胸椎 OPLL に対する前方アプローチを用いた手術戦略

Surgical Strategy for the Treatment of Thoracic Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament via the Anterior Approach

鄭 倫成^{*1} 森本 哲也^{*2} 浦西 龍之介^{*1} 西 憲幸^{*1}
 福田 孝憲^{*1} 四宮 一剛^{*1} 浅田 喜代一^{*1}

Rinsei Tei, M. D., Ph. D.^{*1}, Tetsuya Morimoto, M. D., Ph. D.^{*2}, Ryunosuke Uranishi, M. D., Ph. D.^{*1}, Noriyuki Nishi, M. D., Ph. D.^{*1}, Takanori Fukuda, M. D.^{*1}, Kazutaka Shinomiya, M. D.^{*1}, Kiyokazu Asada, M. D.^{*1}

Abstract

Ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) in the thoracic spine cause myelopathy with anterior spinal cord compression, the cause is usually progressive and refractory to conservative treatment. Therefore, early decompressive surgery is imperative in such cases. However, decompression surgery of thoracic OPLL is difficult, and its outcome is often poor. We investigated whether anterior decompression and bony fusion via the anterior approach can be used for the treatment of myelopathy secondary to thoracic OPLL. The outcome and complications associated with this method were analyzed in 9 patients who were treated with this procedure. Of the 9 patients, 3 were treated using transsternal approach, and 6 were treated using transthoracic approach. Mean blood loss was 291.6 mL for the transsternal approach and 379.1 mL for the transthoracic approach. The Japanese Orthopaedic Association score (JOA score) was used to evaluate the severity of myelopathy (possible highest score, 11 points). The recovery rate of JOA score was used to evaluate the surgical outcome. The mean preoperative JOA score was 4.7, and it improved to an average of 7.8 at the final evaluation. The average recovery rate of the JOA score was 52.2%. The clinical symptoms and JOA score improved compared to the preoperative conditions in 8 patients but remained unchanged in 1 patient. Surgical complications included dural tear in 2 patients and intercostal neuralgia in 1 patient. One patient had to be transferred to a rehabilitation facility. In the other 8 patients, the mean hospitalization was 15.4 days. Anterior decompression and fusion is an effective surgical procedure for the treatment of thoracic OPLL and yields good and stable long-term results. An anterior procedure that results in adequate decompression of the spinal cord and affords good spinal stability is recommended for anterior lesions such as OPLL, which compress the anterior spinal cord at the thoracic spine.

(Received : February 14, 2011 ; accepted : July 26, 2011)

Key words

thoracic OPLL, anterior approach, surgical outcome

はじめに

胸椎後縦靱帯骨化症 (ossification of posterior longitudinal

ligament : OPLL) は現時点でも手術成績が良好とは言えず、いくつかの術式が提唱されているが、どの術式が最適であるかについてのコンセンサスは得られていな

^{*1} 独立行政法人国立病院機構大阪南医療センター脳神経外科 / 〒586-8521 河内長野市木戸東町 2-1 [連絡先: 鄭 倫成]

Address reprint requests to : Rinsei Tei, M. D., Department of Neurosurgery, National Hospital Organization Osaka Minami Medical Center, 2-1 kidohigashi-cho, Kawachinagano-shi, Osaka 586-8521, Japan

^{*2} 高瀬会高井病院脳神経外科

**Table 1 Evaluation system for thoracic myelopathy
(A part of the Japanese Orthopaedic Association score)**

I. Motor function of lower extremity	
0:	Unable to stand up and walk by any means
0.5:	Able to stand up but unable to walk
1:	Unable to walk without a cane to other support on a level
1.5:	Able to walk without a support but with a clumsy gait
2:	Walks independently on a level but needs support on stairs
2.5:	Walks independently when going upstairs, but needs support when going down stairs
3:	Capable of fast walking but clumsily
4:	Normal
II. Sensory function of lower extremity	
0:	Complete loss of touch and pain sensation
0.5:	50% or below of normal sensation and/or severe pain or numbness
1:	Over 60% of normal sensation and/or moderate pain or numbness
1.5:	Subjective numbness of a slight degree without any objective sensory deficit
2:	Normal
III. Sensory function of trunk	
0:	Complete loss of touch and pain sensation
0.5:	50% or below of normal sensation and/or severe pain or numbness
1:	Over 60% of normal sensation and/or moderate pain or numbness
1.5:	Subjective numbness of a slight degree without any objective sensory deficit
2:	Normal
IV. Bladder function	
0:	Urinary retention and/or incontinence
1:	Sensory of retention and/or dribbling and/or thin stream and/or incomplete continence
2:	Urinary retardation and/or pollakiuria
3:	Normal
Full score (I + II + III + IV) = 11.	

い、外科的治療法としては大きく分けて前方法と後方法の手術戦略が可能であるが、前方アプローチによる OPLL 摘出および固定術は、脊柱管の弯曲如何にかかわらず常に脊髄の除圧効果が確実に期待できる。OPLL 切除の難易度を左右するものは、硬膜骨化とくも膜周囲の癒着の有無であり、硬膜管内に癒着がある OPLL、および硬膜骨化を伴う OPLL に対してはまだ gold standard な手術手技が確立されていない。後方到達法の絶対適応としては、①胸椎後弯が軽度で OPLL の範囲が多椎体に及ぶもの (3 椎体以上)、②黄色靱帯骨化症 (ossification of yellow ligament : OYL) の合併が高度であるもの、とした。これら以外の症例に対しては、積極的に前方到達法

による手術治療を選択した。われわれが前方法で手術治療を行った胸椎 OPLL の症例を分析し、最良の手術治療法について考察する。

■ 対象と方法

過去 8 年間に、前方アプローチを用いて手術を行った胸椎 OPLL 9 症例を対象とした。年齢分布は 54~73 歳、平均年齢は 63.0 歳であった。胸椎 OPLL 9 例 (男性 3 例、女性 6 例) のうち、病変高位に応じて胸骨縦割法を用いた症例が 3 例、開胸法 (経胸膜アプローチ) を用いた症例が 6 例であった。胸骨縦割法では、左側胸鎖乳突筋の前縁で下 1/2 の点からその前縁に沿い下方に向い、胸骨の部分では正中線上に皮膚切開を延長する。まず胸骨舌骨筋、胸骨甲状腺筋を気管、食道とともに右方へ、胸鎖乳突筋と総頸動脈、内頸静脈、迷走神経からなる血管神経束を左方へ圧排して、C5、C6、C7 の椎体前面を露出する。次に胸骨柄および胸骨体の前面を露出して、胸骨柄後面の粗性結合組織を剥離する (この部位は指先で容易に安全に剥離することができる)。胸部外科用ボーンソーを用いて胸骨縦割を行い、胸骨後面の粗性結合組織を正中部で剥離していくと気管およびその下に食道が現れてくる。気管、食道を右側へ寄せることにより上位胸椎前面が現れる。剥離をさらに尾側に進めると、左上方から右下方へ走る左腕頭静脈がまず現れてくる。この静脈の後面でやや尾側に大動脈弓が触知される。この部分が T3/4 の椎間の高さにあたる。術中 X 線撮影を行い、椎体レベルを確認し OPLL の摘出操作に進む。一方、開胸法では、左側進入で右下側臥位とし、進入肋間は最上位の目的椎から 2 肋間ほど頭側において、約 15 cm の斜切開をおく。前鋸筋、肋間筋を切開後、臓側胸膜を損傷しないように注意しながら壁側胸膜のみを切開する。次に開胸器をかけてから肺ベラで肺を前方によけ、目的の脊椎高位を X 線コントロールで部位を確認し胸膜を縦切開する。胸椎脊柱管内の OPLL に到達するためには、前側方からの脊柱管開放が必須であり、胸椎の側方に位置する肋骨頭は先端から 2 cm ほど切除する必要がある。この切除によって椎間板の後部線維輪と椎間孔および肋間神経などの配置が明らかに観察できるようになる。このように椎体を露出後、椎間板・椎体切除を行い、OPLL を摘出する。胸椎 OPLL の代表症例を提示するとともに術前後の神経症状、術中出血量、入院期間、合併症について検討する。神経症状の評価には日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準 (Japanese Orthopaedic Association score : JOA score) を使用し、上肢機能の評価項目を除き

Table 2 Preoperative and postoperative Japanese Orthopaedic Association scores and recovery rate in the 9 patients with thoracic OPLL

Case	Preoperative JOA score	Postoperative JOA score	Recovery rate
1	4	7.5	50.0%
2	5.5	9	63.6%
3	7	10	75.0%
4	4.5	8	53.8%
5	5	9	66.7%
6	5	8	50.0%
7	3	3	0%
8	4.5	8	53.8%
9	4	8	57.1%
平均	4.7	7.8	52.2%

Recovery rate (%) = (Postoperative JOA score - Preoperative JOA score) / (11 - preoperative JOA score) × 100

満点は 11 点とした (Table 1)。また、平林法による改善率 (Table 2) を検討した。開胸法および胸骨縦割法を用いた代表症例をそれぞれ 1 例ずつ提示する。

症例提示

【症例 1】

患者：70 歳，女性

他院にて頸椎の連続型 OPLL に対して拡大椎弓形成術を施行されていた。術後神経症状の改善を認めなかったため当科受診。両下肢筋力低下，歩行障害（痙性歩行），膀胱直腸障害あり。両下肢深部腱反射亢進。胸椎 MRI (Fig. 1 a)，CT (Fig. 1 b) にて T6/7 レベルに椎間突出型の OPLL を認めた。開胸法（経胸膜アプローチ）による前方アプローチにて T6/7 の椎間板切除および骨化巣摘出後，L-Varlock 10 mm×22 mm (KISCOMEDICA, Lyon) を用いて椎間固定を行った。術後胸椎 X 線 (Fig. 1 c) および CT (Fig. 1 d) にて OPLL の摘出および良好な椎間固定が確認された。術後 4 日間の胸腔ドレーン設置を行った。入院期間は 16 日，経過観察期間は 42 カ月で，JOA score は術前 4 であったが，最終フォローアップ時の術後 42 カ月目で 7.5 と改善率 50.0% であった。

【症例 2】

患者：64 歳，女性

両下肢筋力低下，歩行障害（痙性歩行）あり。両下肢深部腱反射亢進。胸椎 MRI (Fig. 2 a)，CT (Fig. 2 b) にて T1/2 レベルに椎間突出型の OPLL を認めた。骨化巣は T1/2 レベルのみならず，T1 の椎体後面下部およ

Fig. 1

- a : T2-weighted sagittal view on MR image prior to the operation showed OPLL at T6-7 level that compressed the spinal cord.
- b : Computed tomography (CT) scan prior to the operation showed OPLL at T6-7 level that compressed the spinal cord.
- c : X-ray showed interbody spine fusion with C-Varlock between T6 and T7.
- d : Postoperative computed tomography (CT) scan showed complete removal of OPLL.

び T2 の椎体後面上部にも伸展していた。胸骨縦割法による前方アプローチにて，胸骨柄・胸骨体を縦割し，T1，T2 椎体前面に到達した。T1，T2 の椎体を部分的に切除する必要があったため，エアードリル（スチールバー）を用いて，T1 椎体下部および T2 椎体上部を切除した。この操作により正常硬膜を露出させたあと，安全に骨化巣の摘出を行った。骨化巣の摘出を行ったあと，mesh cage (PYRAMESH®. Medtronic SOFAMOR DANEK, Memphis) と前方プレート (ATRANTIS®. Medtronic SOFAMOR DANEK, Memphis) を用いて椎間固定を行った。術後胸椎単純 X 線 (Fig. 2 c)・CT (Fig. 2 e) にて骨化巣の摘出および良好な椎間固定が確認された。また，胸椎 MRI にて脊髄圧迫の除圧が達成されていることが

Fig. 2

- a : T2-weighted sagittal view on MR image prior to the operation showed OPLL at T1-2 level that severely compressed the spinal cord.
- b : Computed tomography (CT) scan prior to the operation showed OPLL at T1-2 level that severely compressed the spinal cord.
- c : X-ray showed interbody spine fusion with C-Varlock between T1 and T2.
- d : Postoperative T2-weighted sagittal MR image showed the decompression of the spinal cord.
- e : Postoperative computed tomography (CT) scan showed complete removal of OPLL.

確認された (Fig. 2 d). 入院期間は 14 日, 経過観察期間は 41 カ月で, JOA score は術前 5.5 であったが, 最終フォローアップ時の術後 41 カ月目で 9 と改善率 63.6% であった。

結 果

胸椎 OPLL 9 症例の概要を Table 3 に提示する. 経過観察期間は 27~54 カ月, 平均 40.2 カ月であった. 術中出血量は, 胸骨縦割法を用いた症例 (n=3) では平均 291.6 ml (215~450 ml), 開胸法を用いた症例 (n=6) では平均 379.1 ml (290~495 ml) であり, 術中および術後に輸血を必要とした症例はなかった. 術後は胸腔ドレーン抜去後 (3~5 日間) 軟性コルセット着用にて歩行を許

可した. 術前 JOA スコアは平均 4.7 (3~7), 術後 JOA スコアは平均 7.8 (3~10), JOA スコア改善率は平均 52.2 (0~75) % であった (Table 2). 手術後リハビリテーション目的の転院となった 1 症例 (症例 7) を除いた 8 症例に関しては, 自宅退院可能であり, 8 症例の入院期間は 12~22 日で平均 15.4 日であった. 術後合併症は, 硬膜損傷による髄液漏 2 例 (症例 5, 7), 肋間神経痛 1 例 (症例 4) であったが, 重篤な後遺障害を残した症例はなかった. 術中に硬膜損傷を認めた場合には, 脂肪組織片とフィブリングルーを用いて対処し, 術後は腰椎持続ドレナージによる髄液排除を行った.

Table 3 Clinical data of the 9 cases with thoracic OPLL

Case	Age/Sex	F-up Periods (months)	Operative method	Blood loss (ml)
1	70/F	42	Transthoracic, T6/7 intervertebral fusion	310
2	64/F	41	Sternum-splitting, T1-2 fusion	215
3	73/M	27	Transthoracic, T7/8 intervertebral fusion	330
4	61/F	29	Transthoracic, T6/7, T9/10 intervertebral fusion	400
5	64/F	34	Transthoracic, T8/9 intervertebral fusion	290
6	63/F	42	Sternum-splitting, C7-T2 fusion	295
7	54/M	48	Transthoracic, T7-9 fusion	495
8	61/F	54	Sternum-splitting, C7-T3 fusion	450
9	57/M	45	Transthoracic, T7/8 intervertebral fusion	365

考 察

神経画像診断技術の向上とともに無症候性のものを含めると脊椎 OPLL の患者数は年々増加している。脊椎 OPLL による神経症状は重篤なものも多く、特に胸椎レベルでは頸椎や腰椎と比較して脊柱管径が小さいため神経症状は特に重症化しやすい。脊髄症状を呈している症例は進行性の神経症状悪化が懸念されるため手術の絶対適応と考えられ、手術治療に関しては前方進入法と後方進入法の手術方法が選択される。一般的には胸椎 OPLL に対する前方除圧術は手術難易度が高く、手術治療による神経症状の回復も不良であるとされているが、骨化巣の完全な摘出による確実な脊髄圧迫の除圧効果が期待できることより^{1,2)}、われわれはアプローチ可能であればできる限り前方進入法による手術を選択している。これまでも胸椎病変に対してはさまざまな手術法が報告されており³⁻¹¹⁾、後方進入法には椎弓切除術と後側方進入法 (costtransversectomy と transpedicular approach) の 2 通りがあるが、実際には椎弓切除術のみでは胸椎 OPLL に対しては十分な除圧とはならないため、後側方進入法を加えることが通常である。いずれにしても後方進入法では、脊髄前面の除圧が難しいだけでなく、術後の脊柱不安定性が生じるという欠点もある。このため、最近では後方除圧固定術 (椎弓切除+instrumentation 固定) を行うことにより前方除圧固定術と同等の手術成績が得られたという報告も散見される¹²⁻¹⁶⁾。一方、前方進入法には経胸膜進入法と胸膜外進入法があるが、術野が大きく、安全な脊髄前方除圧が可能である経胸膜進入法が胸椎 OPLL に対する前方アプローチに適している。前方アプローチによる前方除圧術は技術的に難易度が高く胸腔内合併症の危険性があるが、骨化巣の完全な摘出による確実な脊髄圧迫の除圧効果が期待でき、特に脊髄の前方からの圧迫が高度である胸椎 OPLL に対しては、前

方アプローチによる前方除圧術が第一選択となるべきであると考えられる。胸椎 OPLL は flat type (continuous- or mixed- type OPLL with a flat shape) と beak type (segmental OPLL with sharp protrusions located behind the disc spaces) の 2 タイプに分けることができ、特に beak type の胸椎 OPLL に対しては後方除圧術後に神経症状の悪化をきたしやすいとの報告があり¹⁶⁾、また、beak type の胸椎 OPLL が脊髄を圧迫している高位では可動性が残存していることが多く²⁾、特に beak type の胸椎 OPLL に対しては、前方アプローチによる手術の特により適応と考えられる。以上のことよりわれわれは、T1-3 レベルの病巣へ前方よりアプローチするためには胸骨縦割による transsternal approach を¹⁰⁾、T4 以下のレベルの病巣へ前方からアプローチするためには開胸法による transthoracic approach を用いている。

OPLL の摘出を行う際のポイントは、まず骨化巣の存在していない硬膜面を露出させることである。椎体の全切除を要する例においては、まず骨化巣の存在していない椎間板レベルの椎間板切除を行うことで、骨化巣の存在していない硬膜面を露出させたのちに椎体切除を行う。椎体の部分切除を要する例においては、可及的に病変レベルの椎間板切除を行ったあとに、正常硬膜面が露出される範囲の椎体切除を行う。椎体切除を行う際には、椎弓根を最初に開削して硬膜の側面を露出させ、硬膜と骨化部の境界を同定することが重要である。こうすることにより、直視下に骨化部を硬膜から剥離することができ、手術の安全性が向上する。椎間レベルの術野から OPLL を摘出する際には、特に硬膜骨化の有無を見極めることが重要である。硬膜と骨化部の癒着を十分に剥離できる例 (硬膜骨化がない例) では、椎間レベルの術野のみで OPLL の摘出が施行できる。椎間板を摘出後、左手に把持した吸引管または distractor を用いて distraction force をかけることにより椎間板スペースを開大し、

L字フックなどを用いて硬膜と骨化部の癒着の有無を探ることができる。

最も起こりうる合併症として、硬膜骨化を伴う例において骨化巣を摘出した後の髄液漏がある。特に経胸膜アプローチで手術が行われた場合では、胸腔内に大量の髄液が貯留することとなる。胸腔内圧が陰圧のため、髄液の漏出を止めるのは容易ではなく、胸腔ドレナージを行う際には陰圧をかけないようにすべきである。術中の硬膜損傷に対する処置としては、損傷部位の縫合処置はきわめて困難であり、損傷部位に創部皮下より採取した脂肪組織片を充填したのちフィブリン糊を塗布して対処する。このような対処を要した症例に対しては、引き続き術後に腰椎持続ドレナージを行う。その他の合併症については、術後肺合併症（無気肺、胸水貯留など）、反回神経麻痺、肋間神経痛などが報告されている^{3,5,6,10,17-19}。自験例では麻痺の悪化例はないが、藤村らによれば、胸椎 OPLL に対する前方除圧固定術を行った 62 例中 1 例（1.6%）で悪化を、3 例（4.8%）で一過性の悪化をきたしたとしている²。骨化巣と硬膜の癒着・硬膜骨化が存在する症例では、手術中の OPLL 摘出の際に硬膜浮上術（floating method）を行うが、術前の CT にて骨化巣と硬膜の癒着・硬膜骨化をある程度予測することができるという報告もある^{20,21}。

胸椎 OPLL に対する前方アプローチを用いた手術を安全に施行するためには、胸骨縦割または開胸による到達・大きな椎体削除・靱帯骨化巣の削除・椎間固定を行うことが必要となる。一方最近では、脳神経外科医が得意とする手術用顕微鏡下に靱帯骨化巣の削除と小部分の椎体削除のみにとどめ、なら骨移植や内固定器具を用いない術式により良好な成績が得られていることも報告されており²²、より低侵襲でかつ安全な治療法も確立されてきている。

胸椎 OPLL の手術治療は難易度が高く、術式選択についても意見の相違があると思われる。9 症例とそれほど症例数は多くはないが、われわれの治療経験では、前方アプローチは脊柱管の弯曲如何にかかわらず常に脊髓の除圧効果が確実に期待できると思われ、神経症状の改善、平均入院期間の短縮を達成することができる手術法であると考えられた。

結 語

胸椎 OPLL の手術治療は、前方アプローチ・後方アプローチのいずれを用いてもきわめて難易度が高く、熟練した術者においても手術合併症が生じ得る。症例ごとの

詳細な術前検討により手術アプローチを決定するが、前方アプローチによる OPLL 摘出および固定術は、脊柱管の弯曲如何にかかわらず常に脊髓の除圧効果が確実に期待できると思われた。

文 献

- 1) Min JH, Jang JS, Lee SH : Clinical results of ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) of the thoracic spine treated by anterior decompression. *J Spinal Disord Tech* 21 : 116-119, 2008
- 2) 藤村祥一：胸椎後縦靱帯骨化症に対する前方進入前方固定術。脊椎脊髓 15 : 105-111, 2002
- 3) Fujimura Y, Nishi Y, Nakamura M, et al : Long-term follow-up study of anterior decompression and fusion for thoracic myelopathy resulting from ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine* 22 : 305-311, 1997
- 4) Fujimura Y, Nishi Y, Nakamura M, et al : Myelopathy secondary to ossification of the posterior longitudinal ligament of the thoracic spine treated by anterior decompression and bony fusion. *Spinal Cord* 35 : 777-784, 1997
- 5) Ido K, Shimizu K, Nakayama Y, et al : Anterior decompression and fusion for ossification of posterior longitudinal ligament in the thoracic spine. *J Spinal Disord* 8 : 317-323, 1995
- 6) Tsuzuki N, Hirabayashi S, Abe R, et al : Staged spinal cord decompression through posterior approach for thoracic myelopathy caused by ossification of posterior longitudinal ligament. *Spine (Phila Pa 1976)* 26 : 1623-1630, 2001
- 7) 大塚訓喜, 寺山和雄, 土屋 崇, 他：胸椎部における後方進入による脊髓前方除圧術。整・災外 8 : 1083-1090, 1983
- 8) 大塚訓喜, 寺山和雄, 和田光司, 他：胸椎後縦靱帯骨化症に対する後方侵入脊髓前方除圧の経験。臨整外 23 : 467-472, 1988
- 9) 都築暢之, 田中弘美, 飯塚正, 他：胸椎後縦靱帯骨化症に対する胸椎除圧法の検討。東日本臨整会誌 2 : 268-278, 1990
- 10) 安井敏裕：下位頸椎から上位胸椎にわたる後縦靱帯骨化症に対する胸骨縦割進入法による切除術。No Shinki Geka 12 : 1021-1027, 1984
- 11) 山浦伊娑吉, 黒佐義郎：胸椎後縦靱帯骨化症に対する前方除圧術。整・災外 35 : 905-910, 1992
- 12) Matsuyama Y, Sakai Y, Katayama Y, et al : Indirect posterior decompression with corrective fusion for ossification of the posterior longitudinal ligament of the thoracic spine : is it possible to predict the surgical results? *Eur Spine J* 18 : 943-948, 2009
- 13) Nakanishi K, Tanaka N, Nishikawa K, et al : Positive effect of posterior instrumentation after surgical posterior decompression for extensive cervicothoracic ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine (Phila Pa 1976)* 30 : 382-386, 2005
- 14) Yamazaki M, Koda M, Okawa A, et al : Transient paraparesis after laminectomy for thoracic ossification of the posterior longitudinal ligament and ossification of the ligamentum flavum. *Spinal Cord* 44 : 130-134, 2006
- 15) Yamazaki M, Mochizuki M, Ikeda Y, et al : Clinical results of surgery for thoracic myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament : operative

- indication of posterior decompression with instrumented fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* **31** : 1452-1460, 2006
- 16) Yamazaki M, Okawa A, Koda M, et al : Transient paraparesis after laminectomy for thoracic myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine (Phila Pa 1976)* **30** : 343-346, 2005
- 17) Kojima T, Waga S, Kubo Y, et al : Surgical treatment of ossification of the posterior longitudinal ligament in the thoracic spine. *Neurosurgery* **34** : 854-858, 1994
- 18) Matsumoto M, Chiba K, Toyama Y, et al : Surgical results and related factors for ossification of posterior longitudinal ligament of the thoracic spine : A multi-institutional retrospective study. *Spine (Phila Pa 1976)* **33** : 1034-1041, 2008
- 19) Matsuyama Y, Yoshihara H, Tsuji T, et al : Surgical outcome of ossification of the posterior longitudinal ligament of the thoracic spine : implication of the type of ossification and surgical options. *J Spinal Disord Tech* **18** : 492-497 2005
- 20) Hida K, Iwasaki Y, Koyanagi I, et al : Bone window computed tomography for detection of dural defect associated with cervical ossified posterior longitudinal ligament. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **37** : 173-176, 1997
- 21) Mizuno J, Nakagawa H, Song J, et al : Surgery for dural ossification in association with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament via an anterior approach. *Neurol India* **53** : 354-357, 2005
- 22) Hanakita J : Microsurgery for thoracic OPLL : Assessing direct visualization and safe removability of the ossified lesion. *J Spine Res* **2** : 244-247, 2011
-