

扁平化や変形を呈しているものを脊髄圧迫有りとした。画像所見の観察は3人の検者が独立して行い、結果が異なる場合は2人が一致したものを有効とした。

C. 研究結果

21例で頸髄症を呈していた。そのレベルはC4が4例、C5が8例、C6が5例、C7が3例、C8が1例であった。胸髄症を認めた患者が1例いた。8例の患者は神経症状を認めなかった。単純X線像による頸椎OPLLのタイプは連続型6例、混合型14例、分節型8例、その他型2例であった。3D-CT像によるOPLLの骨化巣は平坦型4例、不整型16例、限局型10例であった。これら頸椎単純X線像と3D-CT像を比較したところ、3D-CT像で平坦型に分類されたもの全ては単純X線像では連続型に分類された。また3D-CT像で限局型の全てが単純X線像で分節型に分類された。一方、3D-CT像で不整型と評価したうち2例が単純X線像で連続型に、16例が混合型に分類された。3D-CT像によるOPLLの骨化巣とMRIによる脊髄圧迫の関連の検討では、骨化途絶部位の辺縁でMRI上の脊髄圧迫を認める例が24例存在した。その他の6例では、骨化中央の最も盛り上がった部位で脊髄圧迫が起っていた。16例に頸椎および上位胸椎の手術を要した。その内訳は、頸椎椎弓形成術11例、胸椎椎弓切除術3例、頸椎-胸椎椎弓形成術2例であった。

【症例】48歳男性。術前の頸椎単純側面像(図1-A)、MRI(図1-B)、T2尖状断像および3D-CT像(図1-C)。頸椎単純側面像ではC4-6の混合型のOPLLを認めた。MRIではC4-5レベルに脊髄圧迫を認めた。3D-CT像では脊髄圧迫があるC4-5レベルはOPLLが途切れており、OPLL辺縁で脊髄圧迫が生じているものと判断された。本患者はC6レベルの頸髄症を呈しており、C3-7椎弓形成術を施行した。

D. 考察

Multidetector CTは時間分解能、空間分解

能が高く、短時間で広範囲の撮影が可能である。そのため患者の負担が少なく、広範囲に詳細な骨化形態の評価を行うことができる。現在OPLLの骨化巣の分類は、単純X線側面像による評価が用いられている。しかし、単純X線側面像では微小な骨化巣が把握しにくいだけでなく、椎間関節と病変が重なる場合や、変性側弯を合併している場合に骨化形態を把握するのが困難である。今回の結果から3D-CT像はOPLLの骨化形態を把握する上で単純X線像では捉えられない詳細な情報をもたらすことが可能であり、有用な検査法になり得ると考えられた。さらに3D-CT像とMRI像を組み合わせた検討から、OPLLにおける脊髄の圧迫は、80%で骨化の辺縁で起っていることが分かった。このことはOPLLにおける脊髄症の発症に重要な示唆を与える可能性があり、治療を考える上でも重要な治験と考えられた。

E. 結論

3D-CT像とMRI像を組み合わせた検討から、OPLLにおける脊髄の圧迫は、80%で骨化の辺縁で起っていた。以上よりOPLLにおける脊髄症の発症は骨化辺縁による脊髄圧迫が主たる要因である可能性があり、このことは治療を考える上でも重要な治験と考えられた。

F. 研究発表

論文発表

1. Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishihara H, Nakamura H, Sugimori K, Tsuji H, Kimura T: Progression of ossification of the posterior longitudinal ligament following cervical laminoplasty. *J Bone Joint Surg* 2001;83-A:1798-802.
2. Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishihara H, Ohmori K, Nakamura H, Kimura T: Minimal 10-year followup after en bloc cervical laminoplasty. *Clin Orthop* 2003;411:129-39.
3. 川口善治, 金森昌彦, 石原裕和, 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巣の推移と臨床症状との関連. 別冊整形外科 45:192-196, 2004.

4. Hori T, Kawaguchi Y, Kimura T. How does the ossification area of the posterior longitudinal ligament progress after cervical laminoplasty? Spine 2006;31:2807-12

5. Kawaguchi Y, Seki S, Hori T, Kimura T. Characteristics of ossified lesions in the upper cervical spine associated with ossification of the posterior longitudinal ligament of the lower cervical spine. J Bone Joint Surg Am 2008; 90:748-53.

6. 堀 岳史、川口善治、木村友厚: 頸椎後縦靭帯骨化症の骨化巣は頸椎椎弓形成術後にどのように伸展するか? 整形外科 59: 555-559、2008

学会発表

1. 堀 岳史、川口善治、金森昌彦、石原裕和、安田剛敏、阿部由美子、木村友厚: 頸椎椎弓形成術後に OPLL の骨化巣はどのように伸展するか? 第 34 回日本脊椎脊髄病学会、平成 17 年 6 月、仙台.

2. Hori T, Kawaguchi Y, Kimura T: How does the ossification area of the posterior longitudinal ligament progress after cervical laminoplasty? 33th Cervical Spine Research Society. 2005, 11, San Diego. (2nd Clinical Award)

3. 堀 岳史、川口善治、金森昌彦、石原裕和、安田剛敏、阿部由美子、野上重治、木村友厚: 頸椎椎弓形成術後に OPLL の骨化巣はどのように伸展するか? 第 2 報. 第 35 回日本脊椎脊髄病学会、平成 17 年 4 月、東京.

4. 川口善治、堀 岳史、金森昌彦、石原裕和、安田剛敏、阿部由美子、野上重治、関 庄二、木村友厚: 頸椎後縦靭帯骨化症 (OPLL) に対する後方手術の選択根拠. 第 35 回日本脊椎脊髄病学会、平成 17 年 4 月、

東京.

5. Kawaguchi Y, et. al: Ossified lesions in the spinal canal at the upper cervical spine behind the dens. Spineweek, May, 2008, Geneva

6. 川口善治、他: 三次元 CT を用いた頸椎後縦靭帯骨化症の骨化形態についての検討、脊髄脊椎病学会、5 月、東京

7. Kawaguchi Y, et. al: Characteristics of ossified lesions in the upper cervical spine associated with ossification of the posterior longitudinal ligament of the lower cervical spine. 日本整形外科学会総会、札幌

8. 川口善治、他: 三次元 CT を用いた頸椎後縦靭帯骨化症の骨化形態についての検討 中部日本整形災害外科、10 月、金沢

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

本研究においては予定なし。

後縦靭帯骨化症に伴った骨傷のない頸髄損傷に関する研究

研究分担者 持田 讓治 東海大学医学部外科学系整形外科教授

研究要旨 外傷を契機に発症した後縦靭帯骨化症の手術症例の術後成績は不良であった。

A. 研究目的

当院では、頸椎後縦靭帯骨化症（OPLL）に対する後方法の術式として、拡大椎弓の戻りに工夫を加えた片開き法による椎弓形成術（m-ELAP）を施行している。今回頸椎 OPLL に対し m-ELAP を行い、術後 1 年以上経過観察した症例に対し、発症誘引の相違による術後成績について検討したので報告する。

B. 研究方法

頸椎 OPLL に対して m-ELAP を行い、術後 1 年以上経過観察しえた 60 例を調査対象とした。軽微な外傷を契機に発症した 7 例（外傷群）および明らかな誘引なく緩徐に発症した 53 例（非外傷群）について検討した。男性 47 例、女性 13 例、手術時平均年齢は 60.9 歳であった。術後平均経過観察期間 2 年 9 ヶ月であった。これらの症例の種々の画像評価と術後改善率との関連性について検討した。

C. 研究結果

JOA score は、外傷群で術前 7.9 ± 1.7 点、最終調査時 11.5 ± 2.8 点（改善率平均 38.3 ± 点）で、非外傷群では術前 10.0 ± 2.3 点、最終調査時 13.8 ± 2.2 点（再悪化例 3 例あり）（改善率平均 50.5 点）であった。骨化型および骨化占拠率は、両群間に差はなかった。頸椎アライメントの変化は、術後前弯型を呈していたのは外傷群で 2 例、非外傷群で 18 例、術後に直線型を呈していたのは外傷群で 5 例、非外傷群で 31 例であった。また術後後弯型は非外傷群で 4 例認めた。外傷群、非外傷群ともに術後のアライメントが前弯型を示す症例については改善率が高かった。術後のアライメントが保てず直

線型や後弯型を呈する症例では改善率が低い傾向にあった。術後骨化巣の進展・増大は、外傷群では進展・増大あり 5 例、なし 2 例で、非外傷群ではそれぞれ 19 例、34 例であり、外傷群で骨化巣の進展、厚さ増大を認める傾向にあり、それらの症例は改善率が低かった。術前 MRI T2 強調画像矢状面での脊髄内輝度変化は、外傷群は全例に輝度変化を認め、非外傷群は輝度変化あり 21 例、なし 32 例であった。非外傷群では骨化最大部に輝度変化を認めた症例が多かったのに対し、外傷群では 6 例で骨化途絶部や C3/4 レベルで輝度変化を認めており、非外傷群とは異なる病態を呈していた。また非外傷群では脊髄に輝度変化を認める症例は改善率が有意に低かった。以上の結果より外傷群で術後成績が乏しく、また非外傷群でも術前に輝度変化を示した 15 例で術後成績が悪く、それらはくちばし状の骨化や黄色靭帯の肥厚など後方要素の脊髄への圧排が認められ、これらの要因が成績不良因子としての影響が大きいと考えられた。

D. 考察

今回の検討にて、頸椎 OPLL に対する m-ELAP は比較的良好な成績が得られ、とくに術後のアライメントが前弯位に保持された症例でその傾向が強かった。しかし軽微な外傷であっても、それが発症のトリガーとなっている場合には術後成績が不良であった。また、くちばし状などの形状で骨化が局限しており、MRIT2 強調画像により脊髄内に輝度変化を認める症例が術後成績不良であることが示された。後方法の別の問題点として長期的な経過観察での再悪化があるが、本検討でも再悪化例 3 例認め、2 例で前方

手術を要した。その2例は混合型で骨化占拠率は50%未満ではあるが、1椎間のみ骨化の性状がbeak状であった。広範な骨化を認めても骨化の性状がbeak状を呈しているような症例は、前方手術も考慮する必要性があると思われた。

E. 結論

外傷を契機に発症した頸椎 OPLL 症例の手術成績は不良であった。

F. 研究発表

準備中

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

重度頸椎後縦靭帯骨化症における前方除圧固定術の周術期合併症とその対策

研究分担者 谷口慎一郎、谷俊一 高知大学医学部整形外科

研究要旨 頸椎後縦靭帯骨化症に対する前方除圧固定術の周術期合併症を調査し、骨化巣占拠率<50%の軽度OPLL群と \geq 50%の重度OPLL群に分けて検討した。重度OPLL群は手術椎間数、手術時間、出血量が軽度OPLL群に比べ有意に大きく、周術期合併症も有意に多かった。特に、術後髄液漏と移植骨に関わる合併症の頻度が高く解決されるべき課題と考えられた。術後髄液漏に関しては、重度OPLL症例では術前にspinal drainageチューブを留置することが術後管理に有効と考えられたが、移植骨に関わる合併症予防の有効手段といえるものはなく今後の内固定方法の更なる改良・開発が望まれる。

A. 研究目的

一般に後縦靭帯骨化症(OPLL)に対する前方除圧固定術は周術期合併症が多いとされており、本術式の選択は回避される傾向にある。しかし、骨化巣の占拠率が50~60%以上の重度頸椎OPLL症例では、後方法を選択した症例の改善率が悪く周術期合併症が少なくないことを経験している。私たちの施設では1991年以降は骨化占拠率が大きい頸椎OPLL症例で除圧が必要な症例では頸椎前方除圧固定術を選択しており、顕微鏡の使用や術後管理の工夫など合併症に対する対策を講じ周術期合併症を少なくするよう試行錯誤を重ねている。本研究の目的は、重度頸椎OPLLにおける前方除圧固定術の周術期合併症について調査し、その対策について検討することである。

B. 研究方法

対象は1991年以降、頸椎OPLLに対して前方除圧固定術を施行した44症例である。手術時年齢は平均62.3歳(36~

84歳)、術後経過観察期間は平均3年5ヶ月(最長12年)であった。検討項目は、手術椎間数、CTあるいはMRI水平断像から計測した骨化巣占拠率、手術時間、出血量、周術期合併症、などであり、骨化巣占拠率が50%を境として軽度OPLL群(占拠率<50%)と重度OPLL群(占拠率 \geq 50%)の2群にわけ比較した。比較した項目は、JOA score(術前後、改善率)、手術椎間数、手術時間、出血量、周術期合併症(全体)の有無、術後ICU管理の有無、術後髄液漏の有無、移植骨脱転の有無、である。

C. 研究結果

骨化巣占拠率は平均56.3%(33.7~88.4%)であり、占拠率<50%の軽度OPLL群は14例、占拠率 \geq 50%の重度OPLL群は30例であった。手術時間および術中出血量は平均409分、475.5ccであり、1椎間あたりに換算すると211分、211.7ccであった。

単椎間前方除圧固定例9例以外の35例

では椎体亜全摘術が施行されており1椎体亜全摘 21例、2椎体亜全摘 13例、1椎体亜全摘+隣接椎間除圧固定例 1例であった。採骨部に腸骨スぺーサーが使用されていたのは44例中28例であった。44例14例にプレート固定を併用しており、その内訳は1椎体亜全摘例22例中8例(36.4%)、2椎体亜全摘例13例中6例(46.2%)であった。

周術期合併症は44例中17例(38.6%)、合併症が複数生じた症例もあるため周術期合併症ののべ総数は26例であった。

表 術後周術期合併症

術式に関連するもの

下肢症状の悪化(一過性)	1例
嘔声(一過性)	2例
採骨部骨折	2例
移植骨の移動、脱転	6例
髄液漏	8例

術式に関連しないもの

胸水	1例
12指腸潰瘍	1例
DVT	1例
術後尿路感染	1例
せんもう	3例

術式に関連する周術期合併症は19例(43.2%)に生じていた。術後下肢症状の悪化(筋力低下)が1例にみられたが、一過性であり、術後1年の時点で術前の状態より改善していた。嘔声は2例に認められたが、一過性であり2例とも経過とともに消失していた。術後採骨部の骨折は2例(4.5%)で生じ骨折後に腸骨スぺーサー一抜去したが、この2例は腸骨スぺーサー使用例であったことから、以後は腸骨スぺ

ーサーを使用しないようにしている。移植骨の移動や脱転は5例(11.4%;1椎体亜全摘3例、2椎体亜全摘2例)で生じていたが、2例(1椎体亜全摘2例、1椎体亜全摘1例)はプレートを使用していたにもかかわらず移植骨の移動・脱転が生じていた。術後髄液漏は7例(15.9%)で生じていた。

術式に関連しない周術期合併症は7例(15.9%)に生じていた。内訳は、胸水1例、せんもう3例、12指腸潰瘍1例、DVT1例、術後尿路感染1例であった。

軽度 OPLL 群と重度 OPLL 群の2群に分けて検討すると(以下、軽度 vs 重度)、手術椎間数(1.7椎間 vs 2.3椎間)、手術時間(326分 vs 448分)、出血量(326cc vs 448cc)(Mann-Whitney U-test, $p < 0.05$)、周術期合併症(全体)の有無(2例 vs 16例)、術後髄液漏の有無(0例 vs 8例)、術後 ICU 管理の有無(3例 vs 20例)(χ^2 -test, $p < 0.05$)の項目で統計学的に有意な差が認められた。

B. 考察

OPLL に対する前方除圧固定術の周術期合併症は44例中19例(43.2%)に認め、特に骨化巣占拠率が50%以上の重度 OPLL 症例でその頻度が高かった。術式に関連する合併症の中で、術後下肢麻痺を生じた症例は1例のみであった。術後神経障害の発生は必ず回避すべき合併症の一つであるが、その発生が1例にとどまり一過性で神経障害の回復が得られていた。我々は骨化巣の削掘の際には必ず顕微鏡下に行い、脊髄を直接圧迫しないよう細心の注意を払っており、また、脊髄モニタリングを行っていることが永久的な脊髄障害の発生を未然に防ぐことに有効であったと考えている。また、手術時間が長時間になった場合には

気管周囲の浮腫や血腫などによる気道閉塞が懸念されるため、術後 ICU 管理とし麻酔医の協力の下に気道内圧をモニターしながら手術翌日に抜管の時期を決めていることが呼吸器関連合併症の発生が少なかったものと考えている。

今回の調査で、OPLL 症例に対する前方除圧固定術の周術期合併症のなかで、術後髄液漏（8例）と移植骨に関する合併症（採骨部骨折2例、移植骨の移動や脱転5例）が多く解決されるべき課題であると考えられた。術後髄液漏に関しては、1991年以降の症例の中で術後髄液漏を合併した最初の2例では再手術のうえ髄液漏出部へフィブリン糊で閉鎖するなどの処置を行ったものの治癒には3～4週間の安静臥床を余儀なくされた反省から、以後 spinal drainage を導入した。導入当初は術後髄液漏を合併した症例に spinal drainage を行っていたがドレナージチューブ留置の際に dry tap であることが多くチューブがくも膜下腔に留置されているかどうか判断に苦慮することも多かった。また、軽度 OPLL 群では術後髄液漏の合併を経験していなかったことから、骨化巣占拠率 $\geq 50\%$ の重度 OPLL 症例に対して前方除圧固定術を施行する場合には、麻酔導入後執刀前に spinal drainage チューブを留置し手術中はチューブをクランプして閉鎖したままとし、術後髄液漏を合併していないことが確認された場合には抜去するよう対処している。移植骨の移動や脱転に関しては、移植母床形成の工夫やプレート固定などの対処を行ってきたが合併症予防の有効手段とはいえない。我々は術後外固定に SOMI 型装具を使用しているが、Halo vest の導入なども1つの改善点と考えている。ただ、Halo vest の装着は術後活動性が妨げられることが問題であり、内固定方法の更なる改良・開発

が望まれる。

D. 結論

OPLL に対する前方除圧固定術の周術期合併症は少なくないが、顕微鏡下に慎重に除圧を行えば良好な手術成績が得られ、術後 ICU 管理、spinal drainage などの対策を講じることは術後管理の一助となった。

E. 研究発表

1. 論文発表

(1) より安全な脊椎脊髄手術を目指した経頭蓋電気刺激 脊髄記録モニタリング法の検討. 田所伸朗, 池本竜則, 坪屋英志, 谷口慎一郎, 谷俊一, 牛田享宏. 西日本脊椎研究会誌 34 巻 2 号, 134-138, 2008.

(2) 圧迫性頸髄症における脊髄下行路の機能診断 下行性脊髄誘発電位の波形解析. 池本竜則, 谷俊一, 谷口慎一郎, 牛田享宏, 井上真輔. 脊髄機能診断学 29 巻 1 号, 58-63, 2008.

2. 学会発表

(1) 頸椎後縦靭帯骨化症(OPLL)に対する前方除圧固定術の手術成績に影響する因子の検討. 谷口慎一郎, 谷俊一, 石田健司, 牛田享宏, 井上真輔, 池本竜則. 日本整形外科学会雑誌 82 巻 2 号, S335, 2008.

(2) 高齢者の胸椎部圧迫性脊髄症における経皮的脊髄誘発電位による術前障害高位診断の試み. 永野靖典, 池本竜則, 谷口慎一郎, 田所伸朗, 谷俊一. 日本脊椎脊髄病学会雑誌 19 巻 2 号, 254, 2008.

F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

低侵襲胸椎前方手術に関する研究

分担研究者 清水克時 岐阜大学整形外科教授

研究協力者 細江英夫 岐阜大学整形外科講師

研究要旨 胸椎前方病変（OPLL、ヘルニアなど）に対する手術的治療に関しては様々な意見がある。後弯というアライメントのため後方からの除圧術は、効果に限界があったり症状が悪化したりする場合もある。直接前方から除圧する胸骨縦割法や開胸法などは、術後に強い疼痛、呼吸機能障害、肩関節障害などが生じることがあり侵襲は大きい。また後方から前方除圧する方法は、除圧操作、硬膜外出血の処置、髄液流出の処置などが難しく確実性・安全性に問題がある。限局した胸椎前方病変に対する顕微鏡を使用した小皮切による胸椎前方手術は、術後疼痛が少なく早期離床が可能で、呼吸機能や肩関節機能への影響が少ない

A. 研究目的

胸椎前方病変（OPLL、ヘルニアなど）に対する手術的治療には様々な意見がある。

限局した胸椎前方病変に対する顕微鏡を使用した小皮切（8 cm未満）で行う胸椎前方手術（主にMINI-TTA開創器使用）について、16例の経験からその長所、短所を報告する。

B. 研究方法

症例は、OPLL 6例、ヘルニア 6例、外傷 4例（椎間肋骨移植）で、平均年齢はそれぞれ 65.2歳、57.3歳、35.5歳（全体で 54.8歳）、男性 11例、女性 5例であった。罹患高位は、T2/3 から T12/L1 までで、OPLL は上中位胸椎、ヘルニアは中下位胸椎、外傷は下位胸椎であった。1椎間が 10例、2椎間が 6例、右進入が 9例、左進入が 7例であった。開胸が 14例で、非開胸 2例は小皮切での 12肋骨進入法であった。骨移植したものが 9例であった。手術時間、出血量、CRP、離床までの期間、呼吸機能を検討

した。通常の開胸手術、側弯症前方手術の結果と比較した。

C. 研究結果

平均手術時間は、OPLL で 266±46分、ヘルニアで 235±55分、外傷で 164±13分（全体で 229±60分）であった。平均出血量は、それぞれ 177±106ml、168±137ml、185±157ml（全体で 176±132ml）であった。除圧椎間は、平均 1.4椎間（1椎間 10例、2椎間 6例）であった。侵襲はそれほど大きくはないが、椎間あたりの手術時間は、167分で、除圧手技が難しいため通常の開胸手術 130分、側弯症前方手術 84分より長かった。

術後の CRP は、1週で 1.96、2週で 0.53と側弯症前方手術の 3.42、1.10と比較して低値であった。術後疼痛も少なく、離床時期も 4.4日と通常の開胸術の 6.7日、側弯症前方手術の 8.4日と比べて早かった。側弯症前方手術では、術後早期で拘束性障害（%VC：80%未満）は必発であったが、

小開胸手術では、呼吸機能は正常範囲内で影響は少なかった。肩関節挙上障害も生じなかった。

D. 考察

胸椎前方病変に対する後方除圧は、後弯であるため除圧効果に限界があり、除圧後に後弯が増強し症状悪化の危険すらある¹⁾。また、後方からの前方除圧は、偏在する soft disc には有効であるが²⁾、硬膜骨化を伴う OPLL、石灰化した固い椎間板ヘルニアなどの場合には、手技が難しくなり不十分な除圧や神経合併症のリスクが上がる。われわれは頸椎と同様に胸椎前方病変も前方から直接除圧することが有効性・安全性に優れていると考え、胸鎖関節切除、胸骨縦割、開胸を高位により使い分けてきた³⁾。しかし、胸骨縦割や開胸などの胸椎前方手術は、皮切が大きい割には思ったほど広い視野が得られない、術後の強い疼痛、呼吸機能障害、肩関節挙上障害など問題も少なくなかった。

この病態に対し、様々な手術の試みがなされている。まず、後方から脊椎インストゥルメンテーションで固定し後方除圧する方法が注目されている。慣れたアプローチで前方病変に直接手を加えないため、安全性は高いとされる。しかし、有効性に疑問が残り、また決して低侵襲とは言えず、感染やインプラントに関する合併症のリスクはむしろ上がる。次に、上位胸椎病変に対して、胸骨の位置や頸胸移行部のアライメントにより、胸骨縦割や開胸ではなく通常の頸椎前方進入法で到達可能であるという報告があり、頸椎前方手技になれた術者には選択肢が増えた。そして Mayer は、直接

除圧の低侵襲手術として、顕微鏡を使用する胸椎の小開胸法 (MINI-TTA) を考案した⁴⁾。

この方法の長所として、①顕微鏡を使用 (明るく鮮明な視野、立体視が可能) する前方除圧であるため、この繊細で難しい除圧に有利、②小さな経路で行う手術であるため、椎体・椎間板の多くが残せ、基本的に固定や骨移植が不要である、③創が小さいため、通常の開胸法に比較し疼痛が少ない、早期離床、呼吸機能や肩関節への影響が少ない、などが挙げられる。短所は、胸郭外からの遠隔操作であるため手術器具は長くなり、器具先端はぶれやすく、微小血管縫合の様に繊細な動きが要求される。

この手術のポイントは、難しい除圧操作である。頸椎 OPLL 前方摘出で、骨化巣の3次元的把握、均等に薄くする操作、小片に分断する操作、硬膜外出血に対する操作、髄液流出に対する操作などに慣れておくことは必須である。

手術適応は、3 椎間以下の胸椎前方病変で胸腔内癒着が重度でない症例としている。

E. 結論

小皮切による胸椎前方手術は、術後疼痛が少なく、早期離床が可能で、呼吸機能や肩関節機能への影響が少ない。

参考文献

- 1) Hioki A, Miyamoto K, Hosoe H, et al : Two-staged decompression for thoracic paraparesis due to the combined ossification of the posterior longitudinal ligament and the ligamentum flavum: a case report. Arch Orthop Trauma

Surg 128:175-177, 2008.

2) Isaacs RE, Podichetty VK, Sandhu F A, et al : Thoracic microendoscopic discectomy: a human cadaver study. Spine 30:1226-1231, 2005.

3) 細江英夫, 清水克時, 鈴木直樹, 他 : 上位胸椎に対する前方進入法. 臨整外 41:3 67-373, 2006.

4) Mayer HM : Microsurgical anterior approach to T5-T10(MIni-TTA). In: Minimally Invasive Spine Surgery, 2nd ed, ed. by H M Mayer, Springer, Berlin, 129-137, 2006.

F. 研究発表

1.論文発表

細江英夫, 清水克時, 宮本 敬ら
小皮切による胸椎前方手術. 脊椎・脊髄神経手術手技. 投稿中.

2.学会発表

細江英夫, 清水克時, 宮本 敬ら
小皮切による胸椎前方手術. 第 15 回脊椎・脊髄神経手術手技研究会
2008.9.19-20 大津

G. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む.)

1.特許取得

なし

2.実用新案登録

なし

3.その他

なし

頸椎椎弓形成術における軸椎下深層伸筋温存の意義に関する研究

研究分担者 吉川 秀樹 大阪大学整形外科教授

研究要旨 頸椎椎弓形成術における軸椎下深層伸筋温存の意義を検討すべく、蝶番側深層伸筋温存群と両側深層伸筋剥離群の軸性疼痛やX線学的変化を調査した。両群とも頸椎前彎の減少は軽度で、軸性疼痛の発生頻度もともに11%と低く、軸椎下深層伸筋の剥離側と疼痛の局在に関連はなかった。これらの結果は軸椎下深層伸筋の温存よりもC2, C7棘突起付着筋の温存が軸性疼痛や後彎変形の予防において重要であることを示唆しているものと考えられた。

A. 研究目的

圧迫性頸髄症に対する椎弓形成術は比較的合併症の少ない優れた術式であるが、克服すべき術後問題点として後彎変形に代表されるX線学的変化、軸性疼痛、上肢麻痺などがある。このうち軸性疼痛に関してはC7棘突起付着筋の温存によりその頻度が激減することを我々は報告してきた。また、前彎の維持に関してはC2棘突起付着筋の温存が有効との報告が多い。一方、軸性疼痛や後彎変形の予防策として深層伸筋温存が有効との報告もある。そこで、椎弓形成術における軸椎下深層伸筋温存の意義を検討すべく、本研究では我々が以前より行ってきたC2, C7両棘突起付着筋とC3-6蝶番側深層伸筋を温存したC3-6椎弓形成術施行例（以下：温存群）とC2, C7両棘突起付着筋のみ温存し、C3-6両側深層伸筋を剥離したC3-6椎弓形成術施行例（以下：剥離群）のX線学的変化、軸性疼痛の程度や局在を前向きに調査し、比較検討した。

B. 研究方法

対象は圧迫性頸髄症に対して上述した

C3-6椎弓形成術を施行し、2年以上経過観察し得た36例で、温存群18例（右側深層伸筋温存、左側深層伸筋温存各9例）、剥離群18例であった。温存群と剥離群の手術時平均年齢は66.0歳、62.5歳、術前の日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準（以下：JOAスコア、17-2点法）は平均10.2点、10.5点、術前平均C2-7角は 17.6° 、 17.5° であり、それぞれ2群間で有意差はなかった。これらの36例について、術後1年間の軸性疼痛、術後2年時のJOAスコアとX線学的変化について調査した。X線学的評価としてX線側面中間位、前後屈位像を用いてC2-7角とC2-7可動域を計測した。アライメントはC2-7角が -10° 以下を後彎、 $-10\sim 10^\circ$ を直線、 10° 以上を前彎と定義した。また、軸性疼痛は術後新たに発生した項部から肩甲帯部、上背部にかけての疼痛とし、従来からの我々の基準に従って、その程度を強（消炎鎮痛剤や局注を要する）、中（湿布や理学療法を要する）、弱（特に治療を要しない）に分け、中以上の痛みが術後1ヶ月以内に1週間以上続く場合を早期軸性疼痛陽性とし、中以上の痛みが術後1

ヶ月から1年の間に1ヶ月以上続く場合を後期軸性疼痛陽性として、疼痛の局在(左右)も記録した。

(倫理面での配慮)

本研究には倫理面の問題はないと考えられる。

C. 研究結果

1) JOA スコア改善率

術後2年時のJOAスコア平均改善率は温存群66.2%、剥離群64.9%と2群間で有意差はなかった。

2) 頸椎矢状面アライメント (C2-7角)

C2-7角は温存群、剥離群で術後2年時に平均3.5°、2.9°減少し、両群とも1例(5.5%)に後彎変形を生じた。C2-7角の減少や後彎変形の出現頻度には2群間で有意差はなかった。

3) 頸椎可動域 (C2-7可動域)

C2-7可動域は温存群、剥離群で術後2年時に術前C2-7可動域の平均74.0%、75.7%に減少した。C2-7可動域の減少は2群間で有意差はなかった。

4) 軸性疼痛

早期軸性疼痛は温存群で深層伸筋温存側、深層伸筋剥離側、両側各1例の計3例(16.6%)に、剥離群で左側1例、両側3例の計4例(22.2%)に認めた。一方、後期軸性疼痛は温存群で深層伸筋剥離側、両側各1例の計2例(11.1%)に、剥離群で両側の疼痛を2例(11.1%)に認めた。早期および後期軸性疼痛の発生頻度は2群間で有意差はなく、軸椎下深層伸筋の剥離側と疼痛の局在にも統計学的に有意な関連はなかった。

D. 考察

圧迫性頸髄症に対する椎弓形成術は比較的合併症の少ない優れた術式であるが、克服すべき術後問題点として後彎変形に代表されるX線学的変化、頸椎の可動域制限、軸性疼痛、上肢麻痺などがある。このうち頸椎前彎の減少に関しては主にC2棘突起付着筋の剥離が原因とされており、生体力学的研究でも実証されている。また、C2棘突起付着筋の温存が前彎減少の予防に有効との報告が多い。本研究においてもC2棘突起付着筋を温存した両群でC2-7角の減少は術後平均3°程度にとどまり、後彎変形の発生も両群ともに1例(5.5%)のみであったことより、前彎減少の予防にはC2棘突起付着筋の温存が有効に作用したといえる。

頸椎椎弓形成術後の軸性疼痛に関しては、C7棘突起付着筋の温存によりその頻度が激減することを我々は報告してきた。C7棘突起は僧帽筋や菱形筋など肩甲上肢帯支持筋の重要な付着部であり、これらの付着部を剥離することで筋損傷が生じた結果、項部や肩甲上部に疼痛を生じるのではないかと推測している。最近、我々の結果を支持する報告が相次いでおり、今回の検討でもC7棘突起付着筋を温存することで頑固な軸性疼痛は温存群、剥離群ともに11.1%に認めただのみであった。

一方で、後彎変形や軸性疼痛の予防策として深層伸筋の温存が有効との報告もある。そこで、椎弓形成術における軸椎下深層伸筋温存の意義を検討すべく、本研究ではC2、C7両棘突起付着筋とC3-6蝶番側深層伸筋を温存したC3-6椎弓形成術施行例とC2、C7両棘突起付着筋のみ温存し、C3-6両側深層伸筋を剥離したC3-6椎弓形成術施行例のX線学的変化や軸性疼痛を前向きに調査

したところ、両群とも C2-7 角の減少は軽度で、後彎変形出現頻度も 2 群間で有意差はなかった。また、頑固な軸性疼痛の発生頻度は両群とも 11.1% と低く、軸椎下深層伸筋の剥離側と疼痛の局在にも統計学的な関連はなかった。これらの結果は、軸椎下深層伸筋の温存よりも C2, C7 両棘突起付着筋の温存が矢状面アライメントの悪化や軸性疼痛の予防において重要であることを示唆しているものと考えられた。

E. 結論

C2, C7 両棘突起付着筋を温存した C3-6 椎弓形成術において、軸椎下蝶番側深層伸筋の温存は X 線学的変化や軸性疼痛とは無関係であった。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, Oshima K, Iwasaki M, Yoshikawa H: Preservation of the nuchal ligament plays an important role in preventing unfavorable radiologic changes after laminoplasty. *J Spinal Disord Tech* 21(5); 338-343; 2008.
- 2) Hosono N, Sakaura H, Mukai Y, Kaito T, Makino T, Yoshikawa H: A simple performance test for quantifying the severity of cervical myelopathy. *J Bone Joint Surg Br* 90-B (9); 1210-1213; 2008.
- 3) Matsunaga, S., Nakamura, K., Seichi, A., Yokoyama, T., Toh, S., Ichimura, S., Satomi, K., Endo, K., Yamamoto, K., Kato, Y., Ito, T., Tokuhashi, Y., Uchida, K., Baba, H., Kawahara, N., Tomita, K., Matsuyama, Y., Ishiguro, N., Iwasaki, M.,

Yoshikawa, H., Yonenobu, K., Kawakami, M., Yoshida, M., Inoue, S., Tani, T., Kaneko, K., Taguchi, T., Imakiire, T., Komiya, S.: Radiographic Predictors for the Development of Myelopathy in Patients With Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament: A Multicenter Cohort Study. *Spine*, 33:2648-2650, 2008.

- 4) 坂浦博伸、細野昇、向井克容、大島和也、岩崎幹季、吉川秀樹: C6, C7 項韧带付着部温存は椎弓形成術後の前彎維持に有効である. *臨床整形外科* 43(3): 253-258; 2008.
- 5) 岩崎幹季、奥田真也、坂浦博伸、大島和也、吉川秀樹: Cobb 角 50° 以上の腰椎変性側彎症に対する手術成績-術式選択と固定範囲に関する考察-. *臨床整形外科* 43(8): 779-787; 2008.
- 6) 大島和也、岩崎幹季、坂浦博伸、村尾良治、岡久仁洋、吉川秀樹: 非外傷性後頭骨環椎間回旋異常を呈した症例 (3D-Computer visualization analysis system が有効な例). *中部整災誌* 51(4): 607-608; 2008.

2. 学会発表

- 1) 大島和也、岩崎幹季、坂浦博伸、村尾良治、岡久仁洋、吉川秀樹: 非外傷性後頭骨環椎間回旋異常を呈した症例 (3D-Computer visualization analysis system が有効な例) 第 110 回中部日本整形外科災害外科学会 (中部整災誌 51 春季学会; 29:2008)
- 2) 坂浦博伸、大島和也、岩崎幹季、吉川秀樹: FDG-PET による脊髄腫瘍の術前評価 第 37 回日本脊椎脊髄病学会 (日脊会誌 19(1); 169; 2008)
- 3) 岩崎幹季、坂浦博伸、大島和也、吉川秀

樹：側彎症初期診断における腹壁反射の重要性 第37回日本脊椎脊髄病学会（日脊会誌19（1）；19：2008）

4) 細野昇、牧野孝洋、向井克容、坂浦博伸、海渡貴司、三輪俊格、富士武史：頸髄除圧後24時間の手指運動機能は神経学的改善度の予後因子となる 第37回日本脊椎脊髄病学会（日脊会誌19（1）；3：2008）

5) 岩崎幹季、坂浦博伸、大島和也、吉川秀樹：側彎症鑑別診断における腹壁反射の重要性 第42回日本側彎症学会（第42回日本側彎症学会演題抄録集；84：2008）

6) 長本行隆、秋山慶輔、服部高子、坂浦博伸、山崎隆治、菅本一臣：乗馬フィットネス機器間での生体内3次元腰椎キネマティクス比較—2D/3Dレジストレーション法を用いた試み— 第35回日本臨床バイオメカニクス学会

7) 長本行隆、菅本一臣、岩崎幹季、坂浦博伸、大島和也、吉川秀樹：頸椎圧迫性脊髄症に脊髄サルコイドーシスを合併した1症例 第423回整形外科集談会京阪神地方会

G. 知的財産権の出願・登録状況

（予定を含む。）

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患克服研究事業）

分担研究年度終了報告書

Complication surveyに基づく胸椎後縦靭帯骨化症に対する術式選択と安全性対策

研究分担者 鏡 邦芳 北海道大学保健管理センター教授

研究協力者 高畑雅彦、伊東学、小谷善久、須藤英毅、放生憲博、

三田正俊、三浪明男 北海道大学大学院医学研究科整形外科

研究要旨 胸椎後縦靭帯骨化症(OPLL)による脊髄症に対しては、後方除圧もしくは除圧固定術、後弯矯正手術、後方進入前方除圧や前方進入前方除圧固定術など種々の術式が開発され、臨床使用されてきた。しかし、手術成績は必ずしも一定でなく、術後麻痺の悪化をはじめとする合併症発生の危険性も高いことが報告されている。われわれは、これまで自験例の手術成績や合併症についての surveillance から、麻痺悪化や合併症発症リスクを検討してきた。それらの研究の結果、危険性が高いと判断される例では、必ずしも最大限の除圧効果を期待した術式を選択するのではなく、麻痺の悪化を避けるような術式選択や安全性対策を講じることが重要であるという結論に達した。本研究では、これまでの研究結果を基にした新たな術式選択基準や合併症を避けるための安全性対策について述べ、その基準に沿って治療した最近の手術例の治療成績について検討した。

A. 研究目的

胸椎後縦靭帯骨化症（以下、胸椎 OPLL）による脊髄症に対しては、後方除圧術、後方除圧固定術、後弯矯正固定術、後方進入前方（全周性）除圧術、前方進入前方除圧術などこれまでさまざまな術式が考案され、臨床使用されているが、どの術式を選択すべきかについては、未だ一定の見解は得られていない。

これまで当科では、上記の手術術式のうち前方法、後方除圧、後方進入前方除圧術について術式毎の治療成績や合併症について調査、報告してきたが、いずれの術式においても、治療成績には大きなばらつきがあった。これは、症例毎に病態や手術の危

険性が異なるためであり、各症例に適した術式の選択が必要であることを示唆している。そこで、2005年度以降は、これまでの調査結果を基にしてあらたな術式選択基準を設け、術後の麻痺悪化や合併症発生の予防に努めている。

<術式選択基準>

- 1)基本的進入路は、後方進入とする。
- 2)全例にインストゥルメンテーションを用いた固定を併用。
- 3)後弯の大きな症例では後弯矯正を考慮する（後弯指数=後弯角/椎体数が指標）。
- 4)後方進入前方除圧は脊髄症の原因病巣と考えられる嚙状骨化巣に限局して行う。
- 5)骨化巣摘出が難しい場合は浮上にとどめ

る。

6)全周性除圧の範囲は4椎体以内とする。

また、安全性対策として、脊髄機能モニタリングの併用と必要な例には術中エコーによる前方脊髄圧迫状態の確認を行うこととしている。

本研究では、このあらたな術式選択基準および安全性対策によって手術治療を行った最近の10例の手術成績を調査するとともに、この術式選択基準の妥当性について検討した。

(倫理面への配慮)

本研究は、手術前の病態および手術後の経過を後ろ向きに検討したものであり、倫理面での問題はないと考えられる。また、収集した患者個人情報に関しては、漏洩のないよう厳密に管理して研究に用いた。

B. 研究方法

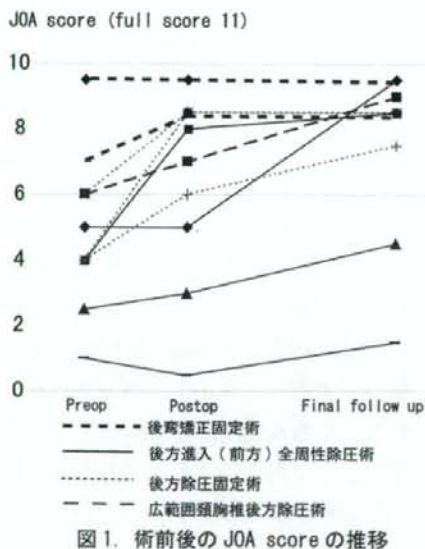
胸椎 OPLL による脊髄症に対して 2005 年以降に手術治療を行った 10 例の病態、選択した術式および治療成績について検討した。内訳は、男性 7 例、女性 3 例、平均年齢 54 才 (39-67 才) であった。行った術式は、頸胸椎広汎後方除圧術が 1 例、後方除圧固定術が 3 例、後弯矯正固定術が 2 例、後方進入全周性除圧が 4 例であった。関連病院で手術治療を行った 2 例をのぞいて、手術中は脊髄機能モニタリング (MEP と SEP) を行った。OPLL を直接処置せず、後方除圧だけにとどめた例については、術中エコーで除圧状態を確認した。

各症例について、術前の症状および麻痺の程度、骨化巣の範囲や形態、除圧範囲と

方法、固定の有無、手術時間、出血量、合併症、脊髄障害の推移を調査した。手術成績は、JOA score (日整会頸髄症判定基準から上肢機能を除いた 11 点満点) の改善率 (平林法) で評価した。

C. 研究結果

10 例全体の手術成績でみると、術前 JOA score は平均 4.9 点から術後 6.5 点、最終経過観察時 7.6 点に改善し、改善率 43%であった (図 1)。術後麻痺悪化をきたしたのは、術前より起立歩行不能であった高度麻痺の 1 例のみであり、後方進入全周性除圧固定術を行った後、下肢筋力低下が一時的に悪化した。経過観察のみで術前レベルに改善した。



代表症例

症例 1: 60 才男性。T3-6, T7-9 混合型 OPLL および T2-3, T8-10 黄色靭帯骨化 (OLF) による脊髄圧迫により、両下肢麻痺を発症していた。JOA score は術前 4 点であった。OPLL は前後径が大きく広範囲に及んでい

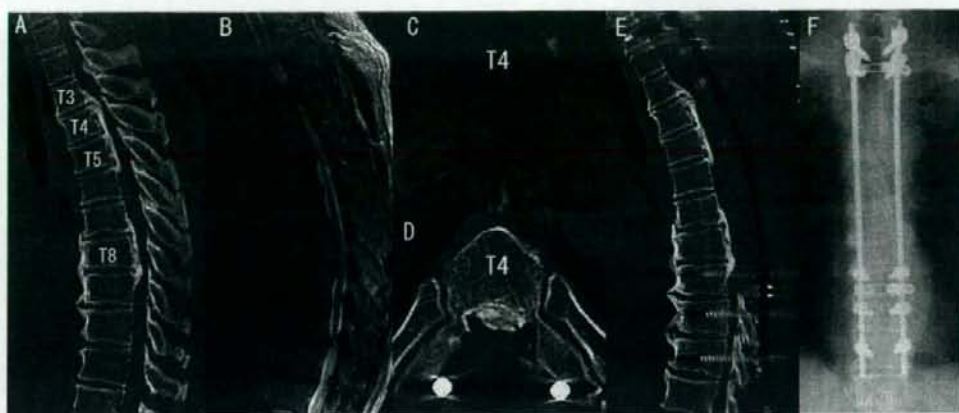


図 2. 60 才男性。T3-6, T7-9OPLL (平坦型) および T2-3, T8-10 黄色靭帯骨化(OLF)による脊髄症に対し、T2-T9 椎弓切除術および T1-T11 後方固定術を行った。JOA score は術前 4 点が術後 8.5 点に改善した (改善率 64%)。

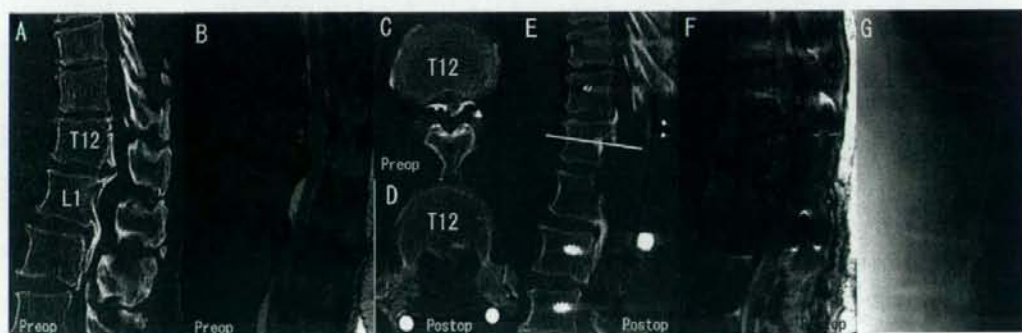


図 3. 62 才女性。T12-2 混合型 OPLL と T11-12, T2-3 OLF があり、とくに T12-L1 高位の嚙状骨化巣による脊髄圧迫が著明であった。T11-L2 までの後方椎弓切除と T10-L3 までの後方固定に加えて、T12-L1 の 2 椎体について後方進入前方除圧を行った。JOA score は術前 4 点から術後 8.5 点に改善した (改善率 64%)。

たものの、比較的平坦であり、OLF による後方からの圧迫も多数か所に存在したため、後方除圧とインスツルメンテーションを用いた後方固定(T1-T11)を選択した。術中・術後、合併症なく経過した。JOA score は、術後 2 週で 8.5、最終経過観察時 8.5 に改善し、改善率は 64%であった (図 2)。

症例 2 : 62 才女性。T12-2 までの混合型 OPLL と T11-12, T2-3 高位の OLF があり、とくに T12-L1 高位の嚙状骨化巣による脊髄圧迫が著明であった。両下肢痙性麻痺と

臍高部以下の感覚障害があり、T12-L1 高位の嚙状骨化巣の圧迫が責任病巣であると考えられた。この例では後方除圧固定に加えて、T12-L1 の 2 椎体について後方進入前方除圧を行い、嚙状骨化巣を切除した。術前 JOA score は 4 点から術後 8.5 点に改善し、改善率は 64%であった。髄液嚢が生じたが、髄液ドレナージを 1 週間行い、治癒した (図 3)。

症例 3 : 50 才女性。T3-6 高位の連続型 OPLL。歩行障害と体幹から下肢にかけての感覚障

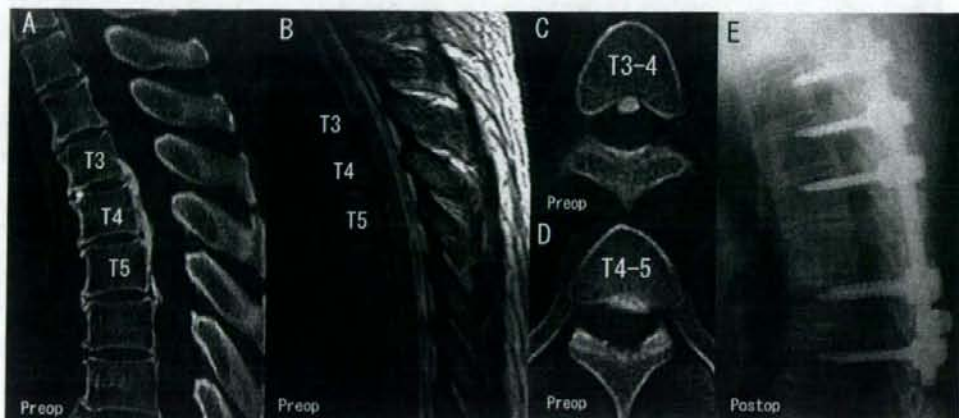


図4. 50才女性。T3-6高位の連続型OPLLがあり、歩行障害などの脊髄症を呈していた。骨化巣は平坦であり、脊柱管内占拠率は比較的小さく、脊髄後方のくも膜下腔に間隙が存在していたため、後弯矯正固定(T2-T7)のみを行った。JOA scoreは術前7点が術後8.5点に改善した(改善率36%)。

害が主訴で、下肢深部腱反射の亢進と病的反射、下肢の痙性を認めた。OPLLは平坦で、MRI上脊髄後方にはくも膜下腔の余裕があったため、後方椎弓切除による除圧効果は低いと判断し、T2-T7までの後弯矯正固定術のみを行った。T2-T7後弯角は術前32度が術後28度に改善した。JOA scoreは術前7点が、術後8.5点に改善した。改善率は38%であった(図4)。

D. 考察

今回の新たな術式選択基準による胸椎OPLLの手術成績は、改善率だけでみると、平均43%と必ずしも満足できるものではないが、最終的に麻痺が悪化した例はなかった。すなわち、脊髄機能の回復を目指しつつも手術による悪化例をできるだけ少なくすることを第一の目的とした新しい術式選択の試みは、症例は10例と少ないものの、有用である可能性が示唆された。

術式選択基準のポイントのひとつは、前方の骨化巣処置を嚙状骨化巣に限ったこと

である。脊柱管内占拠率が大きな骨化巣でも平坦な場合には、骨化巣切除は必ずしも必要ないと考える。この基準は、過去に行った後方進入前方除圧自験例において、高率に術後麻痺の悪化を認めたことに基づく。すなわち、5椎体以上の長い範囲の前方除圧操作や骨化巣摘出操作が術後麻痺の有意な危険因子であったためである。しかしながら、主要な圧迫要素である前方の骨化巣を処置することにより、著明に脊髄症が改善する例があることも確かである。したがって、責任病巣と考えられる嚙状骨化巣が存在する場合に、短い範囲に限定した骨化巣切除を選択することにはメリットがあると考えられる。進入法は、後方進入を用いており、その理由は前方進入では髄液漏を生じた場合の修復や処置が困難であることや2期的手術が必要となるためである。

また、インスツルメンテーションを用いた内固定も、脊髄症悪化の危険性を避けるために必要と考えられる。胸椎は、胸郭によっても支持されるため、椎間関節の半分

程度が温存できた場合には体幹支持性といった見地からすると、必ずしも固定は必要ない。しかし、胸椎 OPLL による脊髄症の場合には、病変部胸髄の易損性が高くなっており、繰り返されるマイクロモーションや徐々に進行する後弯変形に伴う前方からの脊髄圧迫によって、脊髄症が悪化する可能性がある。実際に、固定によって安定化するだけで症状が改善したとの報告もある。自験例においてもインスツルメントが脱転した後に麻痺が悪化した例や、今回の症例のように後弯矯正固定だけで、脊髄症の改善が得られる例がある。

安全性対策としては、脊髄機能モニタリ

ングや術中エコーによる脊髄圧迫の状態の確認が必須であろうと考えられる。今回の検討では、脊髄機能モニタリングで異常を認めた例はなかったが、易損性の高い脊髄周囲の操作を伴う胸椎 OPLL 手術では後方除圧のみでも麻痺が悪化することがあり、注意が必要である。また、手術時間が長時間に及ぶため、頻回の洗浄操作や抗生物質の血中濃度の維持、髄液漏の管理などが、術後感染予防に重要と考えられる。今回検討した 10 例では、感染例はなかったが、後方進入前方除圧術を行った過去の 30 例中 3 例 (10%) に感染が生じており、いずれも 6 時間以上の長時間手術例で、髄液漏併発例

表 1. 胸椎 OPLL に対する各種術式と治療成績

術式	著者 (出版年)	患者数	神経学的改善率	
			平林の改善率	% (術前 JOA score / 術後 JOA score)
後方除圧 固定)術				
	Yamazaki M. et al. 2006	18	42%	(3.4 / 6.5) 後方除圧術単独
		17	59%	(3.6 / 8.0) 後方除圧固定術
	Tokuhashi Y., et al. 2006	13	62.7%	(4.3 / 8.6) 術中エコーで除圧が十分であることを確認した13例
		3	17.5%	(5.3 / 6.3) 術中エコーで除圧が不十分であった3例
	Matsuyama Y., et al. 2005	9		JOA score NA. 優-2; 良-2; 可-1; 不変-1; 悪化-2
	Tsuzuki N., et al. 2001	3	63%	(4.7 / 8.7)
		5	74%	(4.8 / 9.4) 硬膜形成追加例
		4*	82%	(4.3 / 9.8) 硬膜形成および神経根切離追加例
	Ido K., et al. 1998	6	79%	(6.7 - 9.8)
	Senda M., et al. 1998	5	48%	(5.6 / 7.6)
	Tomita K. 1990	4	39.3%	(4 / 6.3)
前方除圧術				
	Matsuyama Y., et al. 2005	3		JOA score NA. 良-1; 可-1; 不変-1.
	Tamura M., et al. 2005	1	86%	(4 / 10)
	Hanai K., et al. 2002	12	28%	(5.3 / 6.9)
	Ido K., et al. 1998	11	43%	(4.9 - 7)
	Senda M., et al. 1998	1	14.5%	(4 / 5)
	Fujimura Y., et al. 1997	48	57%	(3.5 / 7.8)
	Kojima T., et al. 1994	3	NA	
後方進入全周性除圧術				
	Yamazaki M. et al. 2006	16	62%	(3.4 / 8.0)
	Tokuhashi Y., et al. 2006	4*	39%	(4.4 / 7.0)
	Matsuyama Y., et al. 2005	9		JOA score NA. 優-2; 良-2; 可-1; 不変-1; 悪化-3.
	Tsuzuki N., et al. 2001	5*	64%	(3.8 / 8.4) 硬膜形成および神経根切離追加例
	Ido K., et al. 1998	1	22%	(2 / 4)
	Senda M., et al. 1998	2	47%	(4.9 / 7.1)
	Ohtsuka K., et al. 1983	2	56%	(2 / 7)
二期的後方および前方除圧固定術				
	Hioki A. et al. 2007	1	NA	
	Tokuhashi Y., et al. 2006	2*	33.3%	(5 / 7)
	Tomita K. 1990	7	67.8%	(3.3 / 8)
その他				
	Aizawa T., et al. 2007	31	平均39%	(5.3 / 7.5). 術式毎のデータなし (後方除圧24例; 後方除圧固定2例; 後方進入前方後方除圧2例; 後方進入前方除圧3例)

NA = no available data

*後方除圧のみで除圧が不十分のため、他の除圧方法を追加した例