

# 頸椎後縦靱帯骨化症に対する手術治療成績の検討

貞升 彩<sup>\*1</sup>, 宮本 敬<sup>\*2</sup>, 田中 健一郎<sup>\*3</sup>  
 細江 英夫<sup>\*4</sup>, 清水 克時<sup>\*5</sup>

<sup>\*1</sup>千葉大学大学院医学系研究科 整形外科

<sup>\*2</sup>岐阜大学大学院医学系研究科 脊椎骨関節再建外科学講座

<sup>\*3</sup>美濃市立美濃病院 整形外科

<sup>\*4</sup>岐阜県総合医療センター 整形外科

<sup>\*5</sup>岐阜大学大学院医学系研究科 整形外科

## Studies on the Surgical Outcomes for Ossification of Posterior Longitudinal Ligament (OPLL) in the Cervical Spine

Aya Sadamasu<sup>\*1</sup>, Kei Miyamoto, MD, PhD<sup>2</sup>, Kenichiro Tanaka, MD  
 Hideo Hosoe, MD, PhD<sup>3</sup>, Katsuji Shimizu, MD, DMSc<sup>3</sup>

<sup>\*1</sup>*Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University*

<sup>\*2</sup>*Department of Reconstructive Surgery for Spine, Bone, and joint, Gifu University School of Medicine*

<sup>\*3</sup>*Orthopaedic Surgery, Mino Municipal Hospital*

<sup>\*4</sup>*Orthopaedic Surgery, Gifu Prefectural General Medical Center*

<sup>\*5</sup>*Department of Orthopaedic Surgery, Gifu University School of Medicine*

### 1. ABSTRACT

**Study Design:** Retrospective analysis of surgical outcome for ossification of posterior longitudinal ligament (OPLL) in the cervical spine.

**Objectives:** To retrospectively review surgical outcome in 29 cases associated with OPLL in the cervical spine.

**Materials and Methods:** Twenty-nine patients associated with OPLL were subjected. There were 19 men and 10 women and mean age was 62.4 years (range 43–77 years). Fifteen patients underwent laminoplasty (posterior surgery group), and 14 patients underwent anterior decompression and fusion (anterior surgery group). Mean follow-up period was 37.7 ± 15.9 months (range 10–58 months) after surgery. Symptoms were evaluated using the Japanese Orthopaedic Association scoring system for cervical myelopathy (JOA score) and ADL scoring system. Perioperative and postoperative complications were reviewed. Association among sagittal shape of ossification, occupying ratio of OPLL using computed tomography (CT), age at the operations, and the surgical outcomes was evaluated.

**Results:** In the posterior surgery group, the JOA score changed from 13.3 ± 0.8 points (8.5–16) (preoperative) to 13.2 ± 1.0 points (6.5–16.5) (postoperative), with an improvement ratio at -9.0 ± 23.3% (-150–75). In the anterior surgery group, the JOA score changed from 12.7 ± 0.7 points (9–16) (preoperative) to 14.9 ± 0.6 points (11.5–17) (postoperative), with an improvement ratio at 43.7 ± 18.3% (-83.3–100)%. The recovery ratio was significantly larger in the anterior surgery group than in the posterior surgery group (p = 0.044). Hill-Shaped ossification and occupying ratio ≥ 60% were shown to be significantly associated with incidence of postoperative complications. In the posterior group, magnitude of canal stenosis was shown to be significantly related to good surgical outcome.

**Conclusions:** In the surgical treatment for cervical OPLL, the recovery rate of the JOA score was larger in the anterior surgery group than in the posterior surgery group. Large occupying ratio of OPLL and Hill-shaped OPLL were significant predictors for incidence of complications after surgery.

Acta Sch Med Univ Gifu 57: 5—14 (2012)

**Key words:** ossification of posterior longitudinal ligament (OPLL), surgical treatment, laminoplasty, anterior decompression and fusion, clinical outcome, complication, cervical spine

## 要 旨

**研究デザイン:** 頸椎後縦靱帯骨化症に対する手術治療成績の後ろ向き検討。

**対象:** 頸椎後縦靱帯骨化症に対して手術治療を施行した29例を retrospective に検討する。

**対象・方法:** 対象は2003年からの5年間で頸椎 OPLL に対し外科的療法を施行した男性19名, 女性10名の計29名であり, 年齢は男性 $61.6 \pm 2.6$ 歳(平均 $\pm$ 標準偏差)(43–76歳), 女性 $62.6 \pm 3.0$ 歳(50–77)であった。椎弓形成術(後方群)を15例に, 前方除圧固定法(前方群)を14例に施行した。経過年数は $37.7$ か月 $\pm 15.9$ か月(10か月から58か月)であった。症状は日本整形外科学会頸髄症判定基準(以下頸椎 JOA スコア)と日常生活活動性スコアを用いて評価した。手術中, 手術後の合併症を検討した。CT 矢状断面像での OPLL の形態および骨化占拠率を計測し, 手術成績との関連を調査した。

**結果:** 後方群では JOA スコアは術前 $13.3 \pm 0.8$ (8.5–16)点であり, 術後は $13.2 \pm 1.0$ 点(6.5–16.5), 改善率は $-9.04 \pm 23.3\%$ (–150–75)であった。前方群では JOA スコアは術前 $12.7 \pm 0.7$ 点(9–16)であり, 術後は $14.9 \pm 0.6$ 点(11.5–17), 改善率は $43.7 \pm 18.3\%$ (–83.3–100)であった。JOA スコア改善率は前方群が後方群より大きかった( $p=0.044$ )。OPLL の形態が山型の症例や骨化占拠率60%以上の症例では術後合併症を起こしやすい傾向であった。一方で, 後方群では術前の脊柱管狭窄が大きいほど術後の成績が良好であった。

**まとめ:** 頸椎 OPLL における手術治療において, JOA スコア改善率は前方群の方が後方群より良好であった。ただし, 前方群に前方手術特有の重度合併症もみられ, 十分なインフォームド・コンセントが必要であると思われた。手術合併症の発生からみると, 骨化占拠率・形態において山型がハイリスク群と考えられた。術前の骨化占拠率が大きいこと, OPLL が山型の形態は術後の成績不良因子であると言える。

## はじめに

### 【疫学・病態】

頸椎後縦靱帯とは椎体の後方に位置し, 脊柱の支持, 可動性を制御する重要な組織である。これが何らかの原因で肥厚・骨化し脊柱管内を縦走する脊髄を圧迫し, 知覚障害・手指巧緻運動障害・歩行障害などの臨床症状を

呈する病態が後縦靱帯骨化症(ossification of posterior longitudinal ligament; 以下 OPLL)である。OPLL は月本が1960年に報告して以来<sup>1)</sup>, 日本や東南アジアなどを中心に認識されるようになった。頸椎 OPLL の発生率は約2%と言われており<sup>2)</sup>, 第4, 5頸椎に最も多く発生する。糖尿病の合併が多く, 糖代謝との関連が指摘されている<sup>3)</sup>。また家族内発症も多いことから遺伝的背景も指摘されており, 遺伝子について現在研究がなされている<sup>4,5)</sup>。OPLL の形態は津山らの分類により, 連続型・分節型・混合型・限局型に分類される<sup>6)</sup>。

### 【頸椎 OPLL に対する外科的療法, 問題点】

頸椎 OPLL に対し, 重度の歩行障害・麻痺・巧緻運動障害など著しく ADL が障害される症例に対しては外科的療法を施行する。また, 軽度の症状の場合, 保存療法を行うが OPLL がより伸長・肥厚し, 症状が悪化する場合, また軽度の転倒など, 軽い衝撃でも OPLL の存在することで脊髄損傷をきたし麻痺に陥る場合もある。代表的な外科的療法として前方除圧固定法(前方法)と後方除圧法(後方法)があげられる。前方除圧固定法では病巣を直接切除, あるいは薄くして浮上させることにより脊髄の除圧を図る意義があるとされている<sup>7,8)</sup>。一方, 後方除圧法においては椎弓形成術<sup>9,10)</sup>が一般的であり, その除圧効果については, 椎弓と黄色靱帯による脊髄の圧迫を解除することで得られる直接的な効果の他に, 後方から除圧することで脊髄を後方へ移動する二次的効果がある。個々の方法に特有の合併症があり, どちらを施行するべきかさまたま見地から議論がなされている<sup>11)</sup>。岩崎ら<sup>12–14)</sup>が骨化占拠率に注目し, 椎弓形成術において占拠率60%未満に比べ占拠率60%以上の症例は手術成績が劣っていたと報告している。また岩崎らは, 津山らの OPLL 形態分類とは別に新たな OPLL 形態分類(山型・台地型)を提唱しており, 山型の形態は椎弓形成術の限界であり, 前方法が良い適応であると報告している<sup>12–14)</sup>。成績不良因子として, 骨化靱帯数, 骨化占拠率, 有効脊柱管径, OPLL 形態(津山らの分類, 岩崎らの分類<sup>12–14)</sup>), 術前 JOA スコア<sup>15)</sup>, 手術時年齢等が報告されているが, その結果は様々である。日本脊椎脊髄病学会が2006年に発表した脊椎手術の合併症についての報告<sup>16)</sup>では, 合併症で最も多いのは神経合併症であり, その6割以上の症例に障害が残存し予後は不良であるとされている。また術式別の合併症では前方法での頻度が13.9%であるのに対し後方法では7.9%であり, 前方法

が上回っている。更に、前方法において使用される頸椎前方プレートにおける合併症発生の頻度が比較的高率である。また OPLL を含む靭帯骨化症は他の変性疾患と比較し合併症頻度が高値であったとされている。

【本研究の目的】

頸椎 OPLL の手術治療の予後規定因子や術後合併症について様々な報告がなされているが、いまだ統一した見解はなされていない。頸椎 OPLL における脊髄圧迫が前方からであるがゆえに、前方法が病態になかった方法であるが、前方法特有の合併症があり、その頻度が高い。よって、近年は後方法が選択されるのが主流になってはいるが、後方法の限界も報告されている<sup>12-14)</sup>。頸椎 OPLL に対する手術術式選択を行う上で、前方法・後方法との成績比較、術後成績や合併症発生のリスク因子を明確にすること等が重要であると考えられる。本研究の目的は頸椎 OPLL に対して当科で外科的治療を行った症例について、その治療成績を後ろ向きに検討することである。

対象および方法

【対象】

2003年から2008年の5年間で岐阜大学整形外科にて頸椎 OPLL に対し外科的療法を施行した男性19名、女性10名の計29名を対象とした。年齢は男性61.6±2.6歳(平均±標準偏差)(43-76歳)、女性62.6±3.0歳(50-77歳)であった。術後経過年数は37.7カ月±15.9カ月(10-58カ月)であった。また今回、前方法・後方法の二期的手術を行っている症例は除外した。なお、全症例について患者本人より本検討調査について同意を得ている。

【頸椎 OPLL に対する当科における手術治療の適応と選択基準】

当科では、頸椎 OPLL に上肢の巧緻運動障害または歩行障害を合併した症例を外科的療法の適応としている。術式選択の基準としては、基本的には前方からの脊髄圧迫が病態の主体である本疾患に対して前方法を選択する。一般に、多椎罹患の OPLL となれば後方法を選択するという方針も散見されるが、当科においては、多椎間罹患例においても、全身状態が良好であれば、十分なインフォームド・コンセントのもとに、前方法を選択している。3椎体以上の亜全摘を行った場合もハローベスト等の外固定の除去後に腓骨が徐々に椎体内に sinking することによって椎間癒合が得られることが報告されている<sup>17)</sup>。ただし、手術時年齢・病巣高位・頸椎アライメント・圧迫要素を重視し、手術時年齢が75歳以上の症例や病巣高位が第2頸椎(以下C2)より頭側に認められる症例は頸椎アライメントや圧迫要素に関係なく後方法を選択している。また、頸椎前弯が残存している症例には後方法を選択する場合がある。

【手術方法】

当科の手術選択基準に基づき、後方法を15例(後方群)に、前方法を14例(前方群)に施行した。後方法は当科

では T-saw を用いた spinosus-splitting 椎弓形成術<sup>18)</sup>を行い、上位・下位椎弓にはドーム型形成術を行うことで、原則として C2, C7 に付着する筋群を温存する手法をとっている。また、前方法は椎体を亜全摘し、同部位に腓骨を移植する。その後は症例により、2椎体までの亜全摘であればプレート固定を、3椎体以上の亜全摘を行った場合は術後にハローベストを装着し、移植骨の固定性を補う配慮を行っている。

【評価法】

術前評価

術前評価を日本整形外科学会頸髄症治療判定基準(頸髄症 JOA スコア)17点満点<sup>15)</sup>(Table 1)、独自に作製した日常生活活動性スコア(Table 2)を用いて評価した。また、OPLL の存在椎体数、骨化占拠率、有効脊椎管径<sup>19)</sup>(Fig. 1)を調べた。OPLL の形態を津山の分類<sup>6)</sup>(Fig. 2)、岩崎の分類<sup>12-14)</sup>(Fig. 3)を用いて評価した。頸髄症 JOA スコア(Table 1)は運動機能(計8点)、知覚機能(計6点)、膀胱機能(計3点)の評価に分かれており、それぞれのスコアを合計し総点とする。運動機能は上肢(手指・肩・肘)・下肢の障害度を評価する。箸、書字、ボタンかけなど日常動作が可能かを問診する。肩、肘の機能は視診にて筋萎縮の有無、自動・他動運動にて評価する。下肢については独立歩行、杖などの支持

Table 1 日本整形外科学会制定頸髄症治療成績判定基準 (JOA スコア) 改定17点法<sup>14)</sup>

運動機能		
上肢	手指	0点(不能) 1(高度障害) 2(中等度障害) 3(軽度障害) 4(正常)
	肩・肘機能	-2(高度障害) -1(中等度障害) -0.5(軽度障害) 0(正常)
下肢	0(不能)	0.5
	1(高度障害)	1.5
	2(中等度障害)	2.5
	3(軽度障害)	3
	4(正常)	4

知覚機能		
上肢	0点(高度障害)	0.5
	1(中等度障害)	1.5
体幹	0(高度障害)	0.5
	1(中等度障害)	1.5
下肢	0(高度障害)	0.5
	1(中等度障害)	1.5
膀胱機能	0(高度障害)	0.5
	1(中等度障害)	1.5

Table 2 日常生活活動性スコア

Score 6	Walk without T-cane (杖なし歩行)
Score 5	Walk with T-cane (杖歩行)
Score 4	Walk with Walker (歩行器歩行)
Score 3	Standing (つかまり立ち)
Score 2	Sitting (Wheelchair) (坐位, 車椅子)
Score 1	Bedridden (寝たきり)

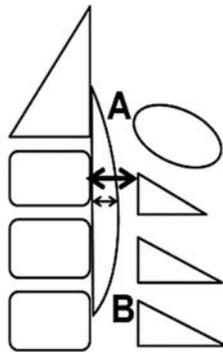


Fig. 1 X線矢状断面像での形態的評価法(骨化占拠率, 有効脊柱管径)

骨化占拠率 =  $B/A \times 100(\%)$ , 有効脊柱管径 =  $A - B$  (mm) 骨化占拠率および有効脊柱管径を算出し, 脊髄の圧迫程度を評価する<sup>19)</sup>.

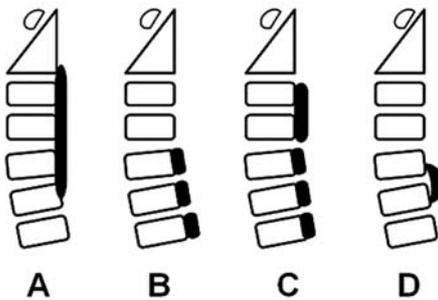


Fig. 2 骨化靭帯形態(津山分類<sup>6)</sup>)

A: 連続型, B: 分節型, C: 混合型, D: 限局型



Fig. 3 骨化靭帯形態(岩崎分類<sup>12-14)</sup>)  
a: 台地型, b-1・b-2: 山型

ありの歩行, 階段では手すりが必要であるなど, 歩行障害を評価する。知覚機能は上肢, 体幹, 下肢の触覚, 痛覚を診る。膀胱機能は尿閉, 失禁, 残尿感, 頻尿等の有無を聴取する。日常生活活動性スコア (Table 2) は6点満点で評価し, 「杖なし歩行」を6点, 「杖歩行」を5点, 「歩行器歩行」を4点, 「つかまり立ち」を3点, 「坐位, 車椅子」を2点, 「寝たきり」を1点に分類した。

手術侵襲

手術侵襲を手術時間, 出血量によって評価した。OPLLの存在する範囲による差を標準化するために, これらのパラメーターを手術椎間数にて除したのもも評価対象とした。

手術成績

術前後の JOA スコア変化, 日常生活活動性変化を前方群, 後方群に分けて評価した。JOA 改善率は平林法<sup>15)</sup>を用いて算出した。(平林法における改善率は, 術後点数から術前点数を引き, 17点から術前点数を引いたもので割り, 100を掛け算出し, %で表示する。)

手術時年齢と JOA スコア改善率

今回の対象症例について, 手術時年齢と JOA スコア改善率との相関を後方群, 前方群に分けそれぞれ調査した。

骨化占拠率・有効脊柱管径と JOA スコア改善率

今回の対象症例について, 前方群・後方群別に, 骨化占拠率と JOA スコア改善率の相関および有効脊柱管径と JOA スコア改善率の相関を調査した。

前方法・後方法の比較

前方群・後方群で手術成績を JOA スコアの改善率(平林式<sup>15)</sup>)を用いて比較した。

合併症及び合併症のリスク因子

一般的には, OPLL に対する手術において合併症が高率であるとされているが<sup>16)</sup>, 術後に認めた合併症を調査し, その発生のリスク因子について考察した。

【統計処理】

統計学的手法として術前・術後 JOA スコア比較に paired t-test, JOA スコア改善率の前方群・後方群での比較に Mann-Whitney U-test, 骨化占拠率・有効脊柱管径と JOA スコア改善率の相関関係に Spearman's correlation を用いた。危険率 5%未満を統計学的に有意差ありとした。

結 果

【術前評価】

後方群15例の年齢は64.6 ± 10.1歳 (44-77歳), 骨化椎体数は5.9 ± 1.6椎体 (4-7椎体), 骨化占拠率は51.4 ± 12.4% (34.4-83.2%), 最小有効脊柱管径は5.0 ± 1.5mm (2.2-7.2mm)であった。津山らの OPLL 形態分類<sup>3)</sup>では, 連続型2例, 混合型9例, 分節型2例, 限局型3例であった。岩崎らの分類<sup>12-14)</sup>では台地型が14例, 山型が1例であった。また, 前方群14例では, 年齢59.2 ± 2.7歳 (43-76歳), 骨化椎体数4.1 ± 1.0椎体 (3-6椎体),

骨化占拠率 $43.5 \pm 14.3\%$  (19.6-65.0%)、平均最小有効脊柱管径は $6.9 \pm 2.0\text{mm}$  (3.4-9.1mm)であった。津山らのOPLL形態分類<sup>6)</sup>では連続型2例、混合型3例、分節型8例、限局型1例であった。岩崎らの分類<sup>12-14)</sup>では、台地型12例、山型2例であった。当科では75歳以上の高齢者では椎弓形成術を施行するため、平均年齢は後方群が前方群を上回ったが、有意差は認めなかった ( $p=0.081$ )。また上位頸椎 (C1, C2) にまで及ぶOPLLが存在する症例に対しては基本的には前方法の適応とせず、椎弓形成術を施行するため、OPLL存在レベルは両術式で異なる結果となった (Fig. 4)。

【手術侵襲】

後方群15例、前方群14例の手術時間はそれぞれ $142 \pm 68.1$ 分 (68-271分)、 $211 \pm 41.9$ 分 (129-286分)であった。1椎間あたりの手術時間はそれぞれ、 $26.4 \pm 20.3$ 分 (11.3-92.7分)、 $52.0 \pm 14.1$ 分 (28.4-73.7分)であり、平均手術時間、1椎間あたりの平均手術時間は両群間で有意差を認め、前方群でより長い結果であった ( $p=0.0014$ ,  $p=0.000025$ )。総出血量は後方群で $160 \pm 160\text{ml}$  (10-680ml)、前方法で $187 \pm 179\text{ml}$  (10-365ml)であり、1椎間あたりの出血量はそれぞれ $28.7 \pm 28.5\text{ml}$  (1.7-63.3ml)、 $50.4 \pm 59.3\text{ml}$  (3.3-245ml)であった。平均総出血量と1椎間あたりの平均出血量は両術式間で有意差は認めなかった ( $p=0.328$ ,  $p=0.101$ )。手術侵襲は、手術時間においては前方法が長い、出血量は両術式で差は認めない結果であった。

【手術成績】

術後18カ月経過した20症例 (後方群9例、前方群11例)の術前・術後のJOAスコア変化を比較した。後方群では術前JOAスコアは $13.3 \pm 0.8$ 点 (8.5-16点)であり、術後JOAスコアは $13.2 \pm 1.0$ 点 (6.5-16.5点)であった。改善率は $-9.04 \pm 23.3\%$  (-150-75%)であり、術後に有意な変化は示さなかった ( $p=0.34$ )。一方、前方群では術前JOAスコアは $12.7 \pm 0.7$ 点 (9-16点)であり、

術後JOAスコアは $14.9 \pm 0.6$ 点 (11.5-17点)であった。改善率は $+43.7 \pm 18.3\%$  (-83.3-100%)であり、術後に有意な改善を認めた ( $p=0.0015$ )。JOAスコア改善率は前方群が後方群より有意に大きかった ( $p=0.044$ ) (Fig. 5)。

【手術時年齢とJOAスコア改善率】

術後18カ月経過した20症例について後方群9例、前方群11例をそれぞれ手術時年齢とJOAスコア改善率を比較したところ、後方群、前方群ともに両者に有意な相関を認めなかった ( $P=0.36$ ,  $P=0.068$ ) (Fig. 6)。

【骨化占拠率・有効脊柱管径とJOAスコア改善率】

術後18カ月経過した後方群9例では有効脊柱管径とJOAスコア改善率に有意な逆相関を認めた ( $R^2=0.40$ ,  $p=0.035$ )。また骨化占拠率とJOAスコア改善率に有意な相関を認めた ( $R^2=0.74$ ,  $p=0.0015$ )。一

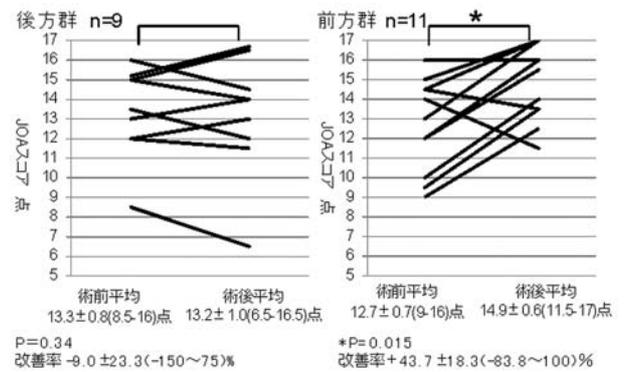


Fig. 5 後方群、前方群における術前・術後のJOAスコア変化

術後18カ月経過した20症例のみ対象にし、術前・術後のJOAスコアをpaired t-testを用いて比較した。後方群 ( $n=9$ )において、JOAスコアの有意な変化はみられなかった。一方、前方群 ( $n=11$ )において、JOAスコアは術後、有意な ( $P=0.015$ ) 改善を認めた。

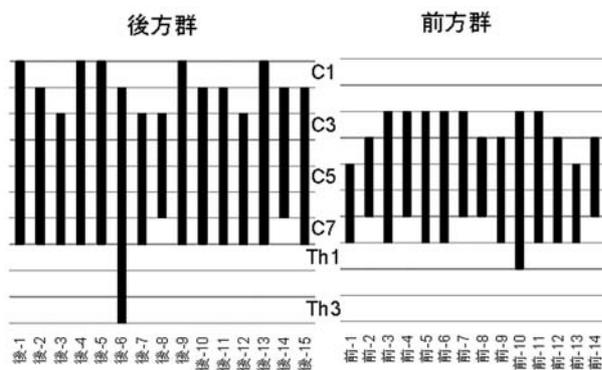


Fig. 4 後方群、前方群におけるOPLL存在レベル

後方群では当科の術式選択基準により、C1-2の上位頸椎にOPLLが存在する症例が含まれ、一方、前方群ではOPLLがC3以下に存在する症例となっていることがわかる。

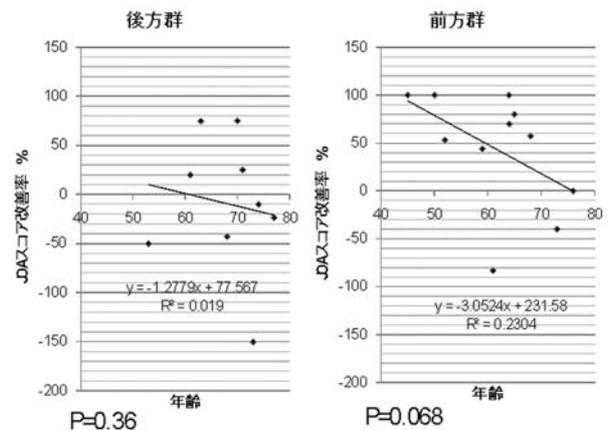


Fig. 6 手術時年齢とJOAスコア改善率

術後18カ月経過した20症例のみを対象とし、後方群 (9例)、前方群 (11例) についてそれぞれ手術時年齢とJOAスコア改善率 (平林式<sup>15)</sup>)を統計学的に調査した結果、有意な相関は認めなかった ( $P=0.36$ ,  $P=0.068$ )。

方、術後18カ月経過した前方法11例では、有効脊柱管径とJOAスコア改善率、骨化占拠率とJOAスコア改善率に有意な相関を認めなかった。(p=0.21, p=0.35) (Fig. 7, 8)。

【術後合併症】

合併症発生症例一覧をTable10に示す。合併症はC5不全麻痺を4例(後方群1例, 前方群3例)に、脊髄不全損傷を2例に(後方群1例, 前方群1例)に、遅発性頸髄症状悪化を1例(後方群)に、喉頭浮腫を1例(前方群)に認めた。遅発性頸髄症状悪化の1例は後方法を施行後、いったんは症状が消失したが、術後1年で術前の症状であった左上肢のしびれが再燃し、その後追加手術として前方法が施行された。喉頭浮腫の1例は呼吸不全状態となり、気管内挿管、気管切開を要した。術後合併症は概ね一過性の症状であり、患者の機能に永続的障害を残さなかったが、脊髄不全損傷の1例は日常生活

動性スコアにおいて術前の6点から術後1点まで低下し、重度の障害を残し術後4カ月の現在、リハビリテーション施行中である。

症 例 呈 示

【症例1(後方群)】

60代男性。主訴は左肩から手までのしびれであった。術前JOAスコアは15点、日常生活活動性スコア6点であった。CT矢状断面像にて、C1からC7までに及ぶOPLLが認められた(Fig. 9)。形態は津山らの分類<sup>6)</sup>では混合型、岩崎らの分類<sup>12-14)</sup>では台地型であった。骨化占拠率は58.8%、有効脊柱管径は3.6mmであった。C1に及ぶOPLLが存在することにより、後方法が選択され、C1の椎弓切除術、C2からC7までに對し椎弓形成術を施行した(Fig. 10)。術後合併症はなかったが、軽度の肩こりが残存した。術後JOAスコアは16.5点に改善し、改善率は75%であった。日常生活活動性スコアは6点で術前と変化はなかった。

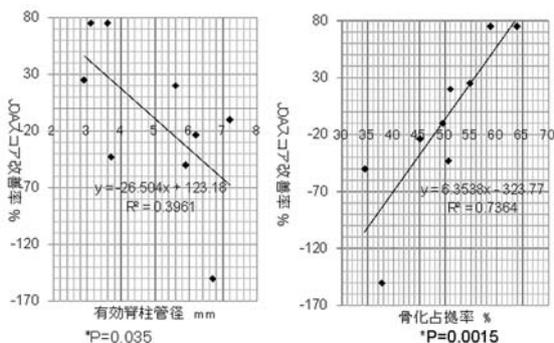


Fig. 7 後方群における骨化占拠率・有効脊柱管径とJOAスコア改善率との相関

術後18カ月経過した後方群9例を対象とし、骨化占拠率・有効脊柱管径とJOAスコア改善率を統計学的に調査した。骨化占拠率と有効脊柱管径間で有意な逆相関を(P=0.035)、骨化占拠率とJOAスコア改善率間で有意な相関を認めた(P=0.0015)。

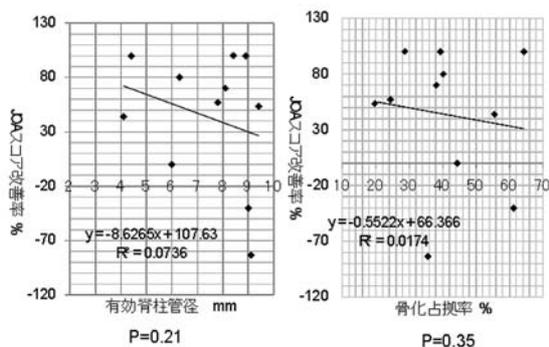


Fig. 8 前方群における骨化占拠率・有効脊柱管径とJOAスコア改善率との相関

術後18カ月経過した前方群11例を対象にし、骨化占拠率・有効脊柱管径とJOAスコア改善率を統計学的に調査した。有効脊柱管径とJOAスコア改善率、骨化占拠率とJOAスコア改善率ともに有意な相関を認めなかった(P=0.21, P=0.35)。



Fig. 9 症例1(後方群, 63歳男性) 術前CTミエログラフィー矢状断面像

形態は津山らの分類<sup>6)</sup>では混合型、岩崎らの分類<sup>12-14)</sup>では台地型、骨化占拠率は58.8%、有効脊柱管径は3.6mmであった。



Fig. 10 症例1(後方群) 術後CT矢状断面像 C1の椎弓切除術、C2からC7に及ぶ椎弓形成術を施行した。

【症例2（前方群）】

50代男性。主訴は両手のしびれによる書字困難であった。術前JOAスコアは13点、日常生活活動性スコアは6点であった。CT矢状断面像にてOPLLはC3からC7に存在した（Fig. 11）。津山らの形態分類<sup>6)</sup>では混合型、岩崎らの分類<sup>12-14)</sup>では台地型に相当した。骨化占拠率は64.3%、有効脊柱管径は4.4mmであった。C4、C5の2椎体亜全摘をし、腓骨を移植後、プレートを用いて固定した（Fig. 12）。術後の合併症はなく、主訴の両手のしびれは消失した。JOAスコアは17点に改善し、改善率は100%であった。日常生活活動性スコアは術前、術後ともに6点で変化はなかった。

考 察

【前方群・後方群のJOAスコア改善率の比較・検討】

本研究において、頸椎OPLLに対する手術治療の成績を後方法、前方法の間で比較検討した。術後18か月以上経過した症例において、JOAスコア改善率は前方群で有意に高値であった（ $p=0.044$ , Fig. 5）。OPLLに対する後方法はOPLLに手を加えずに脊髄を後方から間接的に除圧する術式である一方、前方法ではOPLL

を切除することにより脊髄を直接除圧するという手技上の違いがJOAスコアの有意な改善につながった可能性が示唆された。Masakiらは著しい骨化をともなう症例や圧迫部位で椎体間の可動性を認める症例には前方法を第一選択とするべきであると報告しているが<sup>11)</sup>、本研究において、JOAスコアの改善という見地から評価すると、骨化巣を可及的に除去し、脊髄に対する直接的除圧を行うことが可能な前方法の有利な点が発揮されたと思われる結果であった。岩崎らの報告<sup>12-14)</sup>では、前方法においては骨化占拠率60%以上の症例と60%未満の症例で成績に有意差は認めなかったとの記載がある。自験例でも前方法において、有効脊柱管径とJOAスコア改善率、骨化占拠率とJOAスコア改善率では有意な相関や逆相関は認めなかった。この結果の解釈は難しいが、前方法では骨化巣の摘出や浮上により直接的な効果を得られやすく、術前の骨化占拠率、有効脊柱管径にかかわらず神経症状の改善を見込めるとの考察も可能であろう。

【OPLLに対する前方法の諸問題】

一方、前方法は後方法と比較し、手技が煩雑であること、移植骨採取部位の創部痛が生じることが問題とされている<sup>20)</sup>。またC2以上またはT3以下にOPLLが存在する症例には基本的には適応とならない。これらの点は前方法の特徴としてインフォームド・コンセントの際に患者およびその家族に提示されるべきであるとの報告がある<sup>12)</sup>。自験例では、前方法では後方法と比し、総手術時間及び椎間あたりの手術時間が有意に長い結果であった。しかし、総出血量及び椎間あたりの出血量においては両群で有意差はなく（ $p=0.33$ ）、後方法では腹臥位という体位をとる必要がある一方、前方法ではむしろ仰臥位で手術を施行できることを考慮すると、平均1時間強程度の手術時間が相殺されることになり、手術時間・出血量から評価される侵襲には両群に大きな差はないと考えられる（Table 7）。ただし、自験例では、従来後方法での報告が散見されたC5麻痺を3例と比較的高率に認め、1例の発生があった気道浮腫に対しては気管切開という侵襲を有する処置を要した。また、移植骨の初期固定性を高めるため、外固定としてのハローベスト装用を14例中7例に要した。これらは、やはり前方法にお



Fig. 11 症例2（前方法）50歳男性 術前CTミエログラフィー矢状断面像

津山らの形態分類<sup>6)</sup>では混合型、岩崎らの分類<sup>12-14)</sup>では台地型。骨化占拠率64.3%、有効脊柱管径4.4mm。



Fig. 12 症例2 前方法施行後 CT矢状断面像 C4、C5の2椎体亜全摘を行い、腓骨を移植後、プレートを用いて固定した。

Table 7 合併症発生症例一覧

Case	合併症	レベル	形態 <sup>2)</sup>	骨化占拠率 (%)	有効脊柱管径 (mm)	術式	日常生活活動性スコア	処置
後-11	C5麻痺	C2-C7	台地	34.9	5.3	後方	3→2	-
前-10	C5麻痺	C3-T1	台地	24.4	7.8	前方	5→5	-
前-13	C5麻痺	C5-C7	山型	49.4	5.6	前方	6→6	-
前-14	C5麻痺	C4-C6	台地	65.0	3.4	前方	6→6	-
前-1	術後1年で症状再燃	C1-C7	台地	56.3	3.7	後方	6→6	術後1年で前方法施行
後-15	脊髄不全損傷	C2-C7	山型 台地	83.2	2.2	後方	6→1	-
前-3	脊髄不全損傷	C3-C7	台地	55.5	4.1	前方	6→5	-
前-8	喉頭浮腫	C4-C6	山型	61.3	9.0	前方	6→6	-

ける重篤なリスクを示唆しており、インフォームド・コンセントにおいては、JOA スコア改善にみられる優位性、リスク、圧迫された脊髄に対する救済手術であることの意義等を十分に告げた上で術式を決定する必要があると思われる。

#### 【OPLL に対する後方法の諸問題】

術後18カ月以上経過した後方群9症例のJOA スコア改善率は $-9.0 \pm 23.3\%$  ( $-150-75\%$ )であり、前方群でみられた術後にJOA スコアが有意に改善する傾向はみられなかった (Fig. 5)。今回、後方法の選択はランダムには行われておらず、上位頸椎に及ぶOPLL、高齢であることなど偏りがあるので、OPLL に対する後方の意義を一概に言い表す結論とは言えないが、脊髄に対する間接除圧という手術手技の側面が表れたとも解釈可能である。すなわち、後方法では脊髄後方シフトに頼ることになり、除圧効果はさほど期待できず、JOA スコア改善率にも限度があると考えられた。後方法において、合併症として、1例に脊髄不全損傷を術後に併発し、経過観察期間は短いものの、重度の障害を残している。この症例においては、術前の評価ではOPLL 存在レベルはC2-7と多椎間に及び、形態は山型かつ台地型、骨化占拠率は83.2%におよんだ。岩崎ら<sup>12-14)</sup>の報告によると後方法の限界は骨化占拠率60%までであること、形態が山型のOPLL はハイリスク群であることより、もともと、後方法・前方法のいずれを選択するにしても非常に困難な症例であったと言える。自験例では前方法・後方法両群において岩崎らの分類<sup>12-14)</sup> (Fig. 3) で山型の形態であった症例3例は、いずれにおいても術後合併症を認め、1例に前述の脊髄不全損傷、1例にC5麻痺、もう1例に喉頭浮腫を認めた。うち2例が神経合併症であり、山型の形態のハイリスク性が改めて示唆された。興味深いことに、後方法においては、有効脊柱管径とJOA スコア改善率に有意な逆相関を、骨化占拠率とJOA スコア改善率に有意な相関を認めた (Fig. 7)。有効脊柱管径が小さいことは、言い換えれば骨化占拠率が大きいことであり、これら二つの統計学的有意差は同じことを示している。後方法における術後成績を概観してみると、骨化占拠率の大きなものほど症状改善が得られると解釈できるが、これは岩崎らの報告<sup>12-14)</sup>、馬場らの報告<sup>21)</sup>と全く逆の結果であった。この事象を端的に説明することは困難であるが、神経学的症状の改善には、罹病期間、年齢、罹患椎間数、術前神経学的重症度、MRI のT2強調画像における脊髄高輝度像など多彩な因子の関連が指摘されており、今回の症例においては症例の絶対数が少ないこと、他の因子が強い影響を有している可能性があること等が推察される。

#### 【後方群における骨化巢の伸展】

OPLL の術後進展は手術治療の長期成績を左右する要素であろうと思われるが、これは、OPLL を切除あるいは菲薄化する前方法では回避できる可能性は大きいとされている<sup>22)</sup>。一方、後方法においては残存したOPLL が

術後伸展する可能性があるためにこの点に関しては不利であろう。小川ら<sup>22)</sup>の報告ではOPLL に対する後方法の術後、63.9%の症例に術後骨化の伸展を認めたと報告している。しかしながら、椎弓の拡大範囲を骨化の存在部位から上下に1椎弓加えることが予防的な措置として有用であろうとしている<sup>22)</sup>。また骨化の伸展は頸椎の動的因子の軽減につながり、その結果症状の悪化が起らなかった可能性についても触れている<sup>22)</sup>。広範囲な拡大術を施行しなかった場合、骨化の著しい伸展が生じると症状が悪化する可能性も指摘されており<sup>22)</sup>、後方法を選択する場合に留意する事項であろう。

#### 【JOA スコア改善率と手術時年齢の検討】

本研究において、術後18カ月経過した20症例について後方群9例、前方群11例をそれぞれ手術時年齢とJOA スコア改善率を比較したところ、後方群、前方群ともに両者に有意な相関を認めなかった ( $P=0.36$ ,  $P=0.068$ ) (Fig. 6)。小川らは術前に重度の頸髄症の症状を認め、術後に軽度の症状にまで改善した群と中等度の症状にまで改善した群とでは手術時年齢に有意差を認め、前者は平均年齢57.1歳、後者では67.4歳であったと報告している<sup>22)</sup>。経年的に脊髄障害が進行するOPLL の疾患としての特徴、易損性を有し非可逆的な障害を受ける脊髄に対する救済手術としての意義を考慮にいれ、手術のタイミングについても個々に十分なインフォームド・コンセントが行われるべきであろう。症例数を増やし、前方・後方の2群における至適手術時年齢等についても検討を重ねる必要があると思われる。

#### 【本研究のデザインの限界】

本研究は日常診療に携わらない医学生が診療録をまとめ、画像を分析、統計解析などを後ろ向きに行ったものである。カルテの診療記録での症状評価に、症例・主治医によって差が生じることは不可避である。診療医師とは知識量・視点が異なる医学生が、多彩な様式にて記録された診療録から情報を収集したデザインに若干のバイアスが介入している可能性がある。また、前方法と後方法がランダムに適応された訳ではなく、本研究での対象では前方法と後方法の適応基準が異なるため、その2群を単純比較した結果の解釈には派生するバイアスを留意する必要がある。

#### 【今後の課題】

OPLL についてはいまだその病態について解明されていないことも多い。糖尿病との合併が多いという報告も多数あり、その点からも周術期管理が難しい疾患である。症状の重症度、年齢など多彩な条件がある中、手術の適切なタイミング、適切な術式を選択することは重要であり、症例数を増やして更に詳細な検討を行う必要がある。得られる結果から、術後成績の向上と合併症予防に繋がるエビデンスが得られることを期待したい。

## 結 語

頸椎 OPLL における手術治療において、JOA スコア

改善率は前方群の方が後方群より良好であった。ただし、前方群に前方手術特有の重度合併症もみられ、十分なインフォームド・コンセントが必要であると思われた。また、骨化占拠率が大きく、形態が山型ものは術後合併症のハイリスク群であり、術後の成績不良因子と考えられた。

## 文 献

- 1) 月本裕国：頸部後縦靱帯骨化により脊髄圧迫症候を呈した1剖検例. 日本外科宝函 **29**, 1003-1007 (1960)
- 2) 里見和彦：靱帯骨化症の病態生理. 脊椎脊髄ジャーナル **20**, 601-603 (2007)
- 3) 原田征行：頸椎後縦靱帯骨化症と糖尿病. Diabetes Frontier **8**, 673-678 (1997)
- 4) Inoue I, Ikeda R, Tsukahara S: Current Topics in Pharmacological Research on Bone Metabolism: Promyelotic Leukemia Zinc Finger (PLZF) and Tumor Necrosis Factor- $\alpha$ -Stimulated Gene 6 (TSG-6) Identified by Gene Expression Analysis Play Roles in the Pathogenesis of Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament. J Pharmacol Sci, **100**, 205-210 (2006)
- 5) 田中利弘, 猪狩勝則, 塚原 聡, 岸谷正樹, 古川賢一, 元村 成, 井ノ上逸朗, 藤 哲：後縦靱帯骨化症の感受性遺伝子解析. 骨・関節・靱帯 **20**, 267-272 (2007)
- 6) Tsuyama N: The ossification of the posterior longitudinal ligament of the spine. 日整会誌 **55**, 425-440 (1981)
- 7) Matsuoka T, Yamaura I, Kurosa Y, Nakai O, Shindo S, Shinomiya K: Long-term results of the anterior floating method for cervical myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament. Spine (Phila Pa 1976) **26**, 241-8 (2001)
- 8) Onari K, Akiyama N, Kondo S, Toguchi A, Mihara H, Tsuchiya T: Long-term follow-up results of anterior interbody fusion applied for cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament. Spine **26**, 488-493 (2001)
- 9) 星地重都司：高齢者の頸椎症・頸髄症の手術治療（後方法）とその成績. MB Orthop **20**, 39-43 (2007)
- 10) 横山 徹, 竹内和成, 油川修一, 岡田晶博, 藤哲, 植山和正：頸椎後縦靱帯骨化症に対する頸部脊柱管拡大術の問題点—頸椎頸髄症との比較. 別冊整形外科 **45**, 215-220 (2004)
- 11) Masaki Y, Yamazaki M, Okawa A, Aramomi M, Hashimoto M, Koda M, Mochizuki M, Moriya H: An analysis of factors causing poor surgical outcome in patients with cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament. J Spinal Disord Tech **20**, 7-13 (2007)
- 12) 岩崎幹季, 奥田真也, 宮内 晃, 坂浦博伸, 米延策雄, 吉川秀樹：頸椎後縦靱帯骨化症に対する術式選択 椎弓形成術 vs 前方除圧固定術 その適応と限界. 臨整外 **42**, 255-265 (2007)
- 13) Iwasaki M, Okuda S, Miyauchi A, Sakaura H, Mukai Y, Yonenobu K, Yoshikawa H: Surgical Strategy for Cervical Myelopathy due to Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament Part 1. Spine **32**, 647-653 (2007)
- 14) Iwasaki M, Okuda S, Miyauchi A, Sakaura H, Mukai Y, Yonenobu K, Yoshikawa H: Surgical Strategy for Cervical Myelopathy due to Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament Part 2. Spine **32**, 654-660 (2007)
- 15) 平林 冽：日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準. 日整会誌 **68**, 490-503 (1994)
- 16) 種市 洋, 野原 裕, 植山和正, 川原範夫, 芝啓一郎, 谷 俊一, 徳橋泰明, 中原進之介：脊椎手術合併症の実態. 日整会誌 **80**, 5-16 (2006)
- 17) 宮本 敬, 細江英夫, 坂口康道, 西本博文, 清水克時：頸椎多椎間亜全摘術における移植腓骨のX線学的検討. 中部整災誌 **43**, 949-950 (2000)
- 18) Tomita K, Kawahara N, Toribatake Y, Heller J G: Expansive midline T-saw laminoplasty (modified spinous process-splitting) for the management of cervical myelopathy. Spine **23**, 32-37 (1998)
- 19) 宮坂 齊：頸椎後縦靱帯骨化症の病態に関する考察. 臨整外 **10**, 1091-1096 (1975)
- 20) 細江英夫, 清水克時, 鈴木直樹, 宮本 敬, 福田章二, 岩井智守男：頸部脊髄症手術の合併症 前方法, 後方法の比較. 中部整災誌 **50**, 579-580 (2007)
- 21) Baba H: Cervical laminoplasty in patients with ossification of the posterior longitudinal ligaments. Paraplegia **33**, 25-29 (1995)
- 22) 小川祐人, 千葉一裕, 松本守雄, 中村雅也, 高石官成, 平林 尚, 平林 冽, 戸山芳昭：頸椎後縦靱帯骨化症に対する片開き式脊柱管拡大術の中長期成績. 別冊整形外 **45**, 211-214 (2004)

Table 3 後方群症例一覧

case	年齢 (歳)	性別	レベル	湊山分類	岩崎分類	骨化占拠率 (%)	有効脊柱管径 (mm)
後-1	50	M	C1-7	混合	台地	56.3	3.7
後-2	74	M	C2-7	連続	台地	53.5	4.5
後-3	74	M	C3-7	限局	台地	49.5	7.2
後-4	63	M	C1-7	混合	台地	58.8	3.6
後-5	70	F	C1-7	連続	台地	63.9	3.1
後-6	64	F	C2-T3	混合	台地	42.6	4.5
後-7	73	M	C3-7	限局	台地	37.7	6.7
後-8	53	F	C3-6	分節	台地	34.4	5.9
後-9	68	M	C1-7	混合	台地	50.6	3.7
後-10	77	F	C2-7	限局	台地	45.1	6.2
後-11	45	F	C2-7	混合	台地	34.9	5.3
後-12	71	M	C3-7	分節	台地	54.8	2.9
後-13	61	F	C1-7	混合	台地	51	5.6
後-14	53	F	C2-6	混合	台地	54.5	4.1
後-15	73	F	C2-7	混合	山・台地型	83.2	2.2

Table 6 前方群 手術治療一覧

case	レベル	手術時間 (分)	出血量 (ml)	術式
前-1	C5-7	129	50	1椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-2	C4-6	138	10	1椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-3	C3-7	256	365	3椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-4	C3-6	190	165	2椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-5	C3-7	213	215	3椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-6	C3-7	201	100	3椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-7	C3-7	208	170	2椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-8	C3-6	222	150	1椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-9	C4-7	303	110	2椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-10	C3-T1	224	70	4椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-11	C3-7	286	110	3椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-12	C4-7	257	200	2椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-13	C4-6	221	180	3椎体全摘、腓骨移植、プレート
前-14	C4-5	214	150	3椎体全摘、腓骨移植、プレート

Table 4 前方群症例一覧

case	年齢 (歳)	性別	レベル	湊山分類	岩崎分類	骨化占拠率 (%)	有効脊柱管径 (mm)
前-1	50	F	C5-7	限局	台地	43	5.9
前-2	61	M	C4-6	分節	台地	35.5	9.1
前-3	59	M	C3-7	連続	台地	55.5	4.1
前-4	45	M	C3-6	分節	台地	28.6	8.9
前-5	76	M	C3-7	混合	台地	44.4	6.0
前-6	52	M	C3-7	分節	台地	19.6	9.4
前-7	50	M	C3-7	分節	台地	64.3	4.4
前-8	64	M	C3-6	混合	山型	61.3	9.0
前-9	68	F	C4-7	分節	台地	38.1	8.1
前-10	65	M	C3-T1	分節	台地	24.4	7.8
前-11	64	F	C3-7	分節	台地	40.2	6.3
前-12	59	M	C4-7	分節	台地	39.3	8.4
前-13	43	M	C4-6	混合	山型	49.4	5.6
前-14	73	F	C4-5	連続	台地	65	3.4

Table 5 後方群 手術治療一覧

case	レベル	手術時間 (分)	出血量 (ml)	術式
後-1	C1-7	160	170	C3-6椎弓形成術
後-2	C2-7	218	190	C3-6椎弓形成術
後-3	C3-7	205	680	後方除圧固定術
後-4	C1-7	78	70	C3-6椎弓形成術
後-5	C1-7	135	120	C3-6椎弓形成術
後-6	C2-T3	151	130	C3-6椎弓形成術
後-7	C3-7	228	300	C3-6椎弓形成術
後-8	C3-6	119	140	C3-6椎弓形成術
後-9	C1-7	105	230	C1椎弓切除術 C2-6椎弓形成術
後-10	C2-7	107	20	C3-6椎弓形成術
後-11	C2-7	85	155	C3-6椎弓形成術
後-12	C3-7	75	115	C3-6椎弓形成術
後-13	C1-7	259	160	C3-6椎弓形成術
後-14	C2-6	70	55	C3-6椎弓形成術
後-15	C2-7	68	10	C2-6椎弓形成術