

patient and that it flared up as a result of the surgical manipulation.

Our patient was doing well with no major clinical symptoms at the 1-year postoperative follow-up, the small number of acupuncture needles still left in the subcutaneous tissue around the knee is a source of concern. We attempted to remove them in the revision TKA but were unable to find them. The postoperative radiographs clearly show that the number of needles has been considerably reduced (Fig. 3), which may in turn reduce the risk for a re-flare of the subclinical infection. However, careful and regular follow-up of this patient will be necessary in the future.

In conclusion, this case report is the first to demonstrate the association between permanent acupuncture needles and prosthetic joint infection. In patients who still have acupuncture needles present in the tissue around the knee, subclinical infection must be ruled out prior to arthroplasty even if the needles have been hitherto asymptomatic. The mechanism for the flare of subclinical infection caused by the index TKA is still unclear, and further studies are therefore required to define the association between surgical manipulation and the exacerbation of subclinical infection.

Conflict of interest statement None.

References

- Bengtson S, Knutson K. The infected knee arthroplasty. A 6-year follow-up of 357 cases. *Acta Orthop Scand*. 1991;62:301–11.
- Grogan TJ, Dorey F, Rollins J, Amstutz HC. Deep sepsis following knee arthroplasty. Ten-year experience at the University of California at Los Angeles Medical Center. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:226–34.
- Poss R, Thornhill TS, Ewald FC, Thomas WH, Batte NJ, Sledge CB. Factors influencing the incidence and outcome of infection following total joint arthroplasty. *Clin Orthop*. 1984;182:117–26.
- Rand JA, Bryan RS, Morrey BF, Westholm F. Management of infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 1986;205:75–85.
- Salvati EA, Robinson RP, Zeno SM, Koslin BL, Brause BD, Wilson PD. Infection rates after 3157 total hip and total knee replacements performed with and without a horizontal unidirectional filtered air-flow system. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64:525–35.
- Barbari EF, Hanssen AD, Duffy MC, Steckelberg JM, Ilstrup DM, Hammsen WS, et al. Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study. *Clin Infect Dis*. 1998;27:1247–54.
- Barbari EF, Marculescu C, Sia I, Lahr BD, Hanssen AD, Steckelberg JM, et al. Culture-negative prosthetic joint infection. *Clin Infect Dis*. 2007;45:1113–9.
- Segawa H, Tsukayama DT, Kyle RF, Becker DA, Gustilo RB. Infection after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1999;81:1434–45.
- Kent GP, Brondum J, Keenlyside RA, LaFazia LM, Scott HD. A large outbreak of acupuncture-associated hepatitis B. *Am J Epidemiol*. 1988;127:591–8.
- Vittecoq D, Mettetal JF, Rouzioux C, Bach JF, Bouchon JP. Acute HIV infection after acupuncture treatments. *N Engl J Med*. 1989;320:250–1.
- Kirschenbaum AE, Rizzo C. Glenohumeral pyarthrosis following acupuncture treatment. *Orthopedics*. 1997;20:1184–6.
- Ishibe M, Inoue M, Saitou K. Septic arthritis of a lumbar facet joint due to pyonex. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2001;121:90–2.
- Laing AJ, Mullett H, Gilmore MF. Acupuncture-associated arthritis in a joint with an orthopaedic implant. *J Infect*. 2002;44:43–4.
- Ha KY, Kim YH. Chronic inflammatory granuloma mimics clinical manifestations of lumbar spinal stenosis after acupuncture: a case report. *Spine*. 2003;28:E217–20.
- Ching CK, Fraser SL, Wortmann GW. A case of *Enterococcus faecalis* prosthetic joint infection: a rare and difficult infection to treat. *Hawaii Med J*. 2006;65:264–5.
- Dabasias H, Kokkinakis M, El-Guindi M. Haematogenous infection of a resurfacing hip replacement after transurethral resection of the prostate. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91:820–1.
- Zimmerli W. Infection and musculoskeletal conditions: prosthetic-joint-associated infections. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2006;20:1045–63.
- Ince A, Rupp J, Frommelt L, Katzer A, Gille J, Löhner JF. Is "aseptic" loosening of the prosthetic cup after total hip replacement due to noncultural bacterial pathogens in patients with low-grade infection? *Clin Infect Dis*. 2004;39:1599–603.
- Nilsdotter-Augustinsson A, Briheim G, Herder A, Ljunghusen O, Wahlström O, Ohman L. Inflammatory response in 85 patients with loosened hip prostheses: a prospective study comparing inflammatory markers in patients with aseptic and septic prosthetic loosening. *Acta Orthop*. 2007;78:629–39.
- Nalepka JL, Lee MJ, Kraay MJ, Marcus RE, Goldberg VM, Chen X, et al. Lipopolysaccharide found in aseptic loosening of patients with inflammatory arthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;451:229–35.

[Original Paper]

Clinical results and complications after sacropelvic
fixation for lumbar spinal deformity

Takeshi Sainoh, Seiji Ohtori, Gen Inoue, Takana Koshi

Masaomi Yamashita, Kazuyo Yamauchi, Munetaka Suzuki, Sumihisa Orita

Yawara Eguchi, Nobuyasu Ochiai, Shunji Kishida, Kazuki Kuniyoshi

Junichi Nakamura, Yasuchika Aoki, Tetsuhiro Ishikawa, Masayuki Miyagi

Gen Arai, Hiroto Kamoda, Miyako Suzuki, Masashi Takaso

Tomoaki Toyone, Masashi Yamazaki and Kazuhisa Takahashi

(Received May 25, 2010, Accepted July 21, 2010)

SUMMARY

Sacroiliac fixation using iliac screws for highly unstable lumbar spine with an improved fusion rate and clinical results have been reported. On the other hand, there is a possibility of clinical problems related to iliac fixation, including vertebral fracture at upper level and infection. So, the purpose of the current study was to investigate clinical results and complications after sacroiliac fixation using iliac screws.

Twelve patients were evaluated. Diagnosis was degenerative scoliosis in 5 patients, failed back syndrome in 4 patients, destructive spondyloarthropathy in 2 patients, and Charcot spine in 1 patient. All patients underwent posterolateral fusion surgery using lumbar, S1 and iliac screws. We evaluated the pain scores, bone union, and complications by X-ray imaging and computed tomography during 2 years after surgery.

Pain scores significantly improved after surgery. All patients showed bone union at final follow up. Deep infection within 2 weeks after surgery was seen in 2 patients with diabetes mellitus. Compression fracture at upper level was seen in 2 patients 1 year after surgery.

Fusion rate and clinical results were excellent 2 years after surgery, however, rate of complications was high. We should take into consideration of complications to perform sacroiliac fixation using iliac screws for highly unstable lumbar spine.

Key words: Sacroiliac fixation, iliac screw, pain, surgery, complications

Department of Orthopedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University, Chiba 260-8670.

西能 健, 大鳥精司, 井上 玄, 古志貴和, 山下正臣, 山内かつ代, 鈴木宗貴, 折田純久, 江口 和, 落合信靖, 岸田俊二, 国吉一樹, 中村順一, 青木保親, 石川哲大, 宮城正行, 新井 玄, 鴨田博人, 鈴木 都, 高相晶士, 豊根知明, 山崎正志, 高橋和久: 腰椎脊椎変形に対する仙腸骨固定の成績と合併症.

千葉大学大学院医学研究科整形外科学

Tel. 043-226-2117. Fax. 043-226-2116. E-mail: sohtori@faculty.chiba-u.jp

2010年5月25日受付, 2010年7月21日受理.

I. Introduction

Posterior spinal instrumentation of the lumbosacral junction may be indicated in the surgical treatment of adult idiopathic scoliosis, intervertebral disc degeneration, and severe lumbosacral spondylolisthesis [1-3]. Despite advances in spinal implants and surgical techniques, pseudarthroses, hardware failure, and sagittal imbalance continue to be significant clinical problems. Some authors have reported that when S1 screws are used without augmentation, fusion rates are various (22%, 68%, 71%, and 89%), indicating technical difficulties with achieving lumbosacral fixation and fusion [4-7]. Proposed solutions have included intrasacral or trans-sacral rod fixation, buttress plates, sacral hooks, and various pedicle and iliac screw fixation techniques [8-11].

On the other hand, there is a possibility of clinical problems related to compression fracture at upper level and infection after surgery. It is because of long fusion level and large surgical invasion to use iliac screws.

Therefore, the purpose of the current study was to evaluate the clinical results and

complications during 2 years after sacroiliac fixation, using pain score, X-ray imaging, computed tomography (CT).

II. Methods

The ethics committee of our institution approved the protocol for the human procedures used in this study.

Patients

Twelve patients had low back and leg pain, continuing for at least 12 months. Patients were diagnosed on X-ray examination, myelography, CT after myelography, and magnetic resonance imaging (MRI). We excluded spinal tumor, infection, and trauma. All patients underwent decompression and posterolateral fusion surgery. Posterolateral fusion was performed using pedicle screws and a local and iliac bone graft. Lumbar, S1, and iliac screws were used in all patients. Anterior lumbar interbody fusion was added in 1 patient. Background details of the patients are shown in Table 1. Details of fusion level are shown in Table 2.

Table 1 Demographic Characteristics

Number of patients	12	
Sex	Male: 7 Female: 5	
Age mean range (range), years	66 ± 7.0 (45-78)	
Symptom duration, mean (range), years	2.5 (1-4)	
Follow-up after surgery, mean (range), years	2.4 (2-4)	
Diagnosis	Degenerative scoliosis: 5 Destructive spondyloarthropathy: 2	Failed back syndrome: 4 Charcot spine: 1
Pain score before surgery		
Low back pain	Visual Analogue Scale (VAS)	7.8 ± 1.5
Leg pain	Visual Analogue Scale (VAS)	8.5 ± 2.0
Complications before surgery	Hemodialysis: 2 Cerebral palsy: 1 Diabetes Mellitus: 3	

Table 2 Evaluation of surgery and complications after surgery

Fusion level	T11-iliac: 1 L1-iliac: 2 L2-iliac: 3 L4-iliac: 6
Complications after surgery	Deep infection: 2 Compression fracture at upper level: 2

Pain score before and 2 years after surgery and evaluation of fusion

We evaluated low back, and leg pain before and after surgery. To evaluate the pain, the visual analogue scale (VAS) score (0, no pain; 10, worst pain) was recorded before and 2 years after surgery. Radiography was used for evaluation of bone union. Profile views of X-ray images at flexion and extension positions before and 3, 6, 12, and 24 months after surgery were evaluated. We defined bone union of less than 1.5° at one level as instability between the flexion and extension positions. CT was performed to evaluate bone union at 12 and 24 months after surgery. We defined bone union as bridging bone formation across the transverse process between adjacent vertebrae. Evaluation of bone union was blinded and performed by three observers. If at least two of the observers concurred, bone union was used to define the period of bone union.

Subjective Outcomes

At 2 years after surgery, patients were asked to choose one of the following responses regarding their satisfaction with the surgical treatment according to criteria adopted by the North American Spine Society Low Back Outcome Instrument: (1) surgery met my expectations; (2) I did not improve as much as I had hoped, but I would undergo the same surgery for the same outcome; (3) surgery helped, but I would not undergo the same surgery for the same outcome; or (4) I am the same as or worse than I was before the surgery[12].

Complications

During 2 years, we evaluated complications such as vertebral fracture at upper level, superficial infection, and deep infection.

Statistical Analysis

Data were compared using a Mann-Whitney *U* test. $P < 0.05$ was considered statistically significant.

III. Results

Demographic characteristics and surgery

Table 1 shows demographic characteristics in patients before surgery. Diagnosis was degenerative scoliosis in 5 patients, failed back syndrome in 4 patients, destructive spondyloarthropathy in 2 patients, and Charcot spine in 1 patient. Complications before surgery were hemodialysis in 2 patients, cerebral palsy in 1 patient, and diabetes mellitus in 3 patients.

Intraoperative and postoperative measurement

Intraoperative and postoperative measurements are shown in Table 2. Fusion level was most common from L4 to iliac in 6 patients. Longest fusion level was from T11 to iliac in 1 patient.

Pain score before and after surgery

VAS score significantly improved after surgery compared with before surgery as shown in Tables 1 and 3 ($P < 0.01$). Subjective outcome evaluated by patients was good in all 12 patients.

Table 3 Low back and leg pain scores 2 years after surgery

Pain score after surgery		
Low back pain	Visual Analogue Scale (VAS)	2.5 ± 0.7
Leg pain	Visual Analogue Scale (VAS)	2.0 ± 0.8

Subjective Outcomes (Number of patients)

2 year after treatment	Number of patients
1) Treatment met my expectations	10
2) I did not improve as much as I had hoped, but I would undergo the same treatment for the same outcome	2
3) Treatment helped, but I would not undergo the same treatment for the same outcome	0
4) I am the same as or worse than I was before the treatment	0

Table 4 Evaluation of bone union

Bone union (CT)	
Bilateral fusion mass	10
Unilateral fusion mass	2
No fusion mass	0
Interbody fusion (+)	1 (performed in only 1 patient)
Interbody fusion (-)	0
Bone union (X ray)	
Instability (-)	12
Instability (+)	0

Evaluation of spinal bony fusion

Evaluation of bone fusion is shown in Table 4. All patients showed bone union at final follow-up (2 years after surgery). The average period for bone union was 12 months (evaluation by X-ray imaging) and 12 months (CT) after surgery (Table 4). Anterior interbody fusion was performed in 1 patient (failed back syndrome with cerebral palsy), and bone union was seen by X-ray imaging and CT 12 months after surgery.

Complications

Complications after surgery were seen in 4 patients. Deep infection within 2 weeks after surgery was seen in 2 patients with diabetes mellitus. Compression fracture at upper level was seen in 2 patients 1 year after surgery (Charcot spine; fusion level, T11-iliac

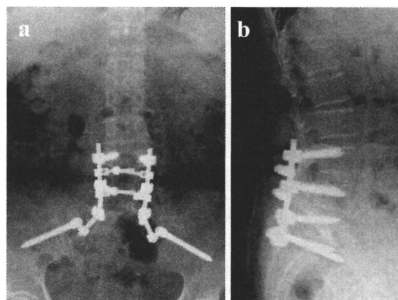


Fig. 1 The patient was a 67 year old woman with failed back syndrome. The patient underwent posterolateral fusion (L4 to iliac), and bone union was seen by X-ray imaging 12 months after surgery ((a) and (b)).

and destructive spondyloarthropathy from hemodialysis; fusion level, L2-iliac) (Fig. 2).

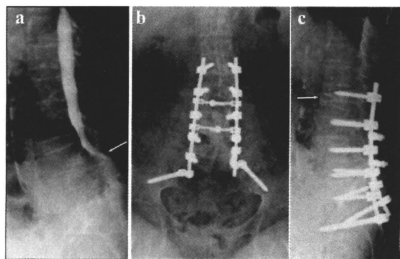


Fig. 2 The patient was a 65 year old woman with L4 destructive spondyloarthropathy from hemodialysis. Myelogram shows severe stenosis between L4 and L5 level (a). The patient underwent posterolateral fusion (L2 to iliac) (b and c). Compression fracture at L2 level was seen 1 year after surgery (c).

IV. Discussion

In the current study, we performed spinal fusion surgery using iliac screws for unstable lumbar deformity. Clinical results were good and spinal fusion was observed in all 12 patients. However, deep infection within 2 weeks after surgery was seen in 2 patients with diabetes mellitus. Compression fracture at upper level was seen in 2 patients 1 year after surgery.

We concluded that sacroiliac fixation using iliac screws provides stable fixation for unstable lumbar spine, however, rate of complication is high.

Kim et al. have analyzed the incidence of and risk factors for pseudarthrosis in long adult spinal instrumentation and fusion to S1[1]. The overall prevalence of pseudarthrosis following long adult spinal deformity instrumentation and fusion to S1 was 24%. Thoracolumbar kyphosis, older age at surgery (older than 55 years), and incomplete sacropelvic fixation significantly increased the risks of pseudarthrosis. Thus, S1 screws often fail with lumbosacral fusions, whereas L5-S1 pseudarthrosis is common in patients with deformity. Kuklo et al. have used iliac screws for high-grade spondylolisthesis, and

report a follow-up of 2 years[3]. Bilateral iliac screws coupled with bilateral S1 screws provide excellent distal fixation for lumbosacral fusions with a high fusion rate (95.1%) in high-grade spondylolisthesis and long fusions to the sacrum. Tsuchiya et al. have investigated clinical and radiographical outcomes for lumbosacral fusion (in patients with spinal deformity) using a combination of bilateral sacral and iliac screws with a minimum 5-year follow-up[2]. Fusion rate was excellent (primary fusion rate 92.5%), and overall function and pain at ultimate follow-up was good, based on visual analog pain scales and Oswestry scores. These reports showed a high fusion rate using iliac screws for high-grade spinal deformity. In the current study, although problems in the patients included degenerative scoliosis, failed back syndrome, destructive spondyloarthropathy, and Charcot spine, fusion rate was 100%. Therefore we concluded that iliac screws were a useful tool for fixing unstable lumbar spine.

A systematic review of the English-language literature (published between January 1990 and June 2009) was undertaken to identify articles examining risk factors associated with and adjunct treatment measures for preventing surgical-site infections. For risk of infection with diabetes, seven case-control studies and 1 retrospective cohort study evaluated diabetes as a preoperative risk factor for postoperative surgical-site infection [13-17]. These studies reported a statistically significant association between diabetes and postoperative surgical-site infection[13-17]. The Japan Spine Research Society carried out a nationwide survey on the complications of spinal surgery, enrolling a total of 16,157 patients from 196 institutes, who had undergone spinal surgery during the 1-year survey period[18]. Of these, 1383 patients (8.6%) encountered postsurgical complications[18]. The incidence of complications associated with instrumentation

surgery was 12.1%, which was twice as high as the incidence of complications associated with noninstrumentation surgery (6.8%). Infection rate was 0.9%. In the current study, deep infection within 2 weeks after surgery was seen in 2 patients with diabetic mellitus. Infection rate was 17%. Both case was revision surgery, and dead space was relative large for inserting the iliac screws. We concluded that diabetes mellitus and revision surgery are risk factors of infection to use iliac screw.

Compared with adolescent deformity, fusion for adult deformity is often associated with high rates of complications, including pseudarthrosis, instrumentation failure, junctional problem, and higher morbidity [19-20]. The major concerns in long fusions for adult lumbar deformity have focused on the distal fusion level and distal instrumentation failure [21,22], but there are few written reports concerning proximal adjacent segmental failure according to the level of proximal fusion in adult lumbar deformity. The radiographs and clinical records of 35 patients of adult lumbar deformity with more than 2-year follow-up after surgery were analyzed [23]. Compression fractures above the fusion and screw failure proximal to the end of the fusion were observed in 15 patients. Fusion up to throacolumbar junction (L2~T11) in surgical treatment of adult lumbar deformity had more proximal adjacent problems with poorer results. They concluded that fusion higher than T10 is recommended for adult lumbar deformity [24]. In the current study, compression fracture at upper level was seen in 2 patients 1 year after surgery (fusion level, T11-iliac and L2-iliac). Level of fusion was lower than T10 in both cases. We also recommend fusion higher than T10 in case of long fusion with iliac screws.

In conclusion, we evaluated fusion rate, clinical results, and complications 2 years after sacroiliac fixation. Fusion rate and clinical results were excellent 2 years after surgery,

however, rate of complication was high. We should take into consideration of complication to perform sacroiliac fixation using iliac screws for highly unstable lumbar spine.

要 旨

腸骨スクリューを使用した仙腸関節固定は不安定性の強い腰椎変形に対する手術成績を向上させると考えられている。しかしながら、強固な固定力をもたらす一方で、最上位の圧迫骨折、感染症等の問題も危惧される。従って本研究の目的は、腸骨スクリューを使用した仙腸関節固定後の臨床成績と合併症を検討する事である。

症例は12例であり、診断は変性側弯5例、腰椎再手術4例、透折による破壊性脊椎症2例、シャルコー脊椎1例であった。全ての患者は腰椎、仙椎、腸骨スクリューを用いた後側方固定術を行った。術前後の腰下肢筋、レントゲン、CTによる骨癒合、合併症を二年間に亘り調べた。腰下肢筋は術前に比較し有意に改善した。全ての患者で骨癒合が得られた。合併症として糖尿病を合併した患者2名に2週間以内の深部感染が認められた。また術後1年で最上位の圧迫骨折を2名の患者に認めた。

腸骨スクリューを使用した仙腸関節固定は術後2年成績では骨癒合、臨床成績共に良好であった。しかしながら合併症の危険性も高く、これらの使用に関しては十分にその危険性を考慮に入れて使用すべきである。

References

- 1) Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Pseudarthrosis in long adult spinal deformity instrumentation and fusion to the sacrum: prevalence and risk factor analysis of 144 cases. *Spine* 2006; 31: 2329-36.
- 2) Tsuchiya K, Bridwell KH, Kuklo TR, et al. Minimum 5-year analysis of L5-S1 fusion using sacropelvic fixation (bilateral S1 and iliac screws) for spinal deformity. *Spine* 2006; 31: 303-8.
- 3) Kuklo TR, Bridwell KH, Lewis SJ, et al. Minimum two-year analysis of sacropelvic fixation and L5-S1 fusion utilizing S1 and iliac screws. *Spine* 2001; 26: 1976-83.
- 4) Bernhardt M, Swartz DE, Clothiaux PL, et al. Posterolateral lumbar and lumbosacral fusion with and without pedicle screw internal fixation. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 284: 109-15.
- 5) Horowitz A, Peek RD, Thomas JC Jr, et al. The Wiltse pedicle screw fixation system. Early clinical results. *Spine* 1989; 14: 461-7.
- 6) Molinari RW, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Complications in the surgical treatment of pediatric high-grade isthmic dysplastic spondylolisthesis. A comparison of three surgical approaches. *Spine* 1999; 24: 1701-11.
- 7) Rehtine GR, Sutterlin CE, Wood GW, et al. The efficacy of pedicle screw/plate fixation on lumbar/

- lumbosacral autogenous bone graft fusion in adult patients with degenerative spondylolisthesis. *J Spinal Disord* 1996; 9: 382-91.
- 8) Farcy JP, Rawlins BA, Glassman SD. Technique and results of fixation to the sacrum with iliosacral screws. *Spine* 1992; 17: 190-5.
 - 9) Louis R. Fusion of the lumbar and sacral spine by internal fixation with screw plates. *Clin Orthop* 1986; 203: 18-33.
 - 10) Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop* 1986; 203: 7-17.
 - 11) Winter RB, Pinto WC. Pelvic obliquity: its causes and treatment. *Spine* 1986; 11: 225-34.
 - 12) Wood EG III, Hanley EN Jr. Lumbar disc herniation and open limited discectomy: indications, techniques and results. *Oper Tech Orthop* 1991; 1: 23-8.
 - 13) Friedman ND, Sexton DJ, Connelly SM, et al. Risk factors for surgical site infection complicating laminectomy. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007; 28: 1060-5.
 - 14) Fang A, Hu SS, Endres N, et al. Risk factors for infection after spinal surgery. *Spine* 2005; 30: 1460-5.
 - 15) Kanafani ZA, Dakdouki GK, El-Dbouni O, et al. Surgical site infections following spinal surgery at a tertiary care center in Lebanon: incidence, microbiology, and risk factors. *Scand J Infect Dis* 2006; 38: 589-92.
 - 16) Olsen MA, Nepple JJ, Riew KD, et al. Risk factors for surgical site infection following orthopaedic spinal operations. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 62-9.
 - 17) Liao JC, Chen WJ, Chen LH, et al. Postoperative wound infection rates after posterior instrumented spinal surgery in diabetic patients. *Chang Gung Med J* 2006; 29: 480-5.
 - 18) Nohara Y, Taneichi H, Ueyama K, et al. Nationwide survey on complications of spine surgery in Japan. *J Orthop Sci* 2004; 9: 424-33.
 - 19) Balderston RA, Winter RB, Moe JH, et al. Fusion to the sacrum for nonparalytic scoliosis in the adult. *Spine* 1986; 11: 824-9.
 - 20) Kostuik JP, Hall BB. Spine fusion to the sacrum in adults with scoliosis. *Spine* 1983; 8: 489-500.
 - 21) Saer EH 3rd, Winter RB, Lonstein JE. Long scoliosis fusion to the sacrum in adults with nonparalytic scoliosis. An improved method. *Spine* 1990; 15: 650-3.
 - 22) Emami A, Deviren V, Berven S, et al. Outcome and complications of long fusion to the sacrum in adult spine deformity: Luque-Galveston, combined iliac and sacral screws, and sacral fixation. *Spine* 2002; 27: 776-86.
 - 23) Eck KR, Bridwell KH, Ungacta FF, et al. Complications and results of long adult deformity fusions down to L4, L5, and the sacrum. *Spine* 2001; 26: E182-92.
 - 24) Kim JH, Kim SS, Suk SI. Incidence of proximal adjacent failure in adult lumbar deformity correction based on proximal fusion level. *Asian Spine J* 2007; 1: 19-26.

頤椎後方 instrumentation 手術の 精度・安全性向上のための最近の工夫

Recent Advance of Techniques for Improving the Accuracy
and Safety of Cervical Posterior Instrumentation Surgery

山崎 正志

Masashi Yamazaki

要 旨

椎弓根スクリューに代表される頤椎 instrumentation 手術の進歩は、強固な固定性の獲得、後療法に簡略化を可能とした。反面、術中の椎骨動脈損傷などの重篤な合併症の問題が浮上してきた。本稿では、頤椎後方 instrumentation 手術を安全・効率的に行うために、筆者らが行っている最近の工夫について論述する。

Abstract

Recent advances in instrumentation surgery of the cervical spine have enabled us to obtain rigid internal fixation and shortening of postoperative immobilization of the neck. Simultaneously, however, we have to face the possibility of serious complications including vertebral artery injury. For improving the accuracy and safety of posterior instrumentation surgery of the cervical spine, we have recently introduced several techniques. In the present article, we describe 1) preoperative evaluation of the vertebral artery with 3D CT angiography, 2) fusion image technique of CT and MRA for evaluating the vertebral artery in patients with renal dysfunction, 3) preoperative surgical simulation and intraoperative navigation using a 3D full-scale model, and 4) use of an angle device and accurate fluoroscopic imaging of the pedicle axis view for improving the accurate of the insertion of C3-C6 pedicle screws.

Key words : instrumentation 手術 (instrumentation surgery), 頤椎 (cervical spine)

はじめに

近年の脊椎 instrumentation 手術の進歩は、強固な固定性の獲得、alignment の矯正・保持を可能にした^{2,4)}。上位頤椎では、C1-2貫通スクリュー (Magerl スクリュー)、C2椎弓根スクリュー、C1外側塊スクリュー、後頭骨スクリュー、中下位頤椎では、外側塊スクリューや椎弓根スクリューなどがアンカーとして使用されている。頤椎 instru-

mentation の導入により、術後の外固定が簡略化でき、早期にリハビリテーションを開始できるなどの利点は大きい。反面、スクリュー刺入に伴う椎骨動脈 (VA) 損傷などのリスクが浮上してきた。現在、脊椎外科医に求められていることは、いかに安全・効率的にスクリューを刺入するかであり、そのためには、精度の高い術前プランニングおよび手術手技が必要とされる。

本稿では、頤椎後方 instrumentation 手術に伴う

千葉大学大学院医学研究院整形外科学〔〒260-8677 千葉市中央区爰昇1-8-1〕Department of Orthopaedic Surgery, Chiba University Graduate School of Medicine

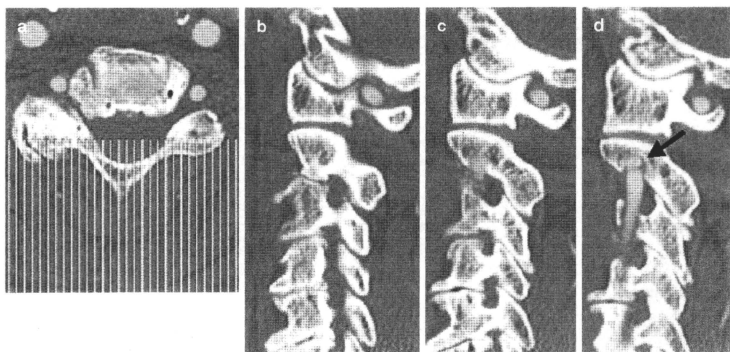


図1 CT angiography 矢状断像による High-riding VA の評価

a : 2 mm スライス幅の矢状断像.

b : 0 mm. c : 2 mm. d : 4 mm (矢印 : High-riding VA).

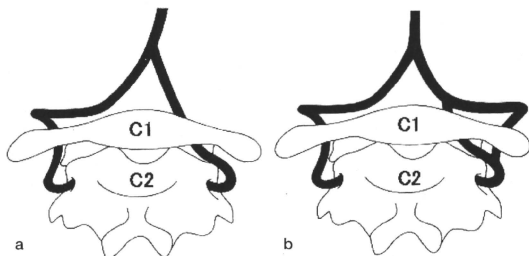


図2 上位頸椎における椎骨動脈の骨外走行異常

a : Persistent 1st intersegmental artery.

b : Fenestration.

合併症を可能な限り避けるために、筆者らがやっている最近の工夫について紹介したい。

3次元 CT 血管造影法(3D-CTA)による VA の評価

1. 上位頸椎

1) High-riding VA

C2椎弓根スクリューや Magerl スクリュー刺入に際し、最も注意を要するのは、VA の C2骨内走行である。VA が内側・背側・頭側に偏位している走行異常(いわゆる High-riding VA)の頻度は10~20%とされ、決してまれな走行異常ではない^{5,8)}。High-riding VA 例に無造作にスクリューを刺入すると、VA 損傷をきたし、最悪の場合は脳

梗塞を生じて死に至る可能性もある。

通常は CT あるいは CT angiography (CTA) で 2 mm スライス幅の矢状断像を作製する(図1)。評価に使用する画像は、基本的に左右3枚ずつである。すなわち、椎管内縁のスライスと、それより 2 mm および 4 mm 外側のスライスである。4 mm 外側のスライスで VA 孔が描出されていなければ、安心して C2椎弓根スクリューを刺入できる。逆に、2 mm 外側のスライスで VA 孔が描出されていると、C2椎弓根スクリューの刺入はほぼ不可能である。

2) 椎骨動脈の骨外走行異常

上位頸椎における VA の骨外走行異常としては、Persistent 1st intersegmental artery および fenestration が代表的な異常である(図2)^{5,8,9,12,14)}。こ

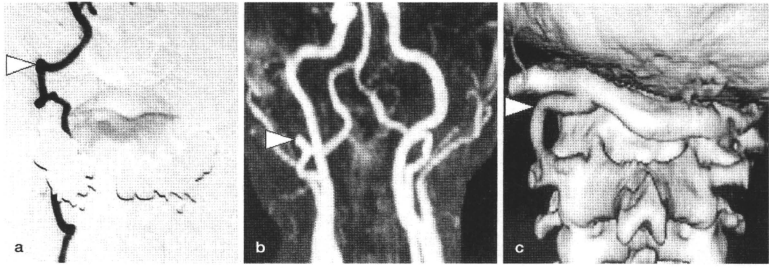


図3 各種検査法による Persistent 1st intersegmental artery の描出
 a : 選択的椎骨動脈造影, b : MR angiography, c : 3D-CTA.
 矢頭: Persistent 1st intersegmental artery

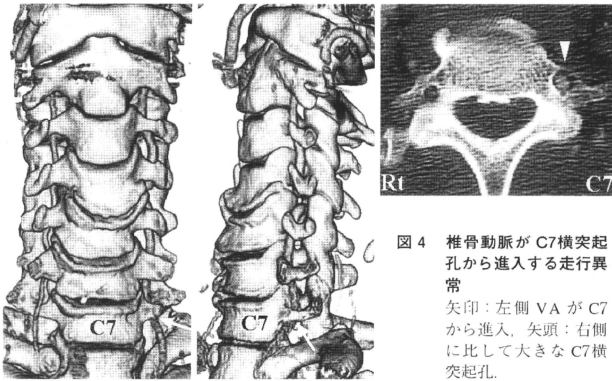


図4 椎骨動脈がC7横突起孔から進入する走行異常
 矢印: 左側VAがC7から進入, 矢頭: 右側に比して大きなC7横突起孔.

これらの走行異常を有する例では、術野の展開をきわめて慎重に行う必要がある。

診断には3D-CTAが有用である。選択的VA造影やMR angiography (MRA)では、血管と隣接する骨要素を描出できないため、VAと脊椎の相互の位置関係を解析することが困難である(図3)。3D-CTAでは、骨性要素とVAの相互関係を詳細に評価できる利点が大きく、上位頸椎 instrumentation 手術の術前プランニングにおいて、その有用性は顕著である。

3) 椎骨動脈径の左右差

左右差が明らかな場合、手術の際には太い側のVA損傷を極力避けるよう注意を払う。3D-CTAにて左右差の評価を行う^{5,8)}。

2. 中下位頸椎

大部分の例(93%と報告されている)で、VAはC6高位で横突起孔に進入する。しかし、まれにC7高位で横突起孔に進入する例や、逆に、C4あるいはC5高位で横突起孔に進入する例も存在する¹⁰⁾。前者ではC7椎弓根スクリュー刺入のリスクが高くなり、後者ではC5、C6椎弓根スクリューが容易に刺入可能であるため、術式選択にも大きく影響する。

CTの水平断像で、横突起孔を含んだスライスが作成できれば、上述の走行異常をある程度はスクリーニングできる。C7横突起孔は、通常はVAが通らないため萎縮しているが、これが大きな孔として存在する場合は、VAがC7から進入してい

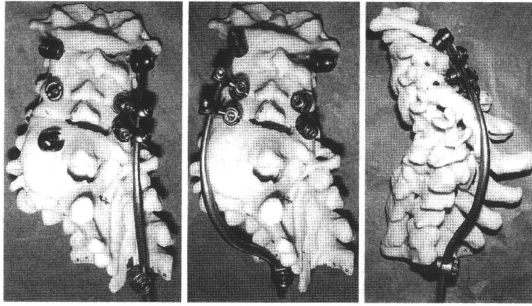


図5 3次元実体模型を用いた術前手術シミュレーション
神経線維腫症に伴う頸胸椎後側弯例。

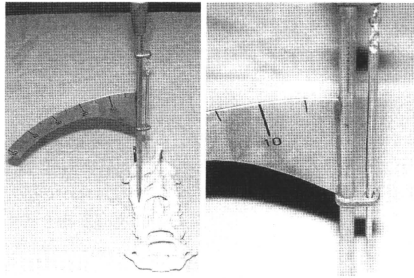


図6 水準器付き脊椎用角度計

る可能性が高い(図4)。

Fusion 画像

腎機能低下例、透析例などの造影剤を使用する検査を避けたい例のVA走行評価に際して有用である¹⁾。同一体位で撮影したCTとMRAのデータを合成することにより、3D-CTAに匹敵する立体像を得ることが可能である。

3次元実体模型

症例のCTデータをもとに実体模型を作製し、術前に手術シミュレーションを行うことで、instrumentationの適合性、設置方法を事前に検討できる(図5)。術中は模型と術野を対比することに

よるナビゲーションを行い、手術の精度向上に努めている^{3,6,7,11,13,15,16)}。従来では展開が危険と思われる部位に対しても自信をもって展開を進めることができる。特に、小児例、骨系統疾患例、外傷後脊柱変形例、再手術例での有用性が顕著である。

水準器付き角度計

C3-6高位での椎弓根スクリー入の最大の問題点はVA損傷の危険性である。特に、椎弓根スクリー入の角度について、術者の感覚のみに頼る術式では、ある程度の誤差が生じることは避けられない。われわれは、水準器付き角度計を独自に開発し、刺入角度の精度向上に努めている(図6)。側面透視で左右の椎間関節を完全に重ね合わせることであれば、水準器付き角度計の精度

会期: 2009年10月23日
会場: 岡山コンベンションセンター

第37回
秋季学術大会
教育講演

脊椎外科医が求める CT 画像とその役割について

山崎正志

千葉大学大学院医学研究院整形外科

Role of CT Images for Preoperative Planning of Spine Surgery

Masashi Yamazaki

Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University

はじめに

近年の脊椎インストゥルメンテーション手術の進歩は、強固な固定性の獲得、アラインメントの矯正・保持、後療法簡略化を可能にした。アンカーとしては椎弓根スクリューが多用されており、スクリュー刺入を正確に行うためには、computed tomography(CT)画像による術前プランニングが必須である。

本邦では頸椎の退行性疾患(頸椎性脊髄症、頸椎後縦靭帯骨化症など)の患者数が欧米に比べて多いこともあり、特に頸椎のインストゥルメンテーション手術の進歩は著しい^{1,2)}。上位頸椎では、環軸(C1-C2)関節貫通スクリュー、軸椎(C2)椎弓根スクリュー、環椎(C1)外側塊スクリュー、後頭骨スクリューなどが、中下位頸椎では、外側塊スクリューや椎弓根スクリューがアンカーとして使用されている。頸椎インストゥルメンテーション導入により、ハローベスト固定などの術後の外固定が省略でき、早期にリハビリテーションを開始できるなど、医療側および患者側ともに、多大な恩恵を受けている。反面、スクリュー刺入に伴う椎骨動脈(VA)損傷をはじめとする重篤な神経血管合併症のリスクが浮上してきた。現在、脊椎外科医に求められていることは、いかに安全・効率的にスクリューを刺入するかであり、そのためには、精度の高い術前プランニングが必要とされる。

本稿では、千葉大病院で筆者らがを行っている脊椎手術の術前プランニングの実践について紹介する。

1. スクリュー刺入の術前プランニング

1-1 上位頸椎

C2 椎弓根スクリューが最も多用されており、C1-C2 関節貫通スクリュー(Magerl スクリュー)の使用頻度も高い(Fig. 1)。スクリュー刺入に際し、最も注意を要するのは、椎骨動脈の C2 骨内走行である。椎骨動脈が内側・背側・頭側に偏位している走行異常を

High-riding VA と呼称する(Fig. 1, 2)¹⁾。High-riding VA の頻度は 10~20% とされ、決してまれな走行異常ではない。High-riding VA 例に無造作にスクリューを刺入すると、椎骨動脈損傷をきたし、最悪の場合は脳幹梗塞を生じて死に至る可能性もある。CT の矢状断再構築像で High-riding VA に向かってスクリューを刺入する経路を Fig. 2 に示す。

1-1-1 High-riding VA の評価

CT あるいは CT angiography(CTA) の矢状断像で評価する方法が、最も一般的である。通常は 2 mm スライス幅の矢状断像を作成する。この際、スライスの方向が脊柱管の正中方向と一致するように努める(Fig. 3)。正中方向とは異なる方向(斜めに)にスライスを作成すると、評価の精度が落ちる。評価に使用する画像は、基本的に左右 3 枚ずつである。すなわち、脊柱管内縁のスライスと、それより 2 mm および 4 mm 外側のスライスである。4 mm 外側のスライスで椎骨動脈孔が描出されなければ、安心して C2 椎弓根スクリューを刺入できる。逆に、2 mm 外側のスライスで椎骨動脈孔が描出されていると、C2 椎弓根スクリューの刺入はほぼ不可能である。4 mm 外側のスライスに椎骨動脈孔が描出されている場合は、スクリューの刺入方向を内側・頭側に向けることで、刺入が可能な場合もある。しかし、その決定は、慎重に行う必要がある(Fig. 3)。

筆者らは、CT あるいは CTA の三次元像(3DCT あるいは 3DCTA)を作成して、スクリュー刺入の決定を行うようにしている³⁻⁶⁾。具体的には、C2 椎弓根をスクリューの刺入の方向から俯瞰する画像(斜め上から見下ろす画像となる)を作成し(Fig. 4)、椎骨動脈の走行を評価して、スクリュー刺入が可能かどうかを決定する。

3DCT あるいは 3DCTA 画像を用いてもスクリュー刺入が決定できない例では、最終的に CT データをもとに三次元実体模型を作製し、実際に手にとって CT

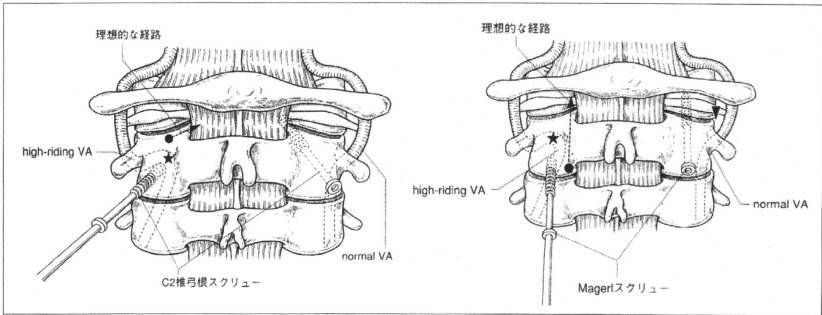


Fig. 1 C2 椎弓根スクリュー(A)およびC1 - C2 関節貫通スクリュー(Magerl スクリュー)(B) High-riding VA では椎骨動脈損傷(★)を生じる(文献 1)から一部改変).

a | b

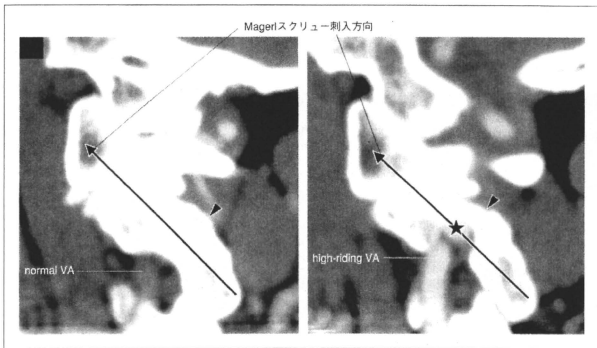


Fig. 2 C1 - C2 高位 CT 矢状断再構築像 Magerl スクリュー刺入により High-riding VA(B)では椎骨動脈損傷(★)を生じる (文献 1)から一部改変).

a | b

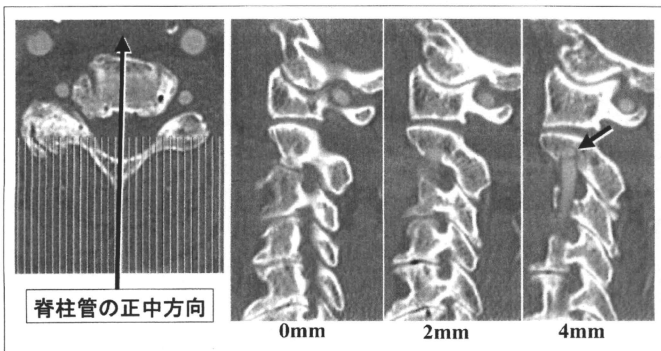


Fig. 3 CTA 矢状断のスライス方向(A)および矢状断像(B) 脊柱管内縁, 2mm 外側, 4mm 外側のスライス. 本例では 4mm 外側で椎骨動脈孔が描出されている(矢印).

a | b

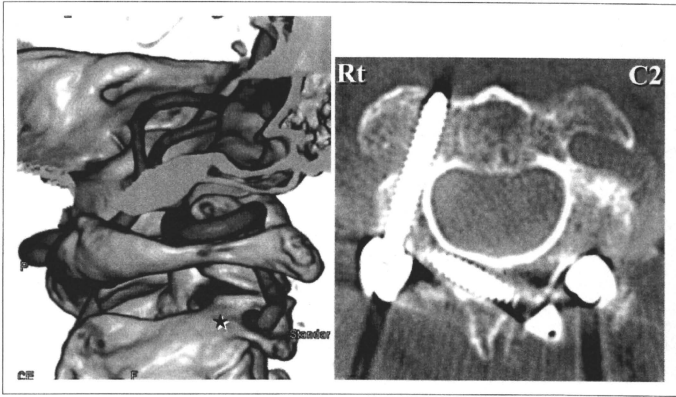


Fig. 4 術前3DCTA像(A)および術後CT-MPR像(B)
本例では右C2椎弓根スクリューは刺入可能と判断した。C2椎弓根スクリュー刺入点(★)。

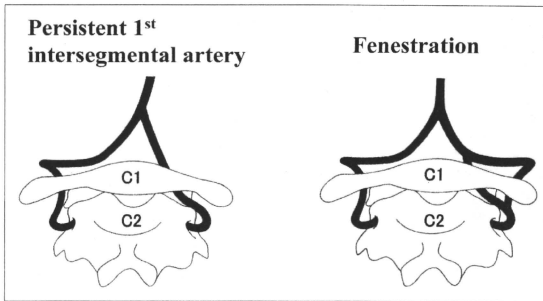


Fig. 5 上位頸椎における椎骨動脈の骨外走行異常

椎弓根スクリューの刺入の経路を評価する。

1-1-2 椎骨動脈の骨外走行異常の評価

上位頸椎における椎骨動脈の骨外走行異常としては、Persistent 1st intersegmental artery および Fenestration が代表的な異常である (Fig. 5)⁶⁻⁸⁾。前者は、椎骨動脈がC2の骨孔を出た後、C1の横突起孔を通過せずにC1後弓尾側から脊柱管内へ進入するもので、後者は、椎骨動脈がC2の骨孔を出た後に分岐し、1本は Persistent 1st intersegmental artery、他の1本は通常の走行 (C1横突起孔を通過しC1後弓頭側から脊柱管内へ進入)を呈する。これらの走行異常を有する例では、術野の展開を極めて慎重に行う必要がある。通常の展開を行うと、椎骨動脈損傷を引き起こす可能性が高い。

診断には3DCTAが有用である。選択的椎骨動脈

造影やMR angiography(MRA)では、血管と隣接する骨要素を描出できないため、椎骨動脈と脊椎の相互の位置関係を解析することが困難である (Fig. 6)。3DCTAでは、骨性要素と椎骨動脈の相互関係を詳細に評価できる利点が大きく、上位頸椎インストゥルメンテーション手術の術前プランニングにおいて、その有用性は顕著である。

ところで、3DCTA画像がなくても、椎骨動脈の骨外走行異常の有無は、ある程度スクリーニングが可能である。異常を疑わせる所見として、C1高位のCT水平断像での横突起孔の萎縮、およびC1高位のMRI-T₂強調水平断像でのフローボイド像である (Fig. 7)⁹⁾。したがって、頸椎のCT、MRIを撮影する際は、C1高位の水平断像を加えることが望ましい。

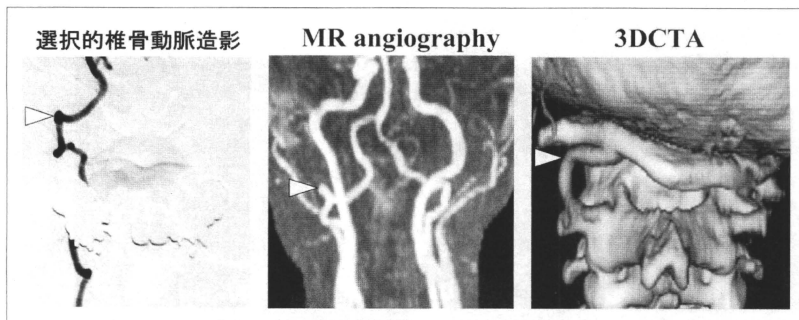


Fig. 6 各種検査法による Persistent 1st intersegmental artery の描出

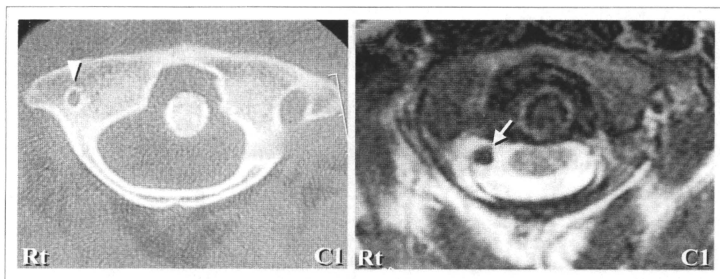


Fig. 7 右側 Persistent 1st intersegmental artery 例の C1 高位 CT および MRI 所見
CT(A)では横突起孔の萎縮(矢頭), MRI(B)ではフロロイド(矢印)の所見を認める

a b

1-1-3 椎骨動脈径の左右差

左右差が明らかな場合、手術の際には太い側の椎骨動脈損傷を極力避けるよう注意を払う。3DCTAにて左右差の評価を行う。この際、ワークステーションにて、椎骨動脈以外の血管を消去する処理を行うことにより、椎骨動脈走行の詳細な評価が可能となる (Fig. 8)。

1-2 中下位頸椎

椎弓根スクリューと外側塊スクリューが多用される。スクリュー強度に関しては、椎弓根スクリューが圧倒的に強く、強固な固定が必要な例では可能なかぎり椎弓根スクリューを刺入したいと考えている。椎骨動脈は大部分の例で C6 高位で横突起孔に入る。このため、C7 椎弓根スクリューの刺入は椎骨動脈損傷のリスクがほとんどなく、逆に、C3-C6 では椎骨動脈損傷のリスクが高い。したがって、特に C3-C6 椎弓根スクリューの刺入にあたっては、極めて綿密な術前プランニングが必要になる。

1-2-1 椎弓根の評価

CTあるいはCTAのMPR画像で、椎弓根軸に沿った画像を作成する。C3-C7椎弓根は、通常、椎間板と平行なスライスを作成することで、椎弓根全体を描出できる。大切なのは、椎弓根の最も太い領域を描出することである。この画像で、椎弓根の太さおよびスクリューの刺入角度を評価する (Fig. 9)。太さが 3.5 mm 以下であれば、椎弓根スクリューの刺入は不可能である。また、刺入角度が 50 度を超えると、刺入が困難である。椎弓根内部に海綿骨の領域が存在することを確認する必要がある。椎弓根内部が骨硬化していると、椎弓根スクリューの刺入が困難となる。

1-2-2 椎弓根スクリュー刺入点の決定

術中は椎間関節外側の notch を同定し、その 4 mm 内側に椎弓根スクリューの刺入孔を作成する (Fig. 9)。OA (osteoarthritis: 変形性関節症) 変化が著しい例では、この notch を判別できず、刺入点を同定できないことがある。このような例では、3DCT 画像で椎弓を後方

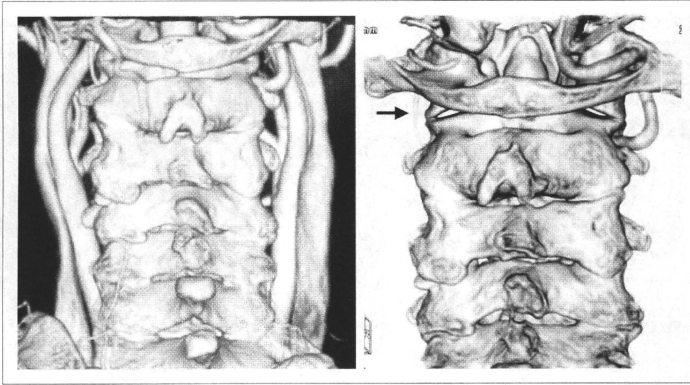


Fig. 8 椎骨動脈径の左右差
ワークステーション処理前(A)および処理後(B)。左椎骨動脈の径は右側の
1/2以下である(矢印)。 a | b

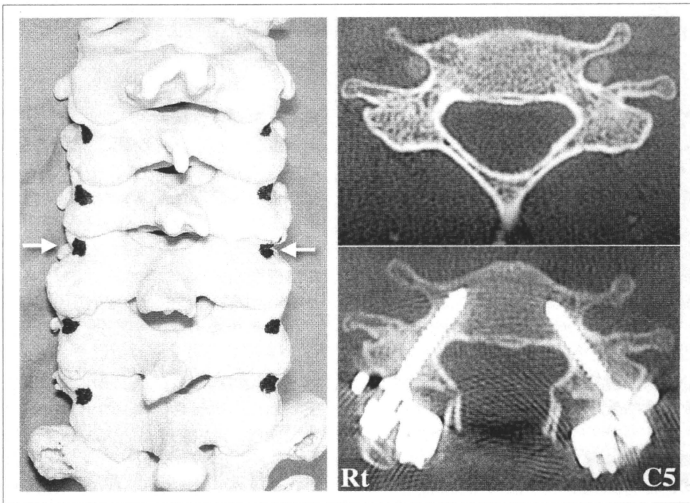


Fig. 9 C5 椎弓根スクールの術前プランニングおよび術後画像
三次元実体模型(A)で刺入点(黒丸)と notch(矢印)を示す。術前 CTA および術
後 CT の MPR 画像 (B)。 a | b

から俯瞰する画像が参考になる。この画像で、OA 変化の著しい箇所と、比較的正常的な箇所を術前に評価することが可能であり、どの椎間で刺入孔同定が困難かをあらかじめ評価できる(Fig. 8)。

1.2-3 椎骨動脈の骨外走行異常

大部分の例(93%と報告されている)で、椎骨動脈は C6 高位で横突起孔に進入する。しかし、まれに C7 高位で横突起孔に進入する例(Fig. 10)や、逆に、C4 あるいは C5 高位で横突起孔に進入する例も存在

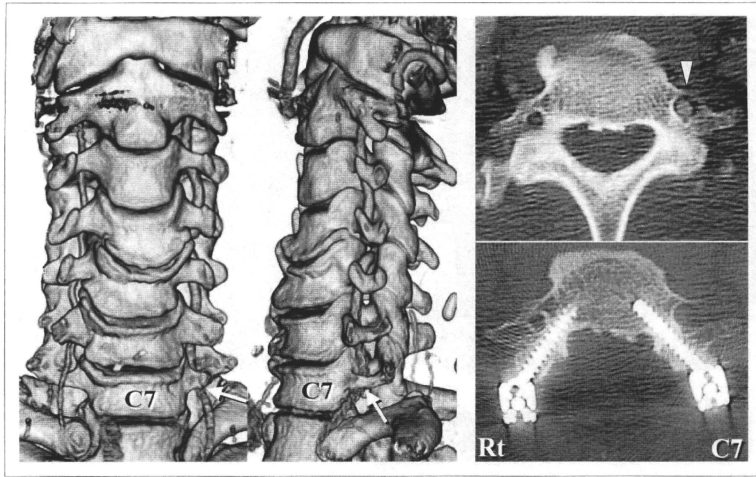


Fig. 10 左椎骨動脈骨外走行異常例

3DCTA (A) で左椎骨動脈が C7 横突起から進入 (矢印)。術前 CTA および術後 CT の MPR 画像 (B)。大きな左 C7 横突起孔 (矢頭)。

a

b

する¹⁰⁾。前者では C7 椎弓根スクリュー刺入のリスクが高くなり、後者では C5、C6 椎弓根スクリューが容易に刺入可能であるため、術式選択にも大きく影響する。

CT の水平断像で、横突起孔を含んだスライスが作成できれば、上述の走行異常をある程度はスクリーニングできる。C7 横突起孔は、通常は椎骨動脈が通らないため萎縮しているが、これが大きな孔として存在する場合は、椎骨動脈が C7 から進入している可能性が高い (Fig. 10)。逆に C6 横突起孔は通常は大きな孔であるが、これが萎縮している場合は、椎骨動脈が C5 から進入している可能性が高い。最終的な評価は、3DCTA で椎骨動脈の走行を確認することで行う。

1-3 胸椎・腰椎・仙骨椎弓根スクリュー

頸椎と異なり、椎骨動脈損傷のリスクがなく、さらに椎弓根径が大きいいため、比較的容易に椎弓根スクリューの刺入が可能である。胸椎・腰椎で最も注意する点は、スクリューが長すぎて椎体前面 (胸椎では側面に近い) を走行する大血管 (大動脈、下大静脈) を損傷するリスクである。

CT では、椎間板に平行なスライスを作成すれば、ほぼ椎弓根の全貌を確認できる。椎弓根の最も太い領域を含んだスライスを作成することが大切である。

3DCT で後方から椎弓を俯瞰する画像は、椎弓根スクリュー刺入点をプランニングするうえで有用である。

2. 三次元実体模型

3DCT および 3DCTA は、術野の解剖学把握に極めて有用である。しかし、それでも局所解剖が十分に把握できない例については、症例の CT データをもとに三次元実体模型を作製し、手術プランニング、手術シミュレーションを行っている¹¹⁻¹⁷⁾。さらに、術中は模型と術野を対比することによるナビゲーションを行い、手術の精度向上につとめている (Fig. 9)。

模型の作製方法であるが、個々の症例において、マルチスライス CT を用いて撮影。CT の DICOM データを CD に保存して、模型作成業者に郵送する。業者は、三次元再構築ソフトを用いて、STL データに変換後、Rapid Prototyping 造形装置であるインクジェット式 3D プリントにて、石膏製三次元実体モデルを作製する。通常であれば、CT 撮影から 1 週間以内は模型の作製が可能である。

千葉大学病院における模型用の頸椎 CT 撮影プロトコルは、120 kv、450 mA (CT-AEC SD 8.5)、0.5 s/rotation、beam pitch 0.641 であり、画像再構成関数は標準関数 (関数番号 7) と骨関数 (関数番号 30) としている。

3. まとめ

われわれは、「石橋を叩いてわたる」という表現があてはまるように、極めて綿密な術前計画のもとに、(特に頸椎の) 椎弓根スクリューの刺入を行っている。

それは、正確な椎弓根スクリューの刺入が手術を成功させるうえで、極めて重要な位置を占めているということに加え、椎骨動脈を損傷した場合に生じる合併症が、極めて重篤で、絶対に避けなければならない

という理由からである。現在、椎弓根スクリュー刺入に関する術前評価の大部分は、CT 画像によって行われている。今後、手術の安全性・精度をさらに向上させるためには、CT 画像解析の精度の向上が必須である。

参考文献

- 1) 山崎正志. 環軸椎固定—Magerl 法—C1 外側塊スクリュー—. 関節外科 2008; 27(7): 69-80.
- 2) 山崎正志. 上位頸椎損傷の治療—菌突起骨折を中心に—. 整災外 2009; 52(13): 1587-1596.
- 3) 山崎正志, 国府田正雄, 米田みのり, 他. 上位頸椎手術における三次元血管造影法(3D-CTA)の有用性. 整形外科 2004; 55: 101-106.
- 4) 山崎正志, 大河昭彦, 国府田正雄, 他. 上位頸椎インストゥルメンテーション手術における椎骨動脈の骨外・骨内走行の術前評価. 3 次元 CT 血管造影法の有用性. 臨整外 2008; 43(9): 875-881.
- 5) 山崎正志, 栗川範幸. 上位頸椎インストゥルメンテーション手術における椎骨動脈走行の術前評価—3 次元 CT 血管造影法による解析—. 関節外科 2008; 27(10 月増刊号): 44-51.
- 6) Yamazaki M, Koda M, Aramomi M, et al. Anomalous vertebral artery at the extraosseous and intraosseous regions of the craniovertebral junction: analysis by three-dimensional computed tomography angiography. Spine 2005; 30(21): 2452-2457.
- 7) Yamazaki M, Koda M, Yoneda M, et al. Anomalous vertebral artery at the craniovertebral junction in a patient with Down syndrome. a case report. J Neurosurg Spine 2004; 1(3): 338-341.
- 8) Yamazaki M, Okawa A, Aramomi M, et al. Fenestration of vertebral artery at the craniovertebral junction in Down syndrome: a case report. Spine 2004; 29(23): E551-E554.
- 9) Yamazaki M, Okawa A, Hashimoto M, et al. Abnormal course of the vertebral artery at the craniovertebral junction in patients with Down syndrome visualized by three-dimensional CT angiography. Neuroradiology 2008; 50(6): 485-490.
- 10) Yamazaki M, Koshi T, Mannoji C, et al. Traumatic C6-7 subluxation with anomalous course of vertebral arteries treated with pedicle screw/rod fixation. Case report. J Neurosurg Spine. 2007; 7(1): 65-70.
- 11) 山崎正志. 頸椎・胸椎手術における 3 次元実体模型の有用性—術前手術シミュレーションおよび術中ナビゲーション—. 整形外科最小侵襲手術ジャーナル 2008; 49: 25-34.
- 12) Yamazaki M, Akazawa T, Koda M, et al. Surgical simulation of instrumented posterior occipitocervical fusion in a child with congenital skeletal anomaly: case report. Spine 2006; 31(17): E590-E594.
- 13) Yamazaki M, Akazawa T, Okawa A, et al. Usefulness of three-dimensional full-scale modeling of surgery for a giant cell tumor of the cervical spine. Spinal Cord 2007; 45(13): 250-253.
- 14) Yamazaki M, Okawa A, Akazawa T, et al. Usefulness of 3-dimensional full-scale modeling for preoperative simulation of surgery in a patient with old unilateral cervical fracture-dislocation. Spine 2007; 32(18): E532-E536.
- 15) Yamazaki M, Okawa A, Mannoji C, et al. C1 dome-like laminotomy and posterior C1-C2 polyaxial screw-rod fixation for a patient with cervical myelopathy due to retro-odontoid pseudotumor: technical note. J Clin Neurosci 2009; 16(1): 99-103.
- 16) Yamazaki M, Okawa A, Kadota R, et al. Surgical simulation of circumferential osteotomy and correction of cervicothoracic kyphoscoliosis for an irreducible old C6-C7 fracture dislocation. Acta Neurochir. 2009; 151(7): 867-872.
- 17) Yamazaki M, Okawa A, Fujiyoshi T, et al. Simulated surgery for a patient with neurofibromatosis type-1 who had severe cervicothoracic kyphoscoliosis and an anomalous vertebral artery. Spine 2010; 35(9): E368-373.

胸椎後縦靭帯骨化症に対する後方除圧固定術の成績

山崎 正志, 大河 昭彦, 林 浩一, 佐久間 毅, 高橋 宏, 橋本 光宏, 望月 真人, 国府田 正雄
千葉大学大学院医学研究院整形外科

【目的】

我々は、胸椎OPLLに伴う脊髄障害例に対して椎弓切除術を行ったところ、2例で術後麻痺が生じた。この2例では、前方の骨化を摘出することなく、後方インストゥルメンテーション固定の追加のみで麻痺が改善した[1, 2]。この経験から我々は、骨化を摘出なくとも後方固定のみを行うことにより、ある程度症状改善が期待できると考えた。そして、後方除圧固定術を脊髄重度障害例、骨化摘出困難例に対して行ってきた[3, 4]。初期17例の解析では術後の悪化はなく、脊髄症の改善も良好であった[5, 6]。今回は、後方除圧固定術の中長期成績を調査し、併せて本術式による脊髄症改善の機序について解析した。

【方法】

対象：1989年5月から2007年2月までの期間に後方除圧固定術（椎弓切除+後方インストゥルメンテーション固定）を行い術後2年以上経過した胸椎OPLL例29例を対象とした。内訳は、男8例、女21例。年齢は平均55.1歳（32～74歳）。術後観察期間は平均6年10ヵ月（2年～20年5ヵ月）であった。

臨床的検討：術後成績は日整会点数で評価し、改善率を平本法で算出した。術前、術後3、6、9、12ヵ月および最終調査時に評価を行った。

X線機能撮影・CT：連続する6例(症例19～症例24)を対象に、術前に仰臥位、腹臥位、座位で胸椎側面X線撮影を行い、固定範囲の後弯角を測定した[7]。CT矢状断再構築像で、骨化の形態を評価した。

【結果】

脊髄症の推移：日整会点数の推移は、術前が平均3.6点、術後3ヵ月で平均6.3点、術後6ヵ月で7.2点、術後9ヵ月で7.6点、術後12ヵ月で7.8点、最終調査時で7.8点であった。改善率の平均は術後3ヵ月で37.5%、6ヵ月で48.6%、9ヵ月で53.8%、1年で56.4%、最終調査時で57.0%であった。日整会点数がピークに達したのは平均9ヵ月であった。2例（症例23および28）で術直後に両下肢不全麻痺が生じた（図1）。2例とも麻痺は自然回復し、術後3ヵ月の時点で歩容は術前レベルに回復した。最終調査時の改善率はそれぞれ38.5%および63.2%であった。1例（症例26）で、術後1年11ヵ月後に前方からの骨化摘出の追加手術を行った。術後10年以上を経過した2例（症例1および7）で、黄色靭帯骨化を伴う腰部脊柱管狭窄が生じ、除圧術を行った。

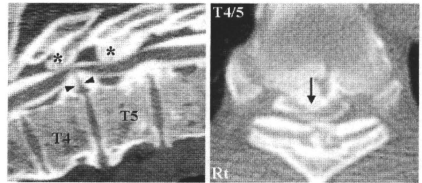


図1. 症例23, T4-T9 OPLL (最大脊髄圧迫高位T4/5)。術後両下肢不全麻痺例。T4/5高位で脊髄は前方から嚙状OPLL(矢頭および矢印)、後方からOYL(*)で挟み込まれる形で圧迫を受けている。

脊柱可動性・骨化形態：6例とも術前後弯角は仰臥位、腹臥位、座位の順に大きくなっていった(図2-4)。仰臥位と座位での後弯角の差は8～20度で、脊柱の可動性は平均1.3度/椎間であった。術後後弯角は、いずれの例も術前仰臥位の後弯角より大きく、術前座位のそれより小さかった。6例とも、脊髄最大圧迫高位で、骨化が完全に連続していない部位が確認された。

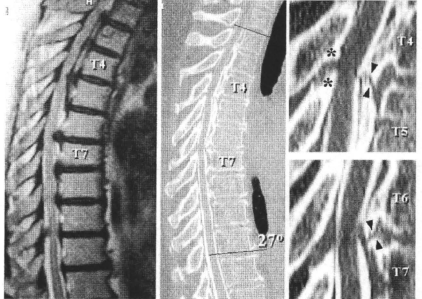


図2. 症例20, T1-T8 OPLL。嚙状OPLLの部位では骨化が完全に連続しておらず、脊柱の可動性が残存している。T4/5高位ではOPLLとOYLで脊髄が挟みこまれている(矢頭および*)。

Posterior decompression with instrumented fusion for thoracic myelopathy due to OPLL

M. Yamazaki, et al.

Key words : thoracic myelopathy, OPLL, posterior decompression with instrumented fusion