
原 著

椎骨粗鬆症例における椎体圧迫骨折に対する手術療法

新潟大学医学部整形外科学教室（主任：田島達也教授）

羽 場 輝 夫

A Consideration on the Appropriate Operative Treatment for the
Compression Fracture of Osteoporotic Spine

Teruo HABA

*Department of Orthopedic Surgery, Niigata
University School of Medicine
(Director: Prof. Tatsuya TAJIMA)*

The compression fracture of osteoporotic spine sometimes causes incomplete paraplegia or prolonged severe back pain which have to be treated by an operative treatment in order to regain normal activity of daily living as early as possible. Few reports of the operative treatment for compression fracture of osteoporotic spine are not always satisfactory in regard to maintenance of the spinal alignment for a long time.

The purpose of this study is to clarify the appropriate operative procedures based on the results obtained by investigation of 17 cases of spondyloporotic compression fracture that were operated on.

The essential pathology, which caused paraplegia due to protrusion of posterior wall of the fractured vertebra or angulation of the spinal column and prolonged pain due to delayed union with vacuum phenomenon visualized on X-ray, was thought to be an impaired fracture healing accompanied with the involutinal osteoporosis.

An appropriate operative procedure is to facilitate union of the fractured vertebra itself with or without simultaneous use of a short instrument.

Anterior decompression and interbody fusion will be able to remove the neurological complication and maintain the spinal alignment, however this will be too invasive for the elderly. Packing of synthesized hydroxyapatite granules and iliac bone chips

Reprint requests to: Teruo HABA,
Department of Orthopedic surgery,
Niigata University School of Medi-
cine, Niigata City, 951, JAPAN.

別刷請求先：〒951 新潟市旭町通1番町
新潟大学医学部整形外科学教室

羽場輝夫

into the fractured vertebra through transpedicular route with simultaneous use of a short instrument maintaining the reconstructed posterior wall and the spinal alignment is a new idea proposed by the author as to the operative treatment for compression or burst fracture.

Key words: involuntional osteoporosis, compression fracture, paraplegia, delayed union and operative treatment

骨粗鬆症，椎体骨折，対麻痺，癒合遅延，手術療法

I. はじめに

胸腰椎移行部の椎体圧迫骨折は、青年や壮年例においては、たとえ変形を残しても癒合に問題なく、また対麻痺のような重篤な合併症も発生しないので、手術を必要とすることはほとんどない。しかし、椎骨粗鬆化を伴う高齢者においては、往々合併する対麻痺や、持続性の疼痛に対し、手術による改善を実施せざるを得ない症例が存在する。

骨粗鬆症の椎体圧迫骨折で手術を行った報告は、渉猟し得たかぎり、著者の報告¹⁾した13例を含めて、1988年までに36例²⁾⁻¹⁴⁾に過ぎない。そして、それらの症例に採用された手術術式は、除圧のための単純な椎弓切除や、椎弓切除と骨片摘除の併用、学童期の側弯症手術術式である後方 instrumentation あるいはそれに椎弓切除を併用したもの、椎体外傷に対する処置として発達した前方除圧椎体間固定術が主で、これらはいずれも、椎骨粗鬆症がない、より若年者に対する場合の術式を応用したものであり、必ずしも骨粗鬆症の存在という特殊条件を充分考慮した手術術式とは言えない。

また、1988年の厚生省の国民衛生の動向調査では、1987年の全国の65歳以上の高齢者数は約1327万人で、1985年の同調査から約80万人の増加があり、骨粗鬆症罹患率¹⁵⁾から推定した退行期骨粗鬆症患者数は、1985年男性約86万人、女性約344万人から、1987年には男性約90万人、女性約363万人へと増加している。そして、それに伴い、骨粗鬆症に起因した椎体圧迫骨折に対する手術療法の必要性は、今後急速に増加するものと考えられる。

本研究の目的は、退行期骨粗鬆症 (involuntional osteoporosis) による椎体圧迫骨折で対麻痺や疼痛持続のために手術療法を必要とした症例を調査し、骨粗鬆症に起因した椎体圧迫骨折が手術を要する病態発生のメカニズムと、このような病態に対する妥当な手術術式を、retrospective および prospective に検討することである。

II. 重篤な合併症を伴う粗鬆椎体圧迫骨折に対する手術療法の retrospective な検討

A. 対象症例

1. 症例の概要

検討した症例は、新潟大学医学部整形外科関連病院で、閉経後、あるいは、老人性骨粗鬆症の椎体圧迫骨折に伴う対麻痺による歩行不能や、癒合遅延のための疼痛持続による歩行障害と診断され、手術が施行された男性2例、女性9例の計11例で、そのうち対麻痺例は10例、うち排尿障害を伴うもの3例で、疼痛持続例は1であった。

手術の対象となった骨折椎体レベルは、T10 2例、T11 3例、T12 4例、L1 2例で、胸腰椎移行部に集中していた。

2. 症状の発現時期および手術までの期間

椎体圧迫骨折が発生した時、または、その発生を推定させる疼痛出現時から、両下肢不全麻痺が発現した時までの期間別症例数は、1週未満 (急性発症) 1例、1週以上2カ月未満 (亜急性発症) 3例、2カ月以上 (遅発性発症) 6例であった。

手術までの対麻痺持続期間は、急性発症例で2週、亜急性発症例で2週が2例、8週が1例、遅発性発症例で1週が1例、4週が5例であった。また、持続した疼痛が主症状の1例での痛みの持続期間は3カ月であった。

3. 症状発現に係わるX線所見

急性発症例のX線では、1例で楔状骨折椎による椎間板レベルでの角状後弯変形に加えて、椎体の上後縁の骨棘による脊柱管狭窄を認めた (Fig. 1)。

亜急性発症の3例のX線では、2例に椎体レベルでの角状後弯変形に伴う脊柱管狭窄を認め (Fig. 2A)、そのうちの1例の骨折椎体内に、骨内空間の存在を示す vacuum 現象を認めた。これは、機能写によってよく描出され、骨折した椎体内に気体がいっているようなX線透過性の高い、帯状の陰影を示す部分の出現をいう (Fig. 3)。また、他の1例では、偏平骨折椎の上下に

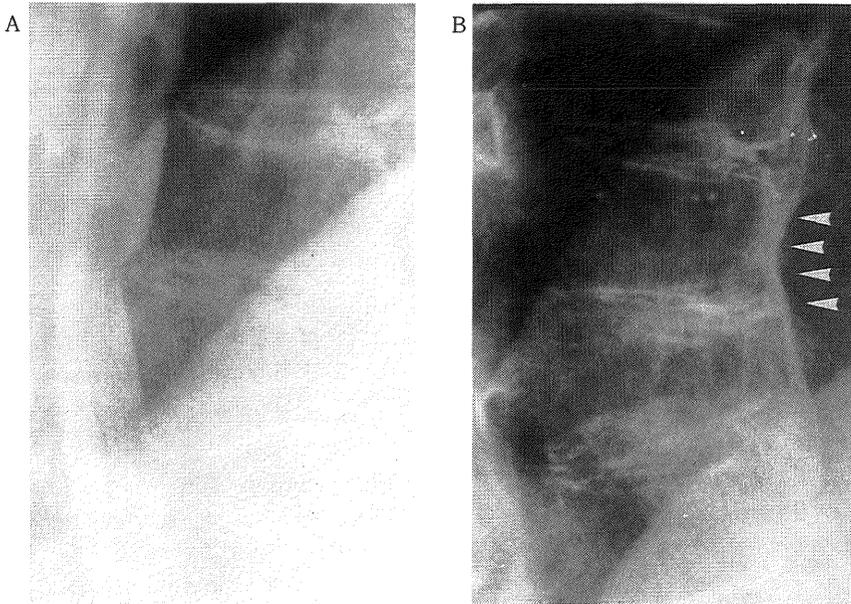


Fig. 1 Compression fracture of T11 leaving wedge shaped deformity in 78 y.o. female accompanied with paraplegia. Simple laminectomy was carried out.

- A. Myelogram revealed cord compression due to angular bending of spinal column and protrusion of spur.
- B. X-ray film revealed formation of anterior symphyte (arrow).

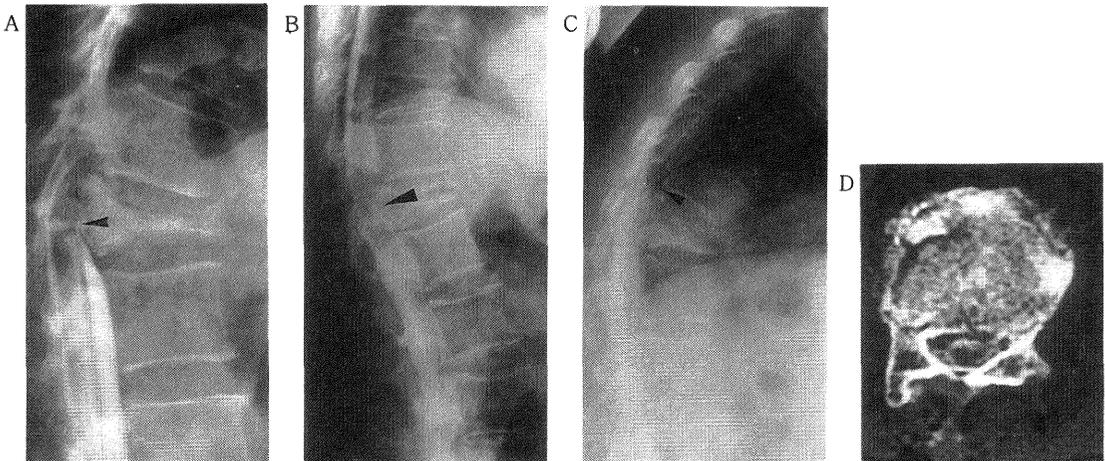


Fig. 2 Causes of narrowing of the spinal canal.

- A. Sharp angulation (arrow) of the posterior margin of the fractured vertebral body.
- B. Mild angulation (arrow) of the posterior margin of the fractured vertebral body.
- C. Sharp angulation (arrow) at the disc level due to wedge shaped compression fracture.
- D. Bursting fragment in the spinal canal.

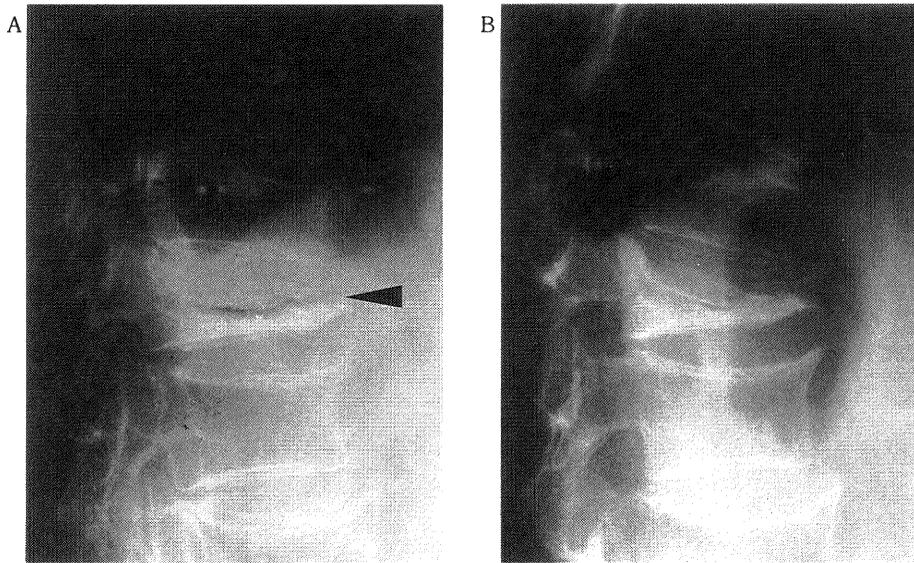


Fig. 3 Vacuum phenomenon at the fracture site L1 in 70 y.o. female accompanied with prolonged back pain.

- A. A vacuum phenomenon (arrow) became clearly visible at extension of the spinal column.
- B. A vacuum phenomenon became difficult to be identified at flexion of the spinal column.

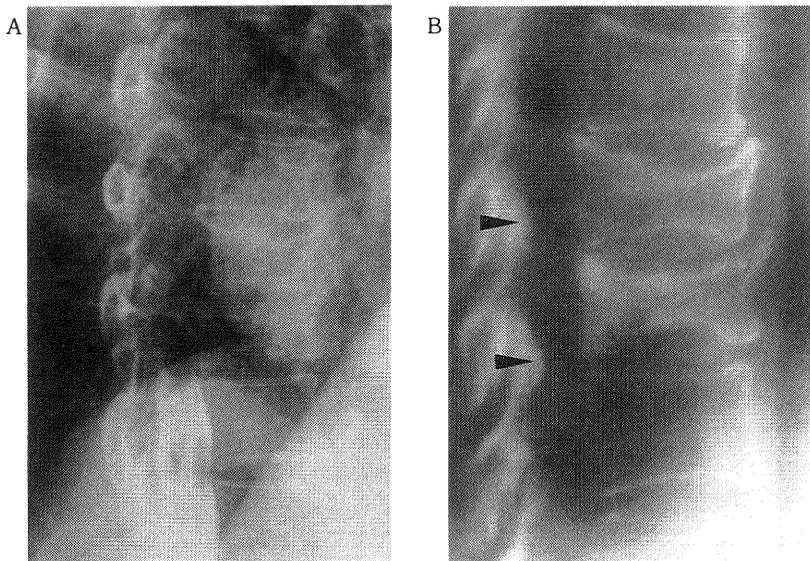


Fig. 4 Simple compression fracture of T10 with ossification of yellow ligament in 67 y.o. female accompanied with paraplegia. Simple laminectomy was carried out.

- A. Myelogram revealed complete block at the lower disc level of T10.
- B. Tomogram revealed ossification of yellow ligament (arrow) at both upper and lower disc levels of T10, and sclerosis of the fractured vertebral body.

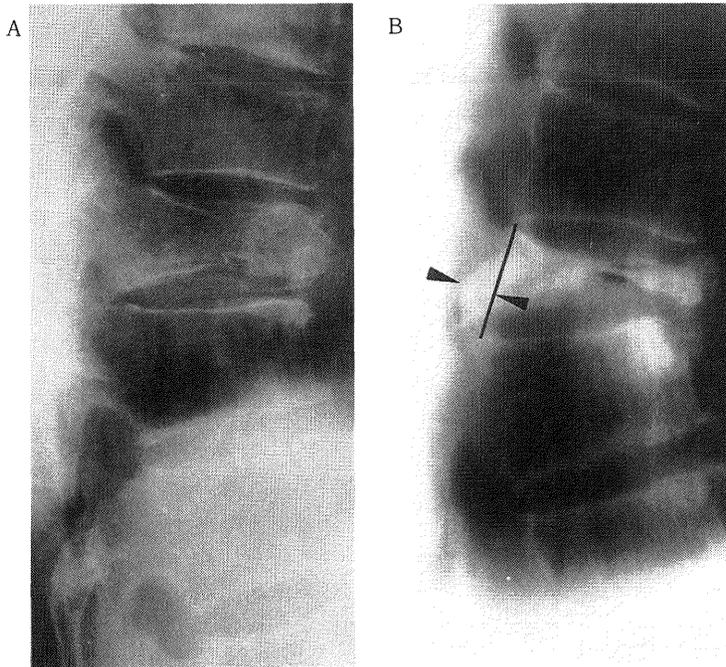


Fig. 5 Alteration of the posterior wall of the fractured vertebral body.

- A. This X-ray was taken to identify fresh fracture of T10.
 B. Marked protrusion of posterior wall of the fractured T10 (line & arrow), which took place by 5 months after fracture, which caused paraplegia.

黄色靭帯骨化と骨折椎体の硬化を認めた (Fig. 4).

遅発性発症の6例のX線では、2例で椎体後壁が弧状に脊柱管内へ突出し (Fig. 2B), 同時に vacuum 現象を認めた。また、他の4例では、骨折椎体の楔状化に伴う椎間板レベルでの角状後弯変形による脊柱管狭窄を認め (Fig. 2C), うち1例に vacuum 現象を認めた。

疼痛持続例では、椎体内に vacuum 現象を認めた。

4. 骨折椎体の変形の推移

遅発性発症の椎麻痺例の6例中4例には、圧迫骨折が発生して間もない時のX線写真があり、その所見と麻痺発現後のX線写真とを比較して対麻痺例の骨折椎体の変形の推移をみた。その結果、2例では、対麻痺が発生した時には、骨折椎体の扁平化や扁平楔状化が進行して後壁の脊柱管内突出が5mm以上増加していた (Fig. 5)。また、他の2例では、楔状化が進行して椎間板高位での角状後弯変形が増強していた。

5. 症例に施行された手術術式

この11例に対して施行されていた術式は、必ずしも一定の基本方針で採用されていたとは言えないが、骨折椎体の異常可動性を示す vacuum 現象の有無と、隣接する椎間板レベルでの角状後弯変形の有無とで術式が異なっていた。そして、それらの有無に対して、後方進入で行う術式と、前方進入で行う術式とが施行されており、後方進入での術式は、後方除圧、変形の矯正、後方固定の3要素からなっており、そのうちの単独、あるいはそれらの種々の組み合わせで行われていた。また、前方進入での術式は、除圧と椎体間固定とが同時に行われていた。

症例と、それらの術式の要素との関係については、表1に示した。

B. 検討方法

この11症例の術後の転帰を、臨床症状の推移とX線所見の変化から検討した。

表 1 retrospective な検討をした症例の症状，X線所見，術式との関係

症例 No.	年齢 (sex)	対麻痺の有無	vacuum現象，骨折椎体レベルでの異常可動性の有無	隣接椎間板レベルでの角状後弯の有無	術式				その他の摘要	
					前方侵入法	後方侵入法				骨折椎体骨癒合促進の有無
						除圧固定	後方除圧	後弯変形矯正		
1	78F	(+)	(-)	(+)		○			(-)	前方 symphyte(+)
2	67F	(+)	(-)	(-)		○			(-)	黄色靱帯骨化(+)
3	66M	(+)	(+)	(-)		○	○	○	(-)	Harrington instrumentation 骨セメント使用
4	53F	(+)	(+)	(-)		○	○	○	(-)	Harrington instrumentation 骨セメント使用
5	66F	(+)	(+)	(-)		○	○	○	(-)	Harrington instrumentation
6	75F	(+)	(-)	(+)			○	○	(-)	Luque SSI*
7	72F	(+)	(+)	(+)			○		(-)	Luque SSI*
8	53F	(-)	(+)	(-)			○		(-)	Harrington instrumentation
9	63F	(+)	(+)	(+)	○			○	椎体亜全摘	Kaneda device 腸骨移植 2 椎間固定
10	69F	(+)	(+)	(+)	○				椎体部分切除	腸骨移植 1 椎間固定
11	68M	(+)	(-)	(-)	○				椎体亜全摘	開胸手術 肋骨移植 2 椎間固定

Luque SSI*= Luque segmental spinal instrumentation

C. retrospective な検討の結果

各症例の術式と臨床症状，X線所見の変化との関係は，以下のようであった。

症例 1 と症例 2 は，後方進入術式の 3 要素のうちの 1 つである後方除圧のみが椎弓切除によって行われた症例であった。症例 1 (Fig. 1) は 78 歳の女性で，T11 楔状骨折椎の頭側の椎間板レベルでの角状後弯変形に伴う骨棘による脊柱管狭窄が認められ，骨折椎の上下の椎体との間に symphyte 形成がみられた。症例 2 (Fig. 4) は 67 歳の女性で，T10 偏平骨折椎の上下に黄色靱帯骨化が認められ，手術時にすでに骨折椎体の硬化が進んでいた。手術の結果は，どちらも 4 週以内に独歩可能となり，症例 1 では排尿障害も消失し，その後は骨折椎体を含めて，脊柱に特別の変化が見られなかった。この 2 例の術後の経過観察期間は，症例 1 が 3 カ月（以後は消息不明）症例 2 が 24 カ月で，その時点での症状の再発はなかった。

症例 3 と 4 は，後方進入術式の 3 要素のすべてが double Harrington instrumentation と骨移植に上下端に骨セ

メント固定を併用して行われた。症例 3 (Fig. 6) は 66 歳男性，症例 4 (Fig. 7) は 53 歳女性で，ともに vacuum 現象のみられた L1 後壁の角状後弯変形による脊柱管狭窄に対して，この術式が採用され，4 週以内に独歩可能となった。また，症例 3 の排尿障害も消失した。

しかし，症例 3 では，術後 5 カ月で骨セメントで固めた固定部下端のフックの脱転による固定性の低下と固定中間部の sublaminal wiring してある椎体の圧迫骨折が発生し，術後 6.5 カ月で instrument が抜去された。この症例は，その 3 カ月後，老衰死した。

また，症例 4 でも，フックの脱転が骨セメントを用いたにもかかわらず防止できず，術後 2 カ月で骨セメントを用いない Harrington instrumentation に入れ換え，それも，その後 4 カ月で再びフックが脱転し，術後 11 カ月で instrument が抜去された。その後，矯正椎体高は再び減少したが，脊柱管狭窄は再発しなかった。この症例は術後 36 カ月が経過している。

症例 5 (Fig. 8) は 66 歳女性で，vacuum 現象のみられた T12 後壁の弧状な突出による脊柱管狭窄に対し，

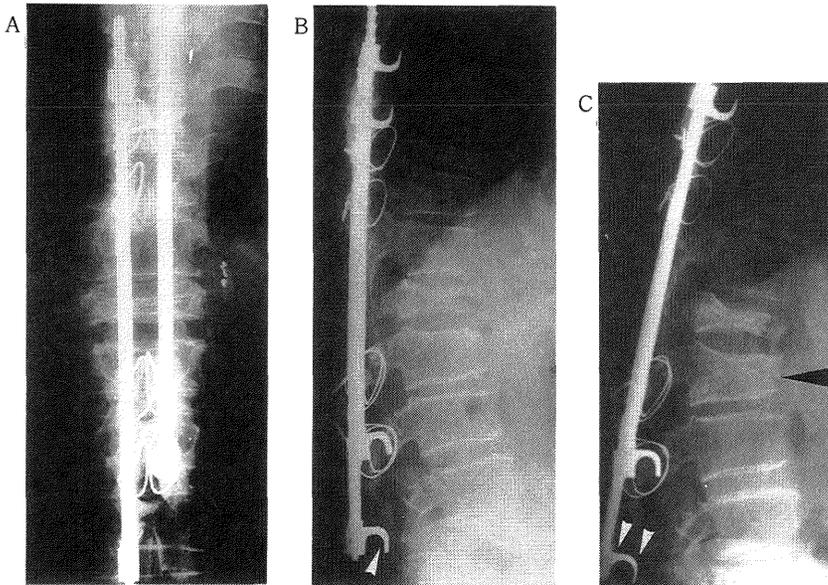


Fig. 6 Angulation of the posterior wall of L1 in 66 y.o. male accompanied with paraplegia. Laminectomy of T12 and L1, double Harrington instrumentation with sublaminar wiring and bone cement, and posterolateral fusion between laminectomized L1 and L2 were carried out.

- A. Postoperative A-P view of X-ray film.
- B. Dislodging of lower hook (arrow) took place by a half of a month.
- C. Compression fracture at the sublaminar-wired vertebra (big arrow) also took place by 5 months after operation.

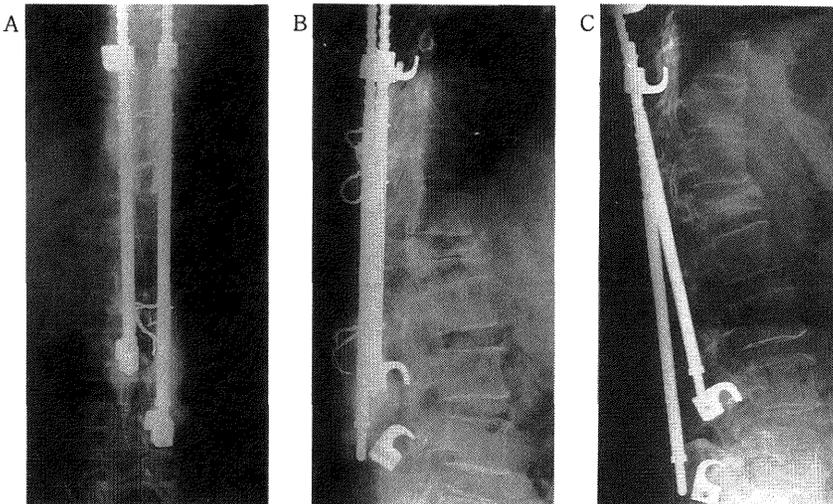


Fig. 7 Severe bending of the posterior wall of L1 in 53 y.o. female accompanied with paraplegia. Laminectomy of L1 and L2, and double Harrington instrumentation with bone cement were carried out.

- A. Postoperative A-P view of X-ray film.
- B. Dislodging of lower hook took place by one month after operation.
- C. Re-dislodging of lower hooks took place after second operation without bone cement.

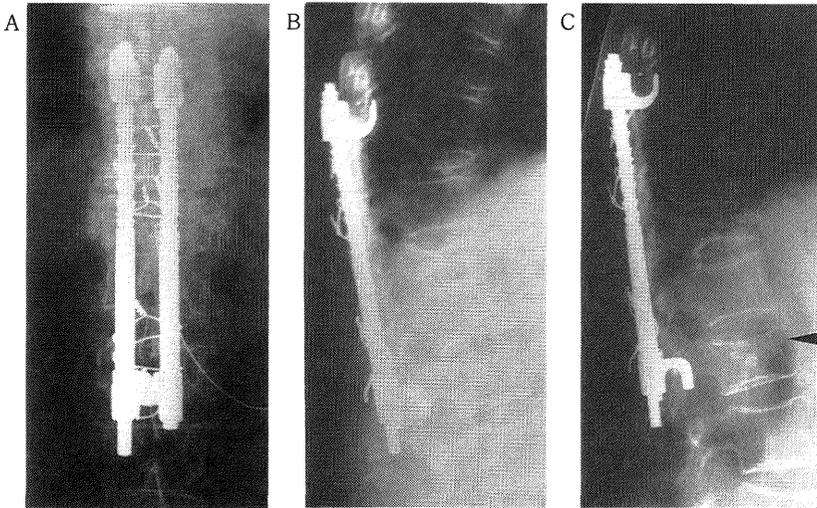


Fig. 8 Mild protrusion of the posterior wall of T12 in 66 y.o. female accompanied with paraplegia. Hemilaminectomy of T12 and double Harrington instrumentation with iliac bone graft were carried out.

A and B. Postoperative A-P and lateral views of X-ray film.

C. Progression of compression fracture (arrow), which was the lowest vertebra of the instrumented area, took place by one and a half month after operation.

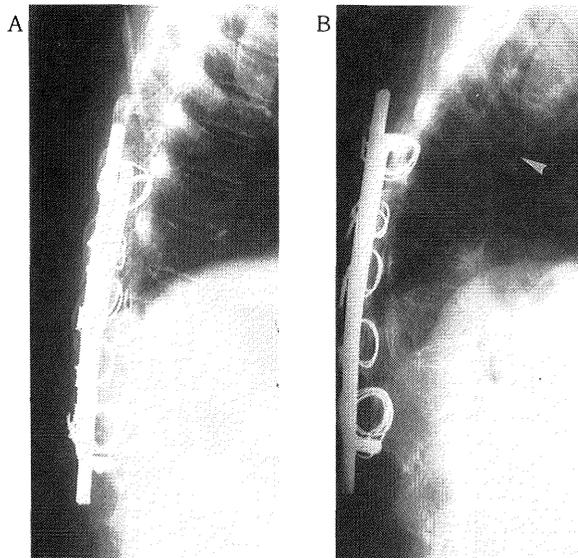


Fig. 9 Severe angulation of the spinal column due to the wedge shaped compression fracture of T11 in 75 y.o. female accompanied with paraplegia. Partial laminectomy of T12 and Luque segmental spinal instrumentation with iliac bone graft were carried out.

A. Postoperative lateral view of X-ray film.

B. Progression of compression fracture (arrow), which locates at one more cranial vertebra of the instrumented area, took place by 11 months after operation.

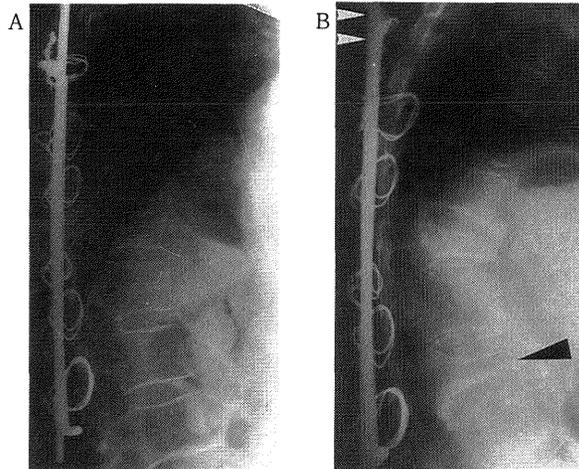


Fig. 10 Severe angulation of the spinal canal due to the wedge shaped compression fracture of T12 in 72 y.o. female accompanied with paraplegia. Re-alignment with Luque segmental spinal instrumentation without bone graft was carried out.

A. Postoperative A-P view of X-ray film.

B. The lamina (small arrow) was cut by the most cranial wires and compression fracture in L2 (big arrow), which is the most caudal vertebra of the instrumented area, took place by 5 months after operation.

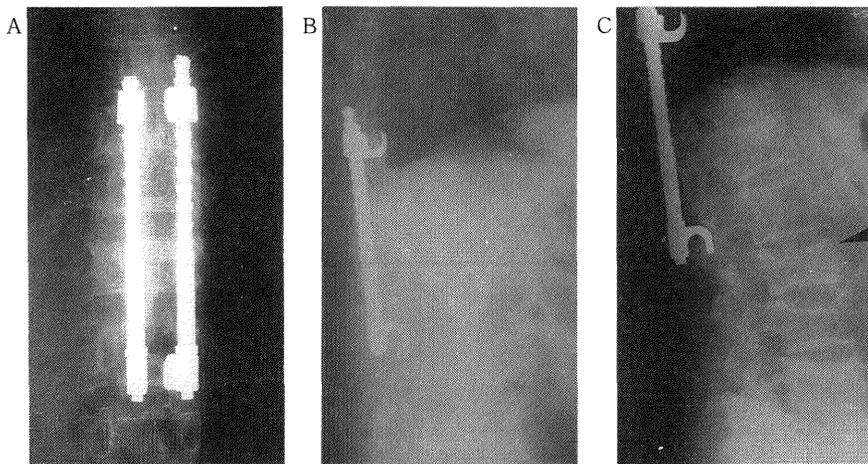


Fig. 11 Compression fracture with vacuum phenomenon of T12 in 53 y.o. female accompanied with prolonged back pain. Double Harrington instrumentation with iliac bone graft was carried out.

A and B. Postoperative A-P and lateral views of X-ray film.

C. Compression fracture (arrow), which locates at one more caudal vertebra of the instrumented area, took place by 5 months after operation.

後方進入術式の3要素のすべてが、double Harrington instrumentation と骨移植を併用して骨セメントを用いないで行われた。その結果、6週後には独歩可能となった。しかし、術後1.5カ月で固定端の椎体の陳旧性圧迫骨折が進行した。この症例の術後の経過観察期間は、28カ月であった。

症例6 (Fig. 9) は75歳女性で、T11 骨折とその下位の陳旧楔状骨折椎による椎間板レベルでの角状後弯変形による脊柱管狭窄に対し、後方進入で、Harrington instrumentation より後弯変形の矯正力が優れている Luque segmental spinal instrumentation を骨移植と併用して、後方進入術式の3要素のうちの変形の矯正と後方固定が行われ、4週後には独歩可能となった。しかし、術後11カ月で、固定上端の1椎体上位の陳旧圧迫骨折が進行した。この症例は、術後57カ月で死亡した。

症例7 (Fig. 10) は72歳女性で、vacuum 現象のみられた T11 楔状骨折椎の頭側の椎間板レベルでの角状後弯変形による脊柱管狭窄に対して、Luque segmental spinal instrumentation による後方進入術式の3要素の1つである後方固定のみが骨移植せずに行われ、排尿障害も消失して、1週後には独歩可能となった。しかし、

術後4カ月で上端ワイヤーが椎弓を切り、術後5カ月で固定部下端の椎体の圧迫骨折が発生した。この症例は、術後36カ月が経過している。

症例8 (Fig. 11) は、対麻痺がなく疼痛が持続していた53歳の女性で、vacuum 現象のみられる T12 偏平骨折椎に対して、double Harrington instrumentation と骨移植を併用して、後方進入術式の3要素である変形の矯正と後方固定が行われ、7週後には plaster body cast が除去され、背部痛も軽減した。しかし、手術による椎体高の増加は 5mm と少なく、術後5カ月で固定部の1椎体下位の圧迫骨折が発生し、術後8カ月で instrument が抜去された。その後は、骨折椎の偏平化が進んで、しばらくして背部痛に対する愁訴が多くなっていた。この症例は、術後38カ月が経過している。

症例9, 10, 11 (Fig. 12) はそれぞれ63歳女性、69歳女性、68歳男性で、T12 楔状骨折椎の頭側の椎間板レベルでの角状後弯変形 (症例9と10) と T10 偏平骨折椎の後壁の突出 (症例11) に対して、前方進入での除圧、椎体間固定が行われた。麻痺が回復して移植骨が安定し、plaster body cast を除去して歩行するようになったのは、早期離床のために Kanada device を併用して

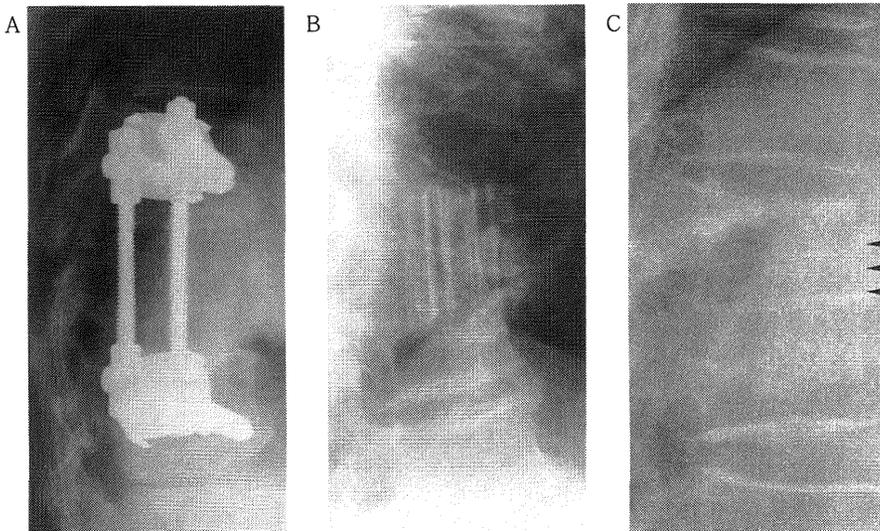


Fig. 12 Cases of anterior decompression and interbody fusion.

- A. 63 y.o. female, complicated with paraplegia: Anterior decompression removing T12 vertebra and its upper and lower discs and interbody fusion was performed using Kaneda device.
- B. 69 y.o. female, complicated with paraplegia: Anterior decompression removing disc between T12 and L1 and interbody fusion was performed.
- C. 68 y.o. male, complicated with paraplegia: Anterior decompression removing T10 and its upper and lower discs and interbody fusion was performed.

2 椎間固定した症例9が6週後、骨折椎の上壁を残して後壁の突出部を切除し下位の椎体との間に1椎間固定していた症例10が8週後、開胸して移植骨に肋骨を用いて2椎間固定した症例11が、移植肋骨の転位のために16週後であった。

この3症例の術後の経過期間は、症例9が36カ月、症例10が26カ月、症例11が31カ月で、この期間内に対麻痺の再発、椎体の破壊などはみられなかった。

D. retrospective な検討の考察

後方進入の症例では、術式の3要素のうちの後方除圧か、変形の矯正のどちらか一方または両方を必ず行っており、前方進入の症例では除圧と固定を同時に行っており、どちらの術式においても、早期に臨床症状を回復させるという手術の目的は一応達成されていたが、改良すべき点も示唆された。

1. 後方進入での術式について

椎弓切除のような直接的後方除圧を併用すれば言うまでもなく、変形の矯正および後方固定を後方 instrumentation を併用して行う場合でも、re-alignment と伸張の効果とによって脊柱管狭窄が解消されることが示され、その再発はみられなかった。しかし、比較的早い時期（5例が5カ月以内）に固定端の圧迫骨折や椎弓破壊が起きてしまっていた。このことは、固定端への応力負荷の増加を示唆し、退行期骨粗鬆症の脊椎圧迫骨折で手術を要する症例に対し、長期間の後方 instrumentation による固定は良いとは言えなかった。また、後方 instrumentation を用いねばならない時には、固定端への応力負荷を小さくするために、できるだけ短い instrumentation にとどめる必要があると考えられた。さらに、骨セメントを instrument の保持や矯正位の維持に用いた2症例での instrument の脱転は、骨セメントの本症への使用に疑問を投げかけた。

2. 前方進入での術式について

instrumentation を併用しない場合、安静期間が長くなり、長期臥床によって合併症発現の危険性が高くなると考えられること、instrumentation を安静期間の短縮のために併用する場合は、抜釘を考えた術式ではないという点で、今後、金属と脆弱な骨との接合が問題となる可能性もあること、後方進入での術式と比較して、手術侵襲は大きく、手術の煩雑さや対象症例の脈管の脆弱性を考えると、術者への精神的負担も大きいことなどから、できるだけ選択したくない術式と思われた。

以上の考察より、退行期骨粗鬆症の脊椎圧迫骨折で手術を要する症例に対する術式は、骨折椎体に異常可動性

がなく、角状後弯変形が進行しない特殊な症例（症例1と2）を除けば、骨折椎体の椎体高を矯正して、脊柱の re-alignment を達成することによって脊柱管の狭窄を取り除き、骨折椎体自体の硬化を得ることによって狭窄解除を維持する術式を、できるだけ侵襲の少ない進入法で施行できるものが望ましいと考えられた。そこで、著者らは、この考えを基に、次項で述べるような新たな術式を考案して自験例に実施した。

III. 著者の考案した術式による prospective な手術実施例の検討

A. 対象症例

1. 症例の概要

検討した症例は、新潟大学医学部附属病院および県立新発田病院整形外科で、退行期骨粗鬆症の脊椎圧迫骨折に対し、手術療法を施行した男性1例、女性5例の計6例で、手術の対象とした主症状と症例数は、排尿障害を伴う急性発症の対麻痺が1例、遅発性発症の対麻痺が1例、2～9カ月間持続する背部痛が4例であった。

2. 基本的な考え方とそれに基く著者術式

著者が考案した基本術式は、背部からの圧迫によって、骨折して間もない椎体や vacuum 現象がみられる骨折椎体の椎体高を矯正し、そこにできた空間に、後方進入で合成ハイドロキシアパタイト（HAP と略）を自家骨片とともに充填するものである。なお、HAP とともに充填する自家骨片の量は、HAP（4～7cc）の約 1/3 位である。

そして、この方法は、除圧必要症例に対しては、骨折椎体内への HAP と自家骨片の充填による椎体高の矯正維持や角状後弯変形の減少が脊柱管狭窄を解除する効果と、骨折椎体自体の骨癒合を促す効果を期待していた。また、麻痺のない疼痛持続例には、充填による椎体高の矯正維持と癒合遅延椎体の骨癒合を促す効果を期待していた。

また、この術式は、症例への経験を重ねるに従って、充填の経路や充填する HAP の種類を少し変更した。

a. 充填経路

初期の症状への充填は、骨折椎の一侧の椎弓根基部外側の骨皮質に径 5mm ぐらいの小孔をあけて行っていた¹⁶⁾（経椎弓根基部法）。しかし、一侧からの充填では HAP が充填に片寄る傾向があること、椎弓根を經由して椎体に到達する手技に習熟したことなどによって、最近、両側の椎弓根を經由して充填（経椎弓根法）している（Fig. 13）。

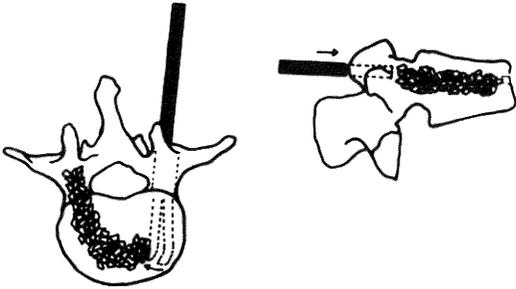


Fig. 13 Packing procedure of hydroxyapatite granules into the fractured vertebra through transpedicular route.

b. 使用した HAP の種類

初期の症例に使用した HAP は、焼成温度 900°C で、1.68~2.38mm の球形に近い HAP 顆粒 (Fig. 14)、または、5mm 立方の連通孔を有する多孔体 HAP (Fig. 14) であった。しかし、これらの HAP は、充填する際に脆くて壊れやすいこと、多孔体は充填しにくいことなどから、最近の症例は、前 2 つのタイプの HAP よ

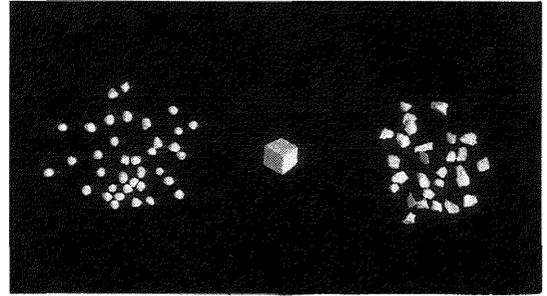


Fig. 14 Three types of synthesized hydroxyapatite (HAP). Left granules are HAP sintered in 900°C. Middle cube is porous HAP sintered in 900°C. Right granules sintered in 1000°C are slightly harder and more irregular than the left granules.

り骨誘導能がやや劣るものの¹⁷⁾、少し硬く、充填時の構築上の安定性を良くするために不定型をしている焼成温度 1000°C の顆粒 (Fig. 14) である。

3. 各症例の術式と転帰

症例 1 : 68 歳女性

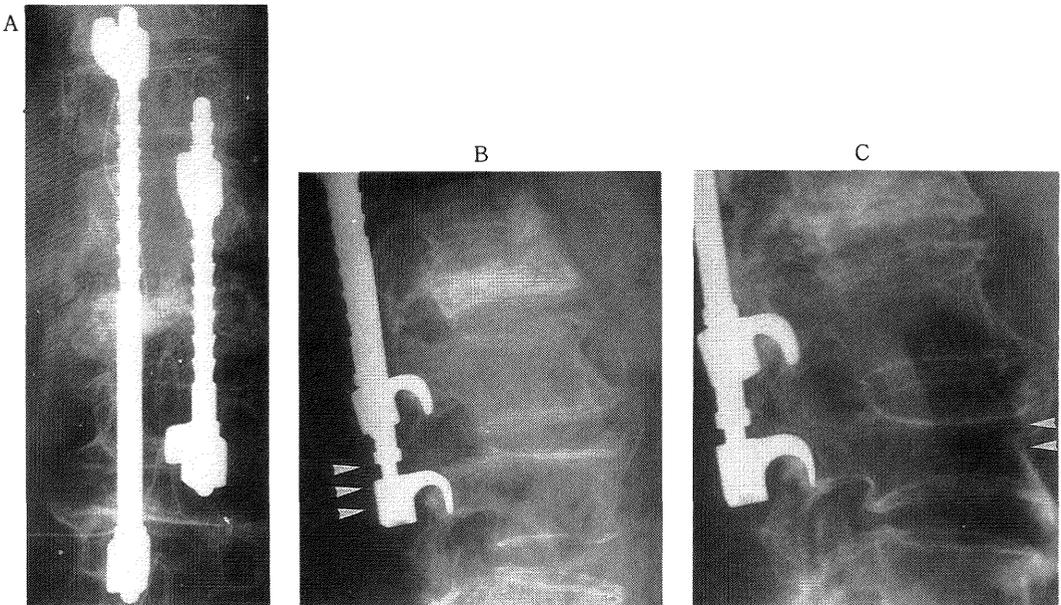


Fig. 15 Burst fracture of L1 in 68 y.o. female accompanied with paraplegia. Hemi-laminectomy of L1, packing of synthesized hydroxyapatite (HAP) and iliac bone chips into L1, and double Harrington instrumentation were carried out.

A. Postoperative A-P view of X-ray film.

B. Loosening between rod and lower hook (arrow) took place by 2 months after operation.

C. Compression fracture (arrow), the most caudal vertebra of the instrumented area, took place by 3 months after operation.

これは、排尿障害を伴う急性発症の対麻痺例である (Fig. 15)。コンピューター断層写真では、L1 後壁骨片の脊柱管内突出があり (Fig. 2D)、X線写真で椎体後壁の角状後弯変形と vacuum 現象を認めた。これに対する手術は、角状後弯の矯正と充填後の矯正維持の補助として Harrington instrumentation を右側 T10~L3、左側 T11~L2 に行い、L1 骨折椎の半側椎弓切除部分から、後弯の矯正によって骨片による圧迫が消失したのを肉眼的に確認して、経椎弓根基部法で、焼成温度 900°C の HAP 顆粒を自家腸骨片とともに充填した。術後、X線写真上、突出した骨片の消失と椎体高の増加が 7mm ほど得られ、排尿障害も消失し、独歩が可能となり、6 週後には plaster body cast を除去した。その後、椎体高の減少を軽度認め、使用した instrument のフックとロッドとの間のゆるみが発生し、術後 3 カ月で下端フックのかかっている椎体に圧迫骨折が発生して側弯が出現した。しかし、後壁の角状後弯変形の再発はなく、現在 34 カ月が経過している。

症例 2 : 70 歳女性

これは、vacuum 現象を認めた L1 骨折の疼痛持続例である (Fig. 16A and B)。これに対する手術は、

経椎弓根基部法で、焼成温度 900°C の HAP を自家腸骨片とともに充填し、さらに圧迫骨折の予防として、骨折椎のすぐ下位椎体にも同じ方法で、同じ顆粒を自家腸骨片とともに可及的に充填した。その結果、vacuum 現象のみられた部位に HAP が充填され、4mm ほど椎体高が増加し、術後 1 週で歩行を開始させたところ、充填した椎体の椎体高が徐々に減少して HAP 顆粒が椎体の前方に押し出された。また、圧迫骨折を予防するために可及的に充填した椎体にも、術後 12 カ月で圧迫骨折が発生し、その後も他の椎体が次々と圧迫骨折を起して、急性の背部痛や背部の鈍痛を訴え、現在までに 30 カ月が経過している。

症例 3 : 72 歳男性

これは、vacuum 現象を認めた T10 骨折の疼痛持続例である (Fig. 16C)。これに対する手術は、経椎弓根基部法で、連通孔を有する多孔体 HAP を自家腸骨片とともに充填した。その結果、vacuum 現象のみられた部位に HAP が充填され、5mm ほど椎体高が増加し、術後 5 週で plaster body cast を除去、現在まで 28 カ月が経過しているが、椎体高の減少はなく、充填した HAP の陰影が不鮮明となっているが疼痛は少ない。

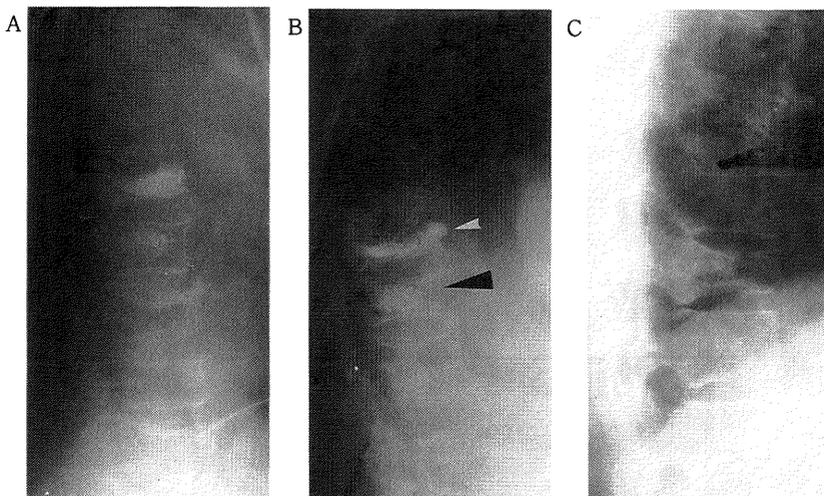


Fig. 16 Cases, treated with packing of synthesized hydroxyapatite (HAP) without instrumentation.

- A. 70 y.o. female with prolonged back pain: HAP granules sintered in 900°C were packed into L1
- B. HAP granules were thrust out from the packed vertebra (small arrow) and compression fracture (big arrow) took place at the vertebra, which was packed for protecting from compression fracture by 12 months after operation.
- C. 72 y.o. male with prolonged back pain: Cubic porous HAPs sintered in 900°C were packed into T10.

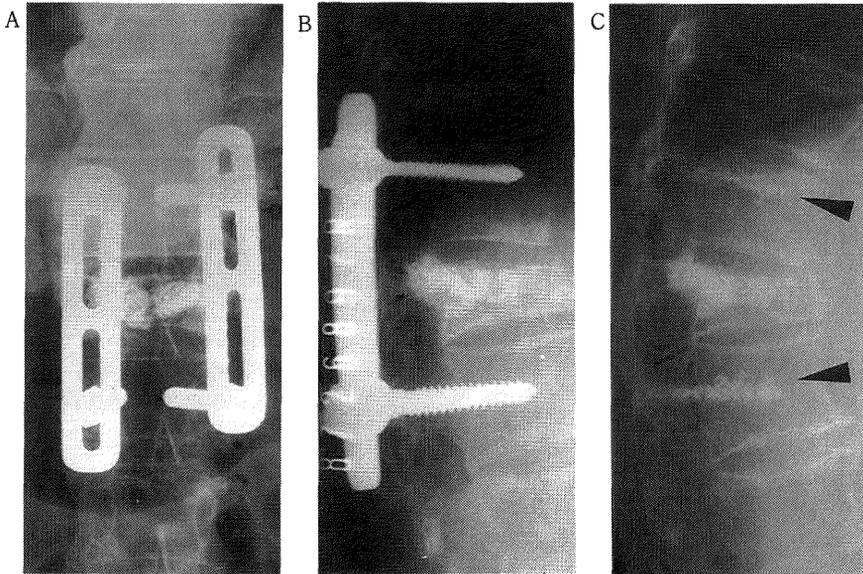


Fig. 17 Severe angulation at the upper disc level of T12 in 63 y.o. female accompanied with paraplegia. Packing of synthesized hydroxyapatite granules (HAP) sintered in 1000°C and iliac bone chips with fixation by spine plate with pedicular screw was carried out.

A and B. Postoperative A-P and lateral views of X-ray film.

C. Removal of instrument and packing of the same HAP into 4 remnant holes of the pedicular screw (arrow) were carried out at 12th months after operation.

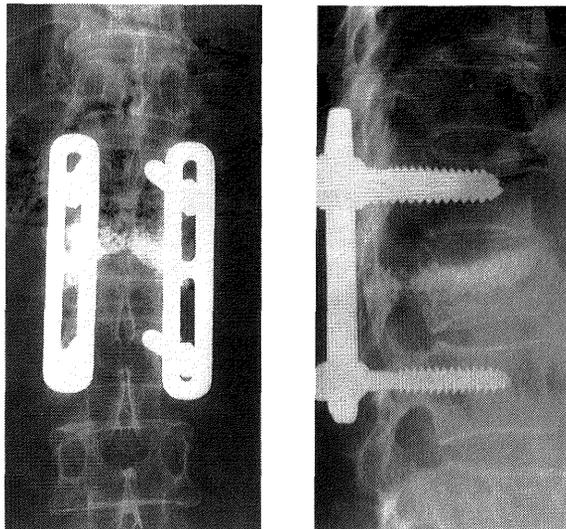


Fig. 18 Compression fracture of T12 in 64 y.o. female accompanied with prolonged back pain. Postoperative A-P and lateral views of an appropriate operative procedure proposed by the author.

症例4：75歳女性

これは、vacuum 現象を認めた T11 骨折による疼痛持続例である。これに対する手術は、症例2とまったく同じ術式で行い、vacuum 現象のみられた部位に HAP が充填され、5mm ほど椎体高が増加した。術後、4週で plaster body cast を除去し、疼痛は軽減したが、やはり充填した HAP 顆粒が椎体の前面に押し出された。現在までの術後の経過観察期間は26カ月である。

症例5：63歳女性

これは、vacuum 現象を認めた T12 楔状骨折椎の頭側の椎間板レベルでの角状後弯変形による脊柱管狭窄による遅発性の対麻痺例である (Fig. 17)。これに対する手術は、仰臥位での X 線で椎体高が増加し、脊柱管狭窄が軽減するのを認めていたので、経椎弓根法で、焼成温度 1000℃ の HAP 顆粒を椎弓や椎間関節部を削って得た骨片とともに充填して角状後弯変形を矯正し、その維持のための spine plate with pedicular screw による T11～L1 の固定を行った。その結果、屈曲時での椎体の前壁高が術前の 5mm から術後 14mm となり、椎間板レベルでの角状後弯変形が減少した。この症例は、術後4週で plaster body cast を除去し、両下肢のシビレ感が残っているものの、独歩に支障がなく、椎体の硬化が得られた1年後に、instrument を抜去して、抜去によりできたネジ穴に、同じ HAP 顆粒を充填した。しかし、その1カ月後に、その椎体に圧迫骨折が発生した。この症例は術後15カ月が経過している。

症例6：64歳女性

これは、vacuum 現象を認めた T12 骨折の疼痛持続例である (Fig. 18)。これに対する手術は、充填した HAP 顆粒が椎体の前方に押し出された症例2と4の結果を反省し、症例5と同じ spine plate with pedicular screw を併用して行った。その結果、充填によって屈曲時での椎体の前壁高が術前の 11mm から術後 21mm となり、術後4週で plaster body cast を除去し、現在まで3カ月が経過しているが、背部痛はまったく消失している。

IV. 考 察

A. 手術を要する病態とその発生メカニズム

対麻痺例の脊柱管狭窄は、急性発症例でみられたような破裂した後壁の突出や遅発性発症例でみられたような後壁の突出に、その椎体レベルでの角状後弯変形が加わって生じたり、亜急性発症例や遅発性発症例でみられたような楔状骨折椎の頭側あるいは尾側の椎間板レベルでの

角状後弯変形や、特殊な黄色靱帯骨化などによって生じていた。

また、疼痛持続例では、vacuum 現象と椎体の異常可動性があった。

そして、このような骨折椎体の変化は、急性発症の対麻痺例を除けば、骨のない空間ができたことによる vacuum 現象や、骨折修復力の低下や、金田ら¹³⁾ が指摘するような局所的骨壊死などのためによると推察でき、退行期骨粗鬆症の脊椎圧迫骨折で手術を要する病態の発生メカニズムは、その多くが癒合遅延に起因していると考えられた。さらに、骨折に続いて早期に発現する急性発症の対麻痺例が手術を要する病態も、骨折して間もないために異常可動性を伴う場合が多いので、その病態発生のメカニズムは、癒合遅延に起因したメカニズムと本質的に差がないと考えられた。

B. HAP 使用の背景

著者が考案した術式に HAP を使用した背景は、次のような点であった。

1. 骨量が少ない症例から癒合に適する海绵骨を大量に採取できないこと。
2. 後方進入で椎体に骨移植することを前提としているので大きな骨ブロックを使えないこと。
3. 移植骨に自家骨のみを小骨片にして用いた場合、自家骨は周囲骨との親和性に優れていて生着しやすい反面、柔らかい小骨片での不安定性を補うために荷重を遅らせれば、移植骨が吸収されてしまう可能性があること。
4. HAP には、骨誘導の可能性があり、移植骨との併用使用や移植骨の代用ができること¹⁷⁾ などであった。

そして、HAP を、骨誘導能の高い焼成温度 900℃ から、それが少し劣る 1000℃ のものに変更した背景には、硬さの違いのほかに、著者の行った11～12歳の老齢ビーグル犬の腰椎椎体 HAP 顆粒充填実験の結果、焼成温度 1000℃ のものでも、充填後6週で顆粒周囲に新生骨を誘導することがわかったからであった。

C. 今後の手術術式について

脊柱管の局所的狭窄による対麻痺の発現に対処する方法は、退行期骨粗鬆症の脊椎圧迫骨折に限らず、基本的には除圧であり、各症例での除圧方法は違っても、それが達成されてさえいれば、症状に対する効果は満足できると考えられる。しかし、術式間での差は、除圧達成後の矯正位の維持の方法の違いによって生ずると考えられる。そして、他の椎体への影響を最少にするためには、

除圧や矯正位の維持を骨折椎体自体の修復によって達成する術式が最も本症に適すると考えられる。また、急性発症の対麻痺の病態だけでなく、退行期骨粗鬆症の椎体圧迫骨折で手術を要する病態と深く係わる癒合遅延に起因する脊柱管狭窄は、後弯変形の矯正によっても充分解消できるので、骨折椎の椎体高を矯正し、その椎体自体の硬化を促すために、HAPと自家骨片とを骨折椎体内に充填した上で、短い範囲の instrumentation によって矯正位を維持できる spine plate with pedicular screw のような instrument を用いる方法が、本症にとって有効であると考えられる。

しかし、犬の実験のように、小孔をあけて作った骨内の空洞に HAP を充填した場合と癒合不全があるところに作られた空洞へ充填した場合とでは、新生骨のでき具合が異なる可能性が残されている。

さらに、instrument を長期間体内に入れておくことは、骨の remodeling にとっても好ましくないと考えられるので、抜釘することを前提として実施する必要がある。しかし、抜釘後に、instrument の刺入してあった椎体に圧迫骨折が発生するなど、抜釘によって、もともと骨粗鬆化のある椎体の脆弱性を増加させる可能性もあり、さらに工夫する必要がある。

V. む す び

骨粗鬆症患者に発生する椎体圧迫骨折では、青壮年の本外傷には殆ど合併することのない対麻痺や疼痛持続に対して手術療法を要することがある。近年、このような症例に対して手術療法が行われてきたが、その術式は、従来の脊椎外科の原則に従ったもので、とくに椎骨粗鬆症という特殊条件の存在を充分考慮したものとは言えなかった。

そこで、このような11手術症例における、手術を要する病態とその発生メカニズムと、術式とその転帰との関係を retrospective に検討することによって、著者のより合理的な手術法を考慮し、それに基く新しい手術法を prospective に6症例に実施して、その成果を検討した。その概要は以下のとおりである。

1. 退行期椎骨粗鬆症をもつ椎体圧迫骨折に起因した対麻痺や持続疼痛に対して手術が施された11症例の転帰を retrospective に検討したところ、臨床症状の改善は全例に得られていたが、種々の改善すべき点が示唆された。
2. これら症例に実施された手術は、後方または前方進入に分けられた。後方進入例では、脊椎後方除圧、

後弯変形の矯正、後方固定が単独、あるいは組み合わせで行われていた。後弯の矯正や矯正位の維持のために、広範囲の instrumentation を施行したことが、骨セメント併用の場合を含めて、術後、椎弓の破損、新しい圧迫骨折の発生の原因になっている例を確認した。

3. 前方進入例では、同時に除圧と椎体間固定を得る術式が行われていたが、手術が煩雑で侵襲が大きなこと、抜去しにくい前方 instrumentation を併用しないかぎり、術後、長い臥床期間を要することが、高齢者では問題であると思われた。
4. 手術療法の対象とされた骨折椎体の後壁の脊柱管内突出、椎体レベル、または、楔状骨折椎の頭側または尾側の椎間板レベルでの角状後弯変形、骨折椎の異常可動性などの大部分が、骨折椎の癒合遅延に起因していることが判明した。
5. 上述した問題を解決するために、後方進入で、短い後方 instrumentation を併用し、骨折椎体自体の椎体高を矯正保持し、角状後弯を取り除き、骨新生能のある合成ハイドロキシアパタイトと自家骨片とを椎弓根を過して充填し、その骨折椎体自体の癒合を完成して変形の再発を防止する術式を考案し、prospective に6症例に実施した。その結果、この術式は、近年、新潟大学整形外科やその関連病院で実施されてきた後方または前方進入法と比べて利点を持ち、今後、椎骨粗鬆症をもつ椎体圧迫骨折症例に応用する価値をもつ手術法と評価できた。

症例を提供して下さった燕労災病院整形外科、松原統部長、立川総合病院整形外科、中村敬彦部長、県立新発田病院整形外科、伊藤惣一郎部長、下都賀総合病院整形外科、宮崎通城部長、親友で現在新潟市民病院整形外科八木和徳先生に感謝するとともに、終始御指導、御校閲を賜った田島達也教授および高橋栄明助教授に深謝いたします。(本論文の要旨の一部は、第78回新潟整形外科研究会および第60回日整会にて発表した。)

参 考 文 献

- 1) 羽場輝夫、他：閉経後および老人性骨粗鬆症による椎体骨折の手術療法。日整会誌、61：S481～S482、1987。
- 2) Kempinsky, W.H. et al.: Osteoporotic kyphosis with paraplegia. Neurology, 8: 181～186, 1958.

- 3) 須田公之, 他: 脊椎骨粗鬆症の病的骨折による脊髄麻痺の治験例. 臨整外, **9**: 346~350, 1974.
- 4) 斎藤 俊, 他: 脊椎骨粗鬆症の圧迫骨折による脊髄麻痺の1例. 関東整災誌, **8**: 70~73, 1977.
- 5) 泉田良一, 他: 脊椎骨粗鬆症の圧迫骨折による脊髄麻痺の1治験例. 関東整災誌, **12**: 450~453, 1981.
- 6) 岩破康博, 他: 骨粗鬆症による脊椎圧迫骨折のため両下肢麻痺を呈した症例. 整形外科, **33**: 207~212, 1982.
- 7) 緒方正雄, 他: 骨粗鬆症による脊椎圧迫骨折により両下肢不全麻痺を呈した2症例. 中部整災誌, **26**: 625~627, 1983.
- 8) 藤原 桂, 他: 脊髄麻痺を呈した, 骨粗鬆症による脊椎圧迫骨折の4例. 中部整災誌, **26**: 628~630, 1983.
- 9) 小林保範, 他: 骨粗鬆症の胸椎圧迫骨折による脊髄麻痺の1剖検例. 整形・災害外科, **27**: 284, 1984.
- 10) 松本晴彦, 他: 脊椎骨粗鬆症に伴う圧迫骨折により遅発性対麻痺を呈した2症例. 中部整災誌, **28**: 459~461, 1985.
- 11) 岩破康博, 他: 対麻痺をきたした骨粗鬆症による脊椎圧迫骨折. 整形外科別冊, **12**: 44~50, 1987.
- 12) 佐々木邦彦, 他: 脊椎骨粗鬆症の椎体骨折例に生じた遅発性脊髄麻痺の診断および治療. 整形外科別冊, **12**: 51~54, 1987.
- 13) 金田清志, 他: 骨粗鬆症における脊椎・椎体骨折—手術適応・術式とその成績—. 日整会誌, **61**: S479~S480, 1987.
- 14) 芝啓一郎, 他: 脊椎骨粗鬆症における椎体骨折の検討. 日整会誌, **61**: S880, 1987.
- 15) 井上哲郎: 骨粗鬆症の疫学・治療学, **10**: 188~191, 1983.
- 16) 高橋栄明, 他: 閉経後および老人性骨粗鬆症に伴う脊椎圧迫骨折・粉碎骨折に対してハイドロキシアパタイトおよび自家骨移植を行った3症例. 整・災外, **30**: 1445~1452, 1987.
- 17) 小木曾誠: アパタイト・セラミックスとデジタル・インプラントについて. the Quintessence Vol., **4**: 61~79. 1985.

(平成元年2月22日受付)