原 著

胸腰椎損傷に対する Instrumentation Surgery

権藤 学司, 高田 寛人, 石渡 祐介, 小佐野 靖己,
船井 三規子, 渡辺 剛史, 細田 浩道*

Instrumentation Surgery for Thoracolumbar Spine Injury

by

Gakuji Gondo, M.D., Hiroto Takada, M.D., Yusuke Ishiwata, M.D., Seiki Osano, M.D.,
Mikiko Funai, M.D., Tsuyoshi Watanabe, M.D., Hiromichi Hosoda, M.D.*

from

Department of Neurosurgery, Shonan-Kamakura General Hospital,
Department of Neurosurgery, Chigasaki Tokushukai Medical Center*

The authors conducted a retrospective analysis of patients with thoracolumbar fractures who underwent instrumentation surgery via anterior or posterior approach.

The study group was composed of 25 men and 7 women with the mean age being 40.5 (range 15-69 years). The affected level was midthoracic in 5 patients, thoracolumbar in 23, and lumbar in four. The type of injury was classified as burst fracture in 22 patients, compression-distraction in two, and fracture dislocation in eight. The instrumentation was placed posteriorly in 21 patients and anteriorly in 11. Most of the patients with burst fracture were treated by anterior approach; however compression-distraction and fracture dislocation patients were treated by posterior approach.

Solid bony fusion was achieved in all patients. Good neurological outcome was obtained in 26 of 32 patients independently of whether the fixation was by anterior or posterior instrumentation. The five patients who had sustained complete spinal cord injury didn't recover neurologically. The initial and at follow-up kyphotic angle averaged 17.7 and 13.1 degrees in the anterior instrumentation group. They averaged 18.3 and 12.8 degrees in the posterior group.

Key words: thoracolumbar spine, spinal injury, fracture, instrumentation

Spinal Surgery 21 (1) : 27~33, 2007

はじめに

胸腰椎損傷においては、脊柱管内骨片突出が高度な場合や脊柱の不安定性が懸念される場合は外科的治療が必要となる。この外科的治療に際し、脊椎の支持機能再建のため、種々のinstrumentが使用されるようになり、早期離床、早期リハビリテーションが可能となってきている。今回、当施設で行った胸腰椎損傷に対するinstrumentation surgeryの32例を調査し、損傷形態や固定術式（前方法、後方法）、治療成績、問題点を検討し報告する。

対象および方法

過去10年間に当施設にて経験した32例の胸椎腰椎損傷に対するinstrumentation surgeryの自験例を検討対象とした。その内訳は男性25例、女性7例で、受傷時年齢は15歳から69歳（平均40.5歳）、受傷原因は交通事故13例、高所墜落18例、転倒1例、損傷高位は中位胸椎（T4-10）が5例、胸腰椎移行部（T11-L2）が23例、腰椎（L3-5）が4例であった。損傷形態は破裂骨折が22例、屈曲伸延損傷が2例、脱臼骨折が8例で、術前のFrankel分類はA 5例、B 2例、C 8例、D 6例、E 11例であった。術

(Received : October 16, 2006, Accepted : February 14, 2007)

湘南鎌倉総合病院 脳神経外科, 茅ヶ崎徳洲会総合病院 脳神経外科* (連絡先: 権藤学司, 〒247-8533 鎌倉市山崎1202-1 湘南鎌倉総合病院 脳神経外科) Address reprint request to: Gakuji Gondo, M.D., Department of Neurosurgery, Shonan-Kamakura General Hospital, 1202-1 Yamazaki, Kamakura, Kanagawa, 247-8533, Japan

Fig. 1: Case 1 : L2 burst fracture

a: Preoperative CT showing bony fragments in the spinal canal

b: Postoperative X-P(A-P view) showing anterior fixation using Z-plate

c: Postoperative CT revealed complete removal of the bony fragments

式は脊柱管前方に骨片突出が高度な場合は経胸腔ないし後腹膜進入法により骨片を摘出し前方固定を、前方除圧が不要な場合と脱臼整復が必要な場合は後方固定を選択した。

32例の損傷形態、固定術式、神経学的改善度、後彎角のX線学的改善度、骨癒合および合併症の有無を検討した。

代表的症例

<症例 1>

25歳男性

交通事故により受傷し、神経学的には両側大腿の感覚鈍麻を認めたが、運動機能は保たれており、Frankel Dの状態であった。レントゲン、CT、MRIにて第2腰椎破裂骨折と脊柱管内へ72%の高度の骨片突出を認め、他に両側の踵骨骨折も認めた。受傷翌日、左側臥位にて右後腹膜進入法にて椎体側面に到達し脱出骨片を摘出し硬膜嚢を減圧、腸骨を移植しZ plateにて第1腰椎から第3腰椎間の前方固定を行った（手術時間6時間、出血量900g）。術後14日目に整形外科に転科し、踵骨骨折に対し観血的整復固定術を行い、大腿部の感覚鈍麻を残したものの独歩退院した。後彎角は術前12度、術直後2度、観察終了時8度であった（Fig. 1）。

<症例 2>

18歳男性

交通事故にて受傷し、神経学的には異常を認めなかったが、レントゲンおよびCTにて第1腰椎屈曲伸延損傷

と診断され、脊柱管の狭窄度は15.1%であった。入院しベッド上安静とし、受傷10日目に第12胸椎から第2腰椎までM8 CD-HORIZONを用いて圧迫をかけながら後方固定を行った（手術時間2時間5分、出血量220g）。術後14日目に神経障害なく独歩退院した。後彎角は術前21度、術直後5度、観察終了時5度であった（Fig. 2）。

<症例 3>

56歳男性

交通事故にて受傷し、両下肢はMMT3/5の不全麻痺と感覚鈍麻を認め、レントゲン、CT、MRIにて第12胸椎第1腰椎脱臼骨折と診断され、脊柱管狭窄度は35.4%であった。肝損傷、脳挫傷も認めたため、ICUにて腹腔内出血や脳挫傷の増悪がないことを確認し、翌日、椎弓および関節突起を切除して脱臼整復し、第11胸椎から第2腰椎までM8 CD-HORIZONを使用し、局所骨を移植して後方固定を行った（手術時間3時間5分、出血量1390g）。リハビリテーションを行い、術後55日目に感覚鈍麻を残したがFrankel Dの状態で退院した。後彎角は術前18度、術直後14度、観察終了時15度であった（Fig. 3）。

結 果

中位胸椎では5例中4例が脱臼骨折、胸腰椎移行部では23例中18例が破裂骨折、腰椎では4例中3例が破裂骨折であった。脊柱管狭窄度は破裂骨折、屈曲伸延損傷、脱臼骨折で、それぞれ、48.5%、25.1%、50.3%であった。21例に前方固定術を、11例に後方固定術を施行した。固

Fig. 2: Case 2: L1 compression-distraction fracture

a: Preoperative 3D CT showing compression distraction fracture

b: Preoperative sagittal reconstruction CT showing the fracture line passing the vertebral body, pedicle and spinous process

c: Postoperative X-P(lateral view) showing posterior fixation using M8

Fig. 3: Case 3: T11-T12 dislocation fracture

a: Preoperative 3D CT showing a dislocation fracture at the T11-T12 level

b: Preoperative axial CT showing facet dislocation and fracture

c: Postoperative X-P(A-P view) showing good reduction and posterior fixation with M8

定椎間数は1椎間1例，2椎間22例，3椎間5例，4椎間3例で，前方固定群では平均2.1椎間，後方固定群では平均2.6椎間であった。固定に使用したinstrumentは前方固定群ではKaneda device 6例，Z plate 11例，ANTARES 2例，XIA anterior 2例で，後方固定群ではTSRH 4例，M8 CD-HORIZON 7例であった。脊柱管狭窄度は前方固定群では31～90（平均53.4）%，後方固定群では15.1～65.8（平均40.1）%であった。手術時間および術中出血量は，前方固定群では4時間33分～6時間39分（平均5時間26分）および680～2320 g（平均

1207 g），後方固定群では2時間5分～6時間10分（平均3時間30分）および220～1390 g（平均610 g）であった。

平均経過観察期間は2年6ヶ月（6ヶ月～5年）で，最終経過観察時のFrankel分類はA 4例，B 1例，C 1例，D 7例，E 19例で，術前Frankel Aの5名を除く27名中26名は自立歩行が可能で，悪化例はなかった。32例全例における後彎角は術前17.9度，術直後11.1度，経過観察終了時13度で矯正損失は1.9度であった。前方固定群では術前17.7度，術直後11.1度，経過観察終了時13.1度

で矯正損失は2度、後方固定群では術前18.3度、術直後11.8度、経過観察終了時12.8度で矯正損失は1度で両群間に差は認められなかった。6～12ヶ月で全例に骨癒合が得られた。

経過観察中、前方固定術（Kaneda device使用）の5年後に再度交通事故にあったためrod破損を認めた症例が1例あったが、すでに骨癒合後であり、臨床的には問題は生じなかった。前方固定例（Z plate使用）でanterior screwの緩みが1例に認められたが、経過観察中に骨癒合が得られ、観察終了時点でも緩みの進行は認められなかった。TSRHを使用して腰椎腸骨間の後方固定を施行した1例では、術後1ヶ月目に腸骨スクリュー部に褥創を生じたため感染を惹起した。感染が深部に広がったためinstrumentを抜去せざるを得なかったが、外固定後6ヶ月で骨癒合が認められた。

考 案

胸腰椎損傷では、Denisらによる、1) 圧迫骨折2) 破裂骨折3) シートベルト損傷（屈曲伸延損傷またはChance骨折）4) 脱臼骨折の4型に分ける分類[3]が古くから用いられているが、これに複合損傷と後方要素単独損傷を加えた金田らの分類[7]や、圧迫損傷、伸延損傷、回旋損傷の3型に大きく別けた後に細分化するMagerlらのComprehensive classification[12]、椎体破壊の程度を点数化して評価するMcCormackらのload sharing classification[13]など多くの分類が試みられている。また、最近ではVaccaroらにより、放射線学的分類に後方靱帯要素と神経学的所見を加味して点数化して手術適応を判定する評価法も新たに提唱されている[26]。

今回の著者らの報告では、古典的ではあるが最も単純化されたDenisらの分類に従って検討した。圧迫骨折は前方要素のみの損傷であり通常は手術適応とならず、今回の検討例には含まれていない。

破裂骨折は胸腰椎移行部に多く、前屈により椎体に過度の圧迫が加わることで椎体前面のみならず、後面にも骨折が及び、骨片が脊柱管内に突出する。Denisのthree column theoryでは2要素が損傷され不安定骨折と判定され、原則として外科的治療の適応である。Hashimotoらは神経障害例、後方要素損傷例、脊柱管内の骨片占有率がT12以上では35%、L1では45%、L2以下では55%を越える例、後彎側彎変形が著明な例を手術適応と報告している[5]。手術法としては、前方から脊柱管内に突

出した骨片を摘出し前方固定を行う前方固定術[8, 14, 19]、前方除圧固定術に後方固定も加える前方後方固定術[1, 18]、後方からのみ手術を行う後方固定術[16, 22]など様々な術式が行われている。前方固定術では中位胸椎では開胸が、胸腰椎移行部では胸膜外後腹膜進入が必要となり、手術侵襲が大きく出血量が多くなる欠点があるが、直視下に硬膜嚢の減圧を確認できることや、固定椎間数が少なくすみ後彎変形の矯正に優れているという利点がある。一方、後方固定術では、確実な減圧が困難なこと、固定椎間が多くなること、長期的に矯正損失が大きくなることなどの欠点があるが、手術展開は習熟した方法であり容易なこと、出血量が少ないこと、下位腰椎にも応用可能であるなどの利点も多い[4, 9]。当施設における破裂骨折の治療方針は、Hashimotoらに準じて、脊柱管内への骨片突出がT12以上では35%、L1では45%、L2以下では55%を越える例では原則として前方除圧前方固定術を行うことにしている。この場合、下大静脈よりも腹部大動脈の方が手術操作にて損傷しにくいと、左側から進入することが多いが、骨片の突出具合により右側から進入する場合もある。また、呼吸合併症がある場合や高齢者の場合は、神経症状がないことを条件に後方固定術を行うこととしている。最近では前方固定術と後方固定術の比較検討が数多く報告されており、骨癒合率や機能的成績は両群に差がないものの、前方固定術の方が矯正に優れinstrumentの合併症が少ないとした報告が多い[1, 6, 15, 17, 20, 29]。後方固定術でも、ligamentotaxisやremodelingにより脱出骨片による脊柱管狭窄が改善されること[10]や、椎体形成術を併用することで矯正損失を改善できるとの知見も報告され、後方固定術でも前方固定術の治療成績に遜色がないとの報告が増えている[2, 9, 23, 27]。破裂骨折は原則として外科的手術の適応であるが、神経症状のないものに限っては保存的治療を行っている報告もある[21, 24, 28]。Shenらは保存療法と後方固定術を比較し、手術例においては疼痛が早期に改善し、後彎変形が軽度であったが、2年後の機能的成績は両群では同等であったとも報告している[21]。

屈曲伸延損傷は、骨折が椎体から椎弓根、椎弓、棘突起におよぶ損傷で、後方靱帯要素も損傷された場合は不安定損傷となる。前方支持性が比較的温存されるため、後方固定術の適応となるが、破裂骨折に合併した場合は、前方後方固定術を勧めるとの報告もある[11, 18]。

脱臼骨折は回旋力が加わったための損傷で、通常後方手術により整復を行った後に後方固定を行う。頸椎と異

なり胸腰椎では整復は容易ではなく、関節突起を切除し椎弓根スクリューを挿入後、ロッドを装着することにより徐々に整復する場合もある。前方要素が比較的保たれている場合が多く、後方整復固定術を行う場合が多いが、前方後方固定を推奨する報告もある [13]。

今回の著者らの検討では、前方固定術と後方固定術で神経学的改善度も亀背変形改善度も両群間に差はなかったが、破裂骨折は前方固定術、屈曲伸延損傷と脱臼骨折は後方固定術を行った症例が多かったため、どちらがより良い術式とは結論できない。現時点では、神経学的所見の有無のほか、レントゲン、CT、3DCT、MRIにて脊椎損傷の形態や脊柱管内への骨片突出度を充分検討し、前方要素の損傷が強い場合は前方固定術を、前方要素の損傷が軽い場合は後方固定術を行う方針としているが、前方固定術の場合は胸腔ドレナージが必要となることも多いため、呼吸合併症が懸念される場合や高齢者の場合は後方固定術を選択することを考慮している。

脊椎損傷の治療は1970年代までは保存療法が中心であり、臥床期間が長期化し、体位交換に多くの介護力が必要で、本格的なリハビリテーション開始が遅れるといった問題があった。1980年代後半に椎弓根スクリューが開発されてから胸腰椎損傷の治療にもinstrumentationが積極的に応用されるようになった。神経学的改善度の面からは保存療法と手術の治療には大きな差はないとされるが、instrumentを用いて脊椎安定性を確保することで積極的なリハビリテーションが早期に行えるようになった [25]。一方、手術合併症を起こすと、早期リハビリ開始という目的が達成できなくなるため、損傷形態を充分検討し、手術適応や術式を選択することが重要である。

結 語

Instrumentを用いた胸腰椎損傷に対する前方固定の21例、後方固定11例の手術経験を報告した。損傷形態を充分に検討し、前方要素の損傷が強い破裂骨折の場合は前方固定術を、屈曲伸延損傷や脱臼骨折の場合は後方固定術を行うことを原則として治療し、満足すべき結果を得た。

文 献

1. Been HD, Bouma GJ: Comparison of two types of surgery for thoraco-lumbar burst fractures: combined anterior and posterior stabilization vs. posterior instrumentation only. *Acta Neurochir (Wien)* 141: 349-357, 1999
2. Cho DY, Lee WY, Sheu PC: Treatment of thoracolumbar burst fractures with polymethyl-metacrylate vertebroplasty and short-segment pedicle screw fixation. *Neurosurgery* 53: 1354-1360, 2003
3. Denis F: The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 8: 817-831, 1983
4. 権藤学司, 細田浩道, 高 永煥, 井手口浩之, 篠崎伸明, 山本勇夫: 胸椎および腰椎へのinstrumentation surgery. *脊髄外科* 13: 273-279, 1999
5. Hashimoto T, Kaneda K, Abumi K: Relationship between traumatic spinal canal stenosis and neurologic deficits in thoracolumbar burst fractures. *Spine* 13: 1268-1272, 1998
6. Hitchon PW, Torner J, Eichholz KM, Beeler SN: Comparison of anterolateral and posterior approaches in the management of thoracolumbar burst fractures. *J Neurosurg Spine* 5: 117-25, 2006
7. 金田清志, 橋本友幸: 胸腰椎損傷の分類と手術適応. *整形外科MOOK* No.60, 金原出版, pp.57-65, 1990
8. Kaneda K, Taneichi H, Abumi K, Hashimoto T, Satoh S, Fujiya M: Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits. *J Bone Joint Surg (Am)* 79: 69-83, 1997
9. 川西昌浩, 伊藤 裕, 佐藤大輔, 松田奈穂子, 加茂正嗣, 半田 肇, 西浦 巖: 胸腰椎損傷に対する外科的治療. *脊髄外科* 20: 25-31, 2006
10. Kuner EH, Kuner A, Schlickewei W, Mullaji AB: Ligamentotaxis with an internal spinal fixator for thoracolumbar fractures. *J Bone Joint Surg (Br)* 76: 107-112, 1994
11. Liu YJ, Chang MC, Wang ST, Yu WK, Liu CL, Chen TH: Flexion-distraction injury of the thoracolumbar spine. *Injury* 34: 920-923, 2003
12. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 3: 184-

- 201, 1994
13. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW: The load sharing classification of spine fractures. *Spine* 19: 1741-1744, 1994.
14. McDonough PW, Davis R, Tribus C, Zdeblick TA: The management of acute thoracolumbar burst fractures with anterior corpectomy and Z-plate fixation. *Spine* 29: 1901-1908, 2004
15. McLain RF, Burkus JK, Benson DR: Segmental instrumentation for thoracic and thoracolumbar fractures: prospective analysis of construct survival and five-year follow-up. *Spine J* 1: 310-323, 2001
16. Muller U, Berlemann U, Sledge J, Schwarzenbach O: Treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit by indirect reduction and posterior instrumentation: bisegmental stabilization with monosegmental fusion. *Eur Spine J* 8: 284-289, 1999
17. Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW: Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures: a consecutive 41/2-year series. *Spine* 25: 1157-1170, 2000
18. Sar C, Bilen FE: Thoracolumbar flexion-distraction injuries combined with vertebral body fractures. *Am J Orthop* 31: 147-151, 2002
19. Sasso RC, Best NM, Reilly TM, McGuire RA Jr: Anterior-only stabilization of three-column thoracolumbar injuries. *J Spinal Disord Tech* 18: S7-14, 2005
20. Sasso RC, Renkens K, Hanson D, Reilly T, McGuire RA Jr, Best NM: Unstable thoracolumbar burst fractures: anterior-only versus short-segment posterior fixation. *J Spinal Disord Tech* 19: 242-248, 2006
21. Shen WJ, Liu TJ, Shen YS: Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. *Spine* 26: 1038-1045, 2001
22. Tezeren G, Kuru I: Posterior fixation of thoracolumbar burst fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 18: 485-488, 2005
23. Toyone T, Tanaka T, Kato D, Kaneyama R, Otsuka M: The treatment of acute thoracolumbar burst fractures with transpedicular intracorporeal hydroxyapatite grafting following indirect reduction and pedicle screw fixation: a prospective study. *Spine* 31: E208-214, 2006
24. Tropicano P, Huang RC, Louis CA, Poitout DG, Louis RP: Functional and radiographic outcome of thoracolumbar and lumbar burst fractures managed by closed orthopaedic reduction and casting. *Spine* 28: 2459-2465, 2003
25. 植田 尊 善 : 脊椎外傷例において spinal instrumentationがもたらしたもの. *脊椎脊髄ジャーナル* 17: 269-276, 2004
26. Vaccaro AR, Zeiller SC, Hulbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, Harrop J, Dvorak M, Wood K, Fehlings MG, Fisher C, Lehman RA Jr, Anderson DG, Bono CM, Kuklo T, Oner FC: The thoracolumbar injury severity score: a proposed treatment algorithm. *J Spinal Disord Tech* 18: 209-215, 2005
27. Verlaan JJ, Dhert WJ, Verbout AJ, Oner FC: Balloon vertebroplasty in combination with pedicle screw instrumentation: a novel technique to treat thoracic and lumbar burst fractures. *Spine* 30: E73-79, 2005
28. Wood K, Buttermann G, Mehbod A, Garvey T, Jhanjee R, Sechriest V, Buttermann G: Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg (Am)* 85-A: 773-778, 2003
29. Wood KB, Bohn D, Mehbod A: Anterior versus posterior treatment of stable thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: a prospective, randomized study. *J Spinal Disord Tech* 18: S15-23, 2005

Reviewer's comment：呉屋 朝和（潤和会記念病院 脳神経外科）

胸腰椎損傷では神経除圧と脊椎支柱の再建を確実に行う必要がある。著者らは胸腰椎損傷32例に対して外科的な治療を行っている。Burst fracture が22例と多いので、21例の前方アプローチ、固定術が行われている。きれいな臨床データである。

後方法ではposterior instrumentationやgraftのみでは後弯変形の進行、矯正損失が起こるとされているが、著者らは前方法と比べて差がなかったと述べている。

術前の形態的変化の分析と注意深い術式の選択によって好成績をあげており、脊椎脊髄外科医にとって参考にすべきよい論文である。

Reviewer's comment：高橋 立夫（国立病院機構名古屋医療センター 脳神経外科）

数多くの胸腰椎損傷の手術治療例の報告を興味深く読ませていただきました。破裂骨折があり、脊柱管内へ腹側から骨片が大量に侵入し脊髄を圧迫している例を、前側方から除圧し固定する方針は同意します。固定椎間数が少なく、椎体再建もできる点が最大の長所と思われます。ただ脊柱管狭窄度の31%という低い例もこの論文の中で前側方除圧固定群に含まれているようであり、本来なら後方固定でも良かったのかもしれないと思われます。一方後方固定群では固定椎間数が平均2.6椎間にしてあり、前方固定群の平均2.1椎間と、固定範囲についてはわずかな差しかない椎間固定で手術しておられます。損傷を受けた椎体に対して椎弓根スクリューが十分に有効性を発揮できるか否かが問題となると思われます。後方固定群での骨癒合の判断はなかなか難しいこともあり、後弯の矯正損失がないのを長期にわたりフォローアップを要すると思われます。今後椎体骨セメント再建法などを加えたりすれば、後方固定術も固定椎間数を減らすことができ、更に矯正損失を減らすことができると思われます。できうことならばより侵襲の少ない後方固定術を使い、固定椎間数も少なくしたいと思われるところです。