上位頸椎外傷の診断と治療

高 安 正 和

Diagnosis and Treatment for Traumatic Injury of the Upper Cervical Spine

by

Masakazu Takayasu, M.D

from

Department of Neurological Surgery, Aichi Medical University School of Medicine

The upper cervical spine is a highly mobile region with complex anatomical structures. Therefore, it is prone to suffer traumatic injury. The diagnosis and treatment for this region are complicated as compared with other spinal regions. This review will summarize the current concepts of the diagnosis and the treatment for traumatic injury of the upper cervical spine, especially focusing on methods of surgical fixation.

(Received October 29, 2007; accepted November 27, 2007)

Key words : upper cervical spine, trauma, spinal instrumentation

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 17 : 311-316, 2008

はじめに

上位頸椎は特殊な構造を有し靱帯組織が大きな役割を果たしているうえ、可動範囲が大きいなど、不安定性をきたしやすい部位である。そのため診断・治療には特別な配慮が必要となる。いったん重大な靱帯損傷を生じた場合には外固定を続けても安定性の回復は期待できず早期の内固定が必要となる。内固定法として以前は移植骨とワイヤーによる固定が行われたが、不安定性の強い上位頸椎では不成功に終わる率も高く、最近ではスクリューとロッドなどの組み合わせによる強固な instrumentation が主流となっている。本稿では上位頸椎外傷の診断と治療についての最新の知見について解説する。

診 断

臨床症状は、四肢麻痺、呼吸障害、脊髄ショックなど

重篤なものから軽度の頸部痛のみの場合など多様である。軽度の場合は、まず上位頸椎外傷を疑うことから始まり、詳細な画像評価により正確な診断を得ることができる。

上位頸椎の画像診断には種々の計測法があるが、その詳細については教科書や他の総説に譲りここで述べない¹⁰⁾¹¹⁾。頸椎単純 X 線撮影が基本となるが、単純 X 線での上位頸椎の描出が不良な場合があり、矢状断・冠状断再構成 CT が有用である。特に最近では multi-slice CT が普及したため、短時間に容易に検査が可能となった。機能撮影（前後屈）は不安定性の評価に有用であるが、十分慎重に行う。麻痺などの神経症状を有し、その他の画像検査で不安定性が明らかな場合には、危険を伴うため避けたほうが安全である。骨折の評価には CT が、延髄・上位頸髄など神経、靱帯・椎間板などの軟部組織の評価には MRI がきわめて有用である。また、わずかな不安定性の検出のためには、頸椎単純 X 線機能撮影での評

愛知医科大学医学部脳神経外科／〒480-1195 愛知郡長久手町岩作雁又 21〔連絡先：高安正和〕

Address reprint to requests to: Masakazu Takayasu, M. D., Department of Neurological Surgery, Aichi Medical University School of Medicine, 21 Karimata, Yazako, Nagakute-cho, Aichi-gun, Aichi 480-1195, Japan

Fig. 1 Schematic drawings of anterior odontoid screw fixation

術が困難な場合においても、頸椎前後屈位での矢状断再構成 CT や MRI を施行することにより診断が可能になることもある。椎骨動脈の評価は MRA (angiography) や 3D-CTA を行い、必要があれば血管造影検査を追加する。急性期の上位頸椎の外傷ではミエログラフィーが行われることはほとんどなくなった。

治療

① 保存的治療

上位頸椎外傷が疑われた場合は、呼吸・循環管理を行うと同時に頸部の安静を確保する。外固定法として、頸椎カラー固定、halo-vest 固定などがあるが、先に述べたように、重大な靱帯損傷を生じた場合には外固定を続けても安定性を再獲得することは困難であり、内固定術が必要となる。また、頸椎配列の是正や脱臼の整復を得る目的で頭蓋牽引を行うことがあるが、最近では整復後の外固定も考慮し halo 牽引を行う場合が多い。

② 外科的治療

上位頸椎外傷では固定操作が主体となる。固定術は移植骨とワイヤーを用いる方法と専用のインスツルメントを用いる方法 (instrumentation) とがある¹⁰⁾¹²⁾。従来は前者が用いられたが、sublaminar wiring による脊髄損傷の危険と、固定力が劣り骨癒合が得られるまでのしっかりした外固定の併用が必須であるといった欠点を有した。実際に 2~3 カ月間の嚴重な外固定を患者に守らせるのは容易ではなく、non-union の率は 4~50% と高率との報告がされている³⁾。そこで最近では instrumentation の使用が一般的となってきた。

上位頸椎 instrumentation には多様な方法があり、どれを選択するかはそれぞれの特徴を考慮して決定される。

現在のわれわれの選択基準は、固定力に優れていること、手技の汎用性・容易さ、short fusion が可能なこと (術後の可動性をより維持できる)、安全性などであり、最近では主に以下の 3 種の方法を第一選択としている。前方法では急性期の歯突起骨折に対する歯突起螺子固定、環軸椎後方固定には C1 lateral mass/C2 screw fixation、後頭頸椎後方固定にはスクリューとロッドによる固定法を用いている。これらの手術法について簡単に紹介する。

1. 歯突起前方螺子固定法 (anterior odontoid screw fixation)

単純な歯突起骨折に対し、前方から 1 本のスクリューにて固定する方法である (Fig. 1)²⁾。整復可能な type II の歯突起骨折の急性期例 (一般的には骨折後 3~4 週以内) が適応となる。術後に C1-2 間の回旋運動が保持される点が最大の利点である。その他、横靱帯が温存されていること、スクリュー挿入の trajectory が確保できることなどが適応条件となる。適応が限られ、手技がやや困難、術後、骨癒合が得られるまでしっかりとした外固定が必要な点などが欠点となる。手技のポイントは、C2 椎体前方の C2/3 椎間板面から骨折線を超えて骨折歯突起の真ん中に K-wire を正確に挿入することである。その後は K-wire に沿って cannulated screw を進めれば、骨折した歯突起を固定することは比較的容易である。このためには前後・左右の 2 方向同時の透視像を得ることが必須と考える。スクリューは lag screw を使用し、歯突起先端をわずかに貫き bicortical purchase とすることにより強度が得られる (Fig. 1, 2)。皮膚切開は C5/6 レベルの横切開よりも、C2/3 レベルから尾側へ伸ばした斜切開とし、C2/3 椎間板に直接アプローチした後、スクリュー挿入は尾側より行うほうが手技は容易となる。Apfelbaum ら²⁾の 117 例の成績では、骨癒合率 88%、non-union 9% と比較的満足できるものである。後方固定法に

Fig. 2 A 48-year-old male patient presented with an odontoid fracture type II following a traffic accident

Preoperative 3D-CT (A) showing the odontoid fracture. Postoperative CT (B, C) showing the anterior odontoid screw fixation.

Fig. 3 C1-2 screw fixation

CT scans showing C1 lateral mass screws (A), C2 pedicle screw (B) and C2 translaminar screw (C). Lateral (D) and A-P (E) X-ray films after C1-2 screw fixation.

比べてやや fusion rate が落ちる傾向はあるが、術後、頭部の回旋機能が維持できるのは患者にとって大きなメリットであり、適応があれば最初に試みるべき手技である。

2. C1 lateral mass-C2固定法

C1 lateral mass screw と C2 anchor screw (主に pedicle screw) をロッドにて連結する方法である (Fig. 3)⁴⁾⁷⁾。C1, C2 に別々に anchor screw を挿入しそれらを連結するため、一見煩雑に思えるが、C1/2 transarticular screw fixation (Magerl 法)⁸⁾のように椎間関節を貫く必要がないためスクリュー挿入はより安全である。Magerl 法と同等の強度が得られ、また、整復不能例にも適応となるなど利点が多

い (Fig. 4)。環軸椎後方固定法としては Magerl 法に代わり第一選択となりつつある。

(1) C1 lateral mass screw

C1 の lateral mass は比較的大きな骨構造であるため、anchor screw 挿入の余裕があり、血管や神経損傷のリスクは少ない。また、強度も高く、C2 pedicle screw に匹敵する。1994 年、Goel ら⁴⁾がプレートを介した C1-2固定法をはじめて報告しているが、本法が注目され普及するようになったのは 2000 年の Harms ら⁷⁾の polyaxial screw と rod を用いた固定法の報告による。

(2) C2 pedicle screw

主に、Abumi ら¹⁾の報告により頸椎の強力な anchor

Fig. 4 Preoperative 3D-CT (A) of a 34 year-old man with irreducible atlanto-axial dislocation. Preoperative MRI (B) showing preservation of the cervicomedullary angle in spite of the AAD. Lateral X-ray film (C) after C1-2 screw fixation. C1 lateral mass screws (D) on CT.

Fig. 5 Preoperative MRI (A) of 24 year-old man with Jefferson's fracture associated with atlanto-occipital instability. Lateral X-ray film (B) after occipito-C2 screw fixation. Imaging studies 5 years after surgery, MRI (C), sagittal CT (D) and 3D-CT (E) showing preservation of the cervical alignment and good bony fusion.

screw として認知されてきた。中下位頸椎の pedicle screw 挿入には熟練を要するが、C2 椎弓根は頸椎の中では比較的大きいため挿入しやすい。ただし、C2 椎弓根においても約 2 割で直径が 3.5 mm 以下のためスクリュー挿入ができないとの報告もある⁵⁾。ナビゲーションを使

用することにより安全性が高まり、適応の拡大も期待できる¹⁵⁾。

(3) C2 translaminar (intralaminar) screw

Wright ら (2004 年)¹⁶⁾、Gorek ら (2005 年)⁵⁾によって報告された方法であり、強度的には pedicle screw に匹敵

するとされる。何より椎骨動脈損傷のリスクがない。われわれも 2004 年より症例を選んで使用している。未だ長期成績は得られていないため、現在のところは pedicle screw が挿入ができない場合の有力な代用手段として使用しており、一側の pedicle screw と組み合わせて使用することが多い。

3. 後頭骨頸椎固定

後頭骨から頸椎までの固定を行うため、環軸椎固定に比べさらに術後の頸部運動制限が強く、患者には日常生活上の不便を強いることになるため、その適応は慎重に決定する。後頭骨環椎脱臼は最もよい適応となる。従来、後頭骨から上位頸椎までをそのカーブに合わせた 1 本のループ (Ransford loop) を支柱にして各 segment をワイヤーで固定する方法が行われてきた。この方法では sublaminar wiring が必要であり、また不安定性の強い症例では術後にも頸椎前弓の沈み込み (settling) が進行することもあり固定力に限界がある。最近ではチタン製ループをスクリューを用いて後頭骨と頸椎に固定する、より強固なシステムが利用できるようになった⁹⁾¹⁴⁾。後頭骨スクリューは正中で内後頭隆起に近いほど強力であり、unicortical に比べ bicortical purchase が優れている⁶⁾。頸椎の anchor screw としては lateral mass screw, subaxial transarticular screw¹³⁾などが用いられるが、最近では軸椎に pedicle screw や translaminar screw といった強力な anchor screw を使用することにより後頭骨-軸椎の short fusion も可能となった (Fig. 5)¹⁾¹²⁾。利用できるシステムとして、われわれは 1997 年以来主に Olerud Cervical Spine System¹⁰⁾¹⁵⁾を使用しているが、最近では Oasys, Vertex といった新しいスクリュー・ロッドシステムも利用できる。後頭骨スクリューとしてわれわれはいまだ固定性に優れ使用に慣れた Olerud の O-C rod を使用しているが、anchor screw としては最近では連結の容易な Oasys の polyaxial screw とを組み合わせ、hybrid system として使用している。

おわりに

上位頸椎外傷の診断と治療についての最近の知見について述べた。特に手術法について近年、強固な anchor screw を用いたさまざまな固定法が開発されてきた。それぞれの方法の利点と限界を知ったうえで適切に使用することにより良好な結果を得ることができるが、安易な

使用は重大な合併症のリスクを伴い慎むべきである。

本論文の内容は第 27 回日本脳神経外科コンgres 総会 (2007 年 5 月 18 日, 仙台市) において発表された。

文 献

- 1) Abumi K, Kaneda K: Pedicle screw fixation for non-traumatic lesions of the cervical spine. *Spine* **22**: 1853-1863, 1997.
- 2) Apfelbaum RI, Lonser RR, Veres R, Casey A: Direct anterior screw fixation for recent and remote odontoid fracture. *J Neurosurg (Spine 2)* **93**: 227-236, 2000.
- 3) Dickmann CA, Sonntag VK: Surgical management of atlantoaxial nonunion. *J Neurosurg* **83**: 248-253, 1995.
- 4) Goel A, Laheri V: Plate and screw fixation for atlantoaxial subluxation. *Acta Neurochir (Wien)* **129**: 47-53, 1994.
- 5) Gorek J, Acaroglu E, Berven S, Yousef A, Puttlitz CM: Constructs incorporating intralaminar C2 screws provide rigid stability for atlantoaxial fixation. *Spine* **30**: 1513-1518, 2005.
- 6) Maher TR, Yeung AW, Caruso SA, Merola AA, Shin T, Zipnick RI, Gorup JM, Bono C: Occipital screw pullout strength. A biomechanical investigation of occipital morphology. *Spine* **24**: 5-9, 1999.
- 7) Harms J, Melcher RP: Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine* **26**: 2467-2471, 2001.
- 8) Magerl F, Seeman PS: Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. in Kehr P, Weider A (eds): *Cervical Spine I*. Wien, Springer-Verlag, 1987, pp.322-327.
- 9) Olerud C, Larsson B-E, Rodriguez M: Subaxial cervical spine subluxation in rheumatoid arthritis. A retrospective analysis of 16 operated patients after 1-5 years. *Acta Orthop Scand* **68**: 109-115, 1997.
- 10) 高安正和: 頭蓋頸椎移行部病変. 佐藤 潔編: 図説脳神経外科 New Approach 第 7 巻: 脊髄-機能・解剖・手術. 東京, メジカルビュー社, 1999, pp.54-63.
- 11) 高安正和: 頭蓋頸椎移行部の現状と未来. 脳外誌 **15**: 36-44, 2006.
- 12) 高安正和: 頸椎後方到達法の instrumentation. 脳外誌 **16**: 618-624, 2007.
- 13) Takayasu M, Hara M, Yamauchi K, Yoshida M, Yoshida J: Transarticular screw fixation in the middle and the lower cervical spine: Technical note. *J Neurosurg (Spine 1)* **99**: 132-136, 2003.
- 14) 高安正和, 高木輝秀, 錦古里武, 岩味健一郎: Olerud Cervical System による後頭頸椎再建術. 脊椎脊髄 **18**: 689-694, 2005.
- 15) 高安正和, 高木輝秀, 錦古里武, 岩味健一郎: 頭頸移行部 instrumentation におけるナビゲーションシステムの有用性. 脊椎・脊髄神経手術手技 **7**: 45-49, 2005.
- 16) Wright NM: Posterior C2 fixation using bilateral, crossing C2 laminar screws. Case series and technical note. *J Spinal Disord Tech* **17**: 158-162, 2004.

要 旨

上位頸椎外傷の診断と治療

高安 正和

上位頸椎は複雑な構造をもつうえに靱帯組織が大きな役割を果たし、また、可動範囲が大きいなど不安定性をきたしやすい要素を有する。そのため上位頸椎外傷の診断・治療には特別な配慮が必要となる。画像診断には主に単純 X 線、CT、3D-CT、MRI などが用いられる。神経、靱帯を含め軟部組織損傷には MRI が、骨折を含め骨構造には CT および再構成像が有用である。外固定としては頸椎カラー・halo-vest 固定などが施行されるが、重大な靱帯損傷を生じた場合には外固定を続けても安定性の回復は期待できず早期の内固定が必要となる。内固定法として以前は移植骨とワイヤーによる固定が行われたが、不安定性の強い上位頸椎では不成功に終わる率も高く、最近ではロッドとスクリューの組み合わせによる強固な instrumentation が主流となっている。主に後方アプローチによる環軸椎固定、後頭頸椎固定が行われるが、歯突起骨折においては前方からの歯突起螺子固定法も有用である。また、この部は複雑な骨構造と重要な神経・血管を含むためスクリューの挿入にはナビゲーションが有用である。上位頸椎外傷の診断と治療についての最新の知見について解説する。

脳外誌 17 : 311-316, 2008

会 員 の 皆 様 へ

●会員カード受付の E-mail アドレスにつきまして●

本誌 16 巻 12 号～17 巻 3 号に掲載の「第 28 回日本脳神経外科コンgres 総会開催のお知らせ」の記載に誤りがありました。

同稿「参会方法：会員カード受付について」欄の日本脳神経外科事務局連絡先を下記のように訂正致しますとともに謹んでお詫び申し上げます。

誤) E-mail : jns@ss.ij4u.ac.jp

正) E-mail : jns@ss.ij4u.or.jp