椎体形成術後 activity of daily living (ADL) 回復不良因子の検討

Risk Factors for Poor Recovery of the Capacity to Perform Activities of Daily Living (ADL) after Vertebroplasty

芝本和則 二宮貢士

Kazunori Shibamoto, M.D., Koshi Ninomiya, M.D.

Abstract

Introduction : Osteoporotic vertebral fractures are known to increase periods of inactivity due to pain. Prolonged bed rest diminishes the capacity to perform activities of daily living (ADL), and contributes to the development of further medical complications in older adults. If the ADL capacity does not recover, it is often difficult for patients to return to their previous level or even return to their former residence. Accordingly, vertebroplasty has been performed regularly, since the 1990s, to provide pain relief for osteoporotic vertebral fracture patients. Various reports have claimed that vertebroplasty achieves acceptable pain control and satisfactory recovery of the patients' quality of life and ADL capacity. However, we have encountered cases with poor recovery of the ADL capacity, despite achieving a pain-free status. We aimed to evaluate the factors associated with poor recovery of the capacity to perform ADL after vertebroplasty.

Methods : There were 483 consecutive patients with osteoporotic vertebral fractures who were admitted to our hospital between April 2016 and March 2019. Among these, 34 underwent percutaneous vertebroplasty with hydroxyapatite. The following parameters were compared between the patients who showed a good recovery of their ADL capacity and those who showed a poor recovery : age, presence of prevalent fracture, past medical history (stroke, diabetes mellitus, renal dysfunction, Parkinson's disease, and psychiatric disorders), medications (steroids, anti-dementia drugs, and psychotropic drugs), body mass index, period from the onset of symptoms to the surgery (less than two weeks or over two weeks), preoperative and postoperative verbal rating scale pain scores, and uncomplicated rehabilitation.

Results : The mean age of the 34 patients (male, n=9 ; female, n=25) was 80 years. Past medical history and medication use could not be statistically analyzed because of the small number of cases. There were no significant differences observed in the following parameters: presence of prevalent fracture, body mass index, period from onset to operation, and preoperative and postoperative verbal rating scales. Age > 80 years ($p=0.03$) and complicated rehabilitation ($p=0.002$) were associated with a significantly poorer recovery of the capacity to perform ADL.

(Received : January 29, 2020 ; accepted : July 1, 2020)

Key words

osteoporotic vertebral body fracture, vertebroplasty, ADL

笹生病院脳神経外科 / Department of Neurosurgery, Saso Hospital

連絡先 : 〒662-0964 西宮市弓場町 5-37 笹生病院脳神経外科 芝本和則 [Address reprint requests to : Kazunori Shibamoto, M.D., Department of Neurosurgery, Saso Hospital, 5-37 Yuba-cho, Nishinomiya-shi, Hyogo 662-0964, Japan]

はじめに

骨粗鬆症性椎体骨折は高齢者に多く、疼痛による長期臥床や内科的合併症が問題となる。高齢者ではいったん廃用が進行するとリハビリテーションを行っても **activity of daily living (ADL)** の回復は容易ではない。また、独居や老々介護、低経済力など社会的問題を背景にもつ患者も多い。ADL が回復できないと退院後にもとの生活の場へ戻るのは難しくなり、介護の受け皿に難渋することも少なくない。そのため長期入院の要因にもなり得る。これらの観点で、本疾患の診療では疼痛コントロールだけではなく ADL の維持も重要な課題となる。

低侵襲に疼痛を軽減させる方法として、1990 年代より欧米にて椎体形成術が行われるようになった。本邦でも 2011 年に **balloon kyphoplasty (BKP)** が保険適応となり、広く行われるようになった。椎体形成術の有効性については否定的な意見が混在するものの¹⁻³⁾、疼痛コントロールに有用とする報告や **quality of life (QOL)** や ADL の改善にも寄与するとする報告は多数存在する⁴⁻¹⁰⁾。しかし、実臨床では椎体形成術にて疼痛は改善するものの、ADL の回復が不良な症例をときおり経験する。

本研究の目的は、椎体形成術後に ADL 回復が不良となる要因を検索することである。

対象と方法

2016 年 4 月より 2019 年 3 月まで当院にて入院加療を行った骨粗鬆症性椎体骨折症例で MRI にて新規骨折と診断したのは 483 例（平均年齢 80.9 歳、男性 90 例、女性 393 例）であった。うち経皮的椎体形成術を行ったのは 36 例であった。死亡退院した 2 例（術後 93 日目に敗血症と術後 18 日目に下部消化管穿孔）を除いた 34 例を検討対象とした。診療録および画像データを後方視的に調査した。

調査項目は以下のごとくである。患者背景として患者年齢、治療椎体高位、治療椎体数、既存骨折の有無、既往歴（脳卒中、2 型糖尿病、腎機能障害、パーキンソン病、精神疾患）の有無、内服薬（ステロイド、抗認知症薬、向精神剤）の有無、**body mass index (BMI)** を調査した。臨床経過として、椎体骨折発症から手術までの期間、術後 2 日・7 日・14 日・1 カ月・2 カ月・3 カ月の **verbal rating scale (VRS)** (**Table 1**)、術後離床できるまでの期間、リハビリテーションが円滑に進行したか否か、円滑に進行しなかった場合の原因、術後退院までの期間（回復期リハビリテーションを含める）、病前の ADL

Table 1 The 0 to 3 Verbal Rating Scale (VRS) Instructions

0	No pain
1	Mild pain
2	Moderate pain
3	Severe pain

と最終固定した ADL（退院時 ADL）、最終固定時に ADL が悪化していたか否か、後療法としてテリパラチド使用の有無を調査項目とした。リハビリテーションが円滑に進行したか否かについては、身体的な理由（全身状態や疼痛など）以外で **therapist** が各回ごとに予定した内容を履行できない回数が半数以上であった場合、円滑に進行しなかったと判定した。ADL は介護度の観点で、自立、要支援（部分的な介助を必要とするが基本的に独力で生活できる）、要介護（歩行が不安定または困難で、生活動作に介助が必要な状態）の 3 つに分類した。

退院時 ADL の悪化に影響する因子を探索するため、以下の項目と退院時 ADL 悪化の有無について統計学的な評価を行った。年齢（80 歳未満と以上）、性別、治療椎体数、既存骨折の有無、既往歴、内服薬、BMI、発症から手術までの期間（2 週間以内および 2 週間以後に分類）、術後 VRS（2 日、7 日、14 日、1 カ月、2 カ月、3 カ月）、リハビリテーションが円滑に行えたか否かを検討した。統計学的な評価では各項目において ADL が悪化した群と悪化しなかった群の 2 群間に差があるか、Mann-Whitney U test または χ^2 検定を用いて検定を行い、 $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。

保存的治療の内容

鎮痛剤 (**non-steroidal anti-inflammatory drugs : NSAID** またはアセトアミノフェン) を定日内服し、外固定はダーメンコルセットを用いた。安静度制限は設けず、疼痛許容範囲内で離床可能とした。入院翌日より床上でのリハビリテーションを開始した。

手術適応・術式・術後管理について

入院後 2 週間経過しても疼痛で離床不可能かつ患者が希望する場合適応とした。また、2 週間以内でも早期除痛を強く希望される場合は適応とした。術式は全例で **hydroxyapatite (HA)** ブロックを用いた経皮的椎体形成術を行った。両側約 1 cm の皮膚切開を設けて Pentax 社の専用器具を用いて経椎弓根的に椎体内に充填した。全例で術翌日よりダーメンコルセット着用にて離床許可し

Table 2 Baseline characteristics of the included 34 patients

Number of cases	34
Mean age (range)	80 (64~89)
Sex (n)	Male 9, female 25
Level (n)	T8 : 1, T11 : 3, T12 : 4, L1 : 9, L2 : 9, L3 : 8, L4 : 1, L5 : 3
Prevalent fracture (n)	13 (38%)
Past medical history (n)	Cerebral stroke 3, Type 2 diabetes mellitus 5, chronic renal failure 1, Parkinson's disease 0, psychosis 0
Regularly used medicine (n)	Steroid 3, anti-dementia drug 4, psychotropic drug 7
Duration from onset to operation : median days (interquartile range)	21 days (15~28)
VRS : mode (range)	Pre-OP : 3 (3~3), post-OP 2 days : 2 (0~3), post-OP 7 days : 1 (0~2), post-OP 14 days : 0 (0~2), post-OP 1 month : 0 (0~2), post-OP 2 months : 0 (0~3), post-OP 3 months : 0 (0~2)
Rehabilitation progress (n)	Favorable 17, unfavorable 17
ADL before illness (n)	Independent 21, support required 8, care required 5
ADL at discharge (n)	Independent 10, support required 15, care required 9
ADL deterioration (n)	17

n : number of cases, VRS : verbal rating scale, OP : operation, ADL : activities of daily life

Fig. 1

Period from the onset of symptoms to the surgery. The black area indicates over 80 years old, and the gray area indicates under 80 years old. The median value was 21 days (interquartile range 15~28).

た。抜糸後ADL回復例は退院としたが、回復不良な症例は回復期リハビリテーション病棟（同一病院内）に転床してリハビリテーションを継続、ADL固定後に退院とした。

結 果 (Table 2)

年齢は平均 80 歳 (64~89 歳)、男性 9 例、女性 25 例であった。治療椎体高位は T8 : 1 例、T11 : 3 例、T12 : 4 例、L1 : 9 例、L2 : 9 例、L3 : 8 例、L4 : 1 例、L5 : 3 例であった。4 例では 2 椎体に手術が行われた。また、13 例で既存骨折を認めた。既往歴については脳卒中 3 例、2 型糖尿病 5 例、腎機能障害 1 例であった。パーキンソ

Fig. 2

Postoperative course of the verbal rating scale (VRS). All patients had a value of 3 before vertebroplasty. The mode VRS was 2 on postoperative day 2, 1 on postoperative day 7, and 0 from postoperative day 14 to 3 months.

ン病や精神疾患の診断を受けている症例はなかった。内服ではステロイド 3 例、抗認知症薬 4 例、向精神剤 7 例であった。BMI は平均 24.8 (17.0~32.1) であった。

発症から手術までの期間は中央値 21 日 (四分位範囲 15~28 日) であった (Fig. 1)。術前の VRS は全例で 3、術後 2 日は最頻値 2 (範囲 0~3)、術後 7 日は最頻値 1 (範囲 0~2)、術後 14 日は最頻値 0 (範囲 0~2)、術後 1 カ月最頻値 0 (範囲 0~2)、術後 2 カ月最頻値 0 (範囲 0~3)、術後 3 カ月最頻値 0 (範囲 0~2) であった (Fig. 2)。術翌日から全例で離床許可したが、実際に離床できたのは術後中央値 2 日 (四分位範囲 2~3 日) であった (Fig. 3)。17 例 (50%) でリハビリテーションが円滑に進まなかった。原因はリハビリテーションの拒否 4 例、

意欲の低下 8 例，認知機能の低下 3 例，不定愁訴 2 例であった。

術後退院までの期間は中央値 49 日（四分位範囲 20～101 日）であった。病前の ADL は自立 21 例，要支援 8 例，要介護 5 例，退院時 ADL は自立 10 例，要支援 15 例，要介護 9 例であった。病前と同等であったのが 17 例（50%），病前より悪化したのが 17 例（50%）であった。悪化した症例の内訳は自立から要支援が 10 例，自立から

要介護が 7 例であった。1 例で術後 2 カ月に隣接椎体の新規骨折が生じ，VRS 3 に悪化した。術後 3 カ月で VRS 2 となり，ADL は自立で自宅退院となった。術後入院中にテリパラチドを使用した症例はなく，退院後 7 例（20%）で導入されていた。

各検討項目における退院時 ADL 悪化の有無についての評価は以下の通りであった（Table 3）。年齢では 80 歳以上で 19 例中 13 例，80 歳未満で 15 例中 4 例で退院時 ADL が悪化しており，80 歳以上で有意に退院時 ADL は悪化していた（ $p=0.03$ ）。性別では男性 9 例中 7 例で，女性 25 例中 8 例で退院時 ADL が悪化していたが，男女間での有意差は認めなかった（ $p=0.12$ ）。治療椎体数でみると 1 椎体治療 30 例中 15 例で，2 椎体治療 4 例中 2 例で退院時 ADL が悪化していた。2 椎体治療例が少なく，治療椎体数での統計学的な評価は困難であった。既存骨折を有する 13 例中 9 例で，既存骨折を有さない 21 例中 8 例で退院時 ADL が悪化しており，既存骨折の有無では有意差を認めなかった（ $p=0.16$ ）。既往歴では脳卒中の既往がある 3 例中 1 例，2 型糖尿病がある 5 例中 2 例で ADL が悪化していた。腎機能障害があった 1 例は悪化がなかった。内服薬ではステロイド 3 例中 3 例，抗認知症薬 4 例中 2 例，向精神剤 7 例中 3 例で ADL が悪化していた。既往歴および内服薬の有無については該当症例数が少数であることから統計学的な評価は困難であった。BMI は ADL の悪化群で平均 23.6，悪化がなかった

Fig. 3

Duration of bed rest after surgery. The black area indicates over 80 years old, and the gray area indicates under 80 years old. The median period was 2 days (interquartile range 2～3).

Table 3 Patient profile of the non-recovery group and recovery group of ADL

		ADL deteriorated (n)	ADL not deteriorated (n)	p-value
Age (n)	80 and over	13	6	0.03
	Less than 80	4	11	
Sex (n)	Male	7	2	0.12
	female	8	17	
Prevalent fracture (n)	Yes	9	4	0.16
	No	8	13	
BMI (mean)		23.6	26.4	0.07
Duration from onset to operation : days (median)		23	20	0.68
VRS (mode)	Pre-OP	3	3	1.00
	Post-OP 2 days	2	2	0.51
	Post-OP 7 days	1	0	0.37
	Post-OP 14 days	0	0	0.20
	Post-OP 1 month	0	0	0.75
	Post-OP 2 months	0	0	0.92
	Post-OP 3 months	0	0	0.81
Rehabilitation progress (n)	Favorable	3	14	0.002
	Unfavorable	14	3	

ADL : activity of daily living, BMI : body mass index, VRS : verbal rating scale, OP : operation

群で 26.4 であり、有意差は認めなかった ($p=0.07$)。発症から手術までの期間について、2 週間以内に行った群と以降に行った群で有意差は認めなかった ($p=0.68$)。退院時 ADL 悪化と術後 VRS とについては、術後 2 日 ($p=0.51$)、術後 7 日 ($p=0.37$)、術後 14 日 ($p=0.20$)、術後 1 カ月 ($p=0.75$)、術後 2 カ月 ($p=0.92$)、術後 3 カ月 ($p=0.81$) といずれの時点でも有意差は認めなかった。リハビリテーションが円滑に進まなかった 17 例中 14 例で、円滑に進んだ 17 例中 3 例で退院時 ADL は悪化しており、円滑に進まない症例は有意に退院時 ADL が悪化していた ($p=0.002$)。

症例提示

【症例 1】79 歳、女性。

病前 ADL は自立。夫の入浴介護中に転倒後より強い腰痛が生じ救急搬送された。既往歴は脂質異常症のみ。入院後 MRI を行い L1 新規骨折と診断した。保存的治療を開始し 1 週間経過したが寝返りも困難で、早期除痛を目的に手術を希望された。発症 12 日で経皮的椎体形成術を行った。術翌日に離床可能となった。術後 2 日の VRS 2、術後 7 日の VRS 0 と疼痛消失。軽度廃用があったが術翌日よりリハビリテーションを行い、術後 12 日にもとの ADL (自立) にて自宅退院となった。(Fig. 4 a, b)

【症例 2】81 歳、女性。

病前 ADL は自立。自宅内で転倒後から腰痛出現。徐々に悪化し 9 日後には体動困難となり救急要請となった。肺がんに対する肺部分切除の既往があり、再発なく経過していた。入院後の MRI にて T11 新規骨折と診断した。また、T10 には既存骨折を認めた。保存的治療を開始したが疼痛改善せず寝返りが困難な状態が続いた。発症 19 日に経皮的椎体形成術を行った。術後 2 日に疼痛軽減 (VRS 1) し離床可能となった。術後 7 日には VRS 0 となり疼痛は消失した。しかし術後意欲の低下、自発性の低下が目立つようになり、疼痛は消失しているがリハビリテーション時間以外は臥床している状態が続いた。術後 21 日で回復期リハビリテーション病棟に転床した。その後徐々に傾眠傾向が目立つようになり、リハビリテーション継続困難となった。術後 55 日に要介護の状態でも自宅退院 (在宅介護) となった (Fig. 4 c, d)。

考 察

今回の検討では約半数 (56%) の症例で退院時 (最終固定時) の ADL は病前より悪化していた。術後の除痛効

Fig. 4 Illustrative cases

- a : Preoperative computed tomography (CT) of Case 1. There was an incident fracture in the L1 vertebral body.
- b : Postoperative CT of Case 1. The HA blocks were successfully augmented.
- c : Preoperative CT in Case 2. T11 was an incident fracture and T10 was a prevalent fracture.
- d : Postoperative CT of Case 2. The HA blocks were successfully augmented.

果は概ね良好であり、ADL 悪化群と回復した群での術後疼痛に有意差はなかった。すなわち、術後疼痛が改善しても ADL が必ずしも回復しないことを示唆する結果であった。ADL が悪化した群はリハビリテーションが円滑に進まなかった症例や、80 歳以上の症例で有意に多かった。また、有意差はなかったが性別で男性、既存骨折が存在する症例、BMI が低い症例に ADL が悪化する傾向がみられた。

椎体形成術を有用とする報告では、その除痛効果のみではなく QOL や ADL の回復に有効とするものが多い⁵⁻¹⁰⁾。しかし、本研究結果では除痛効果は良好なものの退院時の ADL は半数の症例で悪化しており、これらの報告とは異なる結果であった。これはわれわれの検討対象の平均年齢が 80 歳と高齢者が多かったのが一因と考察する。戸川⁷⁾の 81 症例の平均年齢は 74 歳、Phillips ら⁸⁾の 29 例の平均年齢は 70 歳、Lieberman ら⁹⁾の 30 例の平均年齢は 68.6 歳、Ledlie ら¹⁰⁾の 117 例の平均年齢は 77 歳であった。本研究でも年齢別の検討では、80 歳未満の群では 73% の症例で ADL が回復しており 80 歳以上と比べて有意に改善がよかった。年齢 (80 歳以上) は ADL 回復不良の因子と考えられる。

椎体形成術については国内外から多数報告されているが、その有効性を否定する報告も存在する。2009 年に 2 件の randomized study が報告された^{1,2)}。最近では 2018 年に VERTOS IV が報告され³⁾、椎体形成術の有効性につ

いては賛否がある。異なる結果の報告が混在する要因として次のように考える。椎体骨折の疼痛機序については椎体の不安定性、椎体内の圧上昇、骨髄内痛覚線維の刺激など複数要因が指摘されている¹¹⁾。さらには、変性疾患や後弯変形による筋・筋膜・関節由来の疼痛が影響している可能性もある。椎体形成ではすべての疼痛機序を解決できないため、症例によっては有効性が低くなるものと思われる。一方で、最終的なADLについては患者背景が一律ではないことが要因と考えられる。一般に高齢者の場合予備力が低下しており外傷や疾病などの身体的負荷により容易に心身機能が低下しやすいが、その程度は個人差が大きい。また、社会的背景、生活環境、精神状態、認知機能なども症例ごとのバリエーションが大きい。これら高齢者特有の事情が有効な症例と無効な症例が混在する要因の1つになっていると思われる。今回のわれわれの検討でも除痛効果は良好であったものの、80歳以上ではADL回復が不良であった原因と推測する。また80歳以上は有意にリハビリテーションが円滑に進まない症例が多く、その原因が拒否や意欲の低下であったこともこれらが背景にあるものと考えられる。今回の検討では有意差を認めなかったが、既存骨折の存在とBMI低値はADLが悪化する傾向がみられた。既存骨折により後弯変形や姿勢異常をきたし潜在的に身体能力が低下していた可能性がある。また、低BMIは低栄養だけではなく身体運動機能の低下との関連が報告されている¹²⁾。これらにより身体的な予備力が低下した状態で椎体骨折を生じたために、ADLの回復が不良となっている可能性が推察される。

高齢者が身体的要因（外傷、疾病）、認知・精神的要因、社会的要因（独居、孤独など）などのストレスにて容易に心身機能が低下し要介護状態に陥る状態は近年フレイルと呼ばれている¹³⁾。骨粗鬆症性椎体骨折によりフレイルの発症率が有意に上昇することはすでに指摘されている¹⁴⁾。一方で、フレイルそのものが骨粗鬆症性椎体骨折の原因となり得ることも報告されている¹⁵⁾。これらの観点で考えると高齢者における骨粗鬆症性椎体骨折は老衰過程の一部と捉えることもできる。80歳以上の高齢者に椎体形成術を検討する場合、精神状態、認知機能、社会的要因（独居、孤独など）の状態を十分考慮する必要がある。

今回の検討のlimitationとして、充填物がHAブロックであったことが挙げられる。近年 polymethyl methacrylate (PMMA) を用いた balloon kyphoplasty がおもに用いられているが、今回検討対象とした症例は実施資格などの関係上全例でHAブロックを用いた経皮的椎体形成

術であった。椎体形成術の充填物についてはPMMA^{7~10)}やHAブロック¹⁶⁾、リン酸カルシウム骨ペースト¹⁷⁾など種々報告があるがいずれも良好な除痛効果が報告されている。従来の報告同様、われわれの症例も術後の除痛効果はPMMAを用いたkyphoplastyの治療成績¹⁰⁾と比べて遜色ないものであり、充填物の違いはバイアスにならないと考える。

■ 結 語

椎体形成術後にADL回復が不良となる要因を検討した。術後の疼痛は良好に改善しているが50%の症例でADLの回復は不良であった。高齢（80歳以上）およびリハビリテーションが円滑に進まない症例が回復不良の要因であった。高齢者の場合、精神状態、認知機能、社会的背景を十分考慮したうえで椎体形成術の適応を検討すべきと考える。

利益相反開示

著者全員は日本脳神経外科学会へのCOI自己申告を完了しています。本論文の発表に関して開示すべきCOIはありません。

文 献

- 1) 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
- 2) 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
- 3) Firanescu CE, Vries JD, Lodder P, et al : Vertebroplasty versus sham procedure for painful acute osteoporotic vertebral compression fractures (VERTOSIV) : randomised sham controlled clinical trial. *BMJ* **361** : k1551, 2018
- 4) Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, et al : Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* **25** : 923-928, 2000
- 5) Papanastasiou ID, Phillips FM, Van Meirhaeghe J, et al : Comparing effects of kyphoplasty, and non-surgical management in a systematic review of randomized and non-randomized controlled studies. *Eur Spine J* **21** : 1826-1843, 2012
- 6) Clark W, Bird P, Gonski, et al : Safety and efficacy of vertebroplasty for acute painful osteoporotic fractures (VAPOUR) : a multicentre, randomized, double blind, placebo-controlled trial. *Lancet* **388** : 1408-1416, 2016
- 7) 戸川大輔 : 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. *J Spine Res* **2** : 1485-1493, 2011
- 8) Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, et al : Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* **28** : 2260-2267, 2003
- 9) Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, et al : Initial outcome

- and efficacy of “kyphoplasty” in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 26 : 1631–1638, 2001
- 10) Ledlie JT, Renfro MD : Kyphoplasty treatment of vertebral fractures : 2-year outcomes show sustained benefits. *Spine* 31 : 57–64, 2006
- 11) 川西昌浩, 横山邦生, 山田 誠, 他 : 圧迫骨折に対する椎体形成術の概念の変化. 脊椎脊髄 25 : 171–176, 2012
- 12) Hattori M, Okano G : Body mass index and self-reported functional limitation in community-dwelling elderly Japanese. 日健医誌 24 : 313–322, 2016
- 13) 神崎恒一 : フレイルの定義・診断. 日医雑誌 148 : 1471–1478, 2019
- 14) Kim HJ, Park S, Park SH, et al : Prevalence of frailty in patients with osteoporotic vertebral compression fracture and its association with numbers of fractures. *Yonsei Med J* 59 : 317–324, 2018
- 15) Kojima G : Frailty as a predictor of fractures among community-dwelling older people : a systematic review and meta-analysis. *Bone* 90 : 116–122, 2016
- 16) 松崎浩巳, 星野雅洋, 大森圭太, 他 : 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. 脊椎脊髄 25 : 189–196, 2012
- 17) Nakano M, Hirano N, Ishihara H, et al : Calcium phosphate cement-based vertebroplasty compared with conservative treatment for osteoporotic compression fractures : a matched case-control study. *J Neurosurg Spine* 4 : 110–117, 2006
-