

動が出現し、翌朝には膝立てが可能になった。その後も、麻痺は徐々に回復し、両下肢に強い痙性を残すものの屋内の伝い歩きは可能となった。日整会点数は術（インストゥルメンテーション固定）前 0.5 点、最終調査時 4 点、改善率 33.3%であった。Th7-L2 後弯角は、術前、術直後とも 32 度であり、インストゥルメンテーション固定により、後弯は矯正されていなかった（図 5）。

【症例 2】64 歳、女。Th1-7 連続波状 OPLL、最狭窄高位 Th4/5。術前日整会点数 4 点。手術は、Th1-7 椎弓切除およびフック&ロッドシステムを用いた Th1-10 後方固定を一期的に行った。術後、神経症状は改善し、9 ヶ月の時点で日整会点数 9.5 点、改善率 75%となった。Th7-L2 後弯角は、術前 48 度、術直後 45 度であったが、その後、後弯が徐々に進行した。しかし、後弯進行によっても、成績が低下することはなく、改善率 75%は維持されていた（図 6）。

本例では、経過中に Cushing 症候群を併発し、骨粗鬆症が進行した。術後 7 年 9 ヶ月の時点で Th10、Th11 に圧迫骨折が生じ、背部痛のため成績が低下した。術後 8 年 3 ヶ月、日整会点数 8.5 点、改善率 58.5%であった（図 7）。

D. 考察

今回調査した後方除圧固定術の成績は、改善率が平均 57.8%であった。われわれがこれまでにに行った調査で、教室における後方除圧術の成績は改善率平均 41.5%であった。また、骨化摘出術施行例のうち、術後悪化例および外傷例を除いた成功例の成績は改善率平均 78.7%であった¹⁾。したがって、後方除圧固定術の成績は、後方除圧術より優れて

いるものの、骨化摘出術の成功例にはおよばなかった。しかし、後方除圧固定術では、術直後の悪化例がなく、後方除圧術施行例で見られるような後弯増強に伴う成績低下も生じなかった。また、骨化摘出を目的とする追加手術を希望した例がなかったことから、後方除圧固定術単独ではほぼ満足する結果が得られていると考える。

後方除圧固定術施行例では、後弯矯正が不十分にもかかわらず成績良好な例が存在し、また、後弯増強に伴う中長期的な成績低下例もなかった。この事実よりわれわれは、インストゥルメンテーション固定により脊柱のマイクロモーションが制動され、この制動効果が脊髄症状の改善をもたらすという仮説を考えている。

後方除圧固定術後、日整会点数がピークに達するまでの期間は平均 9.4 ヶ月であり、脊髄症状は緩徐に改善した。これは、前方からの脊髄圧迫要素、すなわち OPLL が残存していること、および、インストゥルメンテーションによる制動効果で、脊髄が徐々にその機能を回復させるためと考える。

今後、後方除圧固定術について、長期的な成績の検証を進めていく方針である。この検証で安定した成績が確認できれば、後方除圧固定術を胸椎 OPLL に対する独立した手術術式として提唱していきたい。

E. 結論

胸椎 OPLL に対する後方除圧固定術では、脊髄の前方圧迫要素が残存するにもかかわらず、比較的良好な症状改善が得られた。後方インストゥルメンテーション固定の主な効果は、後弯矯正ではなく制動であると推察される。

参考文献

- 1) 山崎正志, 大河昭彦, 新初正明, 橋本光宏, 政木豊, 守屋秀繁: 胸椎後縦靭帯骨化症に対する術式別の手術成績と適応. 厚生労働省特定疾患対策研究事業 脊柱靭帯骨化症に関する調査研究班 平成 14 年度研究報告書, pp115-123, 2003
- 2) 山崎正志, 米田みのり, 国府田正雄, 相庭温臣, 池田義和, 天野景治, 田村晋, 大河昭彦, 村上正純, 後藤澄雄, 守屋秀繁: 胸椎後縦靭帯骨化症例の術後不良因子の解析. 厚生労働省特定疾患対策研究事業 脊柱靭帯骨化症に関する調査研究班 平成 12 年度研究報告書, pp145-149, 2001
- 3) 新初正明, 村上正純, 山崎正志, 大河昭彦, 天野景治, 田村晋, 橋本光宏, 守屋秀繁: 胸椎後縦靭帯骨化症例における術中脊髄モニタリングの検討. 厚生労働省特定疾患対策研究事業 脊柱靭帯骨化症に関する調査研究班 平成 13 年度研究報告書, pp144-149, 2002
- 4) 山崎正志: 胸椎後縦靭帯骨化症例に対する後方除圧固定術の適応と成績. 脊椎脊髄 15: 98-103, 2002

G. 研究発表

論文発表

- 1) Hashimoto, M., Koda, M., Ino, H., Murakami, M., Yamazaki, M., Moriya, H.: Upregulation of osteopontin expression in rat spinal cord microglia after traumatic injury. *J Neurotrauma* 20: 287- 296, 2003
- 2) Nakajima, A., Shimizu, S., Moriya, H., Yamazaki, M.: Expression of fibroblast growth factor type III receptor (FGFR3), signal transducer and activator of transcription-1 (STAT1), and cyclin dependent kinase inhibitor p21 during endochondral bone formation: differential role of FGFR3 between skeletal development and fracture healing. *Endocrinology* 144: 4659-4668, 2003
- 3) Koshizuka, S., Okada, S., Ohkawa, A., Koda, M., Murasawa, M., Hashimoto, M., Kamada, T., Yoshinaga, K., Murakami, M., Moriya, H., Yamazaki, M.: Transplanted hematopoietic stem cells from bone marrow differentiate into neural lineage cells and promote functional recovery after spinal cord injury in mice. *J Neuropathol Exp Neurol* 63: 64-72, 2004
- 4) Hashimoto, M., Ino, H., Koda, M., Murakami, M., Yoshinaga, K., Yamazaki, M., Moriya, H.: Regulation of semaphorin 3A expression in neurons of the rat spinal cord and cerebral cortex after transection injury. *Acta Neuropathol* 107: 250-256, 2004
- 5) Fu Y, Hashimoto M, Ino H, Murakami M, Yamazaki M, Moriya H.: Spinal root avulsion-induced upregulation of osteopontin expression in the adult rat spinal cord. *Acta Neuropathol.* 107: 8-16, 2004.
- 6) Takahashi, K., Yamazaki, M., Saisu, T., Nakajima, A., Shimizu, S., Mitsunashi, S., Moriya, H.: Gene expression for extracellular matrix proteins in shockwave-induced osteogenesis in rats. *Calcif Tissue Int* (in press)
- 7) Nakazawa, T., Nakajima, A., Seki, N., Okawa, A., Kato, M., Moriya, H., Amizuka, N., Einhorn, T.A., Yamazaki, M.: Gene expression of periostin in the early stage of fracture healing detected by cDNA microarray analysis. *J Orthop Res* (in press)
- 8) Koda, M., Hashimoto, M., Murakami, M., Shirasawa, H., Sakao, S., Ino, H., Yoshinaga, K., Ikeda, O., Yamazaki, M., Koshizuka, S., Kamada, T., Moriya, H.: Adenovirus vector-mediated in vivo gene transfer of

brain-derived neurotrophic factor (BDNF) promotes
 rubrospinal axonal regeneration and functional
 recovery after complete transection of the adult rat
 spinal cord. J Neurotrauma (in press)

9) Tahara, M., Aiba, A., Yamazaki, M., Goto, S.,
 Moriya, H., Okawa, A.: The extent of ossification of
 posterior longitudinal ligament of the spine associated
 with Nucleotide pyrophosphatase gene and leptin
 receptor gene polymorphisms. Spine (in press)

10) 山崎正志, 池田義和, 大河昭彦, 後藤澄雄, 守
 屋秀繁, 望月真人: 胸椎後縦靱帯骨化症に対する
 術式別の手術成績と適応, 後方除圧固定術を中心
 に. 整形外科 (印刷中)

11) 大河 昭彦, 相庭 温臣, 池田 義和, 田原正道,
 後藤 澄雄, 山崎 正志, 守屋 秀繁: レプチン受容
 体遺伝子多型と脊柱靱帯骨化症骨化形式との関連,
 遺伝子タイプによる進行予測の可能性. 整形外科
 (印刷中)

12) 山崎正志, 望月真人, 大河昭彦, 守屋秀繁: 胸

椎後縦靱帯骨化症に対する後方除圧固定術の手術
 成績と適応. 東日本整災会誌 (印刷中)

13) 相庭温臣, 山崎正志, 大河昭彦, 池田義和, 田
 原正道, 後藤澄雄, 小林健一, 守屋秀繁: 胸腰椎
 におよぶ後縦靱帯骨化症における全身的因子の関
 与, 頸椎限局型との比較 整形外科 (印刷中)

学会発表

1) 山崎正志, 望月真人, 大河昭彦, 守屋秀繁: パ
 ネルディスカッション「胸椎後縦靱帯骨化症に対
 する術式選択と治療成績」胸椎後縦靱帯骨化症に
 対する後方除圧固定術の成績と適応. 第 52 回東日
 本整形災害外科学会 東京都 平成 15 年 9 月
 26-27 日

2) 山崎正志, 大河昭彦, 新初正明, 橋本光宏, 政木
 豊, 南 昌平, 守屋秀繁: 胸椎後縦靱帯骨化症に対
 する後方除圧固定術, 後方インスツルメンテーション
 固定の効果の解析. 第 37 回日本側弯症学会 千葉
 市 平成 15 年 11 月 28-29 日

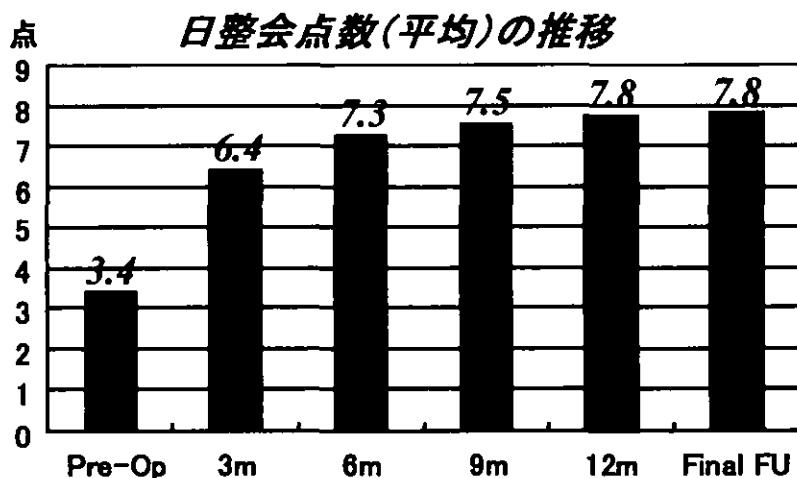


図 1 後方除圧固定術施行例における日整会点数 (平均) の推移

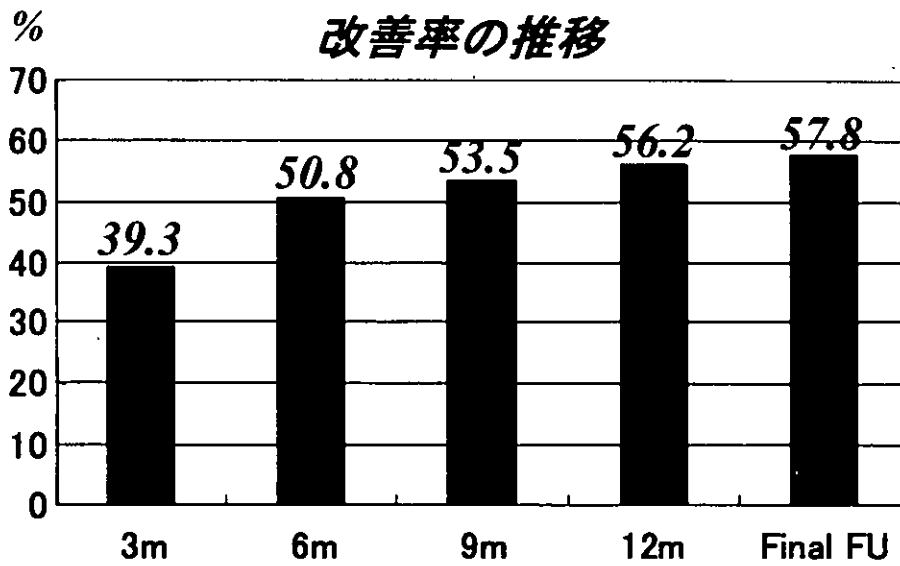


図2 後方除圧固定術施行例における術後改善率の推移

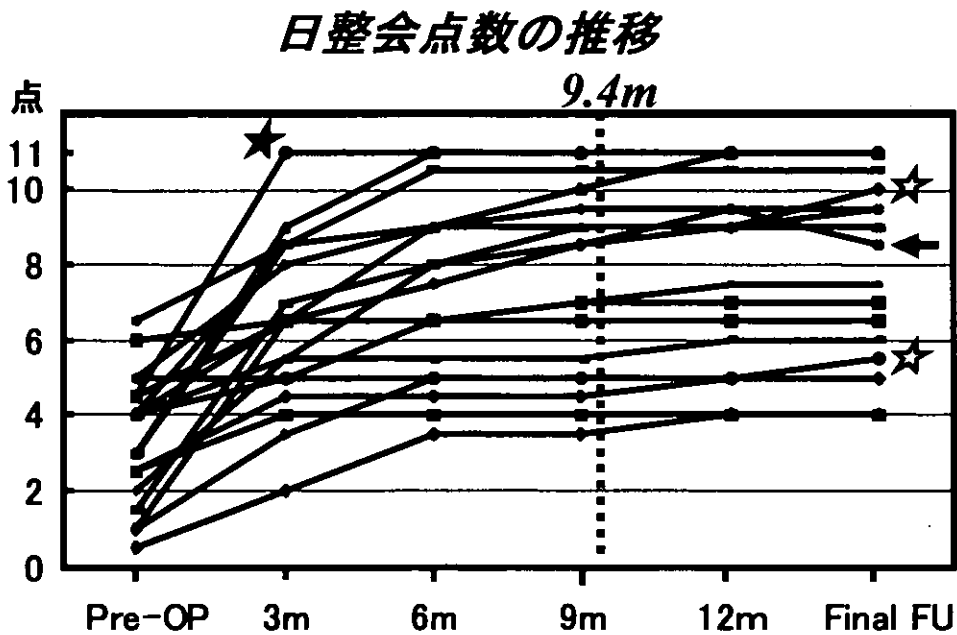


図3 後方除圧固定術施行例における症例ごとの日整会点数の推移

点数がピークに達した時期は、術後3ヵ月(★)から2年(☆)で、平均は術後9.4ヵ月あった。合併症により1例で成績が低下した(←)。

後弯角の推移

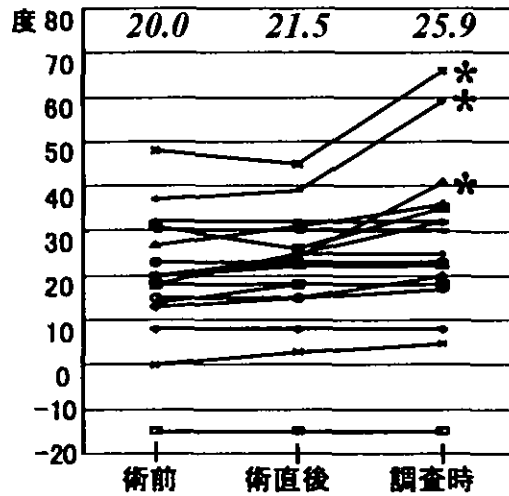
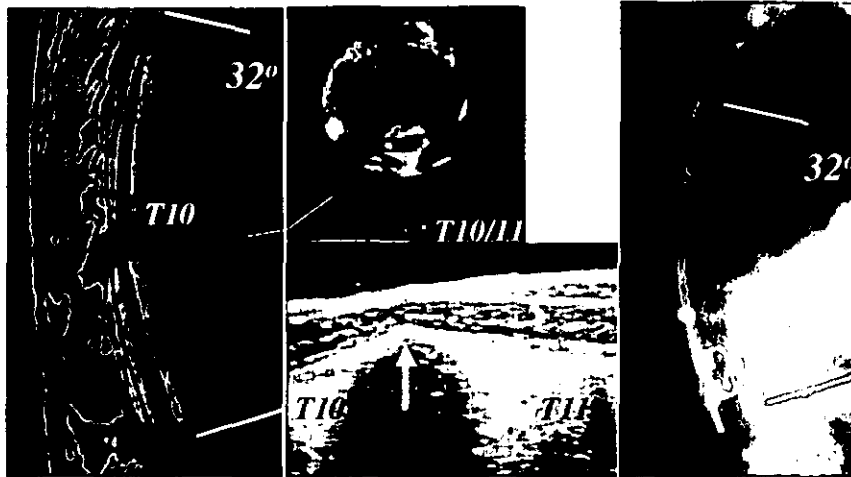


図4 後方除圧固定術施行例における後弯角の推移

インストゥルメンテーション固定範囲の後弯角を、術前、術直後、最終調査時に計測した。椎弓根スクリー&ロッドのシステムを用いた例を含めても、後弯はほとんど矯正されていなかった。逆に、フック&ロッドのシステムを用いた3例(*)では、経過観察中、後弯が15度以上増強した。

71y. M. T10/11 OPLL & OYL, T10/11 laminectomy



T7-L2 Paragon → T-JOA 4/11 RR: 33.3%

図5 症例1 (71歳 女性) Th10/11 OPLL および OYL

T10/11 椎弓切除術を行ったが、椎弓切除直後の術中超音波では、嚙状 OPLL による脊髄前方圧迫が解除されていない。術後 18 時間の間に神経症状が悪化したため、フック&ロッドシステムを用い後方固定 (Th7-L2) を追加した。麻痺は徐々に回復し、最終調査時、改善率 33.3%である。Th7-L2 後弯角は、術前、術直後とも 32 度であり、インストゥルメンテーション固定により、後弯は矯正されていなかった。

64y. F. T1-T7 OPLL, T1-7 laminectomy+T1-10 Paragon

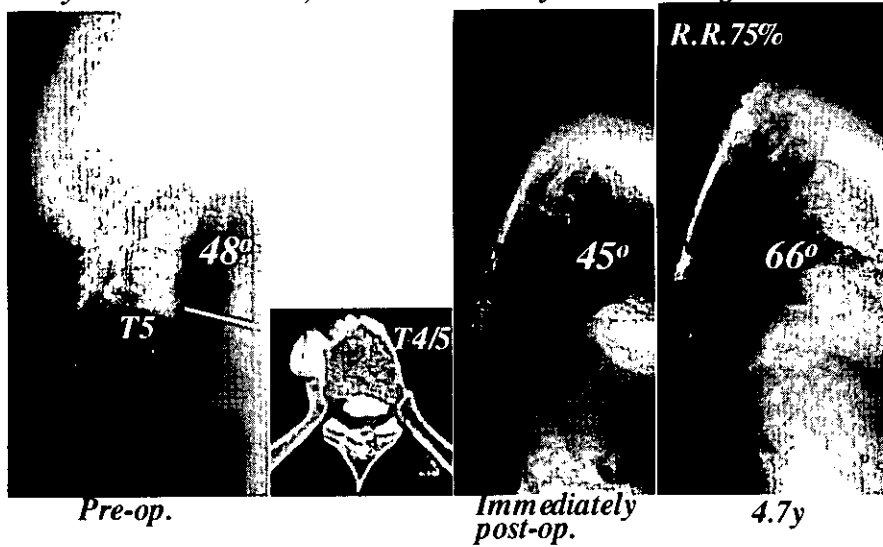
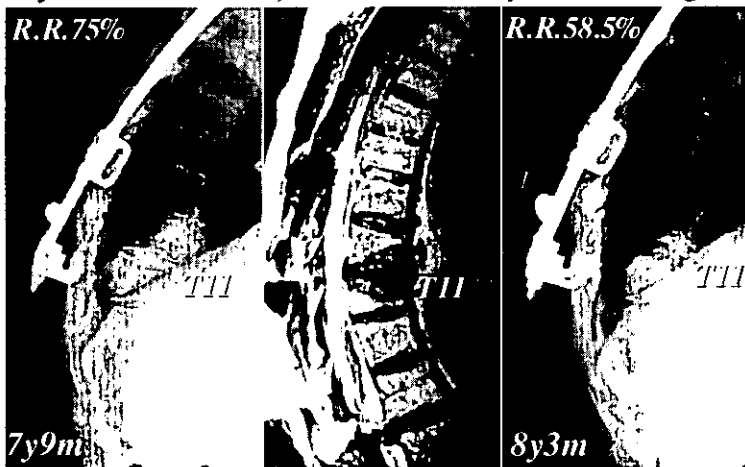


図6 症例2 (64歳 女性) Th1-7 連続波状 OPLL

術前日整会点数4点。手術は、Th1-7 椎弓切除およびフック&ロッドシステムを用いた Th1-10 後方固定を一期的に行った。術後、神経症状は改善し、改善率75%となった。Th7-L2 後弯角は、術前48度、術直後45度であったが、その後、後弯が徐々に進行した。しかし、後弯進行によっても、成績が低下することはなく、改善率75%は維持されていた。

64y. F. T1-T7 OPLL, T1-7 laminectomy+T1-10 Paragon



Cushing syndrome → Osteoporosis → Compression fracture

図7 症例2 (64歳 女性) Th1-7 連続波状 OPLL

経過中に Cushing 症候群を併発し、骨粗鬆症が進行した。術後7年9ヵ月の時点で Th10, Th11 に圧迫骨折が生じ、背部痛のため成績が低下した。術後8年3ヵ月、日整会点数8.5点、改善率58.5%。

頸胸椎 OPLL に対する広範囲脊柱管拡大術の術後成績

中川幸洋(和歌山県立医科大学 整形外科教室)、吉田宗人(和歌山県立医科大学 整形外科教室)、川上 守(和歌山県立医科大学 整形外科教室)、安藤宗治(和歌山県立医科大学 整形外科教室)、橋爪 洋(和歌山県立医科大学 整形外科教室)、南出晃人(和歌山県立医科大学 整形外科教室)、谷口 亘(和歌山県立医科大学 整形外科教室)

KEYWORD = ossification of posterior longitudinal ligament, surgical treatment, laminoplasty

【研究要旨】

頸胸椎にわたる広範囲 OPLL に対する広範囲脊柱管拡大術の手術成績について調査した。1992 年以降、頸胸椎 OPLL に対して広範囲脊柱管拡大術を行った 12 例(男 3 例、女 9 例、平均 54.3 歳)を対象とした。頸椎から胸椎にわたる広範囲脊柱管拡大術 8 例、広範囲脊柱管拡大術+椎弓切除術が 4 例であった。調査項目として、術前後 JOA score、改善率、周術期合併症を検討した。術後追跡期間は平均 32.5 月であった。術前 JOA score は 1/11 から 9/11、平均 4.4/11 であり、術後 JOA score は 4/11 から 11/11、平均 7.2/11 であった。改善率は 0 から 100%、平均 44.9%であった。周術期合併症は認めなかった。広範囲脊柱管拡大術は矢状面アライメントも保持され、成績も良好であった。

A. 研究目的

胸椎 OPLL の手術方法については各種報告されているが、いずれの方法にても手術手技、侵襲、成績などのすべてを満足させる方法はなく、施設あるいは症例に応じての手術方法が行われている。当科では胸椎病変を主病巣とする連続型頸胸椎 OPLL に対しては広範囲脊柱管拡大術にて対応している。今回その手術成績について調査し報告する。

B. 研究方法

1992 年以降、頸胸椎 OPLL に対して手術を行った 12 例(男 3 例、女 9 例、平均 54.3 歳)を対象とした。頸椎から胸椎にわたる広範囲脊柱管拡大術 8 例、広範囲脊柱管拡大術+椎

弓切除術が 4 例であった。黄色靭帯骨化の合併例が 6 例にみられた。黄色靭帯骨化により、観音開きによる脊柱管拡大術が困難な場合には椎弓切除で対応した。平均追跡期間は 3 年 4 カ月であった。手術方法は吉田らの報告した方法¹⁾²⁾に準じ、棘突起を右傍脊柱筋に付着させたまま切離し、後に再建する正中観音開きによる脊柱管拡大術を頸椎から胸椎レベルにまで延長させる。胸椎レベルにおいては椎弓で側溝を作成せずに、椎弓根内縁を残しながら椎弓根に切り込み、同部を基点として開大することにより大きく観音開きとする(図 1, 2)³⁾。調査項目として、拡大椎間数、術前後の JOA score とその改善率、術前後矢状面アライメントの変化、周術期合併症を検

討した。

C. 研究結果

除圧範囲は、広範囲脊柱管拡大術のみが6椎間から12椎間、平均9.7椎間であった。広範囲脊柱管拡大術+椎弓切除の除圧範囲は10椎間から17椎間、平均13椎間であった。術前JOA scoreは術前1/11から9/11、平均4.4/11であり、術後JOA scoreは4/11から11/11、平均7.2/11であった。改善率は0から100%、平均44.9%であった。広範囲脊柱管拡大術を行った8例のうち、1例は経過中球麻痺症状が出現しALSの診断を受けた。それ以外の症例はおおむね良好な改善を示し、症状の悪化、麻痺の発生などは無かった。矢状面アライメントは7例で計測し、6例は不変、1例が後彎の進行を認めた。これはC2-T8にかけての脊柱管拡大術およびT9-11椎弓切除術を施行した症例で、とくに椎弓切除部で後彎の進行を認めた(6°→20°)。全例において周術期の合併症は認めなかった。

症例呈示

【症例1】 47歳女性、1994年に交通事故をおこした際にOPLLを指摘されていたが、放置していた。1999年7月、夫婦喧嘩を契機として歩行不能となり、JOA score3/11まで症状が悪化した。画像上C1からT4まで連続型のOPLLを認めた。この症例に対しC2からT6まで13椎間の広範囲脊柱管拡大術を行った。術後経過は順調でアライメントも変化なく、JOA scoreは10/11まで改善した(改善率87.5%)。

【症例2】 52歳女性。C1からT10までのOPLLとT7からT11までのOYLの症例で、術前JOA scoreは6/11であった。この症例に対し、C2-8

広範囲脊柱管拡大術とT9-11の椎弓切除を行った。術後前JOA scoreは8/11点と改善を示していた。術後4年3か月ではとくに椎弓切除部位での後彎が進行傾向にあり(T9-11レベルで6°→20°)、JOA scoreも6/11と術前と同じスコアになった。MRIでは脊髄の除圧はとくに問題ないが胸椎後彎の進行が認められている。

D. 考察

胸椎OPLLの手術は前方除圧固定術、椎弓切除術、脊柱管拡大術、後方侵入脊髄前方除圧術(大塚法)などが主に報告されているが、いずれの方法にしても手術手技、侵襲、成績などのすべてを満足させる方法はない⁴⁾⁵⁾⁶⁾。また胸椎の生理的後彎、胸髄の脆弱性、OYLの合併、多椎間に及ぶ長大な病巣などにより、治療は複雑かつ困難となり、手術合併症や術後麻痺などの原因となる。当科では、OPLLの骨化形態が平坦で広範囲にわたる場合には頸椎から胸椎にかけての広範囲脊柱管拡大術を行い、1、2椎間に限局するような嚙型のOPLLについては後方侵入脊髄前方除圧術にて対応している。今回は広範囲脊柱管拡大術の成績について報告したが、術後成績についてはほぼ満足のいくものであった。この方法は頸髄症に対して行っている脊柱管拡大術を基本として胸椎部には前述の手術方法の工夫を加えておこなっているもので、頸髄症の脊柱管拡大術の操作に慣れた術者にとっては手技的にも問題なく行うことができる。広範囲脊柱管拡大術は、直接脊髄を操作しないので易損性の高まった脊髄に侵襲が加わることがない。そして頸椎から胸椎まで連続して拡大脊柱管を形成することで前方のOPLLによる圧迫に対しても脊髄の後方シフトによる除圧が得る

ことができる。椎弓切除と異なり、脊髄後方の支持組織の存在により後彎の進行が少なく、脊柱管への後方からの軟部組織の落ち込みによる脊髄圧迫もない。また何よりも、術後麻痺や合併症の発生が皆無であったことは特筆すべきであり、この疾患に対する手術の中では安全な手術方法といえることができる。椎弓形成術については、都築らは頸胸椎 OPLL に対して行った結果、全例で改善が見られたとしている。また段階的後方侵入脊髄除圧術を行えば前方固定に匹敵する改善度が認められたとしている⁷⁸⁾。最近では instrumentation を併用することにより脊柱を制動し、マイクロモーションに起因する脊髄障害の発生を抑制するという報告も見られる⁹⁾。今回調査した脊柱管拡大術後の矢状面アライメントは比較的良好であったが、後彎進行にともなう症状悪化が見られる場合は固定術も考慮する必要があるかもしれない。

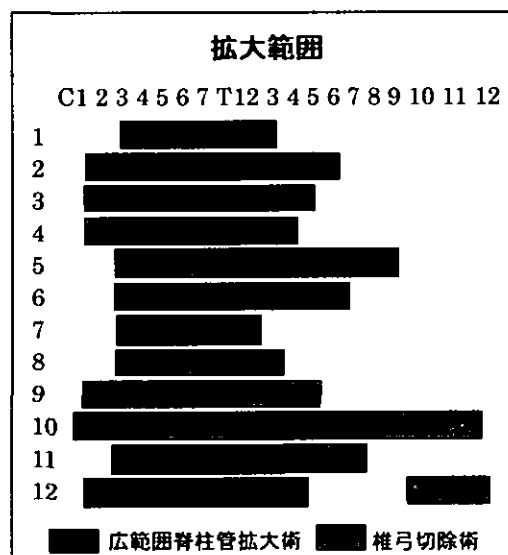
E. 結論

頸椎から胸椎にかけての広範囲脊柱管拡大術は、平均改善率が 44.9%であった。椎弓切除術を同時に行った一例を除き、矢状面アライメントは保持されていた。広範囲脊柱管拡大術は易損性の高い脊髄を直接操作することなく、後方から連続的に脊柱管の拡大を行うことで脊髄後方シフトによる除圧を得ることができる。本法は麻痺や合併症の発生もなく安全に施行できる方法である。

参考文献

- 1) 吉田宗人、他：胸椎、腰椎部脊髄疾患に対する棘突起縦割式脊柱管拡大術の経験。中部整災誌 29: 2101-2102, 1986.
- 2) 吉田宗人、他：胸椎、腰椎部脊髄疾患に

- 対する棘突起縦割式脊柱管拡大術。手術 42: 199-205, 1988.
- 3) 納田和博、他：頸胸椎後縦靭帯骨化症に棘突起縦割式広範囲脊柱管拡大術を行った 2 例。日本パラプレジア医学会雑誌 13: 76-77, 2000.
- 4) 長谷川匡一、他：胸椎後縦靭帯骨化症手術症例の除圧方法の選択。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 110-113, 1997
- 5) 大塚訓喜：胸椎部ミエロパチーに対する後方侵入脊髄前方除圧術の術式と成績。臨整外 35: 547-552, 1996.
- 6) 藤村祥一：胸椎部脊髄症の診断と治療。日整会誌 31: 91-105, 1997.
- 7) 都築暢之、他：胸椎後縦靭帯骨化症に対する頸胸椎広範囲椎弓拡大形成術。臨整外 28: 303-311, 1993.
- 8) 都築暢之、他：胸椎後縦靭帯骨化症に対する段階的後方侵入脊髄除圧法。臨整外 36: 559-568, 2001.
- 9) 山崎正志：胸椎後縦靭帯骨化症に対する後方除圧固定術の適応と成績。脊椎脊髄 15: 98-103, 2002.



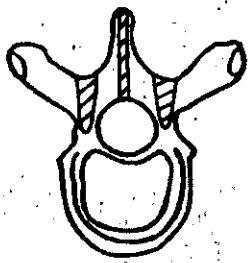


図1 斜線部を掘削する。
椎弓根の内縁を残し、椎弓根まで切り込む。

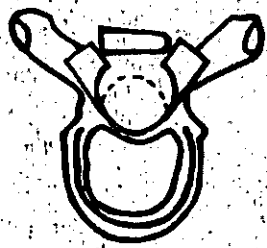


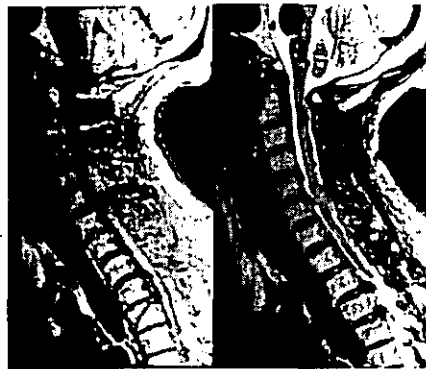
図2 椎弓根部から観音開きに拡大した後、骨あるいはスペーサーを移植する。



症例1 術前 MRI 像



症例1 術前 CTM。左から T1, T2, T3 レベル。



症例1 術後 MRI



症例2 術前(左)および術後(右)
除圧部を中心に後彎が進行している。



症例2 術前(左)。術後4年3カ月(右)
後彎は進行しているが、脊髄の除圧は保たれている。

胸椎靱帯骨化症に対する手術成績の検討に関する研究

(分担) 研究者 中原進之介 国立病院岡山医療センター 整形外科医長

研究要旨 胸椎靱帯骨化症に対する手術成績について検討し、画像所見と臨床所見との比較によるレベル診断の可否および徐圧レベルの妥当性について検討した。

中原進之介, 竹内一裕, 高田英一, 土居克三
国立病院岡山医療センター

A. 研究目的

胸椎部での脊髄損傷は、当該神経レベルの評価が困難で、診断および治療に注意を要します。本検討では、胸椎靱帯骨化症骨化症に対する手術成績について検討し、レベル診断の可否および徐圧レベルの妥当性について報告します。

B. 研究方法

胸椎靱帯骨化症による脊髄症の 50 例で、OLF 48 例、OPLL 9 例であり、両者を合併しているものが 7 例ありました。手術は、全例椎弓切除による徐圧を行っています。検討は、脊髄造影後 CT を中心とした画像評価と、腰背部痛および神経学的所見による臨床評価での障害レベル診断の一致の有無、徐圧レベル判断の妥当性について調査しました。

C. 研究結果

OPLL は中下位胸椎に、OLF では下位胸椎に多く、4 椎間以下の short が 29 例、5 椎間以上が 14 例、また上位と下位に飛び石状にあるものも 5 例認められています。

画像所見と手術レベルの関係ですが、short の 29 例中 19 例で骨化部位を全レベルで切除していましたが、残り 10 例では CTM 画像の判断をもとに、脊髄圧迫に骨化の関与の少ないと考えられた部位は除外されました。

臨床よりのレベル判断については、50 例中 12 例に背部痛の訴えがあり、そのうち 10 例におおよそその障害レベルの推定が可能でした。また知覚障害は 24 例にあり、障害レ

ベルが骨化レベルに一致しているものが約半数に認められています。しかし下肢症状や排尿障害は、下位胸椎での骨化に多いものの、レベル判断には有用とはなっていません。

次に術後成績ですが、他の脊椎疾患と同様に疼痛の改善は良好であるものの、知覚、運動機能の改善は術前の神経症状の重篤度によるところとなっていました。

D. 考察

除圧範囲の決定には、注意深い画像および臨床評価の総合的な判断を必要とします。

本検討での臨床評価でのレベル整合性について述べますと、背部痛の訴えにて 8 割、知覚障害があれば約半数で、その当該レベルへの関心がもたれます。しかし全体としては臨床症状よりのレベル診断は約 2 割に過ぎません。

となりますと、やはり画像評価が必須です。CTM による画像判断では約 4 割の症例で、責任病巣のみの切除がなされていました。そして骨化巣を認めるものの、症状への影響が少ないと考えた CTM 画像によるレベル判断ですが、骨化部位の全レベル切除との成績には差がなく、切除範囲の判断は妥当性あるものと考えられました。

E. 結論

臨床評価によるレベル診断は、約 2 割に可能であり、CTM 画像によるレベル判断は約 4 割の症例で行われていた。

F. 研究発表

2003 年第 76 回日本整形外科学会学術集会
日本整形外科学会誌 Vol. 77 No. 3 S171

胸椎 OPLL の手術的治療 — 術中モニタリングについて —

松山幸弘、辻 太一、吉原永武、酒井義人、中村博司

(名古屋大学大学院医学系研究科機能構築医学専攻運動・形態外科学講座整形外科学)

研究協力者 石黒 直樹

(名古屋大学大学院医学系研究科機能構築医学専攻運動・形態外科学講座整形外科学 教授)

研究要旨 術中脊髄機能モニタリング法には冒頭で述べた脊髄刺激脊髄導出である脊髄誘発電位 (SCEP) や頭蓋刺激脊髄導出法、脊髄刺激筋導出法、さらには我々が行っている頭蓋刺激筋導出法がある。どのモニタリング法を行い、どのモニタリング法を指標として脊髄機能を監視し手術を進めていくかは、諸家により意見の相違がみられる様である。運動路を監視するという点では脊髄誘発電位 (SCEP) は、感覚路由来電位からの分離同定ができていない。頭蓋刺激脊髄導出法も同様であろう。脊髄刺激筋導出法は波形の amplitude が小さく導出難易度が高いので、現時点では経頭蓋高頻度電気刺激による筋電位導出法 (CMAP 法) が現実的であると考えられる。

A. 研究目的

胸椎後縦靭帯骨化症に起因する脊髄麻痺に対しては、保存療法はほとんど無効であり手術的治療が選択される。しかし諸家によって報告されている手術成績は芳しくなく、特に後方からのアプローチにおいて麻痺をおこす原因として、黄色靭帯が骨化し硬膜と癒着あるいは硬膜そのものも骨化し強度に脊髄圧迫が存在する椎弓切除を行う際に、易損性の脊髄に障害を与えてしまうか、または椎弓切除時において胸椎後弯が増強し脊髄損傷を引き起こしているかと考察した。我々は2000年7月以降、経頭蓋高頻度電気刺激による複合筋電

位 (compound muscle action potential 以下 CMAP) を導出し脊髄運動路をモニタリングしてきた。当初は4 channel でモニタリングしてきたが、2002年8月以降は16 channel の multi-channel monitoring を行っている。本方法は術中の脊髄機能を whole spinal に把握可能であり、モニタリングの technical failure も発見しやすく、従来法の普及を拒んできた false positive の確率を低くできると考えられる。我々の方法を紹介する。

B. 研究方法

使用機器

電気刺激装置は、Digitimer 社 (Welwyn Garden City, UK) 製 Multipulse stimulator D185 を使用。筋電位記録は、日本光電工業社 (東京) 製 Neuropack を用い software は MEB-2200 Ver. 04.02 で記録した。刺激電極は、径 15mm の銀/塩化銀皿電極を使用した。導出電極は、径 6mm の皿電極と針電極を用いた。外肛門括約筋にはインターメディカル社 (名古屋) 製プラグ型肛門電極を改良して使用した。アース電極として通常の電気メス用のパッド電極を用いた。

電極設置方法

頭蓋の刺激位置は、Cz (international 10-20 system) より前方に 2cm、側方に 3cm ずつの脳皮質運動野上の頭皮とした(図1)。この部位に脳波用電極ペースト Flectix (日本光電)、を十分に塗り刺激電極を設置し固定する。導出電極は、上肢機能を詳細にモニタリングする際は三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、骨間筋、短母指外転筋等に針電極もしくは皿電極を設置する。針電極の方がよりシャープな波形が得られるが、我々は co-medical にも電極設置を協力してもらっているので皿電極も使用する。通常はより末梢の筋肉の方が電位導出が容易なため末梢筋は皿電極を設置する事が多い。下肢は、大腿四頭筋、大腿

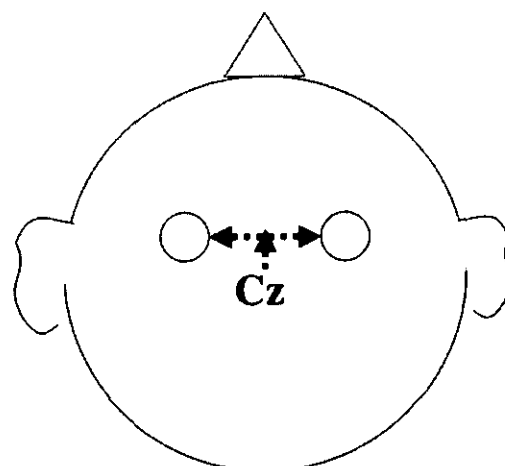


図1 頭蓋の刺激位置
頭皮上の電極設置位置。Cz の前方約 2cm、側方に約 3cm。下肢優位に電位を導出した場合は電極間の幅を縮小する。

屈筋、前脛骨筋、腓腹筋、短腓骨筋等に設置する。これに加え我々の考案した肛門電極を外肛門括約筋に設置した。この肛門電極は 4 極式で外肛門括約筋の左右から電位を導出可能である。これら多数の電極から手術する脊椎高位や手技により最高 16 channel まで選択し記録した。刺激条件は Train 回数 4 ないし 5 回とし刺激電圧は 600V 前後で行った。記録条件は表 1 のごとく設定した。

麻酔方法

CMAP 電位導出法は麻酔の影響、特に筋弛緩薬の影響を受け易いため麻酔方法が重要であ

表 1 刺激および導出条件

Train 刺激回数	4~5 回
刺激間隔 (Inter Stimulus Interval)	2 ms
刺激電圧	450~630 V
Filtering	50~1000 Hz
記録時間	100 ms

る。我々は、あらかじめ麻酔科医師に CMAP 電位モニタリングを行う事を告げ、propofol と fentanyl を用いた静脈麻酔のみで麻酔導入、維持を行ってもらっており吸入麻酔薬は一切使用していない。筋弛緩薬は vecronium を、筋弛緩モニター TOF Guard® (Biometer, Denmark) を用い train of four で 2/4 の程度の筋弛緩レベルに維持してシリンジポンプで持続静脈内注入している。通常この程度の筋弛緩レベルは vecronium 1.5~2.0mg/h の量で得られている。

(倫理面への配慮)

この疾患の手術を行わなかった場合における自然経過と、手術に伴う合併症、①麻痺、②感染、③輸血、etc のおこる可能性についても納得していただいた上、手術を行った。

C. 研究結果

症例呈示

症例 1

後方から椎弓切除を行っている最中に CMAP

の低下を認め、5分の椎弓切除操作中断によって電位回復を得た 1 症例を呈示する。

症例は 58 才女性で、主訴は歩行障害であった。

神経学的には筋力低下はなかったが知覚の軽度低下を下肢に認めるにすぎなかったが、反射の亢進と足関節クロウヌス反射を認めた。画像所見は、頸椎から胸椎までの OPLL と T5/T6 を中心とした OPLL, OYL による狭窄を認めた (図 2.1、図 2.2)。

手術はまず C3 から T2 まで黒川式椎弓形成術を行い、胸椎椎弓切除時の後弯進行防止のためにインスツルメントを使用して T3、T4、T8、T9 に椎弓根スクリューを刺入し一時的に固定を行った。ここまでの手術手技においては脊髄電位の低下は認めなかった。

その後 T3 から T6 までの椎弓切除を行った。特に T5/T6 間での黄色靭帯の骨化は重度で硬膜は完全に骨化していた。エアートームのダイヤモンドバーを使用して削っていったところ特に脊髄を圧迫することもなかったが、骨削塊時に生じる熱が易損性の脊髄に悪影響を

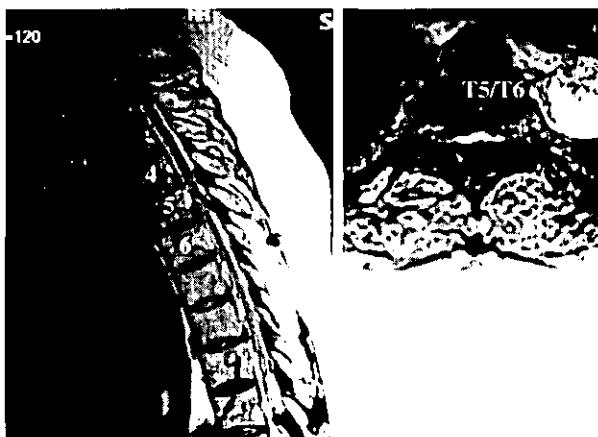


図 2.1
MRI では Th5/Th6 を中心に OPLL と OYL による圧迫を認める。

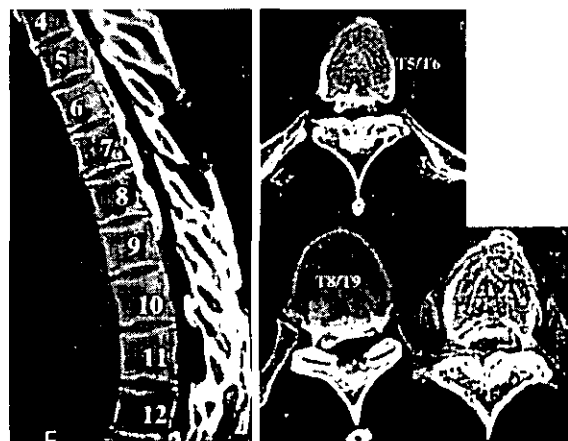


図 2.2
ミエロ CT であるが Th5 から Th9 までの連続型 OPLL と T5/T6 では OPLL と OYL による脊髄圧迫が著明なのがわかる。

与えたのか、下肢の跳動が生じ、その後 10 秒程して CMAP の低下をみとめた。5 分間椎弓切除を中止すると電位は徐々に回復し、10 分後にはもとの波形まで回復した (図 2.3)。

しかし同時にモニターしていた MEP には変化は認めなかった。従って、CMAP は、MEP と比較してより微細な脊髄伝導障害を感知でき、脊髄が易損性となっている胸椎 OPLL や脊髄内腫瘍摘出時には適した脊髄電位導出法と考える。また CMAP で電位導出を行っていたため、今回の症例においては脊髄麻痺を回避できたと考える。術中エコー (図 2.4) と術後の X-P、CT (図 2.5) であるが脊柱後彎は矯正とともに間接的脊髄除圧がなされ術後歩様改善が得られた。

症例 2 68 歳女性

頰胸椎部靱帯骨化症の症例である。画像上 C7 から T2 まで後縦靱帯骨化がみられ最狭窄部は T1/2 間であった (図 3)。歩行障害を主訴とし術前筋力は MMT で 4 レベルであった。2002 年 10 月に手術施行した。術式は、C3 から C7 までは黒川式椎弓形成術を行い、T1 と T2 は椎弓切除し T1-T3 間を後方固定した。手

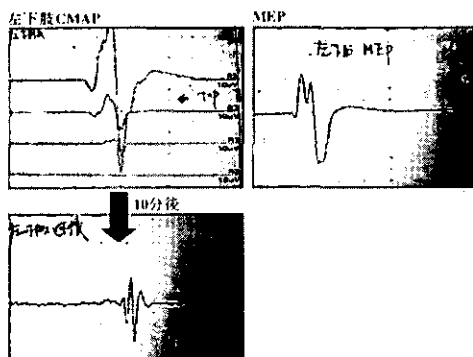


図 2.3
術中 CMAP と MEP である。左下肢跳動時 CMAP の低下は認めたが、MEP には変化はなかった。10 分後には波形は改善した。

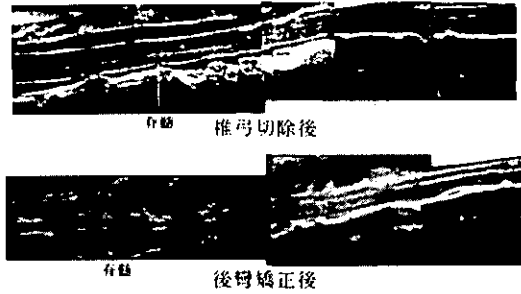


図 2.4 術中エコー
後彎矯正により脊髄の除圧とそれに伴った脊髄拍動が獲得された。

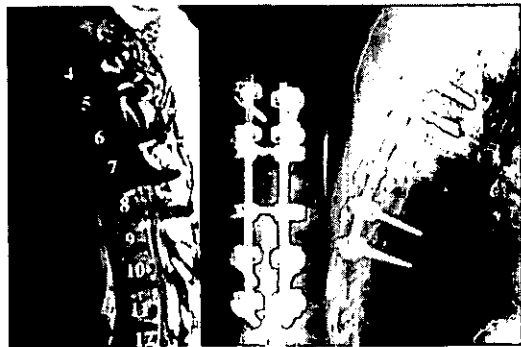


図 2.5 術後 X-P と MRI, CT
後彎矯正により脊髄の除圧とそれに伴った脊髄拍動が獲得された。

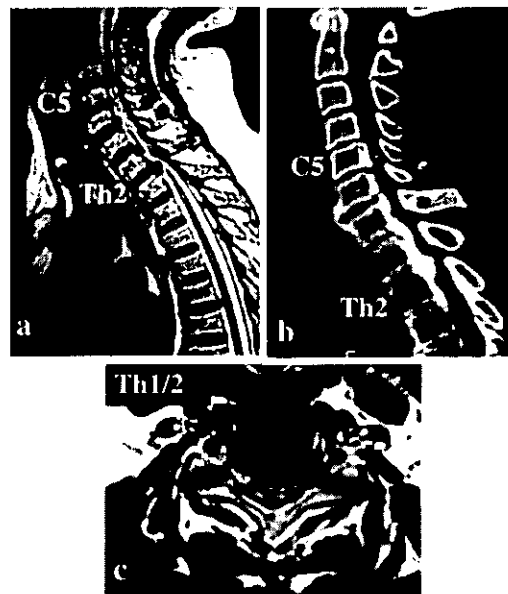


図 3
a MRI T2 sagittal 像。C4 から Th2 にかけて脊髄圧迫所見を認める。
b CT, MPR 像。C7 から Th2 にかけて後縦靱帯骨化がみられる。
c MRI axial 像。Th1/2 高位で脊髄圧迫は高度である。

術操作前のコントロール波形では全16channelとも電位導出は良好であった(図4.1)。頸椎椎弓形成時は電位は安定していたが、最狭窄部のT1/2の椎弓切除の際、下肢筋より導出していた筋電位が不明瞭となり手術操作を5分間停止した。5分後電位は回復したので迅速に手術操作をすすめた(図4.2)。椎弓根スクリューを両側T1とT3に刺入し頸胸椎移行部後彎を強制したあとに再度除圧操作を進めた。その後電位の低下は認めず、術後下肢筋力の低下も認めなかった。

症例3 脊椎脊髄後彎変形矯正の必要性
椎弓切除直後、リアルタイムにモニターしていたCMAPにおいて電位低下を認めたため、



図4.1 除圧操作前のコントロール波形

即座に術中エコーを行い、脊髄がOPLLによって前方からつきあげられていることを確認し、脊椎インスツルメントを使用して脊柱後彎矯正を行い、術中エコー上での脊髄突き上げの改善及び脊髄電位の回復を認めた症例を呈示する。

症例は53歳男性。主訴は歩行障害である。筋力は上肢正常、下肢は前脛骨筋に軽度低下を認める以外は正常であった。知覚は臍部以下に低下を認めた。下肢反射は亢進し足関節クローヌスも認めた。MRIとイソピストCTではT4/T5、T5/T6に嚙状のOPLLを認め、またT4/T5ではOYLもあり脊髄は高度に圧迫されていた(図5.1)。

手術はまずC3からT2まで片開きの椎弓形成術をおこない、次にTh3からTh5の椎弓切除をケリソ、パンチ、ダイヤモンドドリルを用いて行った。Th3/4、4/5特に右側はOYLのため一部硬膜と癒着していた。術中エコーで観察すると、Th4/5、5/6にはOPLLが存在し、特にT4/5部分は後彎の頂椎部となり脊髄の前方からの圧迫が著明であった(図5.2)。椎弓切除直後、CMAPの電位が下がり始めた

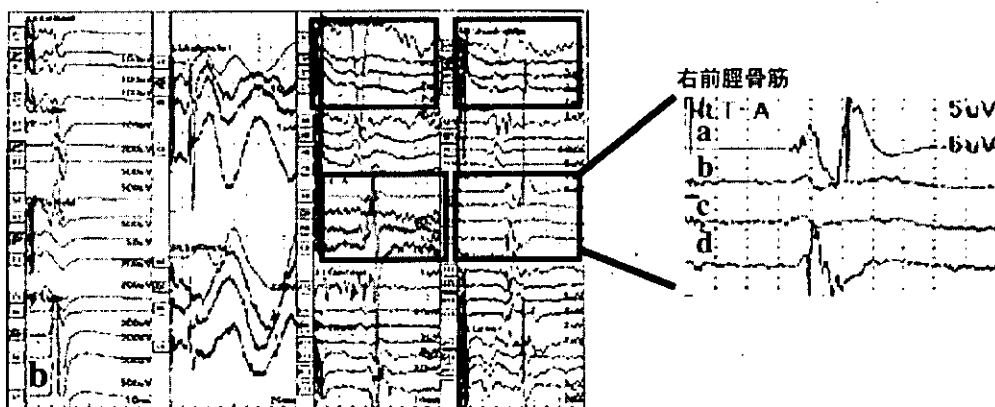


図4.2 Th1/2椎弓切除前(a)、電位導出良好。椎弓切除後(b)、電位低下し手術操作を休止す。5分間の休憩後電位回復(c)、手術操作再開す。

め（図 5.3）再度エコーを観察すると若干後彎が増悪したように見えたため、術前予定していた Th6, 7 の椎弓切除を圧迫がほとんどないことを確認の上中止し、Th3, 4, 7, 8 に椎弓根スクリューを挿入し canti lever force を使って後彎を矯正し固定した（図 5.4）。この矯正直後 CMAP の電位は回復し（図 5.3）、エコーでの後彎も明らかに改善され OPLL による脊髄圧迫も軽減した（図 5.2）。この症例によって、椎弓切除時、あるいは切除直後に胸椎後彎の進行による脊髄圧迫が脊髄麻痺の主たる原因の一つであることを示しえたと考え

える。実際には椎弓切除を行う前に、一時的にインスツルメントを使用して後彎悪化予防をした上で椎弓切除を行うことが望ましい。

D. 考察

胸椎 OPLL に対する後方手術後の症状増悪の原因としては、除圧操作によるテクニカルな問題や後方除圧の際の脊柱後方構築の破壊によるアライメント の変化が考えられる。今回呈示した 3 症例中 2 症例は除圧直後脊柱後彎増強による脊髄障害を呈していた。術中エコーで、増強した後彎によって脊髄が前方か



図 5.1 MRI とイソピスト CT
T4/T5, T5/T6 嚙状の OPLL を認め、T4/T5 で OYL と OPLL により脊髄高度圧迫を認める。

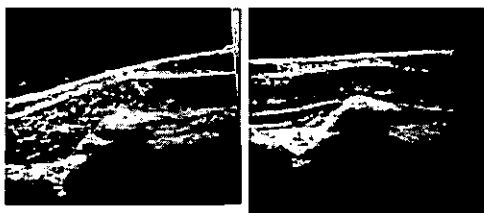


図 5.2
椎弓切除後と後彎矯正後の術中エコー
椎弓切除後脊髄圧迫は増強し、脊髄電位も低下した。後彎矯正を行なって、脊髄間接除圧を行ない電位も回復した。

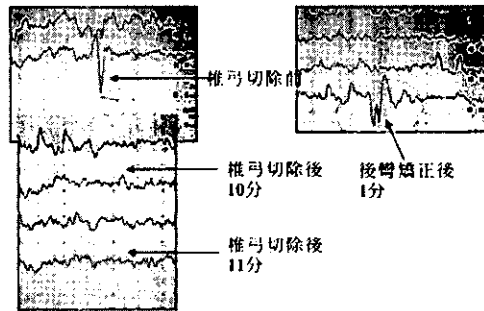


図 5.3 CMAP
椎弓切除後 10 分で CMAP は低下した。エコーで、脊椎後彎が増強し、OPLL の脊髄突き上げがましていたため、後彎を矯正し、その結果電位も回復した。

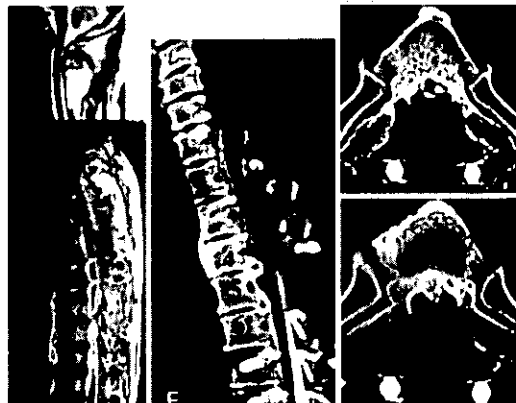


図 5.4
MRI とミエロ CT では脊髄除圧は十分得られている。後彎矯正には間接除圧で十分と考える。

らつきあげられ、インスツルメントで後彎を矯正することによって間接的に脊髄除圧が得られたことを確認し得た。また脊髄電位の CMAP が除圧後低下し、後彎矯正によってこの電位も回復し、椎弓切除時に発生する熱によるのか、易損性である脊髄に障害が加わったことを CMAP で早期に確認し、麻痺を予防できたことは重要である。

モニタリング法の選択

術中脊髄機能モニタリング法には冒頭で述べた脊髄刺激脊髄導出である脊髄誘発電位 (SCEP) や頭蓋刺激脊髄導出法、脊髄刺激筋導出法、さらには我々が行っている頭蓋刺激筋導出法がある。どのモニタリング法を行い、どのモニタリング法を指標として脊髄機能を監視し手術を進めていくかは、諸家により意見の相違がみられる様である。運動路を監視するという点では脊髄誘発電位 (SCEP) は、感覚路由来電位からの分離同定ができていない。頭蓋刺激脊髄導出法も同様であろう。脊髄刺激筋導出法は波形の amplitude が小さく導出難易度が高いので、現時点では経頭蓋高頻度電気刺激による筋電位導出法 (CMAP 法) が現実的であると考えられる。

本手技の問題点として導出波形が麻酔の影響を受け易く、また脊髄障害に対し非常に sensitive であり CMAP 波形を指標にしていては手術操作に支障となるという意見もある。これは SCEP のように amplitude や latency の危険域が明確ではないという面からも術中の波形の解釈に難渋するということであろう。確かに、脊髄虚血を繰り返す心臓血管外科領域のモニタリングとしては本方法は不適切かもしれない。しかし脊椎脊髄外科手術、特に

脊髄が易損性な状態である胸椎後縦靭帯骨化症や脊髄のミエロトミーが必要な脊髄髄内腫瘍の手術にあたっては、より sensitive で安全域が高く脊髄に不可逆性変化の生じない段階で障害を認知する CMAP 法が最適な方法と考える。術直後から患者の四肢が動いてくれるモニタリング法を我々は目指している。波形の危険域に関しては自験例では波形の消失が危険信号だと認識している。波形が消失した場合にはかならず手術操作の手を休め、脊髄電位の回復をまって手術を進めるべきである。脊髄障害時は latency の遅延等を計測している間もなく波形は消失していくことが多い。術中の波形の診断は nervous となっている術者に clear に状況が提言できるように all or non で判断できる方が良いであろう。我々の施設においては、年間 15 例前後の脊髄髄内腫瘍、10 例前後の胸椎靭帯骨化症の手術を行っているが、敏感な CMAP モニタリングを採用し、術中手をやすめることによって脊髄電位回復をまってから手術をすすめるようになり、脊髄髄内腫瘍と胸椎後縦靭帯骨化の術後成績は、神経学的所見から格段に向上している。

また麻酔法の影響については、施設により様々な麻酔法が継承されているようであるが最近では propofol を中心とした静脈麻酔が普及してきている。突然の筋電位導出不能は筋弛緩薬の増量であるという事象がしばしば存在するが、担当麻酔科医と術前より話し合い、良好な協力関係を保つ事でよりよい脊髄モニタリングが可能となる。

F. 健康危険情報

なし

中村博司, 石黒直樹: 術中脊髄モニタリング (CMAP) における筋弛緩-TOF モニターによるコントロール. 中部日本整形外科災害外科学会雑誌 46 (5), 997, 2003.

G. 研究発表

1. 論文発表

辻太一, 松山幸弘, 後藤学, 吉原永武, 酒井義人, 中村博司, 中島正二郎, 伊藤全哉, 高橋伸典, 于一民, 石黒直樹: 術中脊髄モニタリング-CMAP と MEP の有用性- 脊髄機能診断学 25 (1), 41-45, 2003

辻太一, 松山幸弘, 吉原永武, 酒井義人, 中村博司, 石黒直樹: 術中脊髄機能 (運動路) モニタリングの現況 - multi-channel CMAP モニタリング-. 整形・災害外科 46 (10), 1281-1287, 2003

2. 学会発表

第100回中部日本整形外科災害外科学会 (京都) 2003. 4. 11-12

辻太一, 松山幸弘, 酒井義人, 中村博司, 石黒直樹: Multi-channel CMAP モニタリングにおける電位導出不全例の検討. 中部日本整形外科災害外科学会雑誌 47 (Suppl. 1), 71, 2003.

第76回日本整形外科学会学術集会 (金沢) 2003. 5. 22-25

松山幸弘, 後藤学, 吉原永武, 辻太一, 酒井義人, 中村博司, 石黒直樹: 胸椎後縦靭帯骨化症の手術的治療- 広範囲後方除圧固定術の治療成績-. 日本整形外科学会雑誌 77 (3), S171, 2003.

第192回整形外科集談会東海地方会 (名古屋) 2003. 6. 21

辻太一, 松山幸弘, 吉原永武, 酒井義人,

H. 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

胸椎後縦靱帯骨化症に対する脊髄全周除圧術の治療成績

Circumspinal decompression for thoracic ossification of posterior longitudinal ligament

川原 範夫¹⁾、村上 英樹¹⁾、羽藤 泰三¹⁾、粟森 世里奈¹⁾、富田 勝郎¹⁾

Norio Kawahara, Hideki Murakami, Taizo Hato, Serina Awamori, Katsuro Tomita

¹⁾ 金沢大学 整形外科 金沢市宝町 13-1

A. 研究目的

現在当科での胸椎後縦靱帯骨化症に対する脊髄全周除圧術は、①1st step、後方からの laminectomy と gutter の作製による後側方除圧と posterior instrumentation による 5~10 度の後弯矯正を行う後方除圧固定術と、②2nd step、椎体前方を側方からアプローチし除圧固定する前方除圧固定術から成り立っている。

当院で胸椎後縦靱帯骨化症による脊髄症状を生じた症例に対し行った脊髄全周除圧術と後方除圧固定術 (1st step のみ) の成績について調査・検討し、脊髄全周除圧術の前方除圧固定術 (2nd step) の意義について考察した。

B. 研究方法

胸椎後縦靱帯骨化症に対し、posterior instrumentation を用いた脊髄全周除圧術を施行した症例は 10 例 (男性 3 例、女性 7 例、平均年齢 55.6 歳、平均経過観察期間は 3 年 2 か月) であり、後方除圧固定術を施行した症例は 5 例 (男性 1 例、女性 4 例、平均年齢 60.0 歳、平均経過観察期間は 3 年 10 か月) であった。

手術時間は、脊髄全周除圧術が平均 19.4 時間、出血量が平均 3710ml で、後方除圧

固定術が平均 8.4 時間、出血量が平均 1930ml であった。posterior

instrumentation における後弯矯正角度は、術前後で平均 7.6 度であった。

評価項目として、画像評価に骨化巣の形状と最狭窄部の脊柱管占拠率を、臨床評価に JOA スコア (術前・術後・最終観察時) を調査した。

C. 研究結果

骨化巣の形状は、脊髄全周除圧術群が 10 例全例に急峻隆起型を認めたのに対し、後方除圧固定術群では、平坦型が 3 例、急峻隆起型が 2 例であった。最狭窄部の脊柱管占拠率は脊髄全周除圧術群が平均 59.3% で、後方除圧固定術群が平均 47.4% と脊髄全周除圧術群が有意に高かった ($P < 0.05$)。

JOA スコアは脊髄全周除圧術群で術前平均 3.5 点から術後 7.1 点、最終時 8.2 点と改善傾向を示した。特に二期的に脊髄全周除圧術を行った 10 例に於いて、後方手術のみではコアの改善が乏しい症例が 5 例存在したが、前方手術を行うことで平均 2.1 点の術後の速やかなスコアの改善を認めた。後方除圧固定術群では平坦型の 3 例は最終観察時のスコア 9.5 点と、急峻隆起型の 2 例の平均 4.75 点に比べ、後方手術のみで満足のいく結果であった。一方、急峻隆起型の 2 例では合併症のため前方手術が出来ず成