP 施行前に術者が必ず講義と死体を用いた手術トレーニングを受けるのが必須とされてきた。本邦では死体を用いた手術トレーニングを多数の医師に行うのが困難であるため、最近立ち上がった研究会の主導で日本独自のトレーニングシステムを確立する予定である。

第二の問題点は、椎体外へのマテリアルの漏出であ



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 <sup>30)</sup>	Kallmes <sup>31)</sup>
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<sup>30,31)</sup>。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%)<sup>30)</sup>, 1,682/1,813 例 (93%)<sup>31)</sup> 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%<sup>30)</sup>, 17%<sup>31)</sup>、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)<sup>30)</sup>, 131 例 (PVP 68 例 vs プラセボ 63 例)<sup>31)</sup>]、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臼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、苑田第三病院東京脊椎脊髄病センター・星野雅洋先生に感謝する。

## 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/fuan-teishow.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療状態と 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療と 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. *脊椎脊髓* 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. *脊椎脊髓* 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. *日最小侵襲整外学誌* 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経椎弓根的椎体形成術—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. *脊椎脊髓* 22 : 274-282, 2009
  - 38) 戸川大輔, Lieberman Isador 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. *脊椎脊髓* 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—

◎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。

## 救急外来における高齢者頸椎外傷の検討

吉松 弘 喜\* 吉田 健 治\* 神保 幸太郎\* 田中 憲 治\*  
坂井 健 介\* 田中 順 子\* 中村 秀 裕\* 瓜生 拓 也\*  
本多 弘 一\* 後藤 琢 也\* 山下 寿\*\* 高宮 啓 彰\*\*\*  
佐藤 公 昭\*\*\*\* 永田 見 生\*\*\*\*

### Study on Cervical Spine Trauma in Elderly Patients in the Emergency Outpatient Department

Hiroki Yoshimatsu\*, Kenji Yoshida\*, Kotaro Jimbo\*, Kenji Tanaka\*,  
Kensuke Sakai\*, Junko Tanaka\*, Hidehiro Nakamura\*, Takuya Uryu\*,  
Kouichi Honda\*, Takuya Goto\*, Hisashi Yamashita\*\*, Yoshiaki Takamiya\*\*\*,  
Kimiaki Sato\*\*\*\*, and Kensei Nagata\*\*\*\*

高齢者頸椎外傷において、頸椎・頸髄損傷例増加に伴い、特有の問題が指摘されている。今回、当院救急外来を受診した頸椎外傷 5836 例中、65 歳以上の高齢者 801 例について調査した。意識障害 21%、重症頭部外傷 15%、四肢骨盤骨折 16%、他部位の疼痛を有する症例 27%であった。また、頸椎・頸髄損傷を 62 例 (7.7%)、非骨傷性頸髄損傷を 24 例 (3.0%) に認めた。脊柱管狭窄、OPLL 合併については、それぞれ頸椎・頸髄損傷例、非骨傷性頸髄損傷例共に有する割合が高かった。今回の結果より、救急外来における高齢者頸椎外傷診察の難渋性が示唆された。高齢者の頸椎外傷は高齢者外傷の特殊性と高齢者頸椎・頸髄損傷の特徴を理解して診療にあたる必要がある。

In cases of cervical spine trauma in elderly patients, specific problems have been pointed out as the number of cases of cervical spine injury, spinal cord injury, or both increases. In this study, we surveyed 801 elderly cases aged 65 years old or older from among 5,836 cases of cervical spine trauma that visited our hospital's emergency outpatient department. A disturbance of consciousness, severe head injury, extremity-pelvic fracture, and distracting pain in another region were respectively observed in 21%, 15%, 16%, and 27% of the cases. Moreover, cervical spine injury, spinal cord injury, or both were observed in 62 cases (7.7%), while cervical spinal cord injury without fracture or dislocation was observed in 24 cases (3.0%). Complications of spinal canal stenosis and OPLL were observed in a high proportion of both the cases of cervical spine injury, spinal cord injury, or both and cervical spinal cord injury without fracture or dislocation. The results of this study indicate the difficulty of clinically examining cervical spine trauma in elderly patients in the emergency outpatient department. In order to provide medical care for elderly cases of cervical spine trauma, it is necessary to understand both the unique traits of trauma in elderly patients and the characteristics of cervical spine injury, spinal cord injury, or both in elderly patients.

Key words : elderly patient (高齢者), cervical spine (頸椎), cervical cord injury (頸髄損傷)

### 目 的

救急外来での高齢者の頸椎外傷診察において、しば

しば難渋する症例を経験する。また、近年では高齢者の頸椎・頸髄損傷例増加に伴い、特有の問題が指摘されている。今回、高齢者の頸椎外傷例を調査し、その

\* 聖マリア病院整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, St. Mary's Hospital, Fukuoka, Japan  
\*\* 聖マリア病院救急科 Department of Emergency Medicine, St. Mary's Hospital, Fukuoka, Japan  
\*\*\* 城内病院整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Jonai Hospital, Saga, Japan  
\*\*\*\* 久留米大学整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Kurume University, School of Medicine, Fukuoka, Japan

表1 高齢者の頸椎外傷 801例と非高齢者の頸椎外傷 5035例について

	高齢者の頸椎外傷 801例	非高齢者の頸椎外傷 5035例
年齢	平均 74.6歳	平均 32.4歳
救急車搬入	665例 (83%)	2506例 (50%)
高エネルギー外傷	92例 (12%)	370例 (7%)
意識障害	168例 (21%)	367例 (7%)
飲酒	41例 (5%)	200例 (4%)
頭部外傷	620例 (77%)	2439例 (48%)
重症頭部外傷	118例 (15%)	158例 (3%)
顔面部外傷	206例 (26%)	870例 (17%)
顔面骨骨折	30例 (4%)	150例 (3%)
四肢骨盤骨折	125例 (16%)	295例 (6%)
多発外傷	60例 (8%)	107例 (2%)
他部位の疼痛を有する症例	215例 (27%)	596例 (12%)

特殊性を検討した。

#### 方 法

2005年から3年間に当院救急外来を受診した頸椎外傷 5836例中、65歳以上の高齢者 801例について調査した。また、65歳未満の非高齢者 5035例と比較した。頸椎・頸髄損傷例、非骨傷性頸髄損傷例についても同様の検討を行った。さらに、脊柱管狭窄<sup>3)</sup>(最狭窄部の脊柱管前後径 12mm以下)、OPLLの関与について調査した。検討項目は救急車搬入、受傷原因、意識障害、高エネルギー外傷、飲酒、頭部外傷、顔面部外傷、四肢骨盤骨折、多発外傷、注意をそらすような他部位の疼痛を有する症例である。

#### 結 果

高齢者頸椎外傷 801例中、男性 416例・女性 385例、年齢は 65～100歳(平均 74.6歳)であった。頸椎・頸髄損傷 62例(7.7%)に認めた。表1の如く、高齢者頸椎外傷では救急車搬入 665例(83%)、意識障害 168例(21%)、頭部外傷 620例(77%)、重症頭部外傷 118例(15%)、四肢骨盤骨折 125例(16%)、多発外傷 60例(8%)、他部位の疼痛を有する症例 215例(27%)と高かった。受傷原因については高齢者の頸椎外傷では交通外傷 466例(58%)、転倒 185例(23%)、転落 90例、墜落 43例であった。交通外傷 466例中、四輪車対四輪車 215例(46%)、自転車対四輪

車 89例、歩行者対四輪車 58例、四輪車単独 39例であった。一方、非高齢者の頸椎外傷では交通外傷 4083例(81%)、転倒 191例(4%)、スポーツ外傷 182例、転落 167例であった。交通外傷 4083例中、四輪車対四輪車 2712例(66%)、二輪車対四輪車 379例、四輪車単独 354例、自転車対四輪車 262例であった。

頸椎・頸髄損傷 62例では、頸椎損傷単独 23例、頸髄損傷単独 24例、頸椎損傷頸髄損傷合併 15例であった。その内、頸髄損傷は 39例(4.9%)、非骨傷性頸髄損傷 24例(3.0%)であった。この 62例では、表2の如く、意識障害は 26例(42%)と高かったが、飲酒は 6例(10%)と低かった。受傷原因は交通外傷 23例(37%)、転倒 23例、転落 11例、墜落 5例であった。一方、非高齢者の頸椎・頸髄損傷 51例では、交通外傷 22例(43%)、転倒 11例(22%)、転落 6例、墜落 6例であった。また、非骨傷性頸髄損傷 24例では受傷原因は転倒 14例(58%)と高く、交通外傷 7例(29%)、転落 3例であった。高エネルギー外傷 3例(13%)、意識障害 9例(38%)、飲酒 3例(13%)、頭部外傷 20例(83%)、重症頭部外傷 3例(13%)、顔面部外傷 9例(38%)、顔面骨骨折 2例(8%)であった。また、四肢骨盤骨折合併は無く、多発外傷 3例(13%)、他部位の疼痛を有する症例 3例(13%)と低かった。

脊柱管狭窄、OPLLについて(表3)は、頸椎・

表2 高齢者の頸椎・頸髄損傷 62 例と非高齢者の頸椎・頸髄損傷 51 例について

	高齢者の頸椎・頸髄損傷 62 例	非高齢者の頸椎・頸髄損傷 51 例
救急車搬入	60 例 (97%)	46 例 (90%)
高エネルギー外傷	13 例 (21%)	14 例 (27%)
意識障害	26 例 (42%)	15 例 (29%)
飲酒	6 例 (10%)	16 例 (31%)
頭部外傷	54 例 (87%)	40 例 (78%)
重症頭部外傷	12 例 (19%)	6 例 (12%)
顔面部外傷	18 例 (29%)	18 例 (35%)
顔面骨骨折	4 例 (6%)	5 例 (10%)
四肢骨盤骨折	6 例 (10%)	7 例 (14%)
多発外傷	18 例 (29%)	14 例 (27%)
他部位の疼痛を有する症例	17 例 (27%)	19 例 (37%)

表3 脊柱管狭窄、OPLL との関連

	頸椎外傷	頸椎・頸髄損傷	非骨傷性頸髄損傷
脊柱管狭窄有り	176/796 (22%)	22/60 (37%)	16/24 (67%)
OPLL 有り	44/798 (6%)	15/62 (24%)	13/24 (54%)

頸髄損傷ではそれぞれ 37%、24%が合併しており、非骨傷性頸髄損傷では特に高かった。

### 考 察

高齢者の頸椎外傷診療において、高齢者外傷の特殊性と高齢者頸椎・頸髄損傷の特徴を理解する必要がある。高齢者外傷の特殊性は、加齢による変化（危険察知能力低下、危険回避能力低下、全身の予備能低下にて重篤化しやすい）、基礎疾患や投薬による影響などが挙げられる。また、高齢者頸椎・頸髄損傷の特徴<sup>1)</sup>は軽微な外傷が多い、非骨傷性頸髄損傷が多い、精神科疾患、脳神経系合併症が多いなどと指摘されている。今回の調査では、高齢者頸椎外傷 801 例中、意識障害 21%、重症頭部外傷 15%、四肢骨盤骨折 16%、他部位の疼痛を有する症例 27%であり、救急外来における高齢者頸椎外傷診療の難渋性が示唆された。

高齢者の頸椎・頸髄損傷の頻度については、新宮らの報告<sup>4)</sup>などがあるが、本邦では頸椎外傷からの大規模な報告はない。今回の調査では頸椎・頸髄損傷を 62 例 (7.7%)、非骨傷性頸髄損傷を 24 例 (3.0%) に

認めた。一方、非高齢者ではそれぞれ 51 例 (1.0%)、21 例 (0.4%) であり、高齢者では頸椎・頸髄損傷の発生率が高かった。特に、高齢者の非骨傷性頸髄損傷の頻度は高く、本邦での高い発生率予測<sup>2)</sup>を支持する結果となった。また、今回の調査では転倒による割合が頸椎外傷、頸椎・頸髄損傷共に高く、従来の報告<sup>5)</sup>通りの結果となった。特に非骨傷性頸髄損傷では多発外傷や四肢骨盤骨折などを合併する割合が低く、軽微な外傷により生じている結果と思われた。高齢者頸椎・頸髄損傷と脊柱管狭窄との関連では、頸髄損傷の基盤として脊柱管狭窄の関与<sup>2)4)</sup>を指摘する報告がある。今回の調査では、頸椎・頸髄損傷、非骨傷性頸髄損傷共に脊柱管狭窄、OPLL 合併の割合が高く、関与が疑われた。

### 結 語

高齢者頸椎外傷 801 例中、頸椎・頸髄損傷を 62 例 (7.7%) に認めた。



## 参 考 文 献

- 1) 青野貴吉ら：高齢者の頸椎・頸髄損傷治療. 脊椎脊髄, 20 : 592-596, 2007.
- 2) 加藤 宏ら：X 線上骨傷不明瞭な頸髄損傷 (SCIWORA) に関する多施設後ろ向き調査. 日外傷会誌, 20 : 333-340, 2006.
- 3) 永田見生：頸椎疾患の X 線診断とその留意点. 日脊椎脊髄病会誌, 18 : 705-716, 2007.
- 4) 新宮彦助ら：疫学的調査よりみた高齢者脊髄損傷. 日本パラプレジア医学会雑誌, 8 : 28-29, 1995.
- 5) Spivak, J. M., et al. : Cervical spine injuries in patients 65 and older. Spine, 19 : 2302-2306, 1994.





## 骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対する バルーン・カイフォラスティ

戸川 大輔\*

**要旨:** バルーン・カイフォラスティ (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・カイフォラスティ (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<sup>1)</sup>。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<sup>2)3)</sup>。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。椎体に注入される材料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)<sup>4)5)</sup> や、椎体外への骨セメント漏洩による術後神経合併症<sup>6)~8)</sup> 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、Reiley<sup>9)</sup> 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<sup>10)</sup>。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る (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。

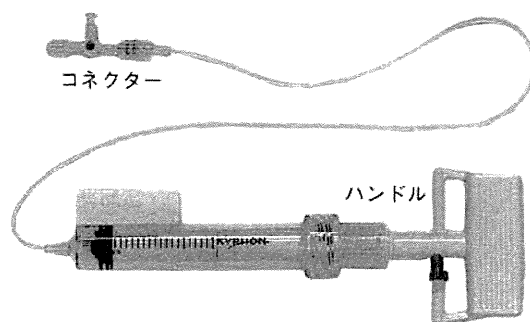


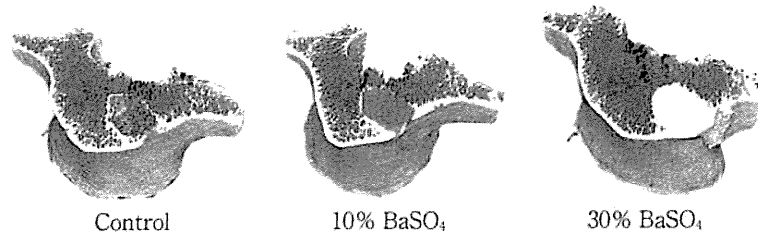
図 2 インフレーションシリンジ

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<sup>®</sup> 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



Control 10% BaSO<sub>4</sub> 30% BaSO<sub>4</sub>

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。

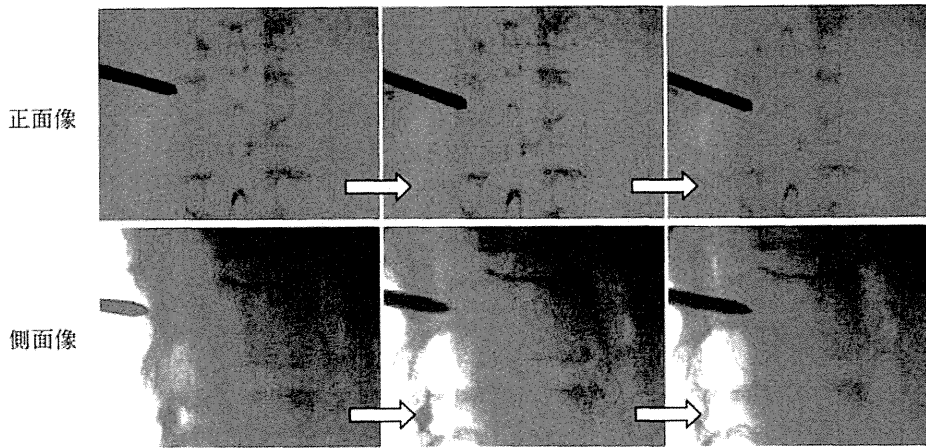


図4 椎体へのアクセス

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)<sup>11)</sup>。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(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場合がある。待機期間中は硬性装具などを併用して、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、

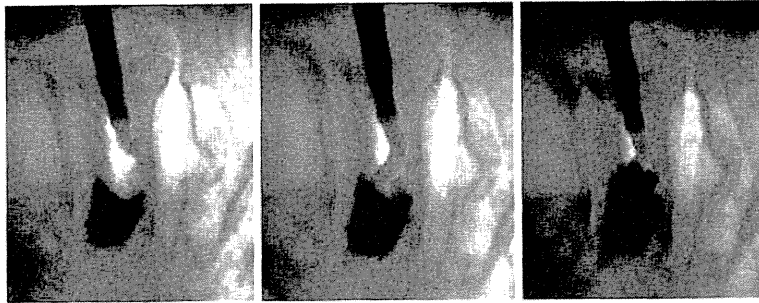


図 5 骨セメントの充填

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き、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と治療し続けないと、続発性骨折の発生が危惧される。重度の骨粗鬆症があつて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、治療が大事なとは言うまでもない。

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。

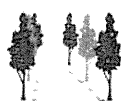
#### 文 献

- 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) Bascoulegue 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

\*                    \*                    \*

\*                    \*



## 整形外科用語 の散歩道

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途中で倒れ、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 tettares, 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 と呼ばれる。

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 21 年度～ 23 年度 総合研究報告書

研究代表者 四宮 謙一

東京医科歯科大学 整形外科学 非常勤講師

発行 平成 24 年 3 月

印刷 富沢印刷株式会社



