頸椎前方除圧固定術の長期経過観察

—MRI および病理組織学的検索—

Key words : magnetic resonance imaging (MRI), cervical spine

寺 本 隆 高 津 哲 郎
井 上 英 則 石 田 義 博
鈴 木 和 広 大 森 和 夫

1. はじめに

頸椎前方除圧固定術^{1,2,6,9)}の遠隔成績に影響するさまざまな因子があり、これまでにいくつかのX線学的検討も行われてきたが^{3,5)}、今回我々は、術後の経過をX線診断, MRI^{7,9)}ならびに病理組織を用いて検討し、さらに先天性癒合椎例についても同様に調査した。

2. 対 象

1974年以降、当科で行われた頸椎前方除圧固定術129例のうち、後方除圧術が追加された症例を除き、3年以上の経過観察がなされた45例(女性10例、男性35例)を対象とした。

手術時年齢は15～74歳(平均43.3歳)、術後の経過観察期間は36～204カ月(平均108.2カ月)であった。対象疾患は頸椎症性脊髄症が22例と最も多く、頸椎損傷13例、頸椎後縦靱帯骨化症5例、頸椎椎体炎3例、および頸椎症性脊髄根神経症2例であった。固定椎間数は、1椎間14例、2椎間20例、3椎間7例、4椎間4例であった。手術高位はC5/6椎間が最も多かった。

3. 方 法

これら頸椎前方除圧固定術がなされた45例に

対し、以下の検索を行った。

a. X線学的検索

単純撮影ならびに機能撮影から、1) 頸椎症性変化、2) 固定椎の変形角度、これは固定椎上縁と下縁との成す角を(B)として求めた。3) 中間位での頸椎 alignment は、図のごとく(A1), (A2)を計測し、(B)との関係($A1+A2-B$)を求めた (Fig. 1)。

Fig. 1

$A1+A2-B$: alignment in neutral position.

B : wedge angle.

名古屋第二赤十字病院整形外科〔連絡先：寺本 隆 〒466 名古屋市昭和区妙見町2-9〕

Address reprint requests to : Takashi Teramoto, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya Daini Red Cross Hospital, 2-9 Myoken-cho, Syowa-ku, Nagoya 466

Case 1 Case 2 Case 3
Fig. 2 Sagittal T₂-weighted MRI (SE 1400/150) showing the bulging on anterior or posterior aspect of the spinal canal

b. MRI による脊柱管の検索

MRI 検査は島津社製 SMT-150 1.5 T を使用し、頸椎前方固定術 45 例中 41 例に実施した。矢状断像は、SE 法 T₁ weighted image ; TR 500, TE 26, proton density image ; TR 1600~1800, TE 30, T₂ weighted image ; TR 1600~1800, TE 90. 横断像は、FE 法 TR 450, TE 21, FLP 25 を用いた。

同様な計測を頸椎部に先天性癒合椎がみられた 52 例についても X 線学的に行い、さらに 52 例中の 22 例には MRI を追加した。

c. 病理組織学的検索

長期経過観察中に症状の悪化がみられたため、laminectomy が追加された 2 例から得られた laminar flap の病理組織と、laminectomy がなされた別の 14 症例の椎弓の組織所見を比較検討した。

d. 術前、術後の神経学的評価

臨床症状の評価は、日本整形外科学会頸部脊椎症性脊髄症治療成績判定基準⁶⁾ (JOA score) を用いた。

4. 結 果

1) 単純 X 線で術後隣接椎間にみられた頸椎性変化は、椎体の前方骨棘、後方骨棘、椎間板腔の狭小化、あるいは、すべりなどで、45 例中 23 例 (51.1%) に存在した。

前方骨棘形成は 23 例中の 20 例 (87.0%) にみられたが、後方骨棘形成は 5 例 (21.7%) とむしろ少なかった。また、固定椎の変形角度 (B) は平均 6.0° で後弯位を呈した。中間位頸椎 alignment (A1+A2-B) は平均 7.7° の前弯位であった。

2) 術後 45~204 カ月 (平均 114 カ月) の時点で MRI を行った 41 例中 29 例 (70.7%) で、固定隣接椎間に T₂ 強調画像で脊柱管内に向かう前方あるいは後方からの膨隆がみられた。

Fig. 2 の Case 1 は 56 歳の男性で、C3/4, C4/5 の 2 椎間固定を行ったものである。術後 195 カ月の時点で MRI を行ったが、T₂ 強調画像で C5/6, C6/7 高位に後方からの強い膨隆がみられた。同様な膨隆が他の 2 症例すなわち Case 2 および Case 3 でもみられた。

Table 1 Analysis of factors in relation to MRI abnormal findings in case of anterior spondylodesis

	29 cases with bulging	12 cases without bulging
Age (yrs.) at operation	44.3	41.9
Follow-up (mos.)	123.7*	95.4*
Wedge angle (B)	7.5*	3.5*
JOA score	14.6	15.6

* $p < 0.05$

MRI was performed in 41 of 45 operated cases. Segmental canal stenosis due to bulging was detected in 29 of 41 cases.

Table 2 Analysis of factors in relation to MRI abnormal findings in cases of congenital fusion

	13 cases with bulging	9 cases without bulging
Age (yrs.)	33~86 (av. 58.4*)	23~69 (av. 43.9*)
No. of fused segments	1~3 (av. 1.38)	1~2 (av. 1.22)
Wedge angle (B)	-1.7	-0.5
Alignment (deg.)	7.7	5.6

* $p < 0.05$

Statistically significant difference was observed in age.

頸椎前方固定術がなされたもののうち、MRI で膨隆がみられた群とみられなかった群に分けて解析した。術後経過観察期間は膨隆がみられた群では 123.7 カ月で、みられなかった群の 95.4 カ月に比べ有意 ($p < 0.05$) に長いという結果が得られた。固定椎変形角度では、膨隆がみられた群は 7.5° と有意 ($p < 0.05$) に後弯変形が強く、さらに最終経過観察時での JOA score は膨隆がみられた群で低い傾向がみられた (Table 1)。

1 椎間固定と複数椎間固定に分けて検討すると、1 椎間固定では 12 例中 8 例 (66.7%) に対し、複数椎間固定では 29 例中 21 例 (72.4%) と、より高い頻度で膨隆がみられた。

同様な X 線学的検索を先天性癒合椎をもつ 52 症例にも行った結果、癒合椎は良好な形態 (wedge angle; av. -0.81) を呈し、癒合椎間数も少なかった (no. of fused levels; av. 1.21)。MRI を行った 22 例中 13 例 (59%) に膨隆がみられたが、癒合椎は良好な形態 (wedge angle; av. -1.7) を呈し、癒合椎間数は少なかったが (no. of fused levels; av. 1.38)、膨隆がみられなかった群に比べて年齢は有意に高かった ($p < 0.05$) (Table 2)。

3) 長期経過観察中に症状が悪化したため、laminectomy が追加された 2 症例から一塊として得られた laminar flap の病理組織検査の結果、MRI で膨隆がみられた固定隣接椎間の黄靱帯に myxomatous な変性を伴った弾性線維および膠原線維の過形成が認められた。

黄靱帯付着部の骨の辺縁 (enthesis) は不規則で、骨梁の破壊と新生、さらに血管および結合組織の増生がみられた。肥厚した黄靱帯の線維には、走行の乱れと深層の亀裂、壊死、あるいは石灰化がみられた。下位の固定隣接椎間の黄靱帯でも弾性線維の走行が乱れ、中層の線維が疎となり、壊死性変化がみられた。一方、固定椎間の黄靱帯、ならびに対照例すなわち 14 例の laminar flap から得られた黄靱帯には線維の乱れはなく、靱帯の著明な過形成もみられなかった。以上の結果から、MRI でみられた脊柱管後方からの膨隆所見は、黄靱帯のたわみによるものでなく、靱帯の過形成と考えた (Fig. 3, Fig. 4)。

5. 考 察

頸椎前方固定術後の長期経過観察例での X 線学的検討で、固定隣接椎間における頸椎症性変化の

Fig. 3

- A :** Hypertrophy of yellow ligaments at C2/3 (hematoxylin and eosin, $\times 9$).
B : Bony irregularity of trabeculae on an attachment of yellow ligament (hematoxylin and eosin, $\times 54$).

Fig. 4

- A :** Yellow ligaments of fused segment (C4/5, C5/6) (hematoxylin and eosin, $\times 5$).
B : Hypertrophy of yellow ligaments was not found in 14 cases which were laminectomized (hematoxylin and eosin, $\times 6$).

進行や、新たな骨棘形成、椎間板腔の狭小化、すべりなどが生じることが知られている。これらの変化が臨床症状の悪化につながる可能性が高いことがこれまでに報告されてきた^{1,9)}。

今回の調査では、X線学的にみて固定椎の直上あるいは直下の隣接椎間に前方骨棘形成がより多く認められたが、脊柱管狭窄に直接つながる後方骨棘形成の頻度はむしろ少ないことが判明した。固定椎変形角度は平均 6.0°で後弯位を呈するものが多く、これに対し頸椎全体の alignment は、後弯椎に対する代償とみられる前弯が軽度増加する傾向がみられた。

頸椎前方固定術後、椎間固定により失われた可動域を代償しようとする stress が、長期にわたり固定椎隣接椎間に及び、固定椎上下の隣接椎間に頸椎症性変化を生じさせたものと考えられた。MRI で高頻度に脊柱管の再狭窄像として観察された後方からの膨隆所見は、病理組織学的に黄靱帯の過形成であることが認められた。この膨隆所見は、術後経過が長期にわたるもの、固定椎が後弯変形を呈するもの、固定椎間数の多いものにより多くみられ、それら MRI で膨隆がみられた症例では術後成績がより悪い傾向にあった。

一方、先天性癒合椎例では、癒合椎の形態は良好で、かつ癒合椎間数が少ないにもかかわらず MRI での狭窄像がみられたのは、経過がきわめて長いためと思われ、術後経過の長さが黄靱帯の異常を引き起こす要因の一つであることを裏づける結果と考えられた。これらの MRI での所見は、固定椎隣接椎間の椎間板変性と合わせて、脊柱管狭窄に強く関与するものと思われた。

以上の結果から、頸椎前方固定術後に単純 X 線撮影で解析できなかった脊柱管の再狭窄因子を解明するため、MRI は有用であり、高頻度にみられた脊柱管前後面からの椎間板、骨棘、あるいは黄靱帯の肥厚による狭窄所見は、長期経過観察中に症状の悪化をきたす可能性があり、これらは前方固定術の negative aspects の一つとみなされるであろう。

6. まとめ

1) 頸椎前方除圧固定術後の長期経過観察中

に、MRI で固定隣接椎間に脊柱管前方あるいは後方からの膨隆所見が 41 例中 29 例に認められた。

2) MRI での膨隆所見は、術後経過が長いものの、固定椎が後弯変形を呈するもの、固定椎間数が多いものにより多くみられた。

3) MRI で術後高頻度にみられた脊柱管後方からの膨隆所見は、病理組織学的に黄靱帯の過形成であることが明らかになった。

文 献

- 1) Boni M, Cherubino P, Denaro V, Benazzo F : Multiple subtotal somatectomy. Technique and evaluation of a series of 39 cases. *Spine* 9 : 358-362, 1984
- 2) Capen DA, Garland DE, Waters RL : Surgical stabilization of the cervical spine. A comparative analysis of anterior and posterior spine fusions. *Clin Orthop* 196 : 229-237, 1985
- 3) Gregorius FK, Estrin T, Crandall PH : Cervical spondylotic radiculopathy and myelopathy. *Arch Neurol* 33 : 618-625, 1976
- 4) 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, 1981
- 5) Irvine GB, Strachan WE : The long-term results of localised anterior cervical decompression and fusion in spondylotic myelopathy. *Paraplegia* 25 : 18-22, 1987
- 6) Lunsford LD, Bissonette DJ, Zorub DS : Anterior surgery for cervical disc disease part 2 : Treatment of cervical spondylotic myelopathy in 32 cases. *J Neurosurg* 53 : 12-19, 1980
- 7) Mehalic TF, Pezzuti RT, Applebaum BI : Magnetic resonance imaging and cervical spondylotic myelopathy. *Neurosurgery* 26 : 217-227, 1990
- 8) Phillips DG : Surgical treatment of myelopathy with cervical spondylosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 36 : 879-884, 1973
- 9) Ross JS, Masaryk TJ, Modic MT : Postoperative cervical spine : MR assessment. *J Comput Assist Tomogr* 11 : 955-962, 1987

ABSTRACT

Reconstruction of the Cervical Spinal Canal after Anterior Spondylodesis

by

Takashi Teramoto, Tetsuro Takatsu, Hidenori Inoue,
Yoshihiro Ishida, Kazuhiro Suzuki, Kazuo Ohmori

from

Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya Daini Red Cross Hospital

It has been widely recognized that spinal canal stenosis due to spondylotic changes is observed at the adjacent intervertebral segments long after anterior cervical spondylodesis. To analyze these postoperative spondylotic changes, radiological measurement and magnetic resonance imaging (MRI) were carried out in patients who underwent anterior cervical spondylosis. Forty-five patients who were followed up for over 36 months (mean 108.2, range 36 to 204) after surgery were available for the analysis.

Postoperative spinal canal stenosis caused by bulging on the anterior and/or posterior aspects of the spinal canal was frequently detected by MRI.

The finding was much more frequently observed in the following cases ;

- a) long-term course after surgery,
- b) malalignment of cervical spine due to kyphotic wedge angle of the fused vertebrae and
- c) multi-segmental fusion.

In addition to these results, 52 patients with congenital cervical spinal fusion were also radiologically examined and correlative findings were detected in 13 of 22 patients who underwent MRI.

The bulging on the posterior aspect of the canal was histopathologically defined as hypertrophy of the yellow ligaments.

This hypertrophy was considered to be caused by postoperative recurrent stress on the adjacent yellow ligaments of the fused vertebrae.