

頸椎損傷に対する後方instrumentationの一工夫 ～Pedicle screwとlateral mass screw併用の試み～

小島 孝太 篠崎 義雄 小川 潤 山梨 裕貴
美馬雄一郎 西田 光宏 小林 喜臣 高橋 洋平
本田 晃大 野々宮廣章

静岡赤十字病院 整形外科

要旨：頸椎損傷に対するpedicle screw (PS) とlateral mass screw (LMS) を併用した後方instrumentationの術後成績について報告する。対象は2008年8月から2014年3月に当院で中下位頸椎損傷と診断し、PSとLMSを併用した後方instrumentationを施行した4例（男性3例，女性1例，手術時年齢25-52歳），CF型3例（C4/5脱臼1例，C4/5脱臼骨折1例，C5/6脱臼骨折1例），VC型1例（C6圧迫骨折）である。検討項目は，術中・術後の合併症，頸椎単純X線側面像で術前・術直後・最終観察時の椎間角と椎間高の計測である。4例とも術中に明らかな合併症を認めず，1例で隣接椎間障害を認めた以外は明らかな術後合併症はなかった。手術後翌日より外固定を使用せず歩行訓練を開始したが，最終観察時まで整復位の保持は良好で，明らかな矯正損失は認めなかった。当院ではPSを刺入する際に，外側に別皮切を設け，プロービングを行うことで適切な刺入角度を保持する工夫を行っている。頸椎損傷に対しPSとLMSを併用した後方instrumentationは，強固な固定性が得られ，PS単独による固定と比較し神経・血管損傷のリスクを軽減することができ，有用な術式と考えられた。

Key words：頸椎損傷， pedicle screw， lateral mass screw， 後方固定術， 手術成績

I. はじめに

不安定性を伴う頸椎損傷に対する頸椎instrumentationは，術直後から強力な固定性が獲得でき非常に有効な治療法である。鏡ら¹⁾により導入された中下位頸椎に対する椎弓根スクリュー（pedicle screw；以下PS）は，他のinstrumentationを凌ぐ強固な固定性が得られることが報告されている^{2,3)}が，PS挿入時に脊髄や椎骨動脈損傷を生じる可能性が危惧される⁴⁾。一方，外側塊スクリュー（lateral mass screw；以下LMS）は，PSより固定性は劣るものの²⁾，合併症の危険性が低いとされている⁵⁾。当院では頸椎損傷に対する後方固定術を行う際に，PSとLMSを併用している。今回我々が行っている術式の工夫とその有用性について報告する。

II. 対象・方法

対象は，2008年8月から2014年3月に，当院で中下位頸椎損傷と診断し後方instrumentationを施行した4例（男性3例，女性1例）である。手術時平均年齢は42歳（25-52歳），平均術後経過観察期間は23ヵ月（8-62ヵ月）であった。骨折型はAllen分類で，compressive flexion（以下CF）：3例（C4/5脱臼1例，C4/5脱臼骨折1例，C5/6脱臼骨折1例），vertical compression（以下VC）：1例（C6圧迫骨折）であった。麻痺の程度はFrankel分類D：1例（C5/6），E：3例であった。Facet interlockingを2例に認め，術前に頭蓋牽引を試みたが整復位は得られなかった（表1）。CFの3例では単椎間固定（C4/5：2例，C5/6：1例），VCの1例では2椎間固定（C5/6/7）を施行した。

各症例の手術時間，術中出血量，術中・術後合



図1 椎間角：頸椎単純X線側面像
罹患椎間における上下椎の椎体終板のなす角



図2 椎間高：頸椎単純X線側面像
罹患椎間における上下椎の椎体終板の最大距離

併症の有無と、術前・術直後・最終観察時の単純X線所見を比較し、臨床成績の検討を行った。単純X線による評価は、頸椎側面像で罹患椎間における上下椎の椎体終板のなす角（椎間角，図1）、椎体終板の最大距離（椎間高，図2）を計測した。2椎間固定の症例における椎間高は、2椎間の平均とした。

Ⅲ. 手術方法

当院における手術方法を示す。手術に際し術前計画として、CT横断像によりPS刺入椎弓根の径と角度を計測し、PSの刺入点と刺入角度を確認することが重要である。PSの逸脱を防ぐため、より椎弓根径の太い側にPSを挿入し、対側にLMSを挿入することになる。手術は腹臥位で頭部をMayfield頭蓋3点固定器で固定し、可及的に整復位を保持する。イメージを頸椎側面・椎弓根軸射像が確認できるように設置する。正中背側縦皮切を加え、外側塊の外側まで十分に展開する。必要な症例は除圧を行い、facet interlockingを解除する。術前のCTで確認したPS刺入点を同定し骨孔を作成する。ここで外側に約1cmの別皮切を

加え、プローブを刺入し、先端を外側塊の骨孔に誘導する。イメージで側面像を確認しながら術前に決定した刺入角度に従って椎弓根プローブを椎体まで進める。ペディクルフィーラーにて椎弓根の骨皮質が破損していないのを確認した後PSを挿入する。LMSは正中皮切内において外側塊を確認、挿入する。スクリュー間は矯正力をかけず固定し、自家骨を椎弓上に移植する。手術後は装具による外固定は使用せず、翌日から起立歩行訓練を開始する。

Ⅳ. 結果

単椎間固定3例の平均手術時間は155分（145-172分）、平均出血量は96ml（80-260ml）であった。2椎間固定1例の手術時間は342分、出血量580mlであった（表1）。術後神経症状は、Frankel分類D

表1. 各症例の病態

症例	年齢(歳)	性	病態	Allen分類	Facet Interlocking	罹患高位
1	25	男	脱臼骨折	CF	有	C4/5
2	46	女	脱臼骨折	CF	有	C5/6
3	52	男	脱臼	CF	無	C4/5
4	51	男	圧迫骨折	VC	無	C6

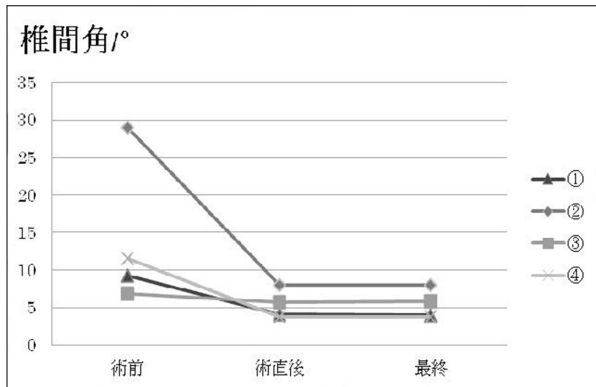


図3 術前・術直後・最終観察時の椎間角の変化

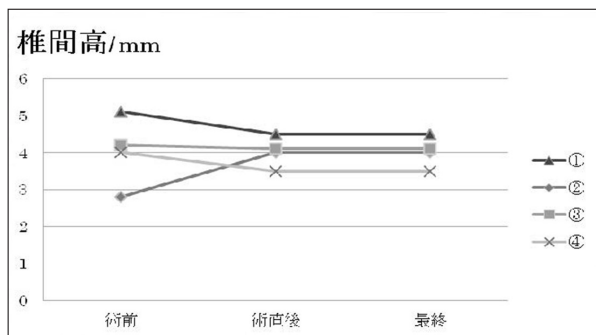


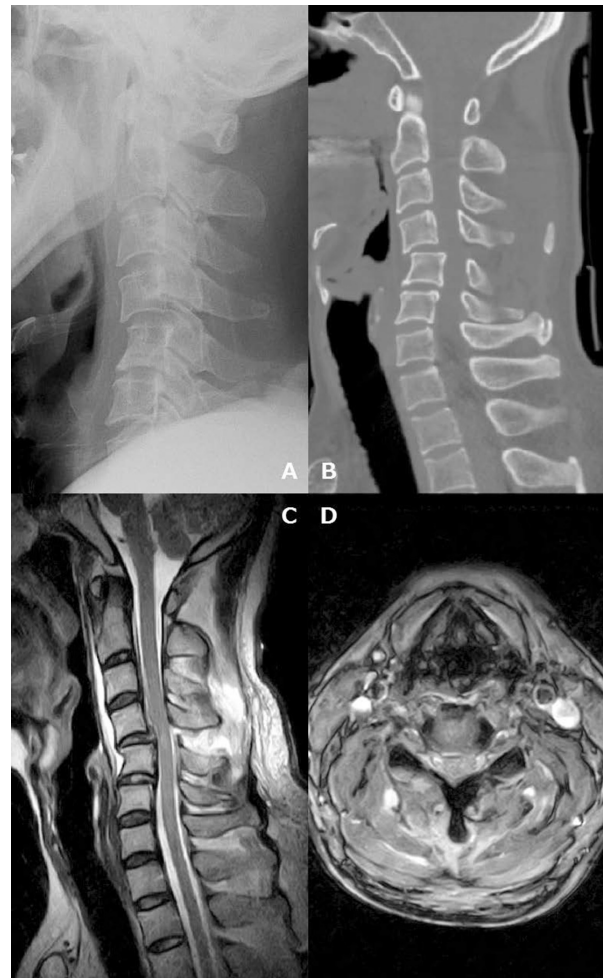
図4 術前・術直後・最終観察時の椎間高の変化

の1例はEまで改善，Eの症例はいずれも増悪を認めなかった．全例，術中に明らかな合併症は認めなかった．C4/5単椎間固定術の1例で術後にC4/5軽度前方すべりを認めたが，神経症状は出現せず経過を見ている．その他，明らかな術後合併症は認めなかった．

手術直前の椎間角は，facet interlockingを認めた2例で牽引を試みるも後弯9.2°，20°と不良であったが，術中の整復によりそれぞれ4°，8.1°と整復された．手術直後の椎間角は平均6.5°（3.8-10°）に改善し，最終観察時の椎間角も平均6.7°（3.8-10.7°）と整復位は良好に維持された．また椎間高も手術直後平均4mm（3.5-4.5mm），最終観察時平均4mm（3.5-4.5mm）で明らかな矯正損失を認めなかった（図3，4）．

V. 症例

患者：52歳，男性．飲酒後に側溝へ頭部から転落し，後頸部痛が出現，当院へ救急搬送された．
初診時現症：四肢の症状はなく，明らかな神経学



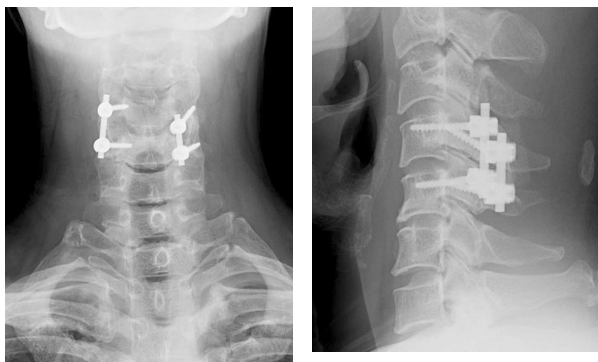
A：初診時頸椎単純X線
B：初診時CT矢状断再構成画像
C：MRIT2強調矢状断像
D：MRIT2強調横断像（C4/5高位）

図5

的所見は認めなかった．

画像所見：初診時単純X線にてC4前方脱臼，CF型と診断した．CTにてfacet interlockingは認めず，仰臥位で可及的に整復された（図5A，B）．MRI T2強調像でC4/5棘突起間に高信号を認め，棘上・棘間靭帯断裂が疑われた（図5C，D）．術前椎間角は11.6°，椎間高は4mmであった．

経過：C4，5左側にはPS，右側にはLMSを用いた後方instrumentationを施行し，手術翌日より装具を着用せず歩行訓練を開始した．術直後の椎間角は3.8°，椎間高は3.5mmであった．術中後の明らかな合併症はなく，術後2週間で独歩退院となった．術後10ヵ月経過時の単純X線で明らかな矯正損失は認めず，経過は良好である（図6A，B）．



A：最終観察時の頸椎単純X線正面像 B：最終観察時の頸椎単純X線側面像

図6

VI. 考 察

頸椎後方instrumentation手術は、術直後より強固な固定性を獲得できアライメントの矯正・保持を可能にすることで、不安定性を伴う頸椎の再建を飛躍的に進歩させた¹⁶⁾。頸椎損傷に対するinstrumentationは多くの手術法が報告されており、アプローチに関しても前方法⁷⁾、後方法⁸⁾、前後併用など様々で、施設によって方針が異なるのが現状である⁹⁾。アプローチの選択について、椎体に由来する骨片が硬膜を圧迫している場合には前方アプローチを考慮すべき⁷⁾であり、facet interlockingを伴う場合は後方アプローチを選択することが妥当であるとの報告が多い。外傷による頸椎損傷の中で最も頻度が高いCF型は、屈曲位をとる頸椎に後頭部から腹側方向の外力が加わった時に発生し、後方靭帯群の損傷が主である。自験例では3例がCF型であったが、このような症例では後方組織を再建するために後方instrumentationを選択することが妥当と我々は考えている。

後方instrumentationにおけるPSは骨皮質に囲まれた固定アンカーであり、他の固定法と比較して最強の固定法であることは過去に報告されている²³⁾。しかし、PSの誤刺入による神経・血管損傷などの重篤な合併症が起こる可能性があり⁴⁾、鏡らはフリーハンド法によるPSの誤刺入率を6.7%と報告¹⁰⁾している。それに対しLMSは、椎骨動脈をさける方向に挿入するため神経・血管合

併症の危険性は少ない⁵⁾が、その固定力が問題となりJonesら³⁾はLMSの固定性はPSの約半分の引き抜き強度であると報告している。その適応について、過度な後弯症例や著しい椎間・椎体不安定性の矯正・維持を要する症例ではLMS単独での固定は困難であるとの報告もある⁶⁾。またLMSでも神経根や椎骨動脈損傷の報告^{9,11)}もあり、挿入の際には注意が必要である。我々は前後屈方向の不安定性に対してはPSの片側固定でも十分な固定性が得られると考える。さらに回旋不安定性を防ぐ為に対側にLMSを挿入するPS-LMS併用法を考案した。今回、当院における手術施行例を検討したところ、十分な矯正が可能で周術期・最終観察時に明らかな矯正損失や合併症は認めず、有用な方法と考えられた。

PS法の問題点として、CTで予め決めた刺入角度を常に守ってプロービングをし得ても、傍脊柱筋がプロービングの邪魔をし、スクリューの刺入方向を徐々に変えてしまう危険性がある。ナビゲーションシステムを用いてもPSの逸脱が完全には予防できず、軟部組織による刺入角度保持の困難さが指摘されている^{12,13)}。過去の報告^{12,14)}にもあるが、傍脊柱筋に邪魔されずに正確なプロービングを行う工夫として、刺入部を正中から確認した後、外側に別の小皮切を作りプローブを挿入することで適切な刺入角度を保持するように心がけている。

今回、中下位頸椎損傷に対するPSとLMSを併用した後方instrumentationの手術成績は良好であった。しかし、自験例はいずれも若年者で、皮質が強固であったことも良好な矯正保持が得られた一因と考えられる。本術式の有用性については、今後の症例の積み重ねによる検討が必要である。

VII. 結 語

頸椎損傷に対しPSとLMSの併用による後方instrumentationは比較的安全な手技であり、強固な固定を得られるため有用であると考えられた。

文献

- 1) 鏡 邦芳, 伊藤 肇, 種市 洋. Transpedicular Screw固定による中下位頸椎損傷の治療—Steffee VSP systemの応用—. 脊椎脊髄 1992 ; 5 (3) : 217-25.
- 2) Kotani Y, Cunningham BW, Abumi K, et al. Biomechanical analysis of cervical stabilization systems. An assessment of transpedicular screw fixation in the cervical spine. Spine 1994 ; 19 (22) : 2529-39.
- 3) Jones EL, Heller JG, Silcox DH, et al. Cervical pedicle screws versus lateral mass screws. Anatomic feasibility and biomechanical comparison. Spine 1997 ; 22 (9) : 977-82.
- 4) 湯川泰紹. 頸椎椎弓根スクリュー固定. 関節外科 2008 ; 27 (7) : 889-96.
- 5) Kantonis P, Papadopoulos CA, Muffoletto A, et al. Factors associated good outcome using lateral mass plate fixation. Orthopedics 2004 ; 27 : 1080-6.
- 6) 森山徳秀. 外側塊スクリュー. 関節外科 2008 ; 27 (7) : 897-903.
- 7) 小柳 泉, 藤本 真, 岩崎喜信ほか. 頸椎前方脱臼の外科治療 前方アプローチを中心として. 脊椎脊髄 2001 ; 14 (5) : 343-7.
- 8) 本間隆夫. 頸椎前方脱臼の外科治療 後方アプローチを中心として. 脊椎脊髄 2001 ; 14 (5) : 338-42.
- 9) 平野仁崇, 水野順一, 渡邊貞義ほか. 脱臼を伴った症候性中下位頸椎損傷に対する急性期治療とその問題点. Neurosurg Emerg 2010 ; 15 (1) : 61-6.
- 10) Abumi K, Kaneda K. Pedicle screw fixation for nontraumatic lesions of the cervical spine. Spine 1997 ; 22 (16) : 1853-63.
- 11) Ebraheim NA. The anatomic location of the dorsal ramus of the cervical nerve and its relation to the superior articular process of the lateral mass. Spine 1998 ; 23 (18) : 1968-71.
- 12) Richter M, Cakir B, Schmidt R. Cervical pedicle screws: conventional versus computer assisted placement of cannulated screws. Spine 2005 ; 30 : 2280-7.
- 13) Kotani Y, Abumi K, Ito M, et al. Improved accuracy of computer assisted cervical pedicle screw insertion. J Neurosurg Spine 2003 ; 99 (3) : 257-63.
- 14) 時岡孝光, 土井英之. ナビゲーションシステムを使用した頸椎後方instrumentation手術のリスクマネージメント. 西日脊椎研会誌 2008 ; 34 (2) : 243-52.

The Combined Use of Pedicle Screws and Lateral Mass Screws in Posterior Cervical Fusion

Kota Kojima, Yoshio Shinozaki, Jun Ogawa, Yuki Yamanashi,
Yuichiro Mima, Mitsuhiro Nishida, Yoshiomi Kobayashi, Yohei Takahashi,
Akira Honda, Hiroaki Nonomiya

Department of Orthopaedics, Japanese Red Cross Shizuoka Hospital

Abstract : The clinical and radiographic evaluation of the combined use of pedicle screws (PS) and lateral mass screws (LMS) was performed in 4 patients who underwent posterior cervical fusion over a period of 6 years (mean follow up period 23months). The aim of the study was to determine whether the combined use of PS and LMS provides sufficient stability in treating patients with traumatic cervical spine injuries. 3 patients with compressive flexion (CF)(C4/5 dislocation, C4/5 fracture dislocation, C5/6 fracture dislocation) and 1 patient with vertical compression (VC)(C6 compression fracture) underwent posterior fusion in a single institution. Plain sagittal X radiographs were used in determining the intervertebral height and intervertebral angle in order to assess the postoperative stability and rigidity. No significant intra or postoperative complication was noted and, although one patient developed a subsequent adjacent segmental disease, there were no significant loss of intervertebral height or altered intervertebral angle in all four patients on the most recent follow up radiographs. In our institution we make a separate skin incision, lateral to the central skin incision line, when inserting the PS. By doing this, we believe that it is possible to maintain the ideal angle for the screw insertion. We believe that the combined use of PS and LMS is a safer option compared to the conventional bilateral PS and, at the same time, provide us with sufficient stability and rigidity in patients undergoing posterior cervical fusion.

Key words : Pedicle screw, Lateral mass screw, Posterior cervical fusion, Cervical spine injury