

# 胸椎後縦靱帯骨化症に対する後方手術例の追跡調査

鎌 邦芳（北海道大学大学院医学研究科機能回復医学講座運動器再建医学分野整形外科），  
須田 浩太（北海道大学大学院医学研究科機能回復医学講座運動器再建医学分野整形外科），  
金田 清志（北海道大学大学院医学研究科機能回復医学講座運動器再建医学分野整形外科）

## 【研究要旨】

2年以上経過観察可能であった胸椎後縦靱帯骨化症後方手術49例（広範椎弓切除：32例，後方進入前方除圧：17例）を調査した。広範椎弓切除では，局所後弯が強い例（局所後弯指数 $>3$ ）で獲得点数が低く，逆に局所後弯が軽い例（局所後弯指数 $\leq 3$ ）で獲得点数は高かった。局所後弯指数と獲得点数には相関があった。後方進入前方除圧は，前方除圧が必要な症例のうち，除圧範囲が4椎以上の例や除圧の最頭側がT4より上位に及ぶ例，黄色靱帯骨化症による脊髄後方圧迫合併例に適応し，良好な成績を得た。以上より，胸椎後縦靱帯骨化症に対する手術法選択のアルゴリズムを以下の如く作成した。1）後方圧迫あり・局所後弯指数 $\leq 3$ ：広範椎弓切除，2）後方圧迫あり・局所後弯指数 $> 3$ ：後方進入前方除圧，3）後方圧迫なし・除圧範囲 $\leq 4$ 椎あるいは除圧高位T4以下：前方除圧，4）後方圧迫なし・3）以外：後方進入前方除圧

### A. 研究目的

本研究の目的は，胸椎後縦靱帯骨化症（以下胸椎OPLL）に対する後方手術例の追跡調査により，後方手術の適応と限界を検討することである。

### B. 研究方法

当科にて後方手術し2年以上経過観察可能であった胸椎OPLL患者49例を対象とした。後方手術の内訳は後方除圧（広範椎弓切除術のみ）が32例（男性6例，女性26例，手術時年齢：29～64歳，平均49歳），後方進入前方除圧が17例（男：4例，女：13例，手術時年齢：37～72歳，平均56歳）であった。後方進入前方除圧術の15例では後弯変形予防の目的で後方固定を行なった。神経症状の評価には，上肢の項目を除く日本整形外科学会頸椎症性脊髄症治療成績判定基準（日整会スコア：11点満点）を用いた。また，局所後弯指数（除圧椎1椎あたりの後弯角），胸椎後弯（T2-T12）と日整会スコアの獲得点数の関係を調べた。

### C. 研究結果

#### 1. 後方除圧単独例

経過観察期間は平均9年10カ月（2年～18年3カ月）であった。32例中20例は連続型OPLLであった。OLF切除を15例に行なった。椎弓切除範囲が頸椎に及んだ例が14例あり，このうち頸椎

OPLLの同時除圧が6例であった。除圧椎数は平均8.3椎であった。胸椎後弯が大きい例，あるいは局所後弯指数が高い例では獲得点数が低く，逆に局所後弯指数が小さい例では獲得点数は高かった。局所後弯指数とスコア獲得点数には有意な相関があった。脊髄後方圧迫がある群では，術前平均3.5点，調査時7.0点で平均3.5点改善したが，後方圧迫がない群では，術前平均4.4点，調査時4.4点と成績が劣っていた。

局所後弯指数が3（除圧椎1椎あたりの後弯角が3度）以下で，脊髄後方圧迫がある例（12例）での後方除圧の日整会スコア獲得点数は全例で3点以上，平均4.7点であった。一方，局所後弯指数が3以上で，脊髄後方圧迫がない例（11例）の後方除圧の獲得点数は全例で1点以下，平均0.1点であった。症状が後方除圧では改善せず，前方除圧により改善した2例は，何れも脊髄後方圧迫がなく，局所後弯が強い症例であった。

#### 2. 後方経由前方除圧例

経過観察期間は平均4年10ヶ月（2年～7年6ヶ月）であった。日整会スコアは平均で術前3.4点から，調査時7.9点となった。術前歩行不能の5例は全例歩行可能となった。術後スコア悪化が1例で生じた。浮上術で症状改善しなかった2例は骨化巣摘出を行い，症状の改善を得た。胸椎後弯は

術前平均38°,術直後38°,調査時45°であった。除圧椎数が多いほど後弯は進行した。内固定金属脱転 (ISOLA上位端hook) が2例に生じ金属抜去した。うち1例は金属抜去後に脊髄症が悪化したため前方除圧固定を行なった。また、除圧椎体の骨折が1例に生じ前方除圧固定を追加した。深部感染が1例,2次縫合を要した髄液漏が1例あった。

#### D. 考察

胸椎OPLLに対する後方除圧は局所後弯指数が小さい例で有効である。頂椎部を含む中位胸椎のOPLLでは、前方除圧が望ましいとの意見もあるが、除圧範囲の局所後弯が小さい場合には後方除圧も有効である。また、後方除圧は脊髄後方圧迫がある例で成績が良い。つまり、局所後弯指数が小さい例や脊髄後方圧迫がある例では後方除圧を第一選択として良い。

一方、前方除圧は後弯指数が高い例、脊髄後方圧迫がない例に適応となる。前方経路法は4椎程度の除圧が限度であり、第4胸椎 (T4) より頭側への進入は困難である。一方、後方経路法は脊椎高位や除圧椎体数による制限はないが、高度な技術と相応の侵襲がある。当科では除圧範囲が4椎以上の例、除圧の最頭側がT4より上位に及ぶ例、OLFによる後方脊髄圧迫合併例に適応し、良好な成績を得ている。

骨化巣は浮上で対処しているが、骨化巣浮上で脊髄圧迫が残存する場合は摘出が望ましい。また、胸椎は胸郭により安定した力学環境にあるが、両側の椎間関節が破壊されると椎間安定性は消失するため、除圧椎数が多い症例では後弯進行が必発であり、術後脊髄障害悪化の原因となる。後方進入前方除圧術に際してはInstrumentation使用の固定術が望ましい。

今回の後方除圧例と後方進入前方除圧例の検討から胸椎後縦靭帯骨化症の手術治療指針を作成した (図)。ただし、前方除圧と後方進入前方除圧は適応が重なるため、明確に区別できない症例もある。

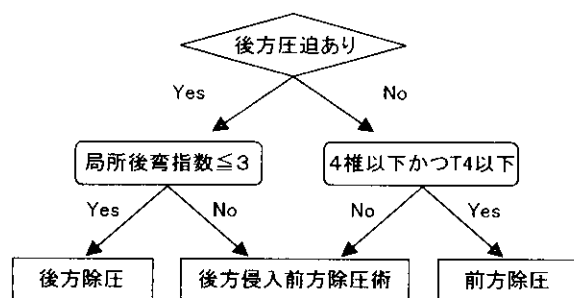


図 胸椎後縦靭帯骨化症に対する手術法選択

#### E. 結論

1. 除圧範囲の局所後弯が小さい例、脊髄後方圧迫がある例では後方除圧の成績は良好である。
2. 胸椎後弯が強く、除圧範囲が広い例では後方進入前方除圧術の有用性が高い。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

長谷川匡一, 鏡 邦芳, 金田清志: 胸椎後縦靭帯骨化症における後方経路前方除圧の適応と問題点, 日本パラプレジア医学会誌, 12: 110-111, 1999

##### 2. 学会発表

第28回日本脊椎外科学会 (平成11年)  
胸椎後縦靭帯骨化症における後方除圧の治療成績  
長谷川匡一, 鏡 邦芳, 金田清志

# 後縦靱帯骨化症に対する頸椎 en bloc laminoplasty の検討

## —術後の骨化巣の推移と臨床症状との関連—

川口 善治 (富山医科薬科大学医学部整形外科), 金森 昌彦 (富山医科薬科大学医学部整形外科),  
石原 裕和 (富山医科薬科大学医学部整形外科), 大森 一生 (富山医科薬科大学医学部整形外科),  
中村 宏 (富山医科薬科大学医学部整形外科), 杉森 一仁 (富山医科薬科大学医学部整形外科),  
木村 友厚 (富山医科薬科大学医学部整形外科)

### 【研究要旨】

頸椎 en bloc laminoplasty を施行し10年以上を経過し、臨床的およびレントゲン学的評価が可能であった45例を対象とし、頸椎の単純側面像および断層像からOPLLのタイプと骨化巣の長軸と幅の伸展を分析した。臨床的評価はJOA scoreの経時的推移によって行い、scoreの低下例についてはその原因を検討した。OPLLの骨化巣が長軸方向への伸展を呈したものは31例(69%)であり、厚さが増大したものは26例(58%)存在した。術後の骨化伸展は、年齢が若く連続型および混合型で多くみられた。術前のJOA scoreの改善率は術後1年で59.0%、3年で60.4%、5年で63.3%、最終調査時は56.4%であった。術後経過中JOA scoreの低下した症例は12例あった。このうち頸椎部の骨化の厚さが増大したことにより神経症状の新たな発生をみたものが4例存在した。このことから術前よりOPLLの伸展が危惧される例においては、除圧不足にならないよう laminoplasty の拡大率を上げることや症例によっては前方からの除圧を考慮すべき場合もありうると思われた。

#### A. 研究目的

頸椎 en bloc laminoplasty は種々の原因による脊髄圧迫病態の治療として、長期的にも良好な成績が期待できる術式である<sup>1)</sup>。しかし後縦靱帯骨化症(OPLL)は術後に骨化巣が伸展することが報告されており<sup>2)3)</sup>、laminoplastyの長期成績を検討した際にも、OPLLの拡大が原因で新たな神経症状が出現する例があることが解った。今回は頸椎 en bloc laminoplasty 術後のOPLLの骨化巣の変化と臨床症状の推移の関連を明らかにすることを目的として検討を行った。

#### B. 研究方法

頸椎 en bloc laminoplasty を施行し10年以上を経過し、臨床的およびレントゲン学的評価が可能であった45例を対象とした。男32例、女13例、手術時平均年齢は55.2歳であり、術後経過観察期間は平均13.1年(10-17年)であった。X線学的評価には頸椎単純側面像および断層像を用いた。まず、OPLLを厚生省研究班X線分類に従い連続型、分節型および混合型にタイプ分類し、術前後での変化を評価した。またOPLLの骨化巣の変化については長軸方向と厚さを計測し、術前からの伸展を経時的に検討した。臨床的評価はJOA scoreの経時的推移にて行い、

scoreの低下例についてはその原因を検討した。また、術後生じた頸部痛や凝り感などの項部愁訴の有無を調査した。

#### C. 研究結果

骨化形態のタイプ分類では術後に変化が見られた症例は、14例(31%)存在した。このうち混合型から連続型へ移行する例が多く、11例に認められた。OPLLの骨化巣が長軸方向への伸展を呈したものは31例(69%)であり、最終観察時伸展の長さは平均 $13.1 \pm 10.3$ mm(2-40mm)であった。一方、厚さが増大したものは26例(58%)であり、その平均は $3.7 \pm 1.6$ mm(2-7mm)であった。術後の骨化伸展は連続型および混合型に起こる頻度が高く、分節型ではほとんどみられなかった。この骨化伸展と性別の間には関連が認められなかったが、骨化伸展がみられた例では年齢が有意に低かった( $p=0.018$ )。また骨化伸展と術後の頸椎のアライメント、可動域、椎弓の癒合数とは関連が認められなかった(表1)。術前のJOA scoreは平均8.6点、術後1年の改善率は59.0%、3年で60.4%、5年で63.3%、最終調査時は56.4%であった。術後経過中JOA scoreの低下した症例は12例であった。このうち頸椎部の骨化の厚さが増大したことにより神経症状の新たな発生をみた

	骨化伸展群 (n=33)	骨化非伸展群 (n=12)	p value
年齢	男24名、女9名 53.3 ± 8.6	男8名、女4名 60.2 ± 7.3	0.018
頸椎アライメント (C2-7 angle) (度)	1.8 ± 13.9	1.2 ± 7.8	
頸椎可動域 (度)	5.2 ± 6.1	8.5 ± 9.8	
融合椎可数	3.8 ± 1.2	3.5 ± 1.6	

表1 後縦靭帯骨化症例における骨化伸展群と非伸展群の比較



図1-A



図1-B

ものが4例存在した。他の神経症状悪化の原因としては胸椎部の骨化伸展1例、他の脊椎変性疾患の合併3例、脳梗塞2例、糖尿病性神経障害の増悪1例、動脈硬化1例があげられた。また、術後20例に項部愁訴の訴えがあったが、骨化伸展との関連は認められなかった。



図1-C

#### 【症例】

44歳男性。術前混合型のOPLLを呈し、骨化の幅はC3-4レベルで4mmであった(図1-A)。術後11年で骨化巣は7mmに拡大し(図1-B)、MRIで脊髄の圧迫が著明に認められた(図1-C)。本患者は、術後10年頃より右手のしびれを訴えるようになっており、現在外来で経過観察している。

#### D. 考察

頸椎手術後にOPLLの骨化の伸展が起こることが指摘されていたが、今回の調査では若年発症の連続型および混合型にその頻度が高く、過去の報告と一致するものであった<sup>3)</sup>。OPLLの伸展は長軸方向だけではなく厚さも増大しており、これによる脊柱管の再狭窄が危惧される。これまでOPLLの伸展により症状の悪化をきたした例は報告されていなかったが<sup>4,5)</sup>、本検討により長期経過を観察すると新たな神経症状をきたす症例が少なからず存在することが解った。このことから術前よりOPLLの伸展が危惧される例においては、除圧不足にならないよう laminoplasty の拡大率を上げるよう配慮することが重要と思われた。また症例によっては前方からの除圧を考慮すべき場合もありうると考えられた。

#### E. 結論

OPLLに対する頸椎 laminoplasty の術後経過を長期間にわたり観察すると、OPLLの伸展により症状の悪化をきたした症例が存在した。

## F. 研究発表

1. なし
2. 学会発表

川口善治, 金森昌彦, 石原裕和, 大森一生, 中村 宏, 杉森一仁, 木村友厚: 頸椎en bloc laminoplasty術後の後縦靭帯骨化症巣の推移と臨床症状との関連。平成12年日本脊椎外科学会。予定。

### [参考文献]

- 1) 川口善治, 金森昌彦, 石原裕和, 他: 長期成績(術後10年以上)からみた頸椎椎弓形成術の意義と問題点。中部整災誌42: 1261-1262, 1999.
- 2) Hirabayashi K, Miyakawa J, Satomi K, Maruyama T, Wakano K: Operative results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament. Spine, 6: 354-364.
- 3) 市本裕康, 河合伸也, 齋鹿稔: 頸椎後縦靭帯骨化症における骨化の進展様式—手術症例からみた検討。整形外科44: 1132-1138, 1993.
- 4) 税田和夫, 黒川高秀, 中村耕三, 他: 後縦靭帯骨化症に対する棘突起縦割法椎弓形成術後の長期経過—10年以上経過例の検討—。厚生省特定疾患脊椎靭帯骨化症調査研究班, 平成7年度研究報告書, 283-285.
- 5) 富田卓, 原田征行, 植山和正, 他: 頸椎OPLLの骨化進展についてのX線学的検討。厚生省特定疾患脊椎靭帯骨化症調査研究班, 平成7年度研究報告書, 241-244.

# 頸椎後縦靱帯骨化症に対する頸部脊柱管拡大術のX線学的検討 —頸椎アライメントと可動域との相関について—

前田 健 (九州大学整形外科), 有蘭 剛 (九州大学整形外科),  
齋藤 太一 (九州大学整形外科), 神宮司誠也 (九州大学整形外科),  
岩本 幸英 (九州大学整形外科)

## 【研究要旨】

頸部脊柱管拡大術後, 頸椎可動域とアライメントを中心に, X線学的検討を行った。この両者は術後に有意な相関を認めた。すなわち, 術後頸椎可動域が良好な症例ほど, 頸椎前弯位が保たれており, 術後の早期外固定除去及びリハビリの重要性が示唆された。

### A. 研究目的

頸椎椎弓形成術後や椎弓切除術後に頸椎後弯傾向や頸椎の拘縮を生じるのはよく知られた事実である。この頸椎後弯位は頸椎後方除圧手術の効果を減弱させる恐れがあり, 術後は頸椎前弯位を保つことが好ましいとされている。我々は, 頸椎後縦靱帯骨化症に伴う頸髄症症例に対し岩崎法に準じた頸部脊柱管拡大術を施行してきたが, これらの症例につき術後の頸椎アライメント, 可動域, 不安定性につきX線学的検討を行い, それぞれの要素の関連について改めて検証した。

### B. 研究方法

頸椎後縦靱帯骨化症に対し, 1988より1998まで当科にて頸部脊柱管拡大術を施行した27例のうち, 1年以上経過観察可能であった18例を対象にした (男性13例, 女性5例; 手術時平均年齢59.7歳)。手術方法は全例岩崎法に準じて行った。すなわち椎弓両側に骨溝を作成し, 椎弓を正中縦割した後に観音開きとする方法で, この際開かれた椎弓は両側傍脊柱筋に縫着するのみである。骨溝には骨移植を施行した。これらの症例について, 術前, 術後最新のX線にて以下の検討を行った。これらのX線撮影は, 術前術後の通常の経過観察として行ったものを用いた。

#### 1. 頸椎可動域 (図1)

頸椎動態撮影側面像より西辻らの方法により計測した。

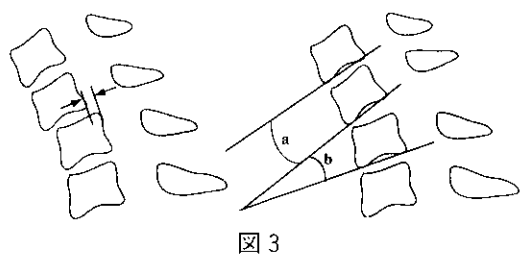
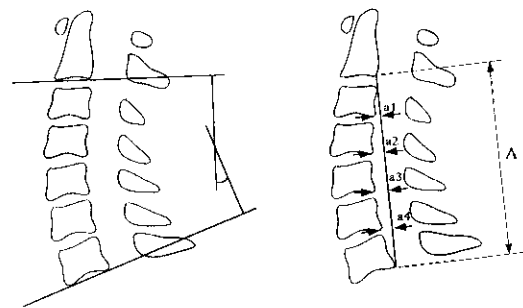
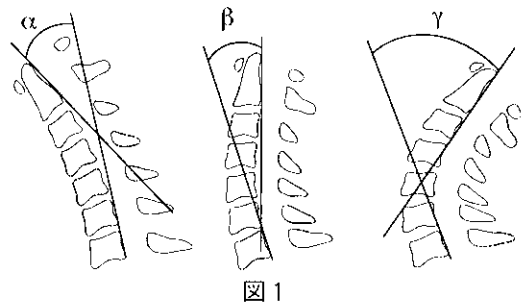
#### 2. 頸椎のアライメント (図2)

頸椎側面中間位X線像を用い, C2椎体下縁とC7椎体下縁に沿う直線のなす角 (C2/7角), および石原法に準じた方法 (前弯指数) にて計

測した。

#### 3. 頸椎不安定性 (図3)

Whiteらの基準に準じ, 頸椎側面X線像で, 一椎体が隣接椎体より前方または後方へ3.5 mm以上水平移動したものを。あるいは隣接する二椎体それぞれの下縁に沿う直線のなす角が,



その上下の隣接椎体のなす角よりも  $11^\circ$  以上大きい場合、のいずれかを満たすものを不安定性ありとした。

### C. 研究結果

頸椎可動域は術前  $41.2^\circ$  から術後  $26.4^\circ$  と減少した。頸椎アライメントは、術前 C2/7 角  $11.1^\circ$ 、前弯指数  $8.1\%$  から術後 C2/7 角  $7.7^\circ$ 、前弯指数  $4.6\%$  へ減少し、後弯傾向を示した。術前頸椎可動域と頸椎アライメントとの間には相関を認めなかったが、興味あることに、術後は両者の間に有意な相関を認めた (図4, 図5)。この相関は、頸椎可動域のうち特に前屈と強い相関を示した (図6, 図7)。

頸椎不安定性に関しては、 $3.5\text{mm}$  以上のすべりは術前 2 例 4 椎体に認められ、術後は 2 例 3 椎体に認められた。椎体間の angulation では、術前 3 例 3 椎

間に認められた不安定性は、術後 5 例 5 椎間に増加していた。

JOA score の改善率は平均  $44.9\%$  であり、これは頸椎アライメント、可動域、不安定性と相関は無かった。

### D. 考察

頸椎症性脊髄症や頸椎後縦靭帯骨化症に対して、椎弓切除術や椎弓形成術などの後方アプローチにより除圧を施行した後に、頸椎後弯傾向と可動域低下傾向を生じるのはよく知られた事実である。この頸椎後弯化は術後の脊髄後方移動を妨げ、後方圧迫要素の除去による脊髄除圧効果を低下させる危惧をもたらす。過去、頸椎アライメントと臨床成績との間に明らかな統計学的相関を示した報告はないが、後弯化した症例に成績不良例が多いという報告は散見

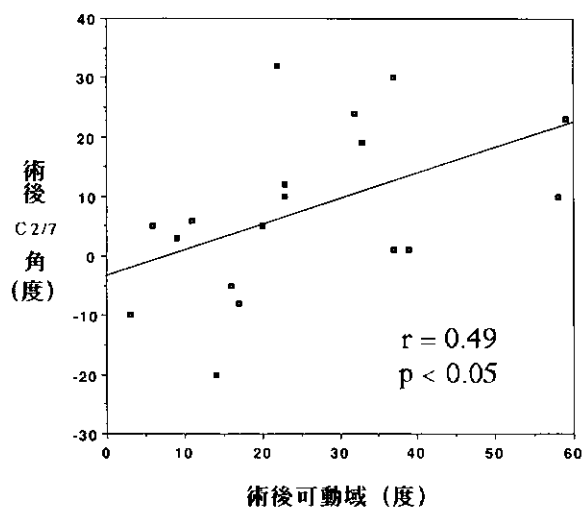


図4

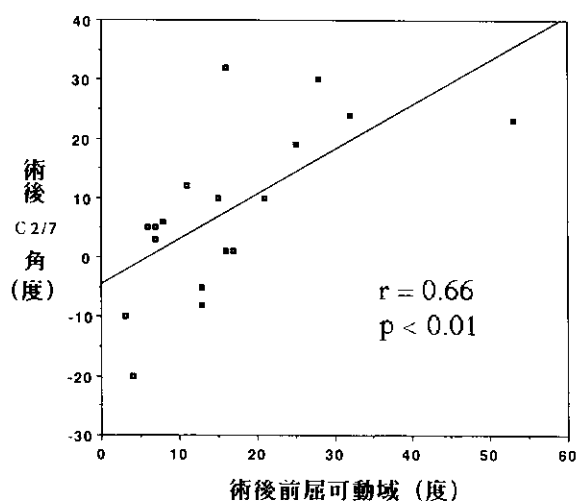


図6

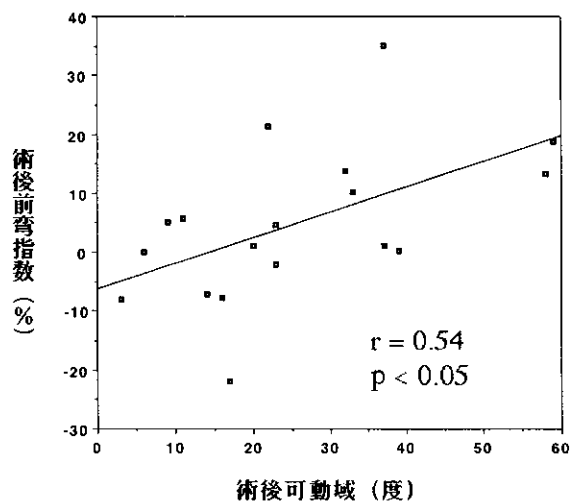


図5

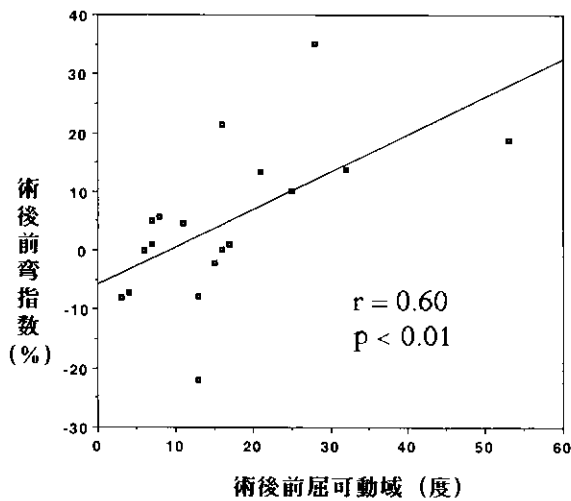


図7

される。

一方、術後の頸椎可動域の低下については、その功罪において議論の分かれるところである。頸椎の後方除圧後に生じる可能性のある頸椎不安定性を考慮すれば、術後の拘縮や骨癒合による頸椎可動域の低下は必ずしも悪いことではないであろう。損傷を受けた脊髄の保護と言う面でも、頸椎の可動域低下は意味のあることかもしれない。

しかし、頸椎椎弓形成術後に問題となるような頸椎不安定性が生じるといった報告は少なく、逆に近年、頸椎の術後不安定性は減少するという報告が多くなされている。また、頸椎可動域が大きな症例ほど頸椎不安定性が増しているという報告も無い。このことは、頸椎可動域の保持と、頸椎安定性の確保とは相反するものではないことを示唆している。

多くの場合、頸椎不安定性の定義として、今回我々が用いたような椎体のすべりや矢状面での angulation の変化をその基準として用いている。ムチランス型慢性関節リウマチや透析性の破壊性脊椎症などでの極端な場合はともかく、後方圧迫要素が除去され pincer mechanism がもはや働かない頸椎後方除圧術後において、多少の椎体すべりや angulation の変化に臨床的な意味があるのか疑問である。それよりも、手術による後方筋群や靭帯群、骨性要素などの支持性の低下を不安定性の発生原因としてとらえた場合、経時的な後弯化へのアライメント変化も術後不安定性として定義できるであろう。脊髄に対する影響や後方筋群の緊張による頸項部痛を考慮すれば、頸椎後弯化の方が臨床的に術後不安定性の基準としてふさわしいのかもしれない。

これまで頸椎後方除圧術後の可動域低下と頸椎後弯化については数多くの報告がなされてきたが、この両者を関連付けた報告はない。今回我々は、頸椎後縦靭帯骨化症に対する脊柱管拡大術後、頸椎前弯位と頸椎可動域との間に相関があることを明らかにした。この相関は、頸椎症性脊髄症症例でも同様に認められる (data not shown)。これらの相関は、頸椎後方除圧術後、頸椎が後弯するとその状態で拘縮を起こしやすいことを意味しているが、逆に、術後頸椎前弯位を保っている症例ほど頸椎の flexibility を有しているともいえる。すなわち、術後頸椎前弯位は、軟部組織の拘縮や椎間関節の骨性癒合によって保たれているわけではなく、筋、靭帯などにより動的に維持されているといえるであろう。

頸椎の動的な前弯位保持の重要性を考慮した場合、術後の長期間にわたる臥床や外固定装着は、頸部拘

縮のみならず、頸部後方筋群の萎縮や頸椎後弯化をもたらす可能性がある。近年、頸椎椎弓形成術後早期の離床や外固定の短縮、省略化による良好な臨床成績が報告されているが、今回の調査結果はその正当性を裏付けている。昨年より当科でも頸部脊柱管拡大術後の後療法を短縮し、積極的に筋力、可動域訓練を行っているが、これまでのところ頸椎可動域、アライメント保持に対して良好な感触を得ている。今後十分な症例数を得た時点で比較検討を行う予定である。

## E. 結論

頸部脊柱管拡大術後の X 線学的検討を行った結果、術後頸椎前弯位と頸椎可動域との間に有意な相関を認めた。すなわち、術後頸椎前弯位を保っている症例ほど可動域も良好に保たれていることがわかった。このことは、術後頸椎前弯位は筋、靭帯などにより動的に維持されていることを示唆している。

## F. 研究発表 (学会発表)

第97回西日本整形・災害外科学会

第98回西日本整形・災害外科学会



# 頸椎後縦靱帯骨化症患者の経頭蓋電気刺激脊髄誘発電位術中変化と予後の関連について

岩崎 博 (和歌山県立医科大学整形外科), 玉置 哲也 (和歌山県立医科大学整形外科),  
野村 和教 (和歌山県立医科大学整形外科), 筒井 俊二 (和歌山県立医科大学整形外科),  
高見 正成 (和歌山県立医科大学整形外科)

## 【研究要旨】

1992年以降, 経頭蓋電気刺激脊髄誘発電位を用いたモニタリング下に除圧術を施行した頸椎後縦靱帯骨化症患者40症例を対象とした。

脊髄除圧前・後に導出した波形潜時および振幅と体位時退院時JOA点数, その改善率(平林法)とをそれぞれ比較し, 改善率と波形変化の間に相関があるか否かを検討した。また波形パターンとの関連についても検討を行った。

改善率は0%~100%(平均47.2%), 除圧前後の潜時差は0.8ms短縮~0.4ms延長(平均0.025ms延長), 振幅変化は58%~143%(平均93%)であった。除圧後の潜時, 振幅変化ともに退院時各種JOA点数および改善率との間には相関関係が認められなかった。

また波形パターンも術前のJOA, 特に下肢点数を反映するものの退院時JOA点数や改善率との関係は認められなかった。

したがって術中経頭蓋電気刺激脊髄誘発電位の波形パターン, 潜時及び振幅変化のみによる予後予想は困難と思われた。

## A. 研究目的

後縦靱帯骨化症による脊髄症手術に際して, 術中脊髄機能モニタリングとして当科では1989年から経頭蓋電気刺激脊髄記録による運動誘発電位(以下BRE-SCEP)を利用している。

本研究の目的は, このBRE-SCEPの波形パターンおよび除圧前後の電位変化が後縦靱帯骨化症患者の予後と関係するか否かを検討することにある。

## B. 研究方法

対象は1992年以降, 当科にてBRE-SCEPを用いたモニタリング下に除圧術を施行した頸椎後縦靱帯骨化症患者40症例である。男性31例, 女性9例, 手術時平均年齢60.7歳(40-78歳)であり, 手術方法は棘突起縦割式脊柱管拡大術を36例にそして前方除圧術を4例に施行した。

経頭蓋電気刺激は松田らの方法に準じ, Czから外側5cm, 前方2cmの部位に左右対称に頭蓋外骨膜まで刺入した針電極を用い, Dantec社製Counterpointにより強度198mA持続時間0.5msの刺激を行った。BRE-SCEPは腰椎穿刺にてクモ膜下腔へ挿入後, 中位胸椎レベルまで上昇させた双極カテテル電極より導出し, Bandpass 50-3000Hzで約30回平均加算した。手術開始後麻酔安定時に導出したBRE-

SCEP波形を除圧前, 閉創前に導出した波形を除圧後として検討を行った。除圧前および除圧後の波形潜時および振幅を測定し, 表1のごとく潜時差および振幅比を算出した。したがってマイナスは潜時が短縮したことを示し, 100%を超えるものは振幅増大をあらわす。

松浦らの報告<sup>1)</sup>に準じ, BRE-SCEP波形パターンを明瞭な陰性スパイク波を呈するspikeパターンとスパイク波を有さず電位の多相化を示すpolyphasicパターンの2つに分類した(図1)。

臨床症状の評価は日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準(以下JOA score)とその上肢あるいは

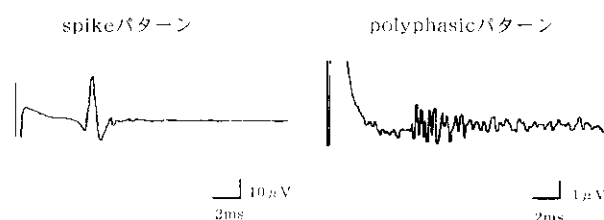


図1 BRE-SCEP波形パターン分類

潜時差 = 除圧後潜時 - 除圧前潜時 (ms)

振幅比 = 除圧後振幅 / 除圧前振幅 × 100 (%)

表1 潜時差および振幅比の定義

下肢点数を表2のごとく算出して用いた。術前点数、および術後としては退院時点数を使用し、平林法による改善率を求めた。検討項目は、1. BRE-SCEP波形パターンとJOA scoreおよび改善率との関係 2. 潜時差・振幅比とJOA scoreおよび改善率との関係についてである。

日本整形外科学会預備症治療成績判定基準 (JOA score)  
 上肢点数 = JOA score 上肢運動機能 + 上肢知覚機能点数  
 下肢点数 = JOA score 下肢運動機能 + 体幹下肢知覚機能点数  
 改善率 = (退院時点数 - 術前点数) / (満点 - 術前点数) × 100

表2 臨床症状の評価

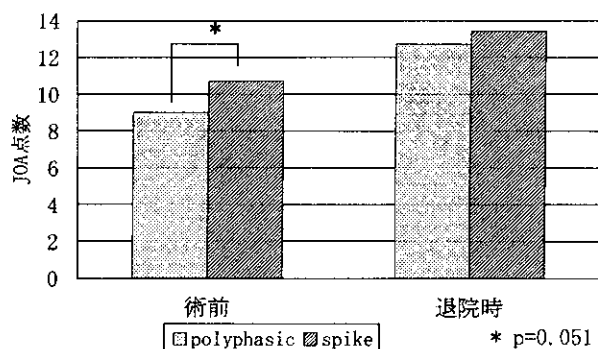


図2 波形パターンと術前後JOA点数

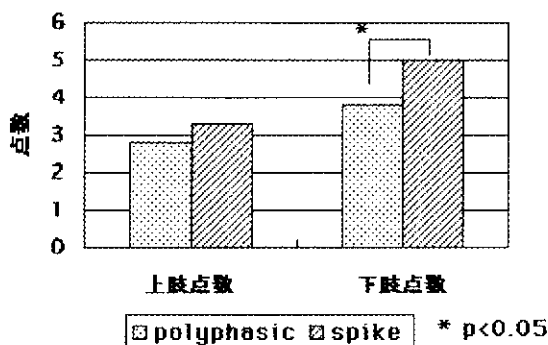


図3 波形パターンと術前上肢・下肢点数

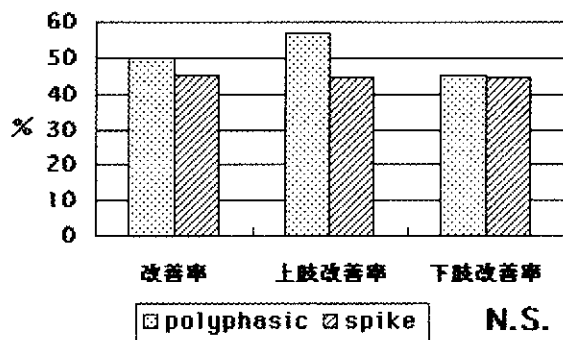


図4 波形パターンと改善率

### C. 研究結果

BRE-SCEP 波形潜時は除圧前、後とも平均6.1msで有意差を認めなかったが振幅に関しては除圧前後において有意差 (p<0.05) を認めた。潜時差は0.8から0.4ms, 振幅比は58から134%平均93%であった(表3)。術後のJOA score, 上肢点数, 下肢点数とも術前よりも有意に高値であり改善率はそれぞれ平均47.2, 50.1, 44.9%であった。(表4)

波形パターンと術前および術後JOA scoreとの関係では、spikeパターンはpolyphasicパターンに比し術前JOA scoreが高い傾向にあるが、術後には

除圧前潜時: 4.0ms ~ 8.7ms	6.1 ± 1.4ms
振幅: 0.35μV ~ 36μV	5.2 ± 6.9μV
除圧後潜時: 3.9ms ~ 8.9ms	6.1 ± 1.4ms
振幅: 0.31 μV ~ 38μV	4.8 ± 6.9μV
潜時差: -0.8ms ~ 0.4ms	0.025 ± 0.2ms
振幅比: 58% ~ 134%	93 ± 21%
波形パターン: spike 22例	polyphasic 48例

表3 BRE-SCEP変化

術前JOA score: 4.0点 ~ 15.0点	10.0 ± 2.8点	*
術後JOA score: 5.0点 ~ 17.0点	13.1 ± 2.5点	
改善率: 0% ~ 100%	47.2 ± 25.0%	
術前上肢: 1.0点 ~ 5.5点	3.1 ± 1.3点	*
術後上肢: 1.0点 ~ 6.0点	4.4 ± 1.1点	
上肢改善率: 0% ~ 100%	50.1 ± 32.9%	
術前下肢: 1.0点 ~ 8.0点	4.5 ± 1.8点	*
術後下肢: 1.0点 ~ 8.0点	5.9 ± 1.6点	
下肢改善率: 0% ~ 100%	44.9 ± 35.2%	

\* p<0.0001

表4 術前後JOA scoreおよび改善率

潜時差 - 退院時JOA score	p=0.936
退院時上肢点数	p=0.086
退院時下肢点数	p=0.157
改善率	p=0.982
上肢改善率	p=0.081
下肢改善率	p=0.073

表5 潜時差とJOA scoreおよび改善率の関係

振幅比 - 退院時JOA score	p=0.619
退院時上肢点数	p=0.706
退院時下肢点数	p=0.369
改善率	p=0.599
上肢改善率	p=0.982
下肢改善率	p=0.861

表6 振幅比とJOA scoreおよび改善率の関係

その傾向は認められない。(図2) 上肢点数に関しては波形パターンによる有意差はなかったが、spikeパターンの術前下肢点数はpolyphasicパターンより有意に高かった(図3)。術後は、spikeパターン群の上肢点数が平均4.3点、下肢点数は6.3点であり、polyphasic群はそれぞれ4.1点5.4点であったが両群間に有意差は認められなかった。また、波形パターン分類は退院時JOA scoreおよび改善率の指標とはなりえなかった(図4)。

除圧前後の潜時差あるいは振幅比と改善率の関係では、潜時差と改善率、振幅比と改善率とも両者間に相関関係は認められなかった。退院時JOA score、退院時上肢・下肢点数および上肢改善率・下肢改善率においても同様に潜時差・振幅比との間に相関関係はなく(表5, 6)、除圧前後の電位変化による退院時JOA scoreや改善率の予測は出来なかった。

#### D. 考察

頚椎後縦靭帯骨化症患者の術前予後判定因子として、臨床症状、電気生理学的検査やMRIなどの画像診断を用いた方法が多数報告されている。

術中モニタリング波形を用いた予後予想に関しては、四宮らの振幅ならびに伝導速度の低下、一峰性の波形を示す症例の術後成績は不良であるという報告<sup>2)</sup>や波形パターン改善群は非改善群に比し改善率は良好であったという星らの報告<sup>3)</sup>がみられる。しかし、術中脊髄誘発電位の振幅変化と改善率の間に一定の傾向は認められなかったとの報告<sup>4)</sup>もなされている。これらは、主に感覚路をモニターした電位による予後予想であり、運動機能の改善を評価できない可能性がある。そこで今回主に運動路をモニターした電位であるBRE-SCEPについて検討を行った。

BRE-SCEP波形パターンは術前のJOA score、特に下肢点数を反映した。これは本法におけるBRE-SCEPが主に錐体路を伝導する電位であり、胸椎部で記録した場合には主に下肢の運動機能を監視しているからと考えられる。このBRE-SCEPの波形パターンによる予後予想は、当教室の安藤が報告<sup>5)6)</sup>した如く本研究においても術前のJOA score特に下肢点数を反映するもの予後を予想できるものではなかった。

BRE-SCEPの潜時および振幅変化と予後予想に関しては、術中BRE-SCEP振幅増大は必ずしも術後の運動機能改善を反映しないという米田らの報告<sup>7)</sup>やBRE-SCEPの潜時、振幅は除圧前後で有意差がな

いとする大久保らの報告<sup>8)</sup>がある。本研究においてもこれらの報告と同様に除圧前後の潜時および振幅変化と退院時JOA scoreや改善率との間には相関関係が認められなかった。これは、除圧直後ではまだ索路の伝導性等が改善しておらず潜時および振幅変化として現れてこない可能性や、今回の検討では術後早期のJOA scoreを用いていないため、除圧直後の潜時・振幅変化のあらかず伝導性の改善以上に退院時では障害が回復した可能性、さらには臨床評価としてJOA scoreを用いたため電位変化がJOA scoreの変化としては現れてこない可能性のためと考えられる。潜時、振幅変化による予後予想には、術後早期のJOA scoreや徒手筋力テスト、感覚障害の程度などを参考にした更なる検討が必要であると思われた。

#### E. 結論

術中モニタリングのBRE-SCEP波形パターンは、頚椎後縦靭帯骨化症患者の術前JOA score特に下肢点数を反映するものの、退院時JOA scoreや改善率との関係は認められなかった。

除圧前後のBRE-SCEP潜時・振幅変化とともに退院時各種JOA scoreおよび改善率のあいだには相関関係はなかった。

術中BRE-SCEP波形パターン、潜時および振幅変化のみによる退院時の予後予想は困難と思われた。

#### [参考文献]

- 1) 松浦伸一, 他: 術前脊髄障害の程度と各種誘発電位(SCEPとMEP)の関係についての検討 脊髄電気診断学 1991; 13: 170-173.
- 2) 四宮謙一, 他: 脊髄誘発電位を用いた頸部脊髄症の診断 臨床整形外科 1989; 24: 11-21.
- 3) 星 亨, 他: 頸髄症に対する後方除圧術直前・直後の脊髄誘発電位 脊髄電気診断学 1996; 18: 147-150.
- 4) 加茂裕樹, 他: 頸髄症における術前・術中脊髄誘発電位 脊髄電気診断学 1991; 13: 166-169.
- 5) 安藤宗治, 他: 頸髄症におけるMotor Evoked Potentialと下肢運動機能との関係 厚生省特定疾患脊柱靭帯骨化症調査研究班 平成7年度研究報告書 1996: 200-203.
- 6) 安藤宗治, 他: 頸髄症における運動誘発電位及びMRIを用いた神経症状の評価 厚生省特定疾患脊柱靭帯骨化症調査研究班 平成8年度研究報告書 1997: 94-96.

- 7) 米田みのり, 他: 術中Br(E)-SCEPの振幅増大についての検討 第29回日本脳波・筋電図学会学術大会 1999: 334.
- 8) 大久保治修, 他: 頸髄症の除圧前後における導出波形の変化の検討 第29回日本脳波・筋電図学会学術大会 1999: 332.

# 頸椎前方除圧固定術後の骨癒合過程の検討

## —頸椎症と後縦靭帯骨化症の比較—

松下 睦 (京都大学整形外科), 根尾 昌志 (京都大学整形外科),  
中村 孝志 (京都大学整形外科)

### 【研究要旨】

頸椎前方除圧固定術後の骨癒合過程についてX線学的に詳細に調査した。骨癒合は2年余を要するゆっくりした過程で進行した。OPLL患者では頸椎症患者に比較して骨癒合の促進はななくむしろ遅れる傾向があった。

#### A. 研究目的

頸椎前方除圧固定術は脊髄に対する前方からの圧迫要因を直接除くことのできる手術術式として広く頸椎疾患に適用されてきた。しかし多椎間の固定ではしばしば骨癒合が遅延したり偽関節を形成する事が知られている。本研究は前方除圧術の症例をretrospectiveに調査し術後のX線写真から骨癒合過程の進行を経時的に判定し骨癒合過程の進行速度に関与する因子を見いだそうとするものである。その中で異所性骨化の亢進している後縦靭帯骨化症例の骨癒合速度が頸椎症症例に比べて早いかなんかを検討した。

#### B. 研究方法

調査対象症例は1985年1月から1996年7月の間に頸椎前方除圧固定術を施行された95例で内訳は男性62例、女性33例であった。手術時の年齢は13歳から81歳で平均は56.6歳であった。対象疾患は頸椎症性脊髄症/神経根症が62例、頸椎後縦靭帯骨化症OPLLが32例、良性腫瘍が1例であった。固定椎間は1椎間10例、2椎間20例、3椎間23例、4椎間38例、5椎間4例で平均3.1椎間であった。使用された移植骨は腸骨が50例、腓骨が45例であった。経過観察期間は7ヶ月から49ヶ月、平均49ヶ月であった。全例手術後にhallo-vestが1から3ヶ月装着された。

骨癒合過程は頸椎単純X線側面像で頭側、尾側それぞれの移植骨と母床の界面の以下の三つの指標で判定した。①Clear zoneの消失。②Remodeling: (+)は移植骨や母床骨の角が吸収され丸みをおびたもの、(++)は移植骨と母床椎体の前縁が滑らかにそろったもの、(+++)は移植骨の後方にフレアー状の骨新生が見られたもの。③Trabecular

reorientation: 移植骨と母床椎体の骨髄腔が連絡し骨梁構造の改変が生じたもの。また前後屈動態撮影像が得られた場合は棘突起間距離の変化を測定した。

経時的に界面の状態を観察しclear zone(-)でremodeling(+++)あるいはtrabecular reorientation(+)となった時点を骨癒合時期と判定した。この骨癒合判定基準を満たした症例では固定最下位で分離症を生じた2例を除き全例で棘突起間距離の変化が1mm未満であった。逆に1mm以上の棘突起の動きが残ったものは全例この基準を満たしていなかった。このことからこの骨癒合判定基準が完全な固定完成の指標として妥当であると思われる。

上記骨癒合過程の進行についてはそれぞれの事象が生じた時点をend-pointとしてKaplan-Meier方を用いて統計学的に検討した。

本研究はretrospectiveな臨床研究であり患者のプライバシーは守られており特に倫理面の問題は無い。

#### C. 研究結果

上下接合部のうち片方でも骨癒合に達しなかったものを偽関節とすると最終X線での偽関節率は全95例中13例、13.7%であった。頭側接合部は4例、4.2%にたいし尾側接合部は10例、10.5%と偽関節は尾側に生じやすい傾向にあった。1例で頭尾側ともに偽関節となった。腸骨移植は50例中8例、16.0%で腓骨移植は45例中5例11.1%で差は見られなかった(カイ2乗検定 $p=0.48$ )。頸椎症は62例中7例11.3%、OPLL症例は32例中6例18.8%とむしろOPLLに偽関節が高率に見られたが有意差はなかった(Fisher直接確率法 $p=0.34$ )。OPLL症例はほとんどが3椎間以上の固定であったため3椎間以上の症例で比較し

でも頸椎症で偽関節は35例中4例11.4%でOPLLでは27例中5例18.5%でやはり有意差は認められなかった (Fisher直接確率法  $p=0.49$ )。

詳細な骨癒合過程の進行速度を検討するためにKaplan-Meier法を用いて解析を行った。頭側、尾側の各接合部の骨癒合をend-pointとして生存曲線を描くと有意に頭側接合部の骨癒合が速く進行することが判明した ( $p<0.01$ )。頭側尾側両方が癒合した時点をend-pointとして描いた生存曲線はほぼ尾側の曲線に重なるものであった(図1)。推測される骨癒合率は術後1年時点で28.8%, 2年で72.5%, 3年で87%であった。移植骨の種類では腸骨が腓骨に比較して骨癒合が早い傾向が見られたが有意な差ではなかった。術後3年の時点での推定の骨癒合率は腸骨86.5%, 腓骨86.8%で最終の骨癒合率に差は見られなかった。固定椎間数で1-2椎間と3-5椎間を比較すると1-2椎間固定の方が有意に早く骨癒合を生じた ( $p<0.05$ , 図2)。推定される術後3年時点の骨癒合率も1-2椎間固定で93.5%, 3-5椎間固定で84.9%と多椎間ほど癒合率が悪いことが示された。頸椎症とOPLLの比較ではOPLLがわずかに骨癒合が遅れるように思われたが有意差はなく、術後3年

時点の推定癒合率は頸椎症は89.1%, OPLLは81.3%とややOPLLが低い傾向があったが有意ではなかった(図3)。骨癒合過程の詳細を見るとclear zoneの消失はやはり頭側の骨接合部が尾側より速く進行した ( $p<0.05$ , 図4)。Remodeling processも頭側接合部で尾側より早く進行していた。骨癒合基準である(+++)到達速度には頭側、尾側間に有意差が見られた ( $p<0.05$ , 図5)。Trabecular reorientationの出現速度も同様に有意に頭側接合部に速く生じた ( $p<0.05$ )。

#### D. 考察

脊椎固定術後の骨癒合についてはほとんどの報告はfollow-up時点での骨癒合率という形でなされている。頸椎前方固定での骨癒合率はEmery等はSmith-Robinson typeでは71%, strut graftでは94%, 多椎間に固定が及ぶと著しく癒合率は低下し2椎間では60%, 3椎間では56%と報告している(Emery SE et al, JBJS 80A: 941-951, 1998)。我々の調査した症例は多椎間固定が多く骨癒合率としては86.3%で妥当な値だと思われる。しかし骨癒

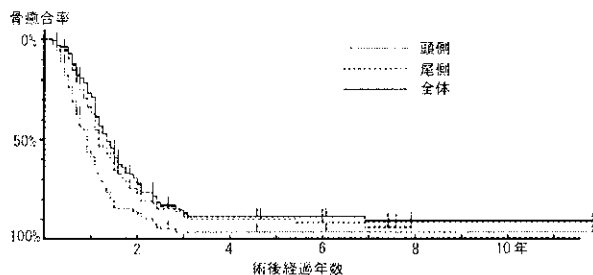


図1 Kaplan-Meier法による累積骨癒合率  
頭側接合部は尾側に比較して有意に早く骨癒合が進行した ( $p<0.01$ )。頭尾側とも癒合した時点を骨癒合と判定した全体の癒合曲線は尾側とほぼ一致した。最長7年で骨癒合に達した症例が見られた。

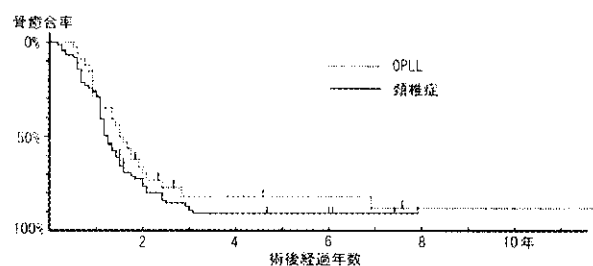


図3 Kaplan-Meier法によるOPLLと頸椎症の骨癒合曲線の比較  
OPLL症例の骨癒合は頸椎症に比較して促進されておらず有意ではないがむしろ遅れていた。

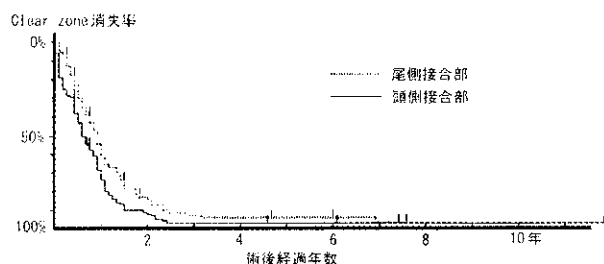


図2 Kaplan-Meier法による固定椎間数による癒合曲線の比較  
1-2椎間固定は3-5椎間固定に比較して有意に骨癒合が早かった ( $p<0.05$ )。

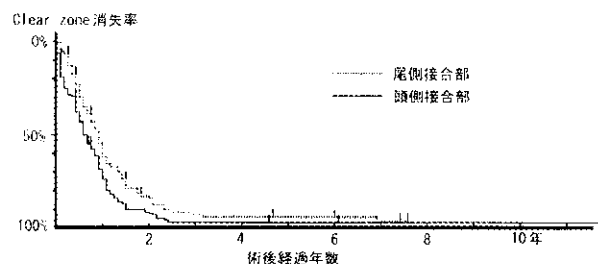


図4 Kaplan-Meier法によるclear zone消失曲線  
頭側接合部は尾側に比較してclear zoneの消失が早かった ( $p<0.05$ )。

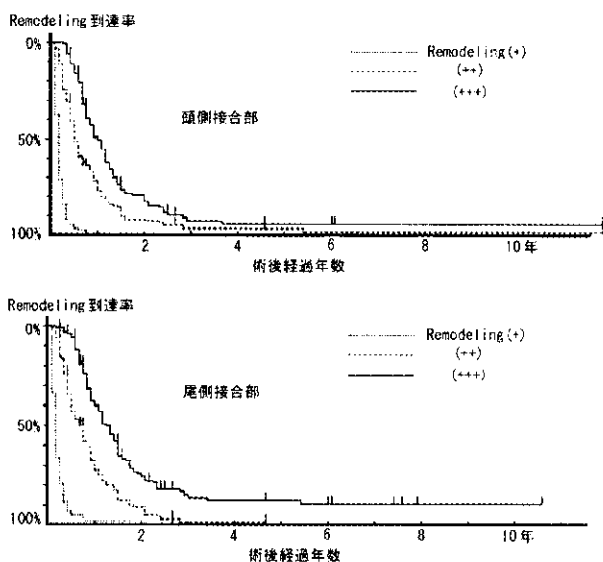


図5 Kaplan-Meier法によるremodeling到達曲線  
骨癒合判定の基準であるremodelling (++)の到達は有意に頭側接合部が早かった ( $p<0.05$ )。

合過程を時間的に検討すると、決して骨折のprimary healingに類する速やかな骨癒合が得られないことが判明した。Kaplan-Meier法による解析で術後1年の時点の骨癒合率はわずかに28.8%で術後3年で87%に骨癒合が得られることが示された。最長術後7年で骨癒合に至った症例があり、大多数が超長期にわたるdelayed unionと考えられた。多椎間の腓骨strutによる頸椎前方固定で2年以上の経過で骨癒合に至ることは唯一Macdonald等が報告しており今回の結果と大筋で一致している (Macdonald RL et al, J Neurosurg 86: 990-997, 1997)。今回我々は詳細な検討で頭側の方が尾側の接合部より早期に癒合すること、1-2椎間固定は3-5椎間固定より早く癒合することを明らかにし得た。一方移植骨は腓骨と腸骨では有意差が見られなかった。

OPLLは内軟骨骨化に類似した異所性骨化を示す疾患であり、diffuse idiopathic skeletal hyperostosisに伴うことも多い。OPLL患者が骨折治癒などの骨形成過程で正常人との差があるのかは興味深いことであるが臨床的比較は困難と思われる。我々は頸椎OPLLの治療として一般的に行われる前方除圧固定術の骨癒合過程を他の疾患で行われた同じ手術のものと比較することを試みた。結果は特にOPLLにおいて骨癒合過程の促進が見られるものではなくむしろ有意ではないが頸椎症と比較して骨癒合は遅れ気味であった。前述したように頸椎前方固定はprimary healingとは様相を異にした癒合過程を示すものであるが、この結果からOPLL患者では異所性の骨形

成は促進されていても正常な骨修復過程としての骨形成は促進されていないかむしろ低下している可能性もあると考えられた。

## E. 結論

1. 頸椎前方除圧固定術95例の骨癒合過程を経時的に調査した。
2. 骨癒合は2年以上の長期間に徐々に進んだ。
3. 頭側の骨接合部が尾側に比べ有意に早く骨癒合が進行した。
4. 固定椎間数が少ない方が有意に早く骨癒合が進行した。
5. OPLLでは頸椎症に比べ有意ではないが骨癒合が遅い傾向が見られた。

## F. 研究発表

1. 松下睦, 多田弘史, 中村孝志. 頸椎前方固定術後の骨癒合過程の検討. 第72回日本整形外科学会学術集会1994年4月8日横浜。
2. 多田弘史, 松下睦, 中村孝志. 頸椎前方固定術後の骨癒合時期. 第28回日本脊椎外科学会1999年6月3日東京。

# 急性頸髄損傷をきたした頸椎後縦靭帯骨化症の検討：特に先天性脊椎管狭窄の関与について

小柳 泉（北海道大学脳神経外科）、飛驒 一利（北海道大学脳神経外科）、  
岩崎 喜信（北海道大学脳神経外科）、阿部 弘（北海道大学脳神経外科）

## 【研究要旨】

頸椎後縦靭帯骨化症（OPLL）では、比較的軽微な外傷で四肢麻痺をきたすことがある。このような病態に関与する要因の一つとして、先天性（発育性）脊椎管狭窄に注目し、臨床症例での分析を行った。対象は、外傷により急性頸髄損傷をきたした頸椎OPLL症例のうち、bone-window CTによる頸椎脊椎管の計測が可能であった19例である。男性17例、女性2例、年齢は45-78才である。頸椎脊椎管の本来の前後径の平均は、C3-7レベルでは11.4-12.4mmであり、正常コントロールの値に比べて有意に低値であった。また、OPLLによる狭窄が最もつよいレベルでの骨化巣から椎弓前面までの実際の脊椎管前後径は4.1-10.0mmであった。この値は、脊髄損傷の程度が重篤であった症例で低い値を示していた。先天性あるいは発育性の脊椎管狭窄は、OPLL症例において急性頸髄損傷をきたす危険因子の一つといえる。

## A. 研究目的

脊柱の骨折や脱臼を伴わない脊髄損傷は、北米の報告では全脊髄損傷の9-14%とされている<sup>2)3)18)</sup>。一方、本邦では、骨損傷を伴わない脊髄損傷は、北米とは異なり全脊髄損傷の約半数をしめており<sup>19)</sup>、本邦の脊椎脊髄損傷の特徴の一つとなっている。このような骨損傷を伴わない頸髄損傷は、頸椎症などの後天的な脊椎管狭窄や先天的な脊椎管狭窄を合併すること、多くは頸部の過伸展で生じることが知られている<sup>1)3)9)15)19)</sup>。さて、頸椎後縦靭帯骨化症（OPLL）では、軽微な頭部外傷により四肢麻痺をきたすことがある。本邦での骨損傷のない頸髄損傷症例のうちOPLLの合併は約12-27%と考えられており<sup>5)14)</sup>、頸髄損傷に関連する病態として重要な位置を占めている。我々は、これまで外傷により脊髄損傷をきたしたOPLL症例の臨床的特徴について報告してきたが<sup>7)</sup>、今回、脊髄損傷を起こす要因の一つとして、先天性（発育性）脊椎管狭窄の関与に注目し、CT-scanによる臨床例での検討を行ったので報告する。

## B. 研究方法

1990年以降に経験した、OPLLを合併した頸髄損傷23症例のうち、bone window CTによる実測値での計測が可能であった19例を今回の検討対象とした。男性17例、女性2例、年齢は45-78才、平均64才である。OPLLのタイプは、連続型5例、混合型

3例、分節型11例であった。受傷原因は、転倒9例、転落7例、交通事故3例である。受傷より我々の施設への搬入までの時間は、24時間以内が17例、2日が1例、12日が1例である。搬入時の神経学的重傷度は、Frankel分類でAが1例、Bが1例、Cが11例、Dが6例であった。

頸椎脊椎管は、椎体後面から椎弓前面までの本来の前後径、横径、椎体の前後径およびOPLLからの実際の脊椎管の前後径を、bone-window CT imageより計測した（図1）。

## コントロール症例

我々の施設で外来あるいは入院治療を行った頭頸部外傷例のうち、頸髄損傷がなく、bone-window CT-scanによる頸椎の評価が行われた21症例を正常コントロールとして、頸椎脊椎管の測定を行った。

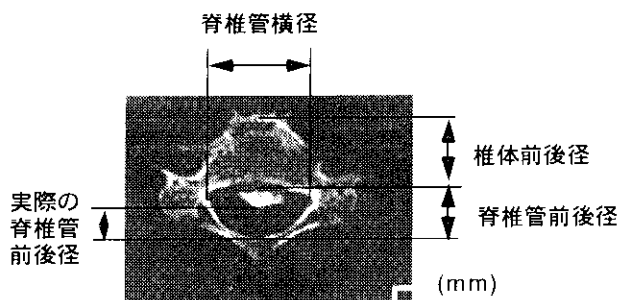


図1 CTによる頸椎脊椎管計測(Bone-window CT)



男性17例，女性4例，年齢は19-71才（平均43才）である。

### C. 研究結果

#### 1. 本来の脊椎管前後径

正常コントロール群の頸椎の各測定値を表1に示した。頸椎脊椎管の平均前後径は，C2が15.8mmであり，C3-C7では12.8-13.6mmであった。脊椎管の平均横径は23.0-25.4mm，平均椎体前後径は16.1-17.3mmであった。一方，急性頸髄損傷をきたしたOPLL19症例での頸椎脊椎管の平均前後径は，C2が14.9mm，C3-7が11.4-12.4mmであり，C3-7では，どのレベルにおいても正常コントロールに比べて有意に低値を示した（表2）。脊椎管の平均横径は，22.7-25.1mmであり，有意差はなかった。椎体の平均前後径は，18.1-19.2mmであり，コントロールに比べると有意に高値であった（表2）。尚，CT-scanのスライスの範囲や画像の質の問題から，OPLLの19例では，C2，C6，C7の各椎体レベルでの標本数は少なくなっている。

#### 2. 実際の脊椎管前後径

OPLLにより最も脊椎管が狭窄しているレベルでの，骨化巣後面から椎弓前面までの実際の脊椎管前後径は，4.1-10.0mm（平均±S.D.=7.0±1.6mm）にわたっていた。これを，入院時の神経学的重傷度別にすると，Frankel分類でのAでは6.5mm（1例），Bでは8.0mm（1例），Cでは4.1-10.0mm（11例，平均6.5±1.6mm），Dでは6.8-8.8mm（6例，平均7.5±0.8mm）であった。OPLLによる頸椎脊椎管狭窄が，どの程度頸髄損傷に関係するかを検討するため，さらに，頸椎OPLL症例で，頭部外傷があっても頸髄損傷をきたさなかった7例をFrankel分類のEとして加えた（表3）。これら7例では，OPLLからの脊椎管前後径は6.6-11.8mm（平均9.0±1.6mm）であった。各群での症例数が少ないため，Frankel分類のC，D，Eの3群間で分散検定（ANOVA）を行うと，実際の脊椎管前後径には有意の差があり（P=0.0108），post hoc testでは，CとE群間に有意差があった（表3）。

### D. 考察

先天的あるいは発育的な（developmental）頸椎脊椎管の狭窄は，頸椎椎間板障害における脊髄症状

や<sup>3)10)17)</sup>，外傷による頸髄症状の発生に強く関与しているとされている<sup>9)20)21)</sup>。頸椎脊椎管の前後径の計測は，従来，単純X線撮影側面像により行われており，X線管球からフィルムまでの距離を考慮し，拡大率を補正しての値であった。日本人における頸椎脊椎管前後径の平均は，これまでの報告では<sup>11)12)13)</sup>，C3-7レベルでは15mm前後となっている（表4）。今回の我々の検討では，bone-window CT画像より頸椎脊椎管径を計測した。この方法では，管球-フィルム間距離の補正による誤差はなく，きわめて正確な値が得られる。我々が今回正常コントロールとして用いた頸椎脊椎管の前後径の計測値は，これまでの報告された値に比べて，1-2mm小さい値であった（表4）。これは，サンプリングの差

level	n	脊椎管		椎体 前後径
		前後径	横径	
C2	21	15.8 ± 1.5	23.5 ± 1.6	17.2 ± 1.6
C3	21	13.4 ± 1.4	23.0 ± 1.2	16.7 ± 1.6
C4	21	12.8 ± 1.3	24.1 ± 1.5	16.4 ± 1.7
C5	21	13.2 ± 1.4	25.4 ± 1.5	16.1 ± 1.4
C6	21	13.4 ± 1.5	25.3 ± 1.3	16.9 ± 1.6
C7	21	13.6 ± 1.2	23.7 ± 1.9	17.3 ± 2.1

mean ± S.D. mm

表1 頸椎脊椎管・椎体のCT画像からの計測：正常コントロール（頸髄損傷を伴わない頭頸部外傷21例）

level	n	脊椎管		椎体			
		前後径	p値	前後径	p値		
C2	14	14.9 ± 2.2	0.1677	12	22.7 ± 1.5 0.1509	13	18.8 ± 1.4 0.0065*
C3	19	12.1 ± 1.7	0.0073*	18	23.0 ± 1.7 0.9787	18	18.6 ± 1.5 0.0006*
C4	19	11.4 ± 1.4	0.0020*	18	24.4 ± 1.7 0.5771	18	18.2 ± 1.4 0.0008*
C5	19	11.5 ± 1.4	0.0006*	18	25.1 ± 1.3 0.6023	18	18.1 ± 1.4 <0.0001*
C6	17	11.6 ± 1.0	0.0002*	17	25.0 ± 1.6 0.5039	17	19.2 ± 1.8 0.0002*
C7	14	12.4 ± 1.0	0.0045*	15	23.9 ± 1.8 0.7776	14	19.1 ± 2.0 0.0181*

○値は表1に示したコントロール値とのunpaired t-testでの値であり，\*は有意差を示す

表2 頸髄損傷をきたしたOPLL症例での頸椎脊椎管前後径（Mean ± S.D.mm）

Frankel	n	diameter(mean ± SD)	ANOVA p=0.0108
A	1	6.5 mm	
B	1	8.0 mm	
C	11	6.5 ± 1.6 mm <sup>†</sup> (4.1 - 10.0 mm)	
D	6	7.5 ± 0.8 mm (6.8 - 8.8 mm)	
E	7	9.0 ± 1.6 mm <sup>†</sup> (6.6 - 11.8 mm)	

Frankel E群は，頸髄損傷を伴わない頭部外傷例でOPLLの合併がみられた症例  
\* Tukey's multiple comparison test ではC群とE群間に有意差を認めた。

表3 搬入時の神経学的重傷度(Frankel分類)と頸椎脊椎管の実際的前後径(OPLLから椎弓前面まで)の関係

	Present study (CT-scan)	Roentgenographic studies		
		Sasaki, et al. 1998	佐藤&都留 1976	長島 1973
C2	15.8 ± 1.5	18.0 ± 1.7	19.0	17.5
C3	13.4 ± 1.4	15.8 ± 1.5	16.1	15.1
C4	12.8 ± 1.3	15.2 ± 1.5	15.5	14.7
C5	13.2 ± 1.4	15.3 ± 1.5	15.8	14.3
C6	13.4 ± 1.5	15.7 ± 1.5	16.0	14.4
C7	13.6 ± 1.2	15.9 ± 1.4	15.9	14.5

mean ± S.D. (mm)

表4 頸椎脊椎管平均前後径の比較：本報告での正常コントロール値とこれまでのX線撮影による報告値

である可能性も否定はできないが、単純撮影からの計測方法による誤差を考えると、実際の脊椎管径は従来考えられてきた値よりも小さいと考えられる。また、CT画像からの計測では、脊椎管の横径も測定可能であり、より多くの情報を得ることができる。

さて、今回の頸椎脊椎管径の計測結果では、転倒などの外傷により頸髄損傷をきたしたOPLL症例では、本来の脊椎管前後径もコントロール群に比べて有意に低値であった。これは、本病態においても先天的脊椎管狭窄が関与していることを示している。脊椎管の横径には有意差はなく、さらに、椎体の前後径はコントロール群より有意に大きいことから、このような先天的脊椎管狭窄は、脊椎管全体が小さいのではなく、椎体-脊椎管比の差といえることができる。成人の頸椎脊椎管前後径は、若年ほど大きい傾向があることは知られており、脊椎管狭窄は年齢による椎体の大きさの変化が関与していることが推測される。このため、先天的という用語よりは發育性脊椎管狭窄と呼ぶほうがより正確であるかもしれない。

OPLLによる脊椎管狭窄は、本病態にどの程度関与しているのだろうか。我々の19症例では、OPLLのため狭窄している脊椎管前後径は、脊髄損傷の程度（Frankel分類）とは明らかな相関はみられなかった。しかし、頸椎OPLLを伴っていたが、頸髄損傷にはいたらなかった頭部外傷症例と比較した場合、Frankel Cを示した重症の頸髄損傷例では、有意につよいOPLLによる脊椎管狭窄を示していた。症例数が少ないこと、また、OPLLによる脊髄症状の発生には骨化巣による圧迫のみならず、隣接椎間での椎間板突出が関与する例も多いことを考えると、脊髄損傷の機序をすべて説明できるものではないが、

OPLLの存在による脊椎管の狭窄の程度は、本病態の重要な要因の一つといえる。今後は、急性頸髄損傷をきたした頸椎OPLL症例に対する外科治療の適応を、脊椎管狭窄との関連から検討していく必要があると思われる。

#### 〔参考文献〕

- 1) Barnes R: Paraplegia in cervical spine injuries. J Bone and Joint Surg 30-B: 234-244, 1948.
- 2) Bracken MB, Shepard MJ, Collins Jr WF, et al: Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the second National Acute Spinal Cord Injury Study. J Neurosurg 76: 23-31, 1992.
- 3) Epstein JA, Carras R, Hyman RA, et al: Cervical myelopathy caused by developmental stenosis of the spinal canal. J Neurosurg 51: 362-367, 1979.
- 4) Hanakita J, Suwa H, Namura S, et al: The significance of the cervical soft disc herniation in the ossification of the posterior longitudinal ligament. Spine 19: 412-418, 1994.
- 5) Hayashi K, Yone K, Ito H, et al: MRI findings in patients with a cervical spinal cord injury who do not show radiographic evidence of a fracture or dislocation. Paraplegia 33: 212-215, 1995.
- 6) Koyanagi I, Iwasaki Y, Hida K, et al: Magnetic resonance imaging findings in ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine. J Neurosurg 88: 247-254, 1998.
- 7) 小柳 泉, 飛驒一利, 岩崎喜信, 他: 外傷により急性期頸髄損傷をきたした頸椎後縦靭帯骨化症の検討. 厚生省特定疾患 骨関節系疾患調査研究班 平成10年度研究報告書: 143-145, 1999.
- 8) Maynard FM, Reynolds GG, Fountain S, et al: Neurological prognosis after traumatic quadriplegia. Three-year experience of California Regional Spinal Cord Injury Care System. J Neurosurg 50: 611-616, 1979.
- 9) Moiel RH, Raso E, Waltz TA: Central cord syndrome resulting from congenital

- narrowness of the cervical spinal canal. *J Trauma* 10:502-510, 1970.
- 10) Murone I: The importance of the sagittal diameters of the cervical spinal canal in relation to spondylosis and myelopathy. *J Bone Joint Surg* 56-B: 30-36, 1974.
- 11) 長島親男：頸部脊椎管のdevelopmental stenosisによる頸髄障害の研究. その1. 本邦成人の頸部脊椎管矢状径のレ線学的正常閾値とその診断的意義. *脳神経外科* 1: 163-171, 1973.
- 12) Sasaki T, Kadoya S, Iizuka H: Roentgenological study of the sagittal diameter of the cervical spinal canal in normal adult Japanese. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 38:83-89, 1998.
- 13) 佐藤正治, 都留美都雄：Cervical spondylosisと頸椎脊椎管前後径について(その1). *脳神経外科* 4: 359-364, 1976.
- 14) Saruhashi Y, Hukuda S, Katsuura A, et al: Clinical outcomes of cervical spinal cord injuries without radiographic evidence of trauma. *Spinal Cord* 36: 567-573, 1998.
- 15) Schneider RC, Cherry G, Pantek H: The syndrome of acute central cervical spinal cord injury with special reference to the mechanisms involved in hyperextension injuries of cervical spine. *J Neurosurg* 11: 546-577, 1954.
- 16) 新宮彦助：日本における脊髄損傷疫学調査 第3報(1990-1992). *日本パラプレジア医学会雑誌* 8: 26-27, 1995.
- 17) Stratford J: Congenital cervical spinal stenosis. A factor in myelopathy. *Acta Neurochir* 41:101-106, 1978.
- 18) Tator CH: Spine-spinal cord relationships in spinal cord trauma. *Clin Neurosurg* 30:479-494, 1983.
- 19) Taylor AR: The mechanism of injury to the spinal cord in the neck without damage to the vertebral column. *J Bone Joint Surg* 33-B:543-547, 1951.
- 20) Torg JS, Corcoran TA, Thibault LE, et al: Cervical cord neurapraxia: classification, pathomechanics, morbidity, and management guidelines. *J Neurosurg* 87: 843-850, 1997.
- 21) Torg JS, Naranja Jr RJ, Pavlov H, et al: The relationship of developmental narrowing of the cervical spinal canal to reversible and irreversible injury of the cervical spinal cord in football players. *J Bone Joint Surg* 78-A: 1308-1314, 1996.

#### 研究発表

##### 1. 論文発表

Koyanagi I, Iwasaki Y, Hida K, et al: Acute cervical cord injury without fracture or dislocation of the spinal column. *J Neurosurg* in press.

##### 2. 学会発表

小柳 泉, 三森研自, 藤本 真, 今村博幸, 秋野 実, 飛驒一利, 岩崎喜信, 阿部 弘：骨損傷を伴わない急性頸髄損傷の検討：特に先天的脊椎管狭窄の関与について. 第22回日本神経外傷学会, 1999年3月26日-27日, 福岡.

Koyanagi I, Iwasaki Y, Hida K, Sawamura Y, Abe H: Clinical features and surgical treatment of acute cervical cord injury without fracture or dislocation of the cervical spine. The 1999 Annual Meeting of the American Association of Neurological Surgeons, New Orleans, U.S.A., April 24-29, 1999.

飛驒一利：後縦靭帯骨化症の治療. ランチオンセミナー. 第14回日本脊髄外科学会, 1999年6月18日-19日, 多摩.

小柳 泉, 三森研自, 飛驒一利, 岩崎喜信, 阿部 弘, 藤本 真：頸部脊椎管狭窄病変に対する両開き頸椎椎弓形成術. 第14回日本脊髄外科学会, 1999年6月18日-19日, 多摩.

今村博幸, 小柳 泉, 岩崎喜信, 飛驒一利, 阿部 弘, 秋野 実, 藤本 真, 柏葉 武：外傷により急性頸髄損傷をきたした頸椎後縦靭帯骨化症の検討. 第14回日本脊髄外科学会, 1999年6月18日-19日, 多摩.

Koyanagi I, Mitsumori K, Iwasaki Y, Hida K, Abe H: Double door laminoplasty for spinal canal stenotic lesions of the cervical

spine. Luncheon Seminar, The Second Biennial Congress of Korea-Japan Conference on Spinal Surgery, Seoul, Korea, September 15-17, 1999.

小柳 泉、岩崎喜信、飛騨一利、阿部 弘、藤本 真、北見公一、三森研自：頸部脊椎管狭窄病変に対する外科治療：特に椎弓形成術の適応と先天性の脊椎管狭窄の関与について。第58回日本脳神経外科学会総会，1999年10月27日－29日，東京。

小柳 泉、三森研自、藤本 真、今村博幸、秋野 実、飛騨一利、岩崎喜信、阿部 弘：骨損傷を伴わない急性頸髄損傷における先天性の脊椎管狭窄。第34回日本パラプレジア医学会，1999年11月5日－6日，北九州。