原　　著

脊髄症を伴う頸椎後縦靭帯骨化症に対する後方除圧術後の脊髄浮上に関する形態学的分析

新潟大学医学部整形外科学教室（主任：高橋栄明教授）

山崎昭義

Morphological Analysis of Detachment of the Spinal Cord from Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament in the Cervical Spine with Myelopathy After Posterior Decompression

Akiyoshi YAMAZAKI

Department of Orthopedic Surgery,
Niigata University School of Medicine
(Director: Prof. Hideaki TAKAHASHI)

Morphological detachment of the spinal cord was reviewed in 46 patients with myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) in the cervical spine after posterior decompression, i.e. laminoplasty by midsagittal splitting. The patients were divided into two groups depending on the postoperative status whether or not the spinal cord was detached from the ossified mass. The detached group consisted of 21 patients, and the non-detached group of 25 patients. The preoperative sagittal alignment of the cervical spine and preoperative maximal thickness of ossification were compared between the two groups. The following factors were found to contribute significantly to "non-detachment" of the spinal cord from OPLL following posterior decompression: lordosis of less than 10 degrees or kyphosis in the preoperative sagittal alignment and preoperative maximal thickness of ossification of more than 7 mm in the sagittal plane. Patients with OPLL who exhibit significant risk

Reprint requests to: Akiyoshi YAMAZAKI,
Department of Orthopedic Surgery,
Niigata Central Hospital,
Shinko-cho 1-18, Niigata City,
950-8556, JAPAN

別刷請求先：〒950-8556 新潟市新光町1-18
新潟中央病院整形外科　山崎昭義

factors for continued "non-detachment" of the spinal cord should be morphologically considered for anterior decompression.

Key words: cervical spine, ossification, posterior longitudinal ligament, laminoplasty
頸椎，骨化，後縦靭帯，椎弓形成術

はじめに

頸椎後縦靭帯骨化症（以下 OPLL と略）による脊髄症に対する手術療法は，前方法と後方法に大別される．術式の選択に関しては，脊髄圧迫の原因が前方にあることから，あくまで前方除圧を第一選択とする意見もある[1)-4)]が，骨化範囲が限定されるものには前方法を，広範なものには後方法を選択するという考え方が一般的である[5)-7)]．

脊髄を完全に骨化巣から引き離すことが，即ち形態から見て十分な除圧を得るということになるので，骨化巣を摘出したり，あるいは非薄化させた骨化巣を前方に移動させて，脊柱管の拡大をはかる前方除圧法は合理的である[1)-4)]．しかし，前方法は後方法に比べ，除圧範囲が広くなると，長期間の圧迫により易損性となっている脊髄を損傷しないように除圧を完成させるためには，長い手術時間と高度な技術が要求されるため，実際は適応の制約が生じて後方法を選択することが少なくない．しかも，前方法は椎間板を温存できないために可動性が減少する，ひいては隣接椎間板障害を引き起こす可能性がある．

一方で，後方法では広範囲の除圧も比較的短時間で終了することが可能ではあるが，脊髄の前方に位置する骨化巣に対して何ら手を加えないために術後も骨化巣は存在し続ける．したがって，頸髄が骨化巣から離れて後方へ浮上し除圧が完了したことが明らかな場合と，術後も脊髄が骨化巣から離れず，除圧が完了したとは言い切れない場合とがある．特に本症では術後も何らかの脊髄症状が残ることも多いために，脊髄が骨化巣から離れていない場合，それが脊髄組織の非可逆的変化のためとも言い切れず，除圧がまだ不十分なためなのではないかという危惧を残すことも決して少なくない．したがって本症に対する手術では，頸髄を骨化巣から完全に離れた状態にすることが除圧完了を確認する意味で望ましいことは明白である．しかし，どのような症例が，後方除圧術では完全な除圧が得られないのかという検討が従来よりなされていなかった．本論文ではその疑問点を明らかにするために，後方除圧術後に脊髄が浮上し除圧が完了したと確認できる群と，脊髄が骨化巣から浮上せず形態上完全に除圧されたとは必ずしも言い切れない群とを比較し[8)]，本術式における脊髄の骨化巣からの遊離を阻害する術前の因子を retrospective に検討して求め，形態からみた場合の後方除圧術の限界を求めた．

対象および方法

1983年から1996年までの間に，新潟大学およびその関連施設において頸椎 OPLL に対して施行された棘突起縦割法脊柱管拡大術（黒川法）[9)]と呼ばれる椎弓形成術64例の中で，直接検診できた46例を対象とした．女性は14例，男性は32例であった．手術時年齢は平均54.7歳（33～72歳），術後経過期間は平均3年7か月（8か月～8年6か月）であった．

まず調査時の Computed Tomographic－Myelography（以下 CTM と略）あるいは Magnetic Resonance Imaging（以下 MRI と略）の T2強調 axial view から，対象を2群に分けた．即ち，浮上群（脊髄が骨化巣から完全に遊離し除圧が完了した）21例と，非浮上群（脊髄と骨化巣が接触したままの状態で除圧が完了したと判定できない）25例である（**図1**）．MRI の機種は，General Electric 社製 Signa 1.5 Tesla（Milwaukee, WI, USA）と Siemens Magnetom 1.5 Tesla（Germany）であった．CT 機種は General Electric 社製（Milwaukee, WI, USA）であった．そして，座位で撮影した頸椎 X 線写真から，頸椎柱の前弯度[10)]（**図2**），骨化巣の最大の厚さ，脊柱管の最大狭窄率（**図3**），骨化巣の全長（分節型，混合型ではそれぞれの長さを加算した）を求めた．両群間の平均値には対応のない t 検定を用いた．4つの術前因子が術後の脊髄除圧に及ぼす影響を知るために，2群を分けて説明するときに用いる判別分析を行った．有意水準 α はすべて5％とした．このようにして，頸椎 OPLL に対しての形態からみた後方除圧の限界について検討した．

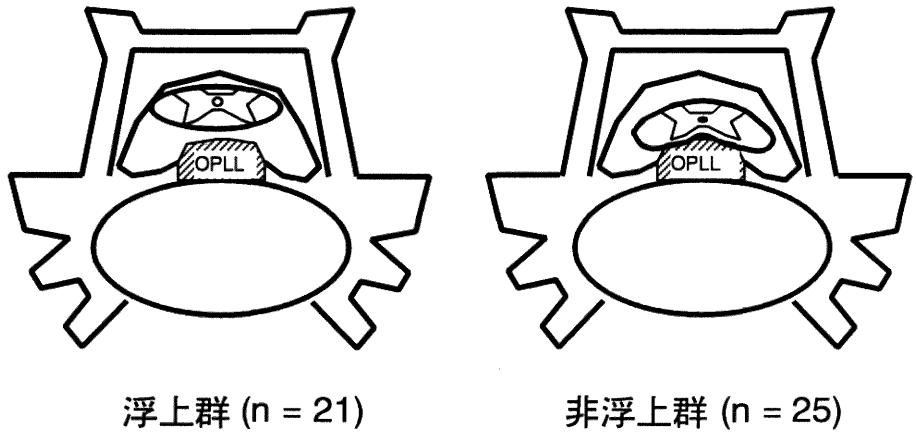


図 1　浮上群と非浮上群
調査時における脊髄と OPLL との位置関係から対象を二群に分けた.

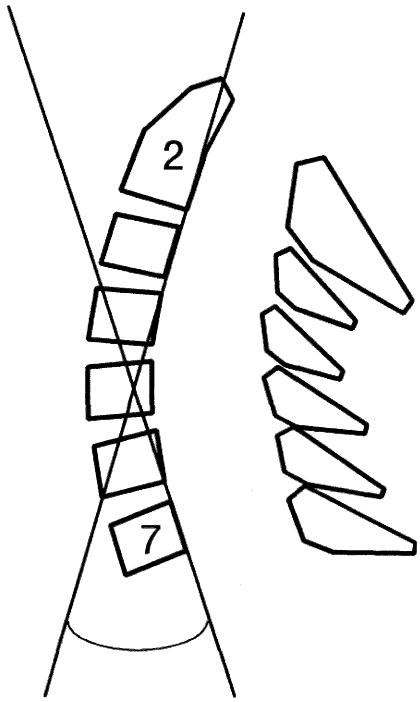
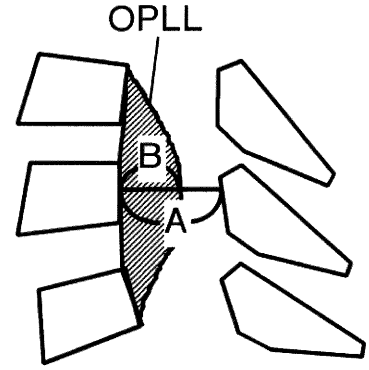


図 2　頸椎柱の前弯度（前弯は＋，後弯は－で表示）



$$\text{最大狭窄率 (\%)} = \frac{\text{B (骨化巣の最大の厚さ)}}{\text{A (脊柱管の前後径)}} \times 100$$

図 3　脊柱管の最大狭窄率（%）

結　　果

1. 術前および調査時の前弯度

術前の前弯度の平均値±標準偏差は，浮上群 18.0 ± 9.0 度，非浮上群 11.6 ± 11.4 度と，非浮上群の方が有意に小さかった（$p < 0.05$）．しかも，前弯度が10度未満の12例に限ってみると，11例（92%）は非浮上群に含まれていた（図 4 ）．

調査時の前弯度の平均値±標準偏差についても，浮上群 12.6 ± 9.6 度，非浮上群 1.9 ± 11.8 度と，両群とも術前より減少していた．やはり術前と同様に，前弯度は非浮上群の方が有意に小さかった（$p < 0.01$）．前弯度が 5 度未満の17例に限ってみると，16例（94%）は非浮上群に含まれていた（図 5 ）．

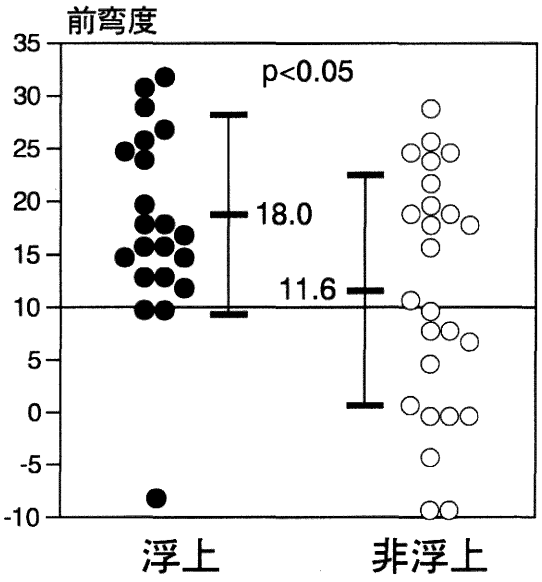


図4　術前の前弯度の比較

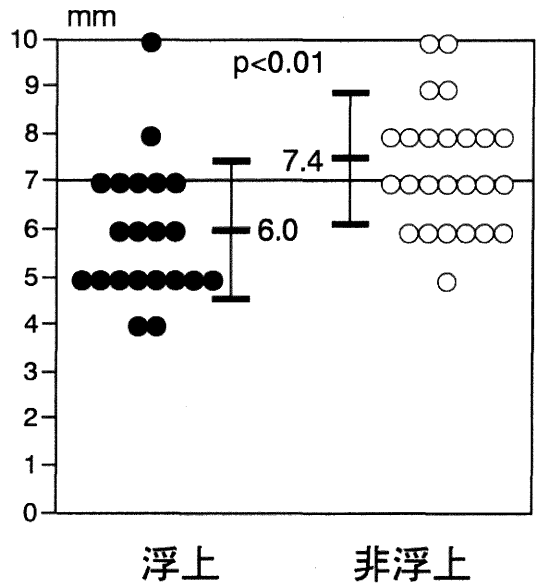


図6　術前の骨化巣の最大の厚さの比較

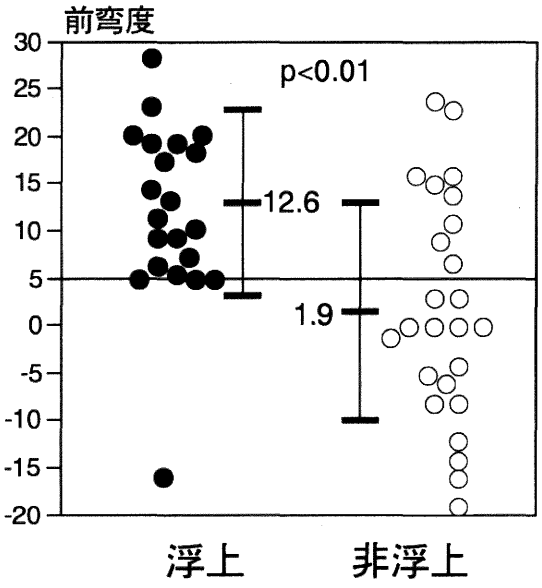


図5　調査時の前弯度の比較

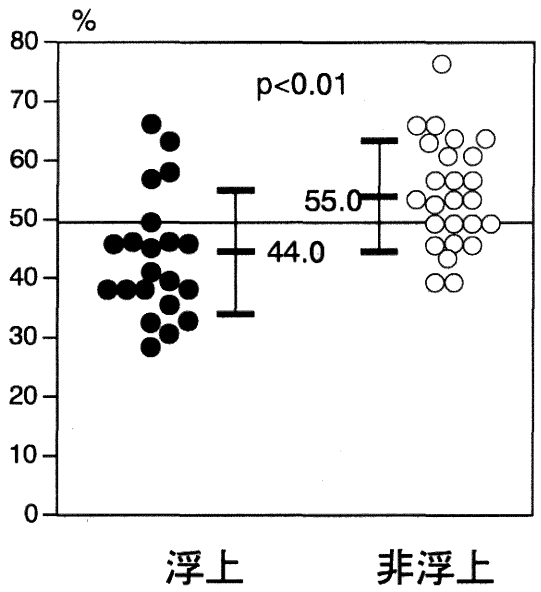


図7　術前の脊柱管の最大狭窄率の比較

2.　術前の骨化巣の最大の厚さ

術前の骨化巣の最大の厚さの平均値±標準偏差は，浮上群の6.0 ± 1.4 mm に比べて非浮上群の方が7.4 ± 1.3 mm と有意に厚かった（$p < 0.01$）．特に7 mm を超えた13例では，11例（85%）が非浮上群に入っていた（図6）．

3.　術前の脊柱管の最大狭窄率

脊柱管の最大狭窄率の平均値±標準偏差は，浮上群の44.0 ± 10.5 %に対し，非浮上群が55.0 ± 9.1 %と有意に高かった（$p < 0.01$）．狭窄率が50%を超えると，19例中15例（79%）で脊髄は浮上していなかった（図7）．

4. 術前の骨化巣の長さ

術前の骨化巣の長さの平均値±標準偏差は，浮上群の 70.7 ± 29.6 mm に比べて非浮上群が 96.3 ± 21.5 mm と有意に長かった（p< 0.05）（図 8 ）.

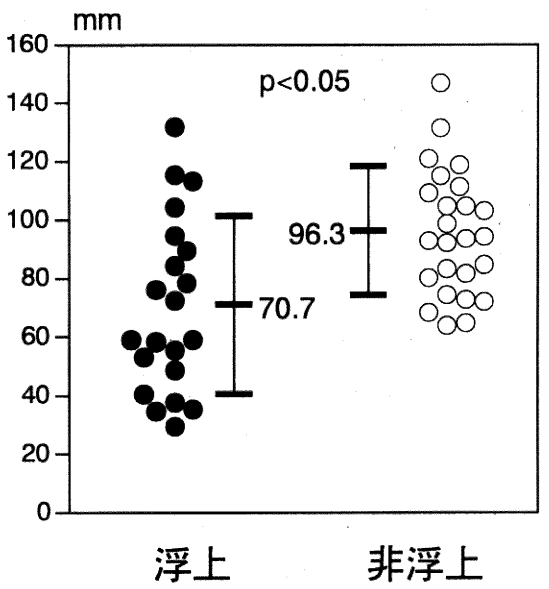


図 8　術前の骨化巣の長さの比較

5. 術前の前弯度と骨化巣の最大の厚さとの関係

術前の前弯度が10度未満，または術前の骨化巣の最大の厚さが 7 mm を超えた場合，非浮上群は21例中18例（86%）を占めていた．それを細分化すると，術前の前弯度が10度未満，かつ術前の骨化巣の最大の厚さが 7 mm を超えた場合，非浮上群は 4 例中 4 例（100 %）を占めていた．また術前の骨化巣の最大の厚さが 7 mm 以下でも，術前の前弯度が10度未満の場合，非浮上群は 8 例中 7 例（88%）を占めていた．さらに，術前の前弯度が10度以上でも，術前の骨化巣の最大の厚さが 7 mm を超えた場合，非浮上群は 9 例中 7 例（78%）を占めていた．一方，術前の前弯度が10度以上，かつ術前の骨化巣の最大の厚さが 7 mm 以下の場合，非浮上群は25例中 7 例（28%）のみであった（図 9 ）.

6. 術前の骨化巣の長さと最大の厚さとの関係

術前の骨化巣の長さと最大の厚さとの相関係数は，0.57 と有意であった（p< 0.001）．さらに回帰式は，［術前の骨化巣の長さ］＝ 13.656 ＋ 10.564 ×［術前の骨化巣の最大の厚さ］として表現された．術前の骨化巣の厚さが 7 mm を超える13例は，長さは全て80mm を超えていた（図10）.

7. 術前の骨化巣の最大の厚さと脊柱管の最大狭窄率との関係

術前の骨化巣の最大の厚さと脊柱管の最大狭窄率との

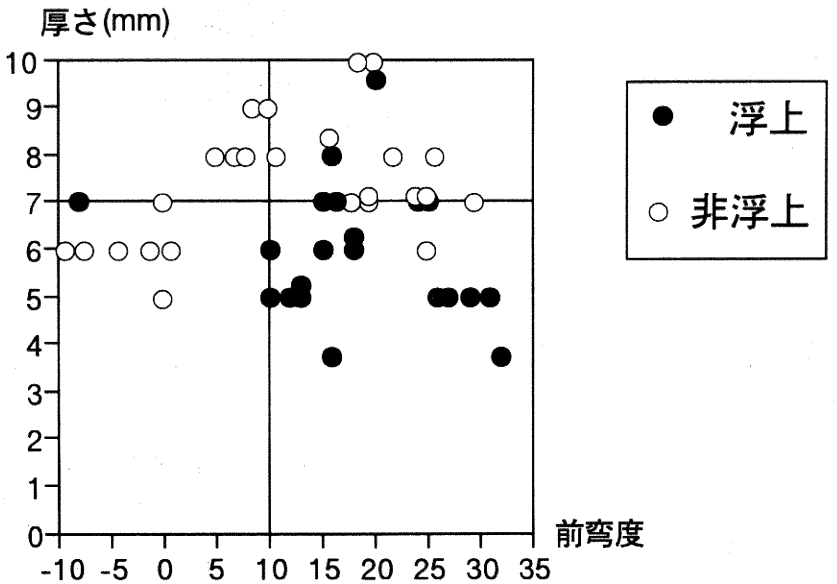


図 9　術前の前弯度と骨化巣の最大の厚さ

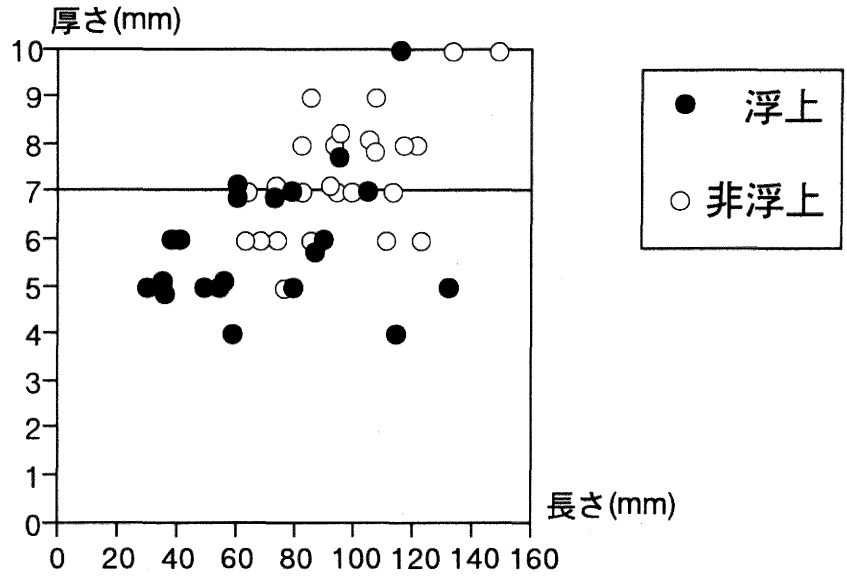


図10　術前の骨化巣の長さと最大の厚さ

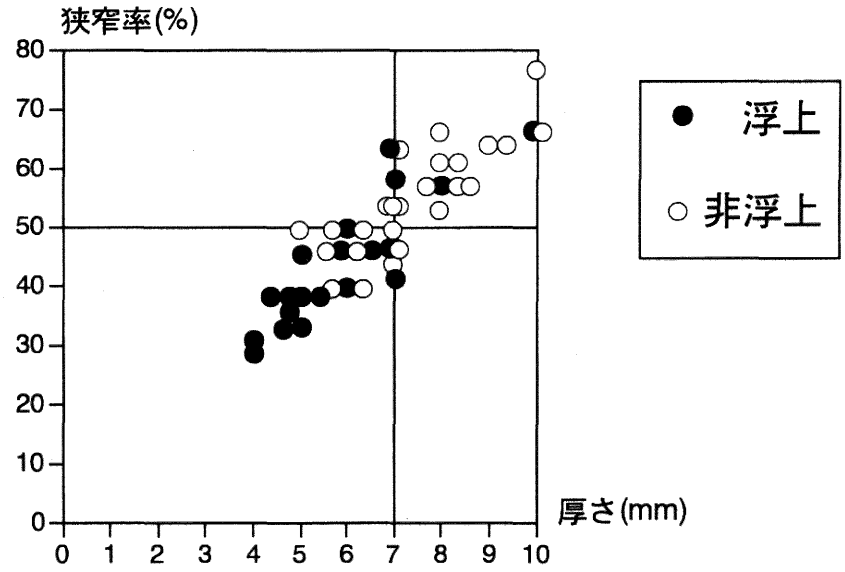


図11　術前の骨化巣の最大の厚さと脊柱管の最大狭窄率

相関係数は，0.89と有意であった（$p < 0.001$）．さらに回帰式は，［術前の脊柱管の最大狭窄率］＝6.194＋6.514×［術前の骨化巣の最大の厚さ］として表現された．術前の骨化巣の最大の厚さが7mmを超える13例は，全て狭窄率50%を超えていた（図11）．

8.　術前の前弯度と骨化巣の最大の厚さと最大狭窄率と長さが術後の脊髄除圧に及ぼす影響

判別分析を用いて，これら4つの術前因子が術後の脊髄の浮上に及ぼす影響を調べた．その結果，線形判別関数は $Z = -0.078 \times$［術前の前弯度］$+ 0.29 \times$［術前の骨化巣の最大の厚さ］$+ 0.048 \times$［術前の脊柱管の最

大狭窄率］＋0.03×［術前の骨化巣の長さ］－5.8として表現された．このとき，術前の前弯度の判別係数のみが有意であり（p＝0.04），見かけの的中率は78.3％であった．次に，術前の骨化巣の最大の厚さと脊柱管の最大狭窄率は相関係数が0.89と高いために，計測実数である骨化巣の最大の厚さを残して脊柱管の最大狭窄率を除外し，術前因子を前弯度と骨化巣の最大の厚さと長さの3つにして判別分析した．その結果，線形判別関数は，Z＝－0.084×［術前の前弯度］＋0.59×［術前の骨化巣の最大の厚さ］＋0.031×［術前の骨化巣の長さ］－5.4として表現された．このときも，術前の前弯度の判別係数のみが有意であり（p＝0.02），見かけの的中率は76.1％であった．さらに，術前の骨化巣の最大の厚さと長さは相関係数が0.57と高いために，術前因子を前弯度と骨化巣の最大の厚さの2つに限定すると，線形判別関数は，Z＝－0.075×［術前の前弯度］＋0.84×［術前の骨化巣の最大の厚さ］－4.6として表現された．この場合，術前の前弯度と骨化巣の最大の厚さの判別係数が両方がとも有意であり（それぞれ p＝0.03，p＝0.0008），見かけの的中率は73.9％であった．

9．手術時の年齢

手術時年齢の平均値±標準偏差は浮上群，非浮上群それぞれ56.5±8.9歳，53.2±8.2歳と両群間で有意な差はなかった．

考　　察

術前の前弯度は，浮上群に比べ非浮上群の方が有意に小さかった（p＜0.05）．しかも，前弯が10度未満の12例中11例（92％）は非浮上群に含まれたので，前弯10度は完全な後方除圧を試みる上でのひとつの限界点と思われた（**図4**）．

一方，術前の骨化巣の最大の厚さは，浮上群に比べて非浮上群の方が有意に厚かった（p＜0.01）．特に7mmを超えた13例のうち11例（85％）が非浮上群であった．従って骨化巣の厚さ7mmは後方除圧で脊髄が形態上浮上し得る限界と思われた（**図6**）．

脊柱管の最大狭窄率は，浮上群に対し非浮上群が有意に高かった（p＜0.01）．そして，狭窄率が50％を越えると，19例中15例（79％）で脊髄は浮上していなかった（**図7**）．従って狭窄率50％は後方除圧で脊髄が形態上浮上し得る限界と思われた．術前の骨化巣の最大の厚さと脊柱管の最大狭窄率は，相関係数が0.89と有意であり（p＜0.001），しかも術前の骨化巣の最大の厚さが7mmを超える13例は，全て狭窄率50％を超えていた（**図11**）．従って，術前の脊柱管最大狭窄率が50％を超えることは，骨化巣の最大の厚さが7mmを超えることと同義と考えられた．

一方，術前の骨化巣の長さは，浮上群に比べて非浮上群が有意に長かった（p＜0.05）．しかし，骨化巣が長くとも浮上している症例が少なからず存在し，骨化巣が長いために脊髄が骨化巣から浮上できないということはなく，後方除圧の限界と言える数値は見あたらなかった（**図8**）．

術前の前弯度と骨化巣の最大の厚さとの関係は，術前の前弯度が10度未満，または術前の骨化巣の最大の厚さが7mmを超えた場合，非浮上群は21例中18例（86％）を占めていた（**図9**）．厚さが7mmで前弯度が－8度であるにもかかわらず浮上している例があったが，これは術後に著明な脊髄萎縮が残り，後弯であるにもかかわらず骨化巣との距離が保たれていたものであった．また骨化巣の厚さが8mmや10mmあっても浮上していた2例は，術前の前弯度がそれぞれ16度，20度であり，術後も10度，21度と良好に保たれていた．

術前の骨化巣の長さと最大の厚さとの関係は，相関係数が0.57と有意であった（p＜0.001）．術前の骨化巣の厚さが7mmを超える13例は，長さは全て80mmを超えていた（**図10**）．術前の骨化巣の厚さが5mmや6mmであっても浮上していないものが7例あったが，これは前弯度が術前25度から－9度（平均0.6度），術後も0度から－16度（平均－3.7度）と小さかったためと思われた．

4つの術前因子が術後の脊髄の浮上に及ぼす影響を知るために判別分析を行うと，術前因子が4つすべてあるいは脊柱管の最大狭窄率を除いた3つの場合は，前弯度の判別係数しか有意にならなかった．しかし，術前因子を前弯度と骨化巣の最大の厚さの2つに限定すると，両者の判別係数がともに有意となり（それぞれ p＝0.03，p＝0.0008），しかも見かけの的中率は73.9％と良好であった．従って，この点からも術後の脊髄浮上を左右する術前因子として，前弯度と骨化巣の最大の厚さが重要であることが判明した．

頸椎OPLLに対する手術療法について，前方法あるいは後方法のどちらが良いのか議論の余地が依然として残されている[1)－7)]．しかし，本研究結果から，前弯10度未満，あるいは最大骨化部の厚さ7mmを超える場合には，形態学的に後方というよりは前方法を選択すべきである（**図9**）．脊髄の機能は，脊髄の形態だけでなく，髄内の質的変化を反映していることは言うまでもな

い．しかし，手術的治療は脊髄の形態を修復することが主眼であり，質的変化自体を直接治療することは現在のところ不可能である．従って，除圧を完成させることは手術的治療が本来目指すところであり，今回の結果から術前の段階で除圧効果を予想するために前弯度と最大骨化部の厚さに注目することは，非常に重要である．

謝　辞

稿を終えるにあたり，御指導御校閲を賜りました新潟大学医学部整形外科学教室　高橋栄明教授および本間隆夫講師，そして新潟大学医学部衛生学教室遠藤和男助教授に深謝いたします．

参　考　文　献

1) **Banerji, D., Acharya, R., Behari, S., Chhabra, D.K. and Jain, V.K.**: Corpectomy for multilevel cervical spondylosis and ossification of the posterior longitudinal ligament. Neurosurg. Rev., **20**: 25～31, 1997.

2) **Epstein, N.E.**: The surgical management of ossification of the posterior longitudinal ligament in 43 north americans. Spine, **19**: 664～672, 1994.

3) **Harsh, G.R. 4th, Sypert, G.W., Weinstein, P.R., Ross, D.A. and Wilson, C.B.**: Cervical spine stenosis secondary to ossification of the posterior longitudinal ligament. J. Neurosurg., **67**: 349～357, 1987.

4) **山浦伊裟吉，磯部　饒，藤井紘三，斉藤　俊，上小鶴正弘，四宮謙一，古屋光太郎**: 頸椎後縦靭帯骨化症における観血的治療の検討－前方除圧術を中心として－．整形外科，**27**: 87～95, 1976.

5) **平林　洌，里見和彦，若野紘一，鈴木信正**: 後縦靭帯骨化症および頸部脊椎症に対する前方侵襲法－亜全摘法について－．臨整外，**18**: 1085～1096, 1983.

6) **片岡　治**: OPLL に対する前方または後方除圧術の適応範囲．整形外科，**30**: 50～52, 1979.

7) **宮崎和躬**：頸椎後縦靭帯骨化症，頚部脊椎骨軟骨症および頚部脊椎管狭窄症に対する後方侵襲法－Extensive (wide) laminectomy－について．臨整外，**18**: 655～663, 1983.

8) **山崎昭義，本間隆夫，内山政二，勝見　裕，奥村　博**: 頚椎 OPLL 後方除圧後の脊髄後方移動．厚生省特定疾患脊柱靭帯骨化症調査研究班平成4年度研究報告書: 118～121, 1993.

9) **黒川高秀，津山直一，田中弘美，小林正之，町田秀人，中村耕三，飯塚　正，星野雄一**: 棘突起縦割法頸椎脊柱管拡大術．別冊整形外科，**2**: 234～240, 1982.

10) **Katsumi, S., Honma T. and Nakamura T.**: Analysis of cervical instability resulting from laminectomies for removal of spinal cord tumor. Spine, **14**: 1171～1176, 1989.

（平成11年1月12日受付）