

厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患等克服研究事業）  
分担研究報告書

頸椎後縦靱帯骨化症に対する椎弓形成術術後後弯発生と脊椎矢状面アライメント  
（術前矢状面バランス良好例の検討）

研究分担者 関 健、遠藤健司、松岡佑嗣、  
鈴木秀和、西村浩輔、山本謙吾  
東京医科大学整形外科分野

**研究要旨：**頸椎椎弓形成術（ELAP）は、術前の頸椎バランス不良、全脊椎矢状面アライメント不良が術後後弯の危険因子とされている。今回、術前 C-SVA 80 mm, SVA 95 mm の矢状面バランス非不良例の ELAP 術後頸椎後弯発生の危険因子を検討した。術後 1 年で全脊椎 X 線を施行した 27 例を対象（40 歳～81 歳、平均年齢 67.1 歳）とした。ELAP 術後頸椎後弯は、26%で発生していた。後弯群、非後弯群で術前の全脊椎矢状面アライメントに有意な差は無く、戸山分類で lordosis type に分類された症例では術後頸椎後弯発生は無かった。後弯群では非後弯群と比較して術前 C2-7 角、C-SVA、TK が小さかった(p<0.05)。

#### A. 研究目的

頸椎後縦靱帯骨化症（OPLL）に対する後方除圧術として頸椎椎弓形成術（ELAP; expansive cervical laminoplasty）は広く用いられている<sup>2)</sup>。しかし、術前の頸椎アライメント不良、バランス不良は、術後頸椎後弯は術後臨床症状の改善低下の原因となり手術後成績を悪くする原因となることが報告されている<sup>1,7)</sup>。本研究は、術前に後弯の無く、全脊椎矢状面バランスが良好な（c-SVA、SVA が保たれている頸髄 OPLL に対する ELAP 後の頸椎後弯発生及び全脊椎アライメントの関係について検討することを目的とした。

#### B. 研究方法

対象は 2011～2014 年に当科にて手術を行った頸椎 OPLL 症例のうち、頸椎変形分類 cervical spine deformity classification<sup>3)</sup>、及び Schwab 成人脊柱変形分類<sup>3)</sup>の 2+ に達していない術前 C-SVA 80 mm、SVA 95 mm、C2-7 角 0° の症例に対し C3 か

ら C6 までの ELAP を施行し、術後 1 年で全脊椎 X 線撮影を施行し得た 27 例(男性 23 例、女性 4 例；平均年齢 65.1±10.0 歳)である。脊椎手術既往のあるもの、固定術を併用した症例は除外した。術後 1 年の頸椎アライメントにより後弯群(C2-7 角<0°)、非後弯群(C2-7 角 0°)に分類し、年齢、脊椎矢状面アライメントを比較検討した。X 線学的評価は、立位全脊椎 X 線側面像を用い C2-7 角, C-SVA (cervical-sagittal vertical axis), SVA (sagittal vertical axis), T1-slope, TK (thoracic kyphosis), LL (lumbar lordosis), PT (pelvic tilt)、PI (pelvic incidence)、及び頸椎可動域を計測し<sup>3)</sup>、頸椎形態を戸山分類<sup>15)</sup>に準じて lordosis type, straight type, sigmoid, sigmoid type, kyphosis type に分類(図 2)した。本研究は倫理委員会の承諾を得て、研究対象者には研究に関するインフォームドコンセントが行われた。統計学的解析は、二群間の統計処理に JMP® version 10 (

SAS Institute Inc. Cary, NC, USA)を用いた Tukey-Kramer HSD 検定を行い、危険率 5%未満を有意差ありとした。

### C. 研究結果

後弯発生は 27 例中 7 例(男性 6 例、女性 1 例、平均年齢  $65.1 \pm 10.0$  歳)で 26%であった。非後弯群は、20 例(男性 17 例、女性 3 例、平均年齢  $66.7 \pm 8.6$  歳)であった。後弯群、非後弯群の各脊椎矢状面アライメントは、C2-7 角:  $5.4 \pm 5.6^\circ$ ,  $11.6 \pm 9.5^\circ$  ( $p < 0.05$ ), 可動角:  $24.9 \pm 12.2^\circ$ ,  $24.4 \pm 11.0^\circ$  ( $p = 0.52$ ), T1-slope:  $26.8 \pm 7.4^\circ$ ,  $31.5 \pm 7.2^\circ$  ( $p = 0.09$ ), TK:  $28.7 \pm 8.4^\circ$ ,  $35.2 \pm 7.4^\circ$  ( $p = 0.05$ ), LL:  $51.4 \pm 13.6^\circ$ ,  $45.1 \pm 13.5^\circ$  ( $p = 0.84$ ), PI:  $53.7 \pm 8.3^\circ$ ,  $49.2 \pm 10.3^\circ$  ( $p = 0.86$ ), PT:  $15.4 \pm 6.9^\circ$ ,  $16.8 \pm 7.9^\circ$  ( $p = 0.34$ ), C-SVA:  $12.7 \pm 17.5$  mm,  $26.1 \pm 11.5$  mm ( $p < 0.05$ ), SVA:  $29.1 \pm 31.5$  mm,  $27.7 \pm 36.3$  mm ( $p = 0.53$ )であった(表 1)。ELAP 術後後弯発生に、術前全脊椎矢状面アライメントの影響は少なく、非後弯群に比較して非高齢者に多い傾向にあり、C2-7 角、T1-slope、C-SVA が小さかった。頸椎形態に関する検討では、戸山分類の lordosis type では術後後弯発生した症例はなかった(図 1)。

### D. 考察

頸椎 OPLL に対する ELAP は後方除圧術であるため、術前に頸椎前弯が保たれていることが手術成績向上のために望ましい<sup>5,6,10</sup>。術前の頸椎後弯は、頸髄症に対する椎弓形成術の術後予後不良因子であり、近年頸椎 OPLL に対する ELAP の適応に関して k-line が使用され術後成績が向上している

<sup>4,8</sup>。しかし、術前に頸椎前弯が保たれていても術後後弯が発生する場合もある<sup>6,7,11</sup>。Lee らは、50 例中 35 例(70%)で ELAP 後に頸椎前弯が減少すると報告し<sup>17</sup>、Kim らは T1-slope の小さい症例で 6/29 例(20.7%)、T1-slope の大きい症例で 9/35 cases (25.7%)に術後頸椎後弯が発生すると述べている<sup>11</sup>。また、術前の頸椎 positive imbalance は術後頸胸椎移行部の後方支持組織の破綻をきたし、さらなるバランス不良を生じるため術後後弯発生の危険因子であると報告されている<sup>6</sup>。頸椎矢状面アライメントは、胸腰椎、骨盤を含む隣接脊椎のアライメントの影響を受けるため、全脊椎矢状面アライメントを含めた脊椎矢状面形態を考慮しなければならず、ELAP の術後成績に影響を与える<sup>13</sup>。そのため、ELAP の手術適応は、術前頸椎後弯例だけでなく、頸椎、全脊椎バランス不良群に対しても慎重に検討されるべきである。松岡らは<sup>22</sup>、全身脊椎矢状面バランスが保たれていた CSM において術後後弯発生群の特徴として、SVA、T1-slope が小さく LL が大きいといった体幹が negative imbalance (negative offset)を認めたことを報告している。今回の結果では、頸椎 OPLL では戸山分類<sup>15</sup>で lordosis type (前弯頂椎後縁が C2-7 椎体を結んだ線より 2 mm 以上前方にある)であったものは術後後弯が発生していなかった。また、戸山分類で、straight type 及び kyphosis type に属し、C-SVA が小さく、C2-7 角、T1-slope 及び TK が小さい、直線化した頸胸椎矢状面アライメントは術後後弯発生のリスクとなっていた。術前に C2-7 角  $0^\circ$  であっても、C-SVA と T1-slope が小さく頸胸椎矢状面アライメン

トが直線化した症例では、戸山分類で straight type や kyphosis type に分類される症例が存在し、局所のバランス不良が術後の後方支持組織破綻をきたすと考えられる。一方、術前腰椎骨盤矢状面アライメントは松岡ら<sup>14)</sup>の CSM における検討とは異なり影響は少なかった。その理由として OPLL は胸椎以下の骨化性病変を合併することが多く全脊椎の可動性が少ないため、脊椎矢状面アライメント変化に対する相互変化(reciprocal change)機能<sup>16)</sup>が低下しているためと考えられた。本論文の limitation として、症例数が少なく、骨化形態別の検討がなされていないこと、胸腰椎骨化について検討されていないことがあげられる。

表 1  
OPLL群術前パラメーター \* P<0.05

	後弯 (26%)	非後弯 (74%)	p値
年齢	60.9±13.1	66.7±8.6	0.15
C2-7角	5.4±5.6°	11.6±9.5	<0.05*
可動域	24.9±12.2°	24.4±11.0°	0.52
T1-slope	26.8±7.4°	31.5±7.2°	0.09
TK	28.7±8.4°	35.2±7.4°	0.05
LL	51.4±13.6°	45.1±13.5°	0.84
PI	53.7±8.3°	49.2±10.3°	0.86
PT	15.4±6.9°	16.8±7.9°	0.34
C-SVA	12.7±17.5mm	26.1±11.5mm	<0.05*
SVA	29.1±31.5mm	27.7±36.3mm	0.53

表 1：術前の脊椎矢状面アライメント

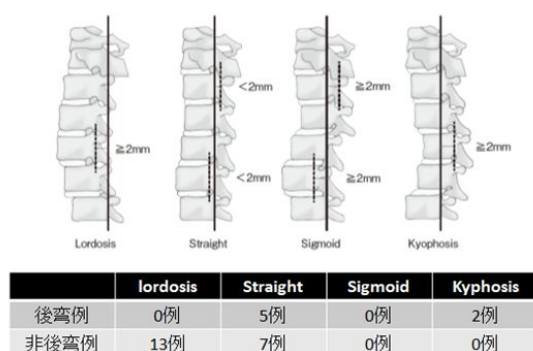


図1

図 1: 頸椎弯曲形態: C2, C7 椎体後下縁を結ぶ線から弯曲頂点高位の椎体後縁までの距離を計測し、2 mm を基準に 3 型に分類している。

## E. 結論

1) 術前に頸椎後弯を認めず脊椎矢状面バランスが保たれている頸椎 OPLL に対する ELAP では、術後頸椎後弯が 26% に発生していた。

2) 戸山分類の lordosis type では術後後弯は発生せず、術前 C-SVA が小さく、C2-7 角、T1-slope 及び TK が小さい直線化した頸胸椎アライメントでは術後頸椎後弯の発生リスクとなっていた。

3) 術前腰椎骨盤矢状面アライメントの術後頸椎後弯への影響は少なく、骨化病変の合併による可動性の減少が考えられた。

## F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

## G. 研究発表

なし

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## 参考文献

- 1) Matsunaga S, Sakou T, Nakanisi K. Analysis of the cervical spine alignment following laminoplasty and laminectomy. *Spinal Cord* 1999; 37: 20
- 2) Aita I et al: Posterior movement and enlargement of the spinal cord after cervical laminoplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80: 33 – 7
- 3) Schwab F et al: Scoliosis Research Society—Schwab Adult Spinal Deformity Classifi-

- cation. *Spine* 2012; 37: 1077-1082
- 4) Fujiyoshi T, Yamazaki M : A new concept for making decisions regarding the surgical approach for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament. the K-line *Spine* 2008; 33: E990-E993
- 5) Suda K et al: Local Kyphosis Reduces Surgical Outcomes of Expansive Open-Door Laminoplasty for Cervical Spondylotic Myelopathy. *Spine* 2003; 28: 1258-1262
- 6) Sakai K et al: Cervical sagittal imbalance is a predictor of kyphotic deformity after laminoplasty in cervical spondylotic myelopathy patients without preoperative kyphotic alignment. *Spine* 2016;41:299-305
- 7) Kim TH et al: T1 slope as a predictor of kyphotic alignment change after laminoplasty in patients with cervical myelopathy. *Spine* 2013; 38: 992-997
- 8) Taniyama T et al; Modified K-line in Magnetic Resonance Imaging Predicts Clinical Outcome in Patients With Nonlordotic Alignment After Laminoplasty for Cervical Spondylotic Myelopathy. *SPINE* 2014; 39(21): E1261-E1268
- 9) Yamazaki A et al; Morphologic limitation of posterior decompression. *Spine* 1999; 24: 322-34.
- 10) Fujimori T et al; Prevalence, Concomitance, and Distribution of Ossification of the Spinal Ligaments: Results of Whole Spine CT Scans in 1500 Japanese Patients. *SPINE* 2016; 41(21): 1668–1676
- 11) Kim B et al; Relationship between T1 slope and loss of lordosis after laminoplasty in patients with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament. *The Spine Journal* 2016; 16: 219–225
- 12) Ames C et al; Cervical Radiographical Alignment. *SPINE* 2013; 38(22):S149 - S160
- 13) Osima Y et al; Effect of Preoperative Sagittal Balance on Cervical Laminoplasty Outcomes. *Spine* 2016; 41(21): E1265–E1270
- 14) 松岡佑嗣ほか、頸椎椎弓形成術の術後後弯発生と全脊椎矢状面アライメントの関係、*臨整外* 51, 983-988, 2016.
- 15) 戸山芳昭 ほか、頸椎症性脊髄症に対する前方除圧固定術の長期成績、*東日本整災誌* 9; 487-492: 1997.
- 16) Ha Y et al; Reciprocal changes in cervical spine alignment after corrective thoracolumbar deformity surgery. *European Spine Journal* 2014; 23(3): 552–559
- 17) Lee, CK, Shin DA, Seong Y; Correlation between cervical spine sagittal alignment and clinical outcome after cervical laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament. *J Neurosurg Spine* 2016; 24: 100–107