



図3 現在の術式

4点支持手術台上に腹臥位とし、両側椎弓根直上に直径1.8cmのX線透過性円筒レトラクターを設置して2つのポータルから椎体内搔爬処置を行っている。両側の椎弓根孔が、搔爬により作製された椎体内骨腔と自由に交通する状態をつくることで静脈を介したセメントの椎体外漏出を防ぐ鍵であり、安全性を確保するために重要である。

であったのに対し、仰臥位側面像では83.8%もの高値となっていた¹⁶⁾。

この方法は椎体骨折が多発している脊椎の中から、検査時に存在する腰背部痛の主たる原因となり、CPC椎体形成術のターゲットとなる骨癒合不全椎体と、圧潰変形は遺すもののすでに骨癒合し、椎体形成術の対象とならない陈旧性骨折を鑑別するのにたいへん有用である。逆にMRIでまだ輝度変化が残存していても、椎体内不安定性が少ない症例は保存療法で対処できる場合が多く、直ちに椎体形成術の対象とはしていない。特に下位胸椎や胸腰椎移行部の椎体骨折および骨癒合不全は、痛みが尾側および外側部よりに感じられることが多いので、腰痛の原因が下位腰椎部の変形性脊椎症であると診断される場合も少なくないため、腰痛で受診した高齢者の場合、胸腰椎移行部まで含めて仰臥位側面像を追加してX線検査を行うことをお勧めする。

② 手術手技について

CPCは骨伝導を有し、周囲の骨との間に結合組織を介在させることなく直接結合する生体活性セメントであるという利点があるが、一方、PMMAよりも強度は低く、かつ血液が混じると、強度がさらに低下するという弱点がある。したがって、CPCをPMMAと同じ術式かつ同様の感覚で使

用すると十分な強度が得られず、術直後には良好にみえても経過中fragmentationをきたして処置椎体の再圧潰を招く原因となることがある。すなわちCPC椎体形成術で、CPCの持つ利点を生かし、弱点を克服するには、CPCに特化した術式で行うことが必要である。

血液との混合にて強度が低下するため、PMMA椎体形成術でしばしば行われているような、骨粗鬆症椎体内に圧入して、骨折部やその周囲のまばらな骨梁間隙を埋めるように広げて硬化させることで椎体を補強する使用法では血液との混合が避けられず、CPCの場合十分な強度が得られていない可能性がある。CPCに十分な強度を持たせるためには一定の体積を持ったCPCの緻密硬化体を椎体内に形成することが不可欠であり、どちらかといえば欧米のkyphoplastyのような、あらかじめ椎体内に注入スペースを確保したうえでセメントを充填する方法を採用する方が確実である。

われわれが現在行っている術式がCPCを用いる椎体形成術式としてベストかどうかは不明であるが、われわれは1996年の治験症例から一貫して椎体内に空間を作製してからCPCの充填を行ってきた。現在の術式の詳細¹⁴⁾は省略するが、4点支持手術台上に腹臥位をして体位による骨折変形の可及的矯正を図った後、両側椎弓根直上に約2.5

表 1 症例 (高齢者群と非高齢者群)

	症例数・ 手術椎体数	性別	手術時 平均年齢 (歳)	診断	平均追跡 期間 (月)
高齢者群	78 例 87 椎体	男 14/女 64	77.6	偽関節・遷延癒合 71 新鮮骨折 16	22.7
非高齢者群	19 例 21 椎体	男 4/女 15	65.6	偽関節・遷延癒合 12 新鮮骨折 9	41.4

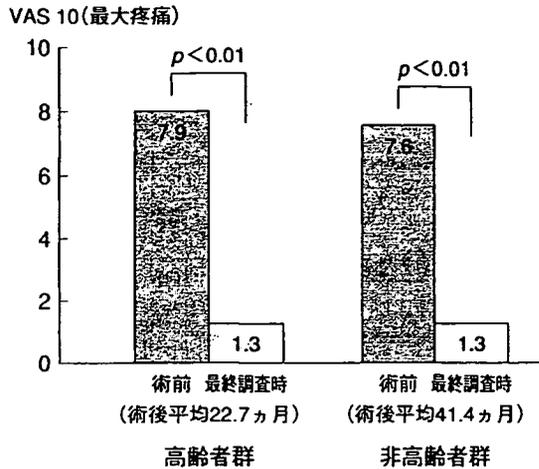
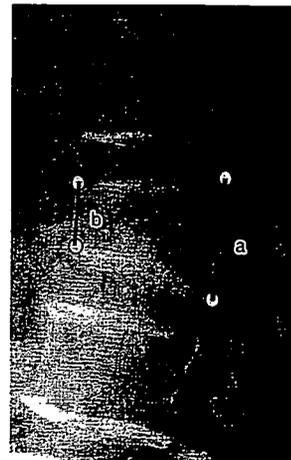
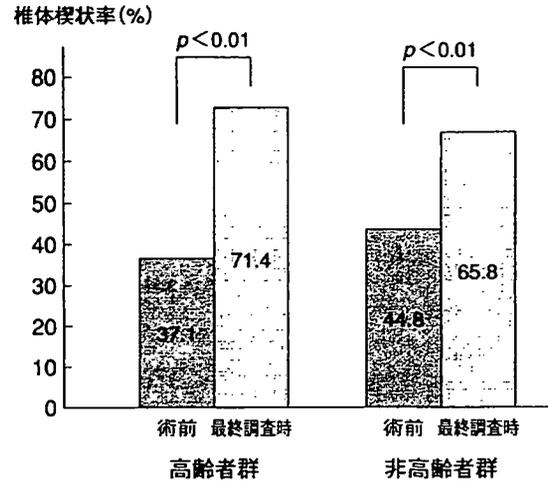


図 4 腰背部痛の評価 (VAS)

最大疼痛を 10 とする VAS で評価した腰背部痛は、高齢者群が術前平均 7.9 から最終調査時 1.3 へ、非高齢者群が 7.6 から 1.3 へと、両群とも同程度に有意の改善を示した。



$$\text{椎体楔状率} = \frac{b}{a} \times 100 (\%)$$

図 5 椎体楔状率の評価

椎体の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、高齢者群では術前平均 37.1% から最終調査時 71.4% へ、非高齢者群においても 44.8% から 65.8% へと著明に改善していた。

cm の皮膚切開を行い、傍脊柱筋内を段階的に開大して直径 1.8 cm の X 線透過性円筒レトラクターを設置し、専用の手術器具を用いて経椎弓根的に椎体内の壊死骨や瘢痕肉芽組織を摘除し、できた空間を造影剤で満たして椎体外への漏れがないことを確認したのちに、十分に血液や貯留液を排除した状態で、骨腔の最深部から高い粉液比に調製した CPC をセメントガンを用いて充填する方法である^{18,19)}。両側の椎弓根孔が、作製した椎体内骨腔と自由に交通する状態をつくること、静脈を介したセメントの椎体外漏出を防ぐ鍵であり、安全性を確保するために重要である(図 3)²⁰⁾。

70 歳以上と 70 歳未満の症例における治療成績の相違

神経麻痺の合併などの理由により椎体形成術に instrumentation を併用した症例を除き、CPC 椎

体形成術単独で治療して 3 カ月以上経過観察ができた症例は 97 例 108 骨折であった。診断は、偽関節または遷延癒合とした骨癒合不全椎体が 83 椎体、発症後 2 カ月までの急性期あるいは亜急性期の骨折が 25 椎体であった。そのうち 70 歳以上の

高齢者群は78例、手術時平均年齢は77.6歳、平均経過観察期間は22.7カ月であり、同様に70歳未満の非高齢者群は19例、65.6歳、41.4カ月であった(表1)。非高齢者群には椎体形成術を開始した初期の症例が多く含まれていたため、高齢者群に比し、急性期あるいは亜急性期の骨折が多く含まれ、また経過観察期間が高齢者群よりも長かった。

最大疼痛を10とした場合のvisual analog scale (VAS) で評価した腰背部痛は(図4)、高齢者群が術前平均7.9から最終調査時1.3へ、非高齢者群が術前平均7.6から調査時1.3へと両群とも同様に改善していた。椎体の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、高齢者群では術前平均37.1%から最終調査時71.4%へと改善し、著明な骨折変形の整復固定効果を認めた。一方、非高齢者群においても椎体楔状率は術前44.8%から調査時65.8%へと改善していた(図5)。一見すると整復効果は高齢者群の方が高いように思われるが、これは術前の骨折椎体の易整復性の違いによるものであり、年齢による違いとは考えにくい。

術後せん妄の発生は非高齢者群にはなく、高齢者群に3例みられたが、両群ともに重篤な呼吸器、消化器合併症、神経合併症は認めなかった。

高齢者群と非高齢者群で相違があったのは、術後経過中の続発性新規椎体骨折の発生頻度であった。術後1年以上経過した75症例に限って術後1年間の新たな椎体骨折の発生頻度を調べてみると、高齢者群では59例中8例(13.6%)に新たな椎体圧迫骨折が発生していたのに対し、非高齢者群では16例中1例(6.3%)の発生にとどまっていた。新たな骨折の多くは隣接椎体に発生しており、高齢者群の8例中6例、非高齢者群の1例は隣接椎体での骨折であった。高齢になるにつれて骨量および骨質不良化のため骨の脆弱化が進行し、椎体形成術により剛性の増加した処置椎体に隣接する椎体で骨折が生じやすくなるものと考えられる。

おわりに

70歳以上の高齢者の骨粗鬆症性椎体骨折およびその骨癒合不全症例にとって椎体形成術は有効な治療手段といえる。CPCを用いたわれわれの術式での椎体形成術は、PMMAを用いた経皮的な手技とは異なり、全身麻酔を要し、小切開および2つのポータルを作製して行う手技である。経皮的椎体形成術法と比べると侵襲は増すが、その分安全であり、高齢者でも十分耐えうる範囲の低侵襲手技で、良好な除痛効果と椎体変形の整復効果が期待できる。高齢者の場合、隣接椎体には続発性骨折が発生しやすいため、注意が必要である。

文 献 (太字番号は重要文献)

- 1) 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
- 2) Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, et al : Population-based study of survival after osteoporotic fracture. *Am J Epidemiol* 137 : 1001-1005, 1993
- 3) Gold DT : The clinical impact of vertebral fractures : quality of life in women with osteoporosis. *Bone* 18 : 185s-189s, 1996
- 4) Gold DT : The nonskeletal consequences of osteoporotic fractures : psychologic and social outcomes. *Rheum Dis Clin North Am* 27 : 255-262, 2001
- 5) Hasegawa K, Homma T, Uchiyama S, et al : Vertebral pseudarthrosis in osteoporotic spine. *Spine* 23 : 2201-2206, 1998
- 6) 平野昌弘, 竹内啓泰 : ペースト状リン酸カルシウム人工骨「バイオベックス」の開発. *バイオマテリアル* 21 : 24-29, 2003
- 7) 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 : S295-303, 1992
- 8) 川崎元敬, 武政龍一, 喜安克仁, 他 : 初診時単純X線(座位・仰臥位)撮影法による高齢者の脊椎新鮮圧迫骨折の早期診断. *中部整災誌* 49 : 703-704, 2006
- 9) 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
- 10) 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 verte-

- bral osteoporosis. *J Bone Miner Res* 12 : 663-675, 1997
- 11) Siraki M : Musculoskeletal challenges of osteoporosis. *Aging Clin Exp Res* 10 : 249-262, 1998
 - 12) 武政龍一 : 高齢者骨粗鬆症性椎体骨折の問題点と対策. *日整会誌* 80 : 957-969, 2006
 - 13) 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
 - 14) 武政龍一 : 骨粗鬆症性椎体骨折に対する椎体形成術—リン酸カルシウムセメント (CPC) を用いた修復術. 日本整形外科学会 (企画・監修) 整形外科卒後教育研修用ビデオ FXD-53, 2006
 - 15) 武政龍一, 喜安克仁, 川崎元敬, 他 : 骨粗鬆症性椎体骨折癒合不全の簡易な画像診断法—仰臥位側面像撮影の有用性. *中部整災誌* 49 : 705-706, 2006
 - 16) Takemasa R, Kiyasu K, Tani T, et al : Diagnosis of vertebral nonunion after osteoporotic compression fractures by functional radiography : clinical significance of lateral view in a supine position. *The Spine J* 6 : 61 S, 2006
 - 17) 武政龍一, 谷 俊一, 喜安克仁, 他 : 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. *整・災外* 49 : 795-805, 2006
 - 18) 武政龍一, 谷 俊一, 喜安克仁, 他 : 開創式の安全性および有効性を踏襲した小切開リン酸カルシウムセメント椎体形成術の開発. *西日本脊椎研究会誌* 32 : 182-186, 2006
 - 19) 武政龍一, 谷 俊一, 喜安克仁, 他 : 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
 - 20) Takemasa R, Tani T, Kiyasu K, et al : Surgical complications and safety in mini-open transpedicular vertebroplasty using calcium phosphate cement for osteoporotic vertebral fractures. *The Spine J* 6 : 29 S, 2006
 - 21) 山本博司, 柴田敏博, 池内昌彦 : 骨粗鬆症性脊椎圧迫骨折に対するリン酸カルシウム骨セメント椎体内注入補填術. *臨整外* 34 : 435-442, 1999

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Matsumoto M, Watanabe K, Tuji T, Ishii K, Takaishi H, Nakamura M, Chiba K, Toyama Y	Microendoscopic discectomy for lumbar disc herniation with bony fragment due to apophyseal separation	Minim Invasive Neurosurg	50(6)	335-9	2007
Horiuchi K, Miyamoto T, Takaishi H, Hakozaki A, Kosaki N, Miyauchi Y, Furukawa M, Takito J, Kaneko H, Matsuzaki K, Morioka H, Blobel CP, Toyama Y	Cell surface colony-stimulating factor 1 can be cleaved by TNF-alpha converting enzyme or endocytosed in a clathrin-dependent manner	J Immunol	179(10)	6715-24	2007
Fujiyoshi K, Yamada M, Nakamura M, Yamane J, Kato H, Kitamura K, Kawai K, Okada S, Momoshima S, Toyama Y, Okano H	In vivo tracing of neural tracts in the intact and injured spinal cord of marmosets by diffusion tensor tractography	J Neurosci	27(44)	11991-8	2007
Nakamura M, Ishii K, Watanabe K, Tsuji T,	Surgical treatment of intramedullary spinal cord tumors: prognosis and complications	Spinal Cord	in press		2007

Takaishi H, Matsumoto M, Toyama Y, Chiba K					
Watanabe K, Nakamura M, Okano H, Toyama Y	Establishment of three-dimensional culture of neural stem/progenitor cells in collagen Type-1 Gel	Restor Neurol Neurosci	25(2)	109-17	2007
Niki Y, Takaishi H, Takito J, Miyamoto T, Kosaki N, Matsumoto H, Toyama Y, Tada N	Administration of cyclooxygenase-2 inhibitor reduces joint inflammation but exacerbates osteopenia in IL-1 alpha transgenic mice due to GM-CSF overproduction	J Immunol	179(1)	639-46	2007
Morita K, Miyamoto T, Fujita N, Kubota Y, Ito K, Takubo K, Miyamoto K, Ninomiya K, Suzuki T, Iwasaki R, Yagi M, Takaishi H, Toyama Y, Suda T	Reactive oxygen species induce chondrocyte hypertrophy in endochondral ossification	J Exp Med	204(7)	1613-23	2007
Matsumoto M, Ishii K, Takaishi H, Nakamura M, Morioka H, Chiba K,	Extensive total spondylectomy for recurrent giant cell tumor in the thoracic spine. Case report	J Neurosurg Spine	6(6)	600-5	2007

Takahata T, Toyama Y					
Kitamura K, Iwanami A, Nakamura M, Yamane J, Watanabe K, Suzuki Y, Miyazawa D, Shibata S, Funakoshi H, Miyatake S, Coffin RS, Nakamura T, Toyama Y, Okano H	Hepatocyte growth factor promotes endogenous repair and functional recovery after spinal cord injury	J Neurosci Res	85(11)	2332-42	2007
Yagi M, Ninomiya K, Fujita N, Suzuki T, Iwasaki R, Morita K, Hosogane N, Matsuo K, Toyama Y, Suda T, Miyamoto T	Induction of DC-STAMP by alternative activation and downstream signaling mechanisms	J Bone Miner Res	22(7)	992-1001	2007
Kuroyanagi Y, Nagura T, Matsumoto H, Otani T, Suda Y, Nakamura T, Toyama Y.	The lateral wedged insole with subtalar strapping significantly reduces dynamic knee load in the medial compartment gait analysis on patients with medial knee osteoarthritis	Osteoarthritis Cartilage	in press		2007
Niki Y,	Five types of	J Biomed Mater Res	81(4)	1005-10	2007

Matsumoto H, Otani T, Tomatsu T, Toyama Y	inflammatory arthritis following total knee arthroplasty				
Takahashi S, Suzuki N, Asazuma T, Kono K, Ono T, Toyama Y	Factors of thoracic cage deformity that affect pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis	Spine	32(1)	106-12	2007
Niki Y, Matsumoto H, Otani T, Tomatsu T, Toyama Y	How much sterile saline should be used for efficient lavage during total knee arthroplasty? Effects of pulse lavage irrigation on removal of bone and cement debris	J Arthroplasty	22(1)	95-9	2006
Yamabe E, Nakamura T, Oshio K, Kikuchi Y, Ikegami H, Toyama Y	Peripheral Nerve Injury: Diagnosis with MR Imaging of Denervated Skeletal Muscle--Experimental Study in Rats	Radiology	in press		2008
Nishiwaki M, Nakamura T, Nagura T, Toyama Y, Ikegami H	Ulnar-shortening effect on distal radioulnar joint pressure: a biomechanical study	J Hand Surg	33(2)	198-205	2008
M. Bessho, I. Ohnishi, J. Matsuyama, T. Matsumoto, K. Nakamura	EVALUATION OF THE EFFICACY OF AN OSTEODYNAMIC AGENT BY PREDICTING THE STRENGTH OF THE PROXIMAL FEMUR USING A CT-BASED FINITE ELEMENT METHOD	53 rd Meeting of Orthopadic Research Society	32	1269	2007
Masahiko Bessho, Isao	Prediction of strength and strain of the	Journal of Biomechanics	40(8)	1745-53	2007

Ohnishi, Juntaro Matsuyama, Takuya Matsumoto, Kazuhiro Imai, Kozo Nakamura	proximal femur by a CT-based finite element method				
Shin-ichi Konno, Shin-ichi Kikuchil, Yasuhisa Tanaka, Ken Yamazaki, You-ichi Shimada, Hiroshi Takei, Toru Yokoyama, Masahiro Okada and Shou-ichi Kokubun	A diagnostic support tool for lumbar spinal stenosis – a self-administered, self-reported history questionnaire	BMC Musculoskelet Disord	8:102		2007
Shinichi Konno, Yasuaki Hayashino, Shunichi Fukuhara, Shinichi Kikuchi, Kiyoshi Kaneda, Atsushi Seichi, Kazuhiro Chiba, Kazuhiko	Development of a clinical diagnosis support tool to identify patients with lumbar spinal stenosis	Eur Spine J(2007)	16	1951-7	2007

Satomi, Kensei Nagata and Shinya Kawai					
Mio F, Chiba K, Hirose Y, Kawaguchi Y, Mikami Y, Oya T, Mori M, Kamata M, Matsumoto M, Ozaki K, Tanaka T, Takahashi A, Kubo T, Kimura T, Toyama Y, Ikegawa S	A functional polymorphism in COL11A1, which encodes the alpha 1 chain of type XI collagen, is associated with susceptibility to lumbar disc herniation	Am J Hum Genet	81(6)	1271-7	2007
Xia Y, Ishii K, Nakamura M, Onozuka S, Ueda R, Matsumoto M, Chiba K, Toyama Y	The validity of intraoperative angiography for the treatment of spinal arteriovenous fistula	J Spinal Disord Tech	20(6)	442-8	2007
Fukui M, Chiba K, Kawakami M, Kikuchi S, Konno S, Miyamoto M, Seichi A, Shimamura T, Shirado O, Taguchi T, Takahashi K, Takeshita K, Tani T, Toyama Y, Wada E,	The Clinical Outcomes Committee of the Japanese Orthopaedic Association, The Subcommittee on Evaluation of Back Pain and Cervical Myelopathy; The Subcommittee on Low Back Pain and Cervical Myelopathy Evaluation of the Clinical Outcome Committe of the Japanese Orthopaedic Association	J Orthop Sci.	12(5)	443-450	2007

Yonenobu K, Tanaka T, Hirota Y					
Chiba K, Masuda K, Andersson GB, Momohara S, Thonar EJ.	Matrix replenishment by intervertebral disc cells after chemonucleolysis in vitro with chondroitinase ABC and chymopapain	Spine J	7(6)	694-700	2007
Tsuji T, Chiba K, Imabayashi H, Fujita Y, Hosogane N, Okada Y, Toyama Y.	Age-related changes in expression of tissue inhibitor of metalloproteinases-3 associated with transition from the notochordal nucleus pulposus to the fibrocartilaginous nucleus pulposus in rabbit intervertebral disc	Spine	32(8)	849-56	2007
An HS, Masuda K, Thonar E, Mochida J	Biologic Repair and Regeneration of the Intervertebral Disc	Emerging Spine Surgery Technologies Quality Medical Publishing, Inc., St. Louis, MO		161-177	2006
Lee CR, Sakai D, Nakai T, Toyama K, Mochida J, Alini M, Grad S	A phenotypic comparison of intervertebral disc and articular cartilage cells in the rat	Eur Spine J	in press		2007
Hiyama A, Mochida J, Iwashina T,	Transplantation of mesenchymal stem cells in a canine disc	J Orthop Res	in press		2007

Omi H, Watanabe T, Serigano K, Tamura F, Sakai D	degeneration model				
Omi H, Mochida J, Iwashina T, Katuno R, Hiyama A, Watanabe T, Serigano K, Iwabuchi S, Sakai D	Low-intensity pulsed ultrasound stimulation enhances TIMP-1 in nucleus pulposus cells and MCP-1 in macrophages in the rat	J Orthop Res	in press		2007
酒井大輔, 岩品徹, 渡邊拓也, 桧山明彦, 大見博子, 中井知子, 持田讓治	椎間板再生の現状と展望 椎間板髄核、線維輪細胞の 識別と間葉系幹細胞から の誘導	日本整形外科学会 雑誌	81 巻 7 号	545-550	2007
酒井大輔, 持田讓治	【腰椎椎間板ヘルニアの 基礎から最先端治療まで】 椎間板の変性と再生	整形・災害外科	50 巻 3 号	197-204	2007
岩品徹, 持田讓治	椎間板の biology 椎間板 内細胞移植療法による椎 間板変性の抑制効果 自 家活性化髄核細胞再挿入 術を中心に	脊椎脊髄ジャーナ ル	20 巻 1 号	21-29	2007
武政龍一	高齢者骨粗鬆症性椎体骨 折の問題点と対策	日本整形外科学会 雑誌	80	957-969	2006
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
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 ントを用いた椎体形成術	整形・災害外科	49	795-805	2006

武政龍一 喜安克仁 川崎元敬ほか	骨粗鬆症性椎体骨折癒合不全の簡易な画像診断法—仰臥位側面像撮影の有用性—	中部整災誌	49	705-706	2006
Takemasa R, Kiyasu K, Toshikazu T, et al	Diagnosis of vertebral nonunion after osteoporotic compression fractures by functional radiography : Clinical significance of lateral view in a supine position	Spine J	6	61S	2006
武政龍一	骨粗鬆症性椎体骨折に対する椎体形成術—リン酸カルシウムセメント (C-P C) を用いた修復術—日本整形外科学会企画・監修	整形外科卒後教育 研修用ビデオ	FXD-53		2006
武政龍一, 谷俊一, 喜安克仁ほか	開創式の安全性および有効性を踏襲した小切開リン酸カルシウムセメント椎体形成術の開発	西日本脊椎研究会誌	32	182-186	2006
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
喜安克仁, 武政龍一, 谷俊一ほか	リン酸カルシウム骨セメントを用いた椎体形成術—治療成績と合併症—	中部整災誌	49	961-962	2006
Takemasa R, Tani T, Kiyasu K et al	Surgical complications and safety in mini-open transpedicular vertebroplasty using calcium phosphate cement for osteoporotic vertebral fractures	Spine J	6	29S	2006

喜安克仁, 武政龍一, 谷 俊一ほか	血液と粉液比の違いがリン酸カルシウム骨セメント硬化体の圧縮強度に与える影響:椎体形成術モデルを用いた検討	Orthopaedic Ceramic Implants	25	63-66	2006
武政龍一	高齢者に対する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	脊椎脊髄	20	570-576	2007
喜安克仁, 武政龍一, 谷 俊一	血液存在下における注入充填方法の違いがリン酸カルシウム骨セメント硬化体の圧縮強度に与える影響—椎体形成術モデルを用いた検討—	中部整災誌	50	61~62	2007
Takemasa R, Kiyasu K, Tani T et al	Validity of calcium phosphate cement vertebroplasty for vertebral non-union after osteoporotic fracture with middle column involvement	Spine J	7	148S	2007
武政龍一	椎体形成術—vertebroplastyとkyphoplasty—	日脊会誌	18	in press	2007