Os odontoideum の病態と術式の選択

—当科における前方・後方の31手術例からの分析—

Key words: os odontoideum, atlanto-axial dislocation, atlanto-axial instability, atlanto-axial arthrodesis

渡 辺 雅 彦 戸 山 芳 昭
植 野 満 藤 村 祥 一

1. はじめに

os odontoideum は、先天性もしくは歯突起骨折後の癒合不全により生じる歯突起の分離症とされている^{2,5)}。本症は高度の環軸椎不安定性を伴うが、まったく無症候性のものから局所の頸部痛や時に高度の脊髄麻痺をきたすため、手術適応、手術時期および手術法の選択などが臨床上問題となっている。今回われわれは、当科で前方ないし後方法により手術を施行した os odontoideum 31 例の画像所見、臨床症状、術後成績を分析し、本症の病態と治療、特に前方法と後方法の比較から術式の選択について検討を加える。

2. 対 象

症例は31例(男性20例, 女性11例)で, 手術時年齢は5~76歳, 平均26歳であった。術前の臨床症状は Rowland の分類¹⁰⁾に準じて4群に分けた。Group 1(以下, G-1)が9例, Group 2 (G-2)が9例, Group 3 (G-3)が11例で, Group 4 (G-4)が2例であった。手術法は, 原則として1984年以前では前方固定術を, それ以後では後療法の容易さから後方固定術を選択してきており, その数は前方固定術13例, 後方固定術18例(Gallie 法12例, Brooks 法4例, Magerl 法1例, Luque 法1例)であった。術後追跡期間は9~210カ月, 平

Fig. 1 Instability index

$$\text{Instability Index} = \frac{\text{max. d.} - \text{min. d.}}{\text{min. d.}} \times 100$$

min. d. : minimum diameter

max. d. : maximum diameter

慶應義塾大学整形外科〔連絡先: 渡辺雅彦, 〒160 新宿区信濃町 35〕

Address reprint requests to: Masahiko Watanabe, M.D., Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinano-machi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, JAPAN

Fig. 2 Range of A-P flexion
Range of A-P flexion = $\alpha 1 + \alpha 2$

Fig. 3B The relationship between clinical findings (Rowland's classification) and instability index

Fig. 3A The relationship between clinical findings (Rowland's classification) and minimum diameter (min. d.)

Fig. 3C The relationship between clinical findings (Rowland's classification) and sagittal plane rotation angle

均 91 カ月であった。

3. 方 法

個々の症例について、術前単純X線前後屈側面像より、軸椎椎体後縁から環椎後弓前縁までの最小径（以下、min. d.）と最大径（max. d.）、また min. d. と max. d. より阿部ら¹⁾の提案した instability index（以下、I. I.）を、さらに矢状面回旋度を測定するために前屈時と後屈時の atlanto-axial angle の差（以下、矢状面回旋度）を求めた（Fig. 1）。また術後単純X線像より、頸椎前後屈可動域の計測を行った（Fig. 2）。今回、直接検診が可能であった17例については、仰臥位で両肩峰と両耳介にマーキングを行い、最大右旋時と左旋時に頭部直上より写真を撮影し、両肩峰を結ぶ線と両耳介を結ぶ線のなす角度を求め、その和を頸椎回旋度として計測した。

4. 結 果

術前の各グループ別の min. d. は G-1 の 9 例で平均 12.6 mm, G-2 の 9 例で 12.8 mm, G-3 の 11 例で 9.4 mm, G-4 の 2 例で 12 mm であり、G-3 で有意に小さかった（Fig. 3A）。I. I. は G-1 で平均 29.9%, G-2 で 42.6%, G-3 で 46.9%, G-4 で 49.7%であり、また矢状面回旋度は G-1 で平均 11°, G-2 で 23.6°, G-3 で 18.9°, G-4 で 30.5°と、ともに G-2 以上の群が有意に大きな値を示した（Fig. 3B, C）。術式別にみた骨癒合は、前方固定が整復位癒合 8 例、亜脱臼位癒合 3 例、偽関節 2 例（15%）に対して、後方固定では整復位癒合 9 例、亜脱臼位癒合 7 例、偽関節 2 例（11%）であった。しかし、後方固定群の 2 例はともに高度のリウマチ合併例であった。手術合併症は、前方固定の 1 例に術後軽度の深部腱反射の亢進、さらに 1 例に骨片の逸脱を認めた。一方、後方固定

Fig. 4 Postoperative range of A-P flexion in anterior and posterior fusions

Fig. 5 Postoperative cervical rotation in anterior and posterior fusions

Fig. 6 A 16-year-old boy

A B

- A :** Lateral myelography shows os odontoideum (arrow) with anterior instability. The values of min. d., instability index and angle of sagittal plane rotation are 12 mm, 52% and 28°. It demonstrates light spinal cord compression in flexion.
- B :** Solid and non displaced fusion at the 6-month follow-up

では3例に片麻痺を認め、うち2例は早期に改善したが、1例に軽度の痙性麻痺が残存した。術後の前後屈可動域は、前方固定の平均は64°で、後方固定の49°に比し有意に大きかった (Fig. 4)。しかし頸椎回旋度は前方固定で平均120°、後方固定で107°と、術式による差は認めなかった (Fig. 5)。

5. 代表症例

患者：16歳、男性

ボクシングで相手に殴られた際、全身に一過性のしびれが出現、その後も前屈位での頸部違和感

が残存し、当科を受診した。単純X線前後屈側面像で min. d. は12 mm, I. I. は52%, 矢状面回旋度は28°であった (Fig. 6A)。手術は Magerl + Brooks 法を施行、術後1週より顎付ポリネックで歩行を開始した。術後4カ月で整復位に骨癒合は得られ、現在特に愁訴は残存していない (Fig. 6B)。

6. 考 察

a. 脊髓症状の発現機序について

os odontoideum の脊髓症発現機序については、

Fig. 7 Appropriate treatment algorithm for os odontoideum
SAC : space available for cord

脱臼に伴う脊柱管前後径の狭小化による脊髄圧迫との関係が従来からいわれており、Greenberg⁴⁾は最小前後径が14 mm以下で、Spieringsら¹¹⁾は13 mm以下で、Wolfら¹⁴⁾は10 mm以下で脊髄症状が発現するとしている。一方、小林ら⁷⁾、藤井ら³⁾は最小前後径が大きくても脊髄症状を発現する症例があること、逆に前後径が小さくても脊髄症状を起こさない症例もあることから、必ずしも最小前後径と脊髄症状は相関しないとしている。植野ら¹³⁾は不安定性による脊柱管の動的変化が脊髄周囲の血行障害を引き起こし、これが脊髄症状の発現に関与するとしている。今回のわれわれの調査において静的圧迫を示す最小脊柱管前後径はG-1とG-2間に差はなかったが、G-3では有意に小さかった。

次に動的要因であるが、前後方向の不安定性を示すI.I.はこれまでの報告同様、G-2以上でG-1群に比し有意に高かった。加えて、われわれは矢状面での回旋不安定性に着目し、矢状面回旋度を測定した。戸山¹²⁾は正常人30名の計測からその平均を13°としているが、G-2以上の群での平均は22°とG-1に比し有意に高かった。

つまり、外傷後の一過性あるいは永続性の脊髄症状を示すG-2は、その主因が不安定性にあり、急激かつ大きい外力が不安定性を有する環軸椎間にさらなる転位を生じさせ、脊髄損傷を引き起こしたと考えられる。しかしきわめて軽微な外傷で発現する例もあることから、前後および回旋不安

定性により易損性となった脊髄に急激な頸椎の挙動による圧迫あるいは血行障害が生じて発現する可能性も大きい¹³⁾。

一方、慢性かつ進行性の脊髄症状を示すG-3では、明らかに脊柱管狭窄が背景にあり、不安定性とともに慢性の脊髄圧迫により脊髄症状が発現するものと思われる。G-4の2例はともにめまいを主訴の一つとする高齢者で、環軸椎不安定性による椎骨動脈不全が疑われたが、詳細は不明である。

b. 不安定性と脊柱管狭窄について

阿部ら¹⁾は環軸椎亜脱臼の不安定性の指標として不安定係数を考案した。これは脱臼時と整復時の脊柱管前後径の変化率であり、前後方向の不安定性の指標としては優れたものといえる。しかしos odontoideumに伴う環軸椎亜脱臼の転位様式は、矢状面のtranslationのみならず、軸椎に対する環椎の回旋も関与している。細野ら⁶⁾は軸椎関節面の形状を円型群と扁平群に分け、扁平群ではtranslationがその転位の主体となっているが、円型群では回旋転位も大きいとしている。われわれの渉猟し得た範囲で矢状面回旋不安定性と脊髄症状との関連について言及したものはなかったが、細野らの報告から考えても、一部の症例ではその転位の大きな部分を矢状面回旋が果たしており、不安定係数と同様に、脊髄症状発現の重要な因子といえ、不安定性の一つの指標とすべきであると考えている。

次に静的要因であるが、この高位での脊髄前後径8~12 mmと横靱帯の厚さ4~5 mmの和より、脊柱管前後径が小さい場合に脊髄圧迫が生じる。しかし自験例において、脊髄症状は術後前後径が11 mm以上の固定で、全例なんらかの改善が得られている臨床的事実より、環軸椎高位における脊髄症状は、動的因子である不安定性がない場合、前後径11 mm未満で発現するといえよう。

c. 治療方針について

脊髄症状は絶対的手術適応であるが、脊髄症状がない症例でも、①脊柱管の最小前後径が11 mm以下、②I.I.が40%以上、③矢状面回旋度が20°以上、の3項目中1項目でも満たす症例は、将来的に脊髄症状を発現する危険性が高く、手術適応にすべきと考える。これ以外の症例に対して

Fig. 8 Selection of surgical method
 SAC : space available for cord
 A. S. F. : anterior spinal fusion
 P. F. : posterior fusion
 C1-2 : atlanto-axial
 C0-2 : occipito-axial
 C0-3 : occipito-3rd cervical spine

は原則的には経過観察でよいと思われるが、活動の大きい若年者では I. I. が 25~40% でも手術を考慮すべきである¹³⁾ (Fig. 7)。

d. 術式の選択について

前方法と後方法の比較では、術後の頸椎前後屈可動域制限のみに有意差がみられた。その理由は後方法の 5 例に C1-3 まで、また 1 例に C1-4 までの骨癒合が起こったため、前後屈可動域に差異が生じたわけであるが、回旋はその 2/3 が環軸椎間で行われるため、それ以下の癒合の影響をあまり受けず、有意差がなかったものと思われる。調査時における患者の愁訴は回旋制限に限っており、有意差の認められた前後屈制限による activity of daily living (ADL) 障害はほとんどないことから、内固定が可能であり、術後管理の容易な後方法の適応が広いと思われた。さらに最近では症例に呈示した Magerl 法⁹⁾などの強固な内固定が可能な術式が一般的となりつつある。しかし後方法の 3 例に神経合併症の発生をみており、特に後方法では Smith ら⁹⁾が報告しているように、愛護的な手術操作と十分な残余脊柱管前後径が必要である。前述したごとく、静的要因として最小径 11 mm 未満で脊髓症状が発現することから考えると、sublaminar wiring を安全に行うため、2 mm の余裕を見込み、最低でも 13 mm 以上の残

余脊柱管前後径が不可欠であり、術前に整復位を得ておくことが肝要である。

原則として、整復可能なものや、整復不能であっても前後径 13 mm 以上のものは、環軸椎後方固定術の適応と考える。最大整復位の前後径 13 mm 未満では、前述したごとく C1 椎弓下 wiring に伴う神経合併症の危険性が高く、C1 椎弓切除と C0-2 後方固定術が第一選択とされる。しかし頸椎の前後屈可動域における後頭環椎間の役割は大きく、後頭骨までの固定は著明な前後屈制限をまねくため、活動性の高い若年者および青壮年者で残余前後径が 11 mm 以上あり、除圧の必要のない例では前方固定術の適応となる。clivo-axial angle (C-A angle) が鋭角で、歯突起基部により延髄や上位頸髄が前方腹側から圧迫されている症例には、前方除圧固定術の絶対的適応であるが、C1 椎弓切除と Luque rod による後頭頸椎後方固定術は、C-A angle が増大する位置で固定でき、しかも術後管理の面から特に高齢者には有用であり、また手術手技の面からも前方除圧固定術に替わり得る術式といえる (Fig. 8)。

7. まとめ

1) 当科で手術を施行した os odontoideum 31 例を retrospective に検討した。

2) 脊髓症状発現には、残余脊柱管前後径や前後の不安定性とともに、矢状面回旋不安定性の関与も大きかった。

3) 脊髓症状がない症例でも、脊柱管の最小前後径が 11 mm 以下、I. I. が 40% 以上、矢状面回旋度が 20° 以上、の 3 項目中 1 項目でも満たす場合は手術適応と考えられた。

4) 後方固定術は前方固定術に比し前後屈可動域に制限がみられたが、ADL 上の問題となることは少なく、手術手技ならびに術後管理等の面から後方法を第一選択とすることが妥当と思われた。

文 献

- 1) 阿部 弘, 都留美都雄, 三森研自, 角田 実, 高木 宏: Atlanto-axial dislocation. Instability index と手術適応. 脳外 4: 57-72, 1976
- 2) Fielding JW, Hensinger RN, Hawkins RJ: os

odontoideum. J Bone Joint Surg [Am] 62-A : 376-383, 1980

- 3) 藤井英治, 平林 洸, 若野紘一, 鈴木信正, 里見和彦, 小林慶二: 上位頸椎奇形について—神經症状を中心として. 臨整外 18 : 403-411, 1983
- 4) Greenberg AD : Atlanto-axial dislocation. Brain 91 : 655-684, 1968
- 5) Hawkins RJ, Fielding JW, Thompson WJ : Os odontoideum congenital or aquired. J Bone Joint Surg [Am] 58-A : 413-414, 1976
- 6) 細野 昇, 米延策雄, 江原宗平, 小野啓郎 : os odontoideum に対する後方固定術の検討. 中部整災誌 33 : 759-761, 1990
- 7) 小林慶二, 平林 洸, 藤村祥一 : 小児の環軸関節固定術の検討. 臨整外 18 : 395-402, 1983
- 8) Magerl F, Seeman PS : Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation in Kehr P, Weidner A (eds) : Cervical Spine 1, Spriger-Verlag, Wien, 1987 pp 322-327
- 9) Smith MD, Phillips WA, Hensinger RN : Complications of fusion to the upper cervical spine. Spine 16 : 702-705, 1991
- 10) Rowland LP, Shapiro JH, Jacobson HG : Neurological syndromes associated with congenital absence of the odontoid process. Arch Neurol Psychiatry 80 : 286-291, 1958
- 11) Spierings ELH, Braakman R : The Management of os odontoideum, analysis of 37 cases. J Bone Joint Surg [Br] 64-B : 422-428, 1982
- 12) 戸山芳昭 : 環軸椎固定術における至適固定角度について—術後の頸椎柱変形からみた分析. 整形外科 45 : 495-502, 1994
- 13) 植野 満, 里見和彦, 小柳貴裕, 柳田雅明, 戸山芳昭, 藤村祥一, 平林 洸 : Os odontoideum と環軸椎間の不安定性について. 臨整外 24 : 517-524, 1989
- 14) Wolf BS, Khilnani M, Malis L : The sagittal diameter of the bony cervical spinal canal and its significance in cervical spondylosis. J Mt Sinai Hosp 23 : 283-292, 1956

ABSTRACT

Long-term Follow-up Study of Os Odontoideum —A Review of 31 Cases—

by

Masahiko Watanabe, Yoshiaki Toyama,
Mitsuru Ueno, Yoshikazu Fujimura

from

Department of Orthopedic Surgery,
School of Medicine, Keio University

The purpose of this study was to investigate the outbreak of paralysis and the surgical management of os odontoideum in the light of retrospective and comparative analysis between anterior and posterior C1/2 fusion.

Materials and methods : We reviewed 31 patients (10 women and 21 men) with os odontoideum who were treated at our institution between 1974 and 1992. The age at the time of surgery was 5 to 72 years, 26 years on average. Anterior spinal fusion was performed in 13 patients and posterior in 18 patients. The minimum SAC at the C1 level, instability index and anterior sagittal plane rotation of atlas were assessed on preoperative flexion-extension lateral radiographs. Postoperative range of A-P flexion was measured with lateral radiographs and rotation was measured with a bevel protractor. Evaluation of the clinical symptoms was made according to Rowland's classification. The mean duration of follow-up was 91 months (range, 9-210 months).

Result : Nine patients were in Group 1, 9 in Group 2, 11 in Group 3 and 2 in Group 4. The average min. SAC was 9.4 mm in Group 3, and 12.7 mm in Group 1 and 2. This difference was significant. In Group 1, the average instability index was 29.9% and the average sagittal plane rotation was 11°. These values were significantly small, compared with the other Groups. Of the

eighteen patients who had posterior fusion, sixteen had successful fusions and two with rheumatoid arthritis had non-union. Two of the thirteen patients who had anterior fusions had non-union. The average range of A-P flexion in anterior fusion was significantly larger than in posterior, but no significant difference was found in cervical rotation.

Discussion : A narrow diameter of the spinal canal, which is a static factor, large instability index and large sagittal plane rotation, which are dynamic factors, have been correlated with myelopathy. To our knowledge, no mention has been made of the correlation between large

sagittal plane rotation of C1 and myelopathy. There was no significant difference except for range of A-P flexion between anterior and posterior fusion. We think this difference was caused by spontaneous fusion (C1-3 or C1-4) in some cases of the posterior fusion group. However no defect was observed, so it can be said that nearly all the patients should be treated with posterior fusion. Because we can make strong internal fixation (screw etc.) with posterior fusion, it permits the patients to be out of bed with a minimum of external encumbrance, and gives them solid fusions.