

**Table 3. Dropout From Brace Therapy**

Character Type in MPI	2 Months After Brace Therapy (n)	Dropout From Brace Therapy (n (%))
Normal	98	0 (0)
E+N-	15	1 (7)
E-N-	7	2 (29)
E-N+	10	1 (10)
E+N+	15	8 (53)

MPI = Maudsley Personality Inventory.

Seven (20%) of 35 patients treated with the Milwaukee brace dropped out and 5 (5%) of 110 patients treated with the underarm brace dropped out. Only 10 patients (two rated as E-N- and 8 rated as E+N+) exhibited problems such as school phobia or resistance to parents after the start of brace therapy. Of the 150 patients who had undergone brace therapy before the MPI began to be used, 36 (26%) patients had dropped out. The rates of dropout were 42% in patients treated with the Milwaukee brace and 15% in patients treated with underarm brace. The percentage of dropout from brace therapy was significantly higher ( $P < 0.005$ ) in patients before performing MPI than in patients after performing MPI.

**Association of Factors for Psychologic Effects During Brace Therapy**

Logistic regression analysis was performed to examine the association between possible factors and psychologic effects. The possible factors associated with psychologic effects were chronologic age, type of brace wearing, duration of brace therapy, success or failure of brace wearing, pretreatment Cobb angle, and post-treatment of Cobb angle. Univariate analysis revealed that success and failure of brace treatment were only significantly associated with psychologic effects for patients (Table 4). The patients without improvement of psychologic problems by MPI exhibited frequently dropout from brace therapy.

**Course of Spinal Deformity After the Start of Therapy**

In patients who did not drop out, the severity of spinal deformity decreased from a pretreatment average of 32° (range, 20°-39°) to a post-treatment average of 19° (range, 15°-35°). In dropouts, the pretreatment average deformity of 29° (range, 21°-37°) had increased to an average of 37° (range, 31°-48°) (Figure 1).

**Table 4. Univariate Logistic Regression Analysis for Psychologic Effects**

Factor	Coefficient	SE	P
Type of brace (UB = 1, MB = 0)	0.053	0.043	0.098
Duration of wearing brace (year)	0.078	0.362	0.882
Success of wearing brace (success = 1, dropout = 0)	0.291	0.075	<0.001
Pretreating Cobb angle	0.040	0.032	0.988
Posttreating Cobb angle	0.037	0.039	0.964

UB = underarm brace; MB = Milwaukee brace.

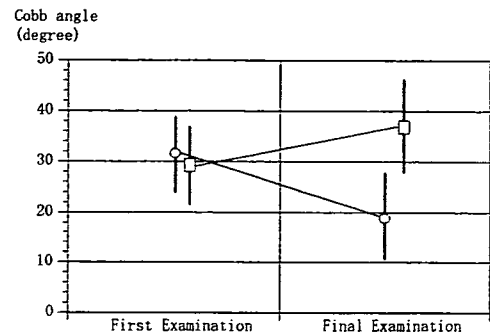


Figure 1. Change of Cobb angle during brace therapy. Circles represent the data of 133 patients who completed brace wearing. Squares represent the data of 12 patients who could not complete brace wearing.

**Evaluation of Patient Satisfaction**

The degree of patient satisfaction was significantly lower for patients rated by the MPI as E-N- or E+N+ type. Patients rated as E-N+ also tended to be less satisfied than normal-type patients, while patients rated as E+N- were more satisfied than normal-type patients (Table 5).

**Discussion**

The present paper revealed the effectiveness of brace therapy for curve correction. However, patients who underwent surgery after brace therapy because of worsening of curvature were excluded from this study; moreover, some correct loss after stopping brace wearing occurred. Effectiveness of brace therapy for idiopathic scoliosis is not well established. However, brace therapy is widely performed to treat scoliosis. Some papers<sup>6,11,12</sup> reported poor compliance and psychologic problems of brace therapy for patients with idiopathic scoliosis. How to persuade patients to continue this therapy is an important issue. The use of braces can result in emotional distress. In our previous study of patients who had undergone brace therapy, brace therapy had markedly greater psychologic effects than surgical therapy or nontreatment.<sup>13</sup> The psychologic effects observed did not correlate with the degree of spinal deformity. MacLean *et al*<sup>5</sup> reported that 84% of all patients undergoing brace therapy experienced emotional distress but that the distress decreased in proportion to the duration of brace therapy. As MacLean *et al* have demonstrated,<sup>5</sup> emotional dis-

**Table 5. Patient Satisfaction for Brace Therapy**

Character Type in MPI	n	Patient Satisfaction Score on SRS Evaluation [mean (SE)]	P
Normal	98	12.1 (1.5)	Reference
E+N-	15	13.4 (0.9)	NS
E-N-	7	9.5 (1.7)	0.005
E-N+	10	11.2 (1.2)	NS
E+N+	15	7.3 (2.1)	0.001

Data of E+N-, E+N+, E-N-, and E-N+ were compared with data of normal group. SRS = Scoliosis Research Society; NS = not significant.

stress at the start of bracing diminishes after the patient accepts brace treatment. Some investigators have noted psychosocial adaptation to wearing of brace.<sup>12,14</sup> In the present study, patients of E+N- type set creative goals to deal with the emotional distress they experienced. Patients with significant preexisting psychologic problems have the greatest difficulty in coping with scoliosis treatment.<sup>10,11</sup> Patients whose personalities continue to be E-N- or E-N+, as assessed by the MPI, require particular care. These patients do not adapt easily to change resulting in psychologic problems and introverted behavior. For example, they dislike going out or attending school, and do not talk with others.

The MPI provides a means of investigating the personality and reactions of individuals exposed to extrinsic stress. Since the MPI permits assessment of the psychologic effects of therapies on patients and to analyze the patients' reactions in detail, it is useful for developing procedures for application of brace therapy. Examiners can easily evaluate the change of emotional stress during therapy. Other psychologic tests are not suitable to evaluate the change by reexamination. At present, we perform the MPI before and 1 month after the start of brace therapy. We continue brace therapy in subjects whose personality type is rated as normal or E+N- type. However, in subjects whose personality type has become E-N-, E-N+, or E+N+ type, we take measures to reduce psychologic effects by explaining the necessity of brace therapy again to the patients and their parents and by offering autogenic training to reduce their emotional stress. The patients who exhibited severe psychologic distress should be switched to part-time brace wearing. Fortunately, patients exhibited better compliance with part-time brace wearing. We continued brace therapy with the consideration that part-time brace wearing was also effective. To reduce the psychologic effects of brace therapy on patients, provision of prior sufficient explanation of the process is important, as Fallstrom *et al* pointed out.<sup>15</sup> However, we think that modifying care during brace therapy according to patients' psychologic response is more important to reduce psychologic effects. Application of the MPI to patients undergoing on brace therapy is useful for evaluating the psychologic effects and ensuring continuation of brace therapy without dropout. To reduce emotional distress in patients undergoing brace therapy and prevent dropout from therapy, it is essential not only to provide adequate information about the brace to individual patients and parents but also to quickly detect emotional distress in patients so that appropriate countermeasures can be taken, such as counseling and giving advice for improvement of the school environments, which can cause psychologic stress. The Milwaukee brace exhibited more severe psychologic effects than the underarm brace, and the compliance for wearing is worse in the Milwaukee brace than

in the underarm brace. Modifying brace therapy considering personality pattern rated as abnormal is more important in patients wearing the Milwaukee brace. The MPI may be useful for planning brace therapy tailored to the psychologic conditions of individual patients.

#### ■ Key Points

- A clinical trial of brace therapy considering the personality pattern of patients with idiopathic scoliosis was performed.
- A total of 108 (74%) patients were rated as abnormal pattern on the Maudsley Personality Inventory tested 1 month after the start of therapy.
- After modifying brace therapy considering personality pattern, rate of abnormal pattern on Maudsley Personality Inventory decreased to 47 (32%) patients.
- Only 12 (8%) patients dropped out during brace therapy.
- Undergoing brace therapy is useful for evaluating the psychologic effects and ensuring continuation of brace therapy minimizing patient dropout.

#### References

1. Carr WA, Moe JH, Winter RB, et al. Treatment of idiopathic scoliosis in the Milwaukee brace. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:599-612.
2. Lonstein JE, Winter RB. Adolescent idiopathic scoliosis: nonoperative treatment. *Orthop Clin North Am* 1988;19:239-46.
3. Moe JH. The Milwaukee brace in the treatment of scoliosis. *Clin Orthop* 1971;77:18-31.
4. Kahanovitz N, Snow B, Pinter I. The comparative results of psychologic testing in scoliosis patients treated with electrical stimulation or bracing. *Spine* 1984;9:442-4.
5. MacLean WE, Green NE, Pierre CB, et al. Stress and coping with scoliosis: psychological effects on adolescents and their families. *J Pediatr Orthop* 1989;9:257-61.
6. Wicker FC, Bunch WH, Barnett PM. Psychological factors in failure to wear the Milwaukee brace for treatment of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1977; 126:62-6.
7. Jensen AR. The Maudsley personality inventory. *Acta Psychol (Amst)* 1958; 14:314-25.
8. Hodgson R, Rachman S. Obsession-compulsive complaints. *Behav Res Ther* 1977;15:389-95.
9. Stonehill E, Crisp AH. Psychoneurotic characteristics of patients with anorexia nervosa before and after treatment and at follow-up 4-7 years later. *J Psychosom Res* 1977;21:187-93.
10. Haher TR, Gorup JM, Shin TM, et al. Results of Scoliosis Research Society instrument for evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter study of 244 patients. *Spine* 1999;24:1435-40.
11. Heckman-Schatzinger LA, Nash CL, Drotar DD, et al. Emotional adjustment in scoliosis. *Clin Orthop* 1977;125:145-50.
12. Myers BA, Friedman SB, Weiner IB. Coping with a chronic disability: psychosocial observations of girls with scoliosis treated with the Milwaukee brace. *Am J Dis Child* 1970;120:175-81.
13. Matsunaga S, Sakou T, Nozoe S. Psychological effects of brace therapy on patients with idiopathic scoliosis. *J Orthop Sci* 1997;2:391-5.
14. Gratz RR, Papalia-Finlay D. Psychosocial adaptation to wearing the Milwaukee brace for scoliosis: a pilot study of adolescent female and their mothers. *J Adolesc Health Care* 1984;5:237-42.
15. Fallstrom K, Cochran T, Nachemson A. Long-term effects on personality development in patients with adolescent idiopathic scoliosis: influence of type of treatment. *Spine* 1986;11:756-8.

I - A - E05

## A Retrospective Multicenter Study of the Surgical Treatments for Rheumatoid Cervical Spine. Part I. Surgical Outcome and Analysis of its Affected Factors

Takenori Oda, Kazuo Yonenobu, Yoshikazu Fujimura \*, Yushin Ishii \*\*, Shinnosuke Nakahara \*\*\* , Shunji Matsunaga \*\*\*\* , Takachika Shimizu \*\*\*\*\* , Tomoaki Koakutsu \*\* , Morio Matsumoto \*\*\*\*\*, Eiji Taketomi \*\*\*\*\*  
Dept. of Orthop. Surg., Osaka Minami Medical Center, \* Dept. of Orthop. Surg., Sagamihara Hospital, \*\* Dept. of Orthop. Surg., Nishitaga Hospital, \*\*\* Dept. of Orthop. Surg., Okayama Medical Center, \*\*\*\* Dept. of Orthop. Surg., Kagoshima Graduate School of Medical and Dental Sciences, \*\*\*\*\* Dept. of Orthop. Surg., Gunma Spine Center, \*\*\*\*\* Dept. of Orthop. Surg., Keio University School of Medicine, \*\*\*\*\* Dept. of Orthop. Surg., Kagoshima Red-Cross Hospital

**Objectives :** In patients with rheumatoid arthritis (RA), cervical spine involvements occasionally cause myelopathy and/or intractable neck pain. Surgical treatment is usually indicated for these symptomatic lesions. Recently, early surgery for prophylaxis is attempted. However, it is difficult to evaluate efficacy of the treatment adequately, because the varieties are existent in this fields, such as disease itself, degrees of cervical spine involvements and neurological deficits, operative methods, and co-morbid conditions. When considering the existence of these varieties, a multicenter study based on hundreds of cases is essential to show the high grade results with some evidence. The objects of this study were 1) to demonstrate surgical outcome for rheumatoid cervical spine based on hundreds of cases and 2) to analyze preoperative prognostic factors which correlated with neurological improvement.

**Methods :** 340 RA patients undergoing cervical spine surgery in the 1990's at 7 institutes were enrolled and their medical records were examined. The following items were investigated; age, gender, ACR grading system, durations of RA and myelopathy, existing spondylosis, operative method, complication within four weeks, neurological class proposed by Ranawat et al, which was evaluated at pre-operation and postoperative two-year, and second or additional cervical operation. Of the enrolled 340 patients, 45 patients were excluded due to insufficient records. The remaining 295 patients were analyzed. There were 72 males and 223 females, with a mean age at operation of 60.8 years. Surgical methods were occipito-cervical fusion in 147 patients, atlanto-axial fusion in 118, and others in 30, respectively. The average follow-up was 4.8 years. Statistical analyses

were performed regarding preoperative factors which correlated with postoperative neurological class and neurological improvement.

**Results :** Complications within four weeks were observed in 57 patients. Mortality within four weeks was 0.3% (1 patient). Main complications were respiratory complication and infection. Neurological class at two-year examination was obtained in 178 patients. Compared with preoperative status, 94 (64%) of 148 patients with neurological involvement (class II, IIIa, IIIb) improved at least one class level. Fifty-one (34%) unchanged and 3 (2%) worsened. Of the 30 patients without neurological involvement (class I), 29 remained the same and one worsened to class II. Postoperative neurological classes were statistically correlated with preoperative classes. But there were no statistically significant factors related with postoperative neurological improvement. Second or additional cervical operation was performed in 29 patients. In six of them, operation was performed within six months after first operation. Their operative reasons were infection in 4 patients, insufficient fixation in 2 and insufficient decompression in 2, respectively. Other 21 patients underwent additional cervical operation more than 1 year after first operation. Surgery for newly development of spondylosis in the cervical spine was performed in 13 patients.

**Discussion/Conclusions :** The safety of surgery for cervical spine in RA has been confirmed considerably, because early mortality in this series was much lower than the previous published series. We consider that this result was reflected the development of perioperative care of the patients and surgical techniques. Neurological improvement was obtained in about two-thirds of the patients. Postoperative neurological status was strongly correlated with preoperative status. However, preoperative prognostic factors, which correlated with postoperative neurological improvement, were not detected in this study.

A Retrospective multicenter study of the surgical treatments for rheumatoid cervical spine. Part I. Surgical outcome and analysis of its affected factors

T. Oda, et al.

Key words : rheumatoid arthritis, cervical spine, surgical treatment

I - A - E06

## A Retrospective Multicenter Study of the Surgical Treatments for Rheumatoid Cervical Spine. Part II. Clinical Characteristics Affecting Survival

Tomoaki Koakutsu, Takenori Oda<sup>\*</sup>, Kazuo Yonenobu<sup>\*</sup>, Yoshikazu Fujimura<sup>\*\*</sup>, Yushin Ishii, Shinnosuke Nakahara<sup>\*\*\*</sup>, Shunji Matsunaga<sup>\*\*\*\*</sup>, Takachika Shimizu<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Morio Matsumoto<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Eiji Taketomi<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
Dept. of Orthop. Surg., Nishitaga Hospital, <sup>\*</sup> Dept. of Orthop. Surg., Osaka Minami Medical Center, <sup>\*\*</sup> Dept. of Orthop. Surg., Sagami Hospital, <sup>\*\*\*</sup> Dept. of Orthop. Surg., Okayama Medical Center, <sup>\*\*\*\*</sup> Dept. of Orthop. Surg., Kagoshima Graduate School of Medical and Dental Sciences, <sup>\*\*\*\*\*</sup> Dept. of Orthop. Surg., Gunma Spine Center, <sup>\*\*\*\*\*</sup> Dept. of Orthop. Surg., Keio Univ. School of Medicine, <sup>\*\*\*\*\*</sup> Dept. of Orthop. Surg., Kagoshima Red-Cross Hospital

**Objectives :** In patients with rheumatoid arthritis (RA), cervical spine involvements occasionally cause myelopathy and/or intractable neck pain. Furthermore, even life is sometimes threatened especially when brain stem is compromised by upper cervical subluxation. Therefore cervical spine lesions have been recognized as one of the factors affecting survival of the patients with RA. We performed a retrospective multicenter study of the surgical treatments for cervical spine in patients with RA and created data base consisted of about three hundred cases. The purpose of this study was to evaluate clinical characteristics affecting survival in patients with RA undergoing cervical spine surgery.

**Methods :** 340 patients with RA, who had undergone cervical spine surgery in the 1990's at 7 institutions, were enrolled and their medical records were examined. To create data base, the following items were investigated; age, gender, ACR grading system for functional disability, durations of RA and myelopathy, existing subluxations, operative method, neurological class proposed by Ranawat et al, which was evaluated at pre-operation and postoperative two-year, and prognosis. Of the enrolled 340 patients, 45 patients were excluded due to insufficient records. The remaining 295 patients were analyzed. There were 72 males and 223 females, with a mean age at operation of 60.8 years (range, 26-85 years). Surgical methods were occipito-cervical (O-C) fusion in 147 patients, atlanto-axial (C1-2) fusion in 118, and others in 30, respectively. The average follow-up was 4.8 years (range, 0.0-13.2 years). 72 patients deceased during the follow-up periods.

Survival curves were determined by the Kaplan-Meier method. To detect the parameters affecting survival, signifi-

cance among the groups was ascertained with the Wilcoxon test and long rank test. The following items were evaluated; age at operation, gender, existing subluxations, ACR grading system, neurological class, duration of myelopathy and surgical method.

**Results :** The probabilities of survival at 2 and 5 years were 93.5% and 79.0%, respectively. Death resulted most often from infection or comorbid conditions.

Univariate analysis showed several preoperative parameters affected postoperative survival. Significant parameters included age at operation ( $p < 0.01$ ), gender ( $p < 0.01$ ), neurological class ( $p < 0.02$ ), ACR grading system ( $p < 0.01$ ), the presence or absence of vertical subluxation ( $p < 0.01$ ), and the presence or absence of subaxial subluxation ( $p < 0.01$ ). Survival curves showed the probability of long-term survival was lower in O-C fusion than in C1-2 fusion. This difference was significant statistically in long rank test only ( $p < 0.05$ ). In patients with myelopathy, duration of myelopathy affected short-term survival (Wilcoxon,  $p < 0.05$ ). Short-term survival within postoperative five-year was better in patients undergoing surgery within six months after onset of myelopathy than in patients undergoing surgery after six months. Neurological class at postoperative two-year significantly affected thereafter survival ( $p < 0.04$ ).

**Conclusions :** In patients with RA undergoing cervical spine surgery, postoperative survival rates were affected with not only age and gender, but also preoperative severity of neurological deficits, functional disability and severity of cervical spine involvements. In patients with myelopathy, early surgery raised short-term survival. In addition, surgical outcome also affected the survival of the patients.

A retrospective multicenter study of the surgical treatments for rheumatoid cervical spine. Part II. Clinical characteristics affecting survival

T. Koakutsu, et al.

Key words : rheumatoid arthritis, surgical treatment, survival rate

### I. 脊髄手術への応用

# RA上位頸椎病変に対する コンピュータ支援手術

星地亜都司

Key words : computer-aided surgery, cervical spine, rheumatoid arthritis

### はじめに

関節リウマチ(RA)による頸椎病変に対する手術においては、骨格が小さく骨粗鬆症の強い症例が多いこと、変形が強い症例が少ないことなどが問題となる。ワイヤリングやフックシステムを用いた従来の方法では前方寄りにある環軸関節に対する制動効果が弱く、矯正損失や偽関節の問題があった<sup>1), 2)</sup>。近年、環軸椎亜脱臼に対するMagerl法や椎弓根スクリューを用いる頸椎内固定術が固定性に優れ、使用されるようになってきている<sup>3)~5)</sup>。しかしこれらの椎弓根を経由するスクリューは、まだ安全性が十分確立できていないといえず、術式の精度向上が課題として残っている<sup>6)</sup>。

ナビゲーションシステムとは、コンピュータに取り込んだ画像データから三次元仮想空間に画像を再構成し、手術中の手術器具の位置や方向が術前画像内でどの位置や方向に相当するか

を示すことで、術者を術前計画どおりに誘導する装置である。このシステムを使用することにより手術精度の向上を期待できる。

本稿では、RA上位頸椎病変に対してナビゲーションガイド下に行った椎弓根経由頸椎スクリュー挿入手術の成績と手技上のポイント、問題点について述べる。

### ナビゲーション手術の実際

#### ● ナビゲーションの概要

使用したシステムは、Stealth Station® (メドトロニクスソファモアダネック社、大阪)である。術前に1.25mm間隔で手術部位の造影CTを撮影し、データをコンピュータに取り込み、二次元および三次元画像を再現した。この画像を用いてスクリュー挿入のプラン作成を行った。三次元画像は画面上で回転させてあらゆる角度から観察することができる。椎骨動脈はペイン

トツールを用いて再構築でき、走行をモニターすることが可能となる(図1)<sup>7), 8)</sup>。以上の操作により画像診断機器としてもシステムを用いることができる。

術中には手術器具の術野での位置や方向がモニター画面に表示される。空間上の基準点となるリファレンスアークを棘突起に設置した。リウマチ患者の頸椎は弱く、アーク設置の際に締めすぎて棘突起を壊さないよう注意を要する。術野に展開された椎骨を用いてレジストレーション(術野の椎骨と再現画像のマッチング)を行った。発光ダイオード付きのプロープやドリルガイドを、術野の外にある赤外線カメラが捕捉し、画面上にプロープなどの位置と方向が表示される(図2)。術中にはX線イメージを併用し、プランニングに従ってスクリュー刺入孔作製を行った。

環軸椎間のスクリュー固定においては、環軸椎間の位置関係がCT撮影時と手術中とで変化するため、軸椎をみてスクリュー挿入経路のプラン作製を行った。関節突起部からC1/2外側関節部の背側部を通り、椎骨動脈の背側を通る刺入経路を作製し、これに従ってまずKirschner鋼線(K-wire)を刺入した。システム導入初期には位置と方向を示す付属品のプロープのみ使用していたが、これだけでは骨孔作製機能がなくブレが生じるため、その後、骨孔作製機能のあるプロープにマーカーを付けて使用している<sup>9)</sup>。軸椎に骨孔を作製したあと、K-wireをナビゲーション機能付きドリルガイドを通して骨孔内に挿入し、軸椎棘突起を前方に徒手的に押しつつX線イメージにて整復状態を確認保持しつつK-wireを環椎まで進めた。左右のK-wireが挿入できたら1.5mmガイドピンに差し替え、4mm径のカニキュレーテッドスクリューを挿入した。

椎弓根スクリューの刺入経路は、各方向からみて確実に骨内を通る予定経路を作成した。術中には、まず付属品のプロープにて左右の骨孔作製位置を決定しエアドリルで入口部のみ作製

したあとは、骨孔作成機能のあるナビゲーションプロープを使用して骨孔を作成した。念のためにX線側方向イメージを併用した。肩が重なってイメージをうまく使用できない場合には、ナビゲーションシステムが唯一の頼りとなる。スクリューをすべて挿入したあとにロッドに連結した。

### ● 環軸椎間病変に対する術式選択

外側環軸関節の破壊の少ない環軸椎前方および後方亜脱臼に対しては、Magerl法を行い、約2年前までは半層腸骨を後弓内および軸椎棘突起に通した1号サージロン糸で固定していた。これは金属ワイヤーでBrooks法を行うと、のちにループの弛みが生じることが報告されているからである。最近ではセキュアストランド糸<sup>®</sup>(ストライカー、東京)のような強くて軟らかい製品が使用可能となったので、これを用いたBrooks法を併用している。外側環軸関節の圧壊があり垂直性亜脱臼がある場合、術前画像と術中所見から環軸椎間のスクリュー挿入が困難と判断した場合には、軸椎に椎弓根スクリューを

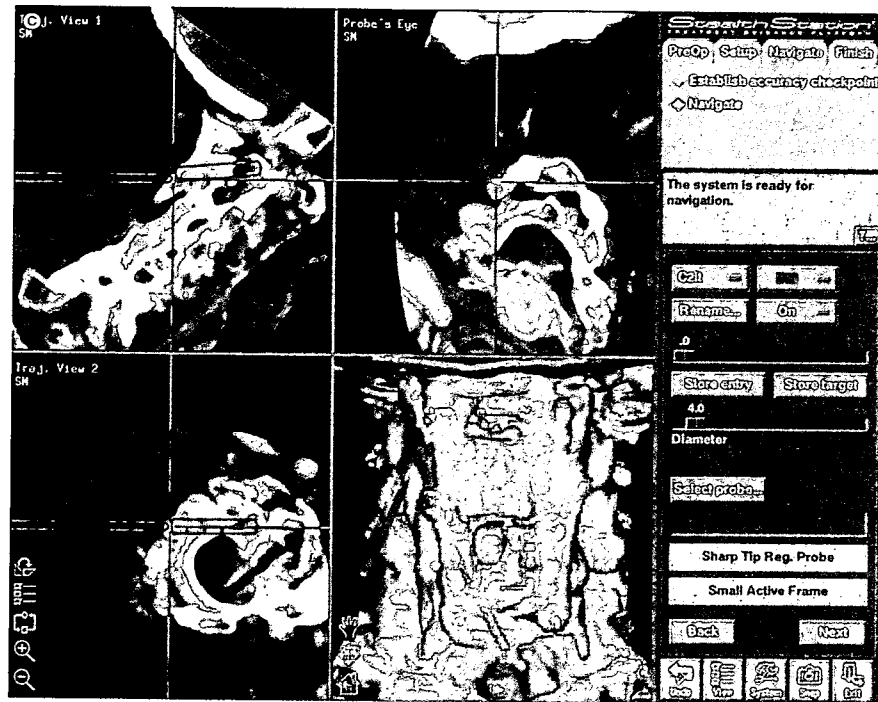
図1 造影CTから再構成した術前画像とスクリュー挿入予定経路

椎骨動脈の走行とスクリューの位置関係を三次元的に観察できる。



図2 フックシステムによる固定後にC6-7間の亜脱臼をきたした症例に対する後頭-第2胸椎間固定術

- ㉑: 術前側面像。
- ㉒: 術後側面像。C2, 5, T1, 2に椎弓根スクリューが挿入されている。
- ㉓: 術中ナビゲーション像。C2に椎弓根スクリューを挿入している場面である。前医で行われた移植骨により、ナビゲーションシステムなしでのスクリュー挿入はほとんど不可能と思われる。



挿入し、オレールドサービカル® (Nord Opedic, スウェーデン)を用いて後頭骨頸椎間固定を行った(図3)。

通常、環椎の後弓切除を同時に行う必要がある。さらに軸椎の椎弓根にまで著明な骨破壊が生じて術前計画にてスクリュー挿入不能の場合、固定範囲を下位まで伸ばしていった(図3)。

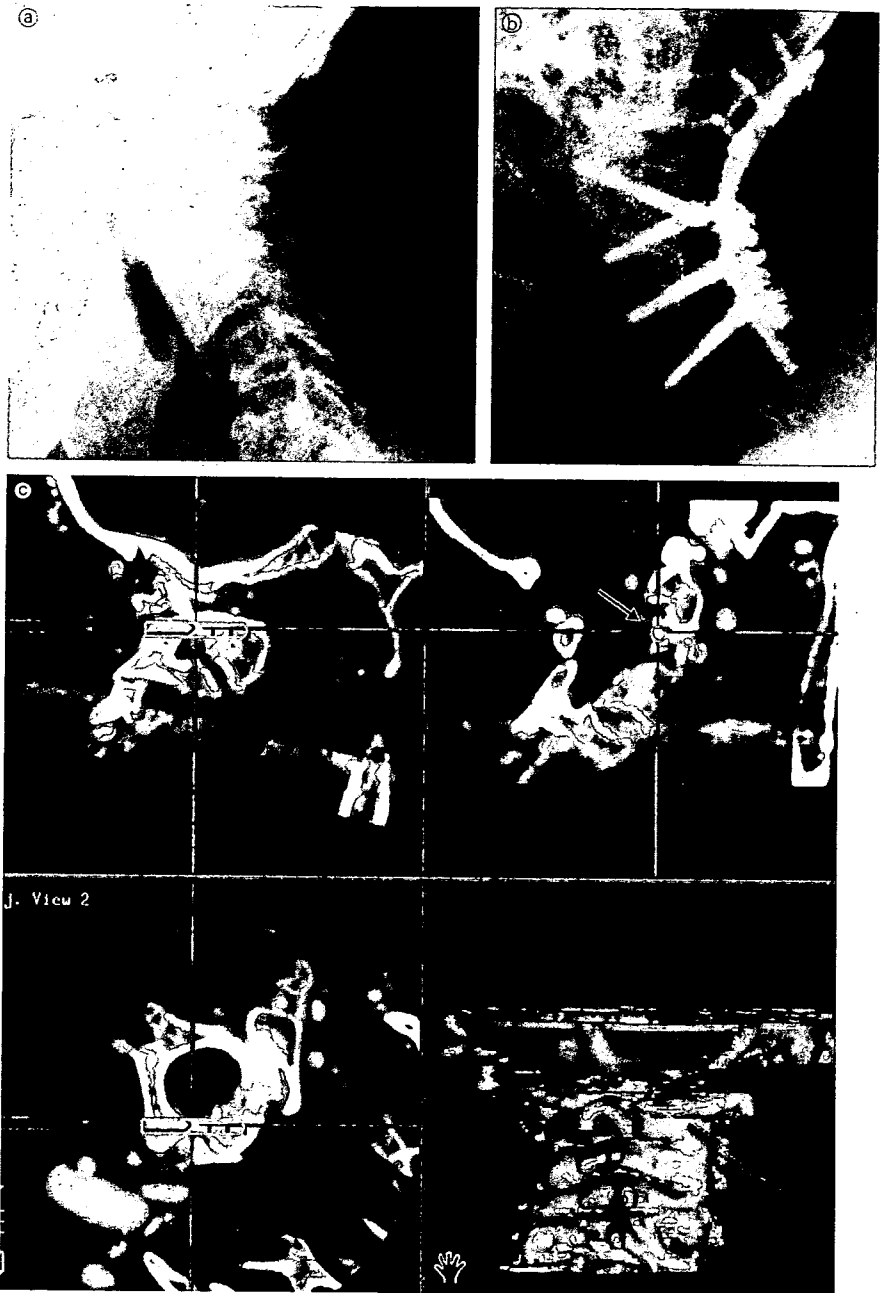
ナビゲーションシステムを用いた術前のプランニングで、予想以上に椎弓根の破壊が強くスクリュー挿入不能と判断できることがあることもシステムのメリットの1つである。上位頸椎病変に加え、X線上、C2・3以下の中下位頸椎椎間の破壊と不安定性がある場合、適宜固定範囲を下位まで延長した。

図3 環軸椎破壊の著明な症例に対する後頭骨頸椎間固定術

㉑：術前側面像。一見、亜脱臼は軽く、Magerl法が可能であるかのように思える。

㉒：術後側面像。この症例では環軸椎間で骨破壊が著明で、Magerlスクリュー挿入不能、片側のC2椎弓根スクリューも挿入不能であることが術前のプランニングで明らかとなったため、C5まで固定範囲を延ばした。

㉓：術前のプランニング。C2右側椎弓根の狭小化のため、スクリュー挿入不能である(矢印)。



## 成績

### ● 対象

対象は2000年2月～2003年7月までに、椎弓根経由の頸椎スクリュー挿入手術を行ったRAによる頸椎病変患者32名(男性6名、女性26名)であ

る。手術時年齢は47～74歳、平均59歳である。疾患の内訳は、主病変が環軸椎前方亜脱臼のもの17名、歯突起病的骨折により後方亜脱臼を伴うもの2名、垂直性亜脱臼8名、軸椎下病変が責任病巣のもの5名であった。脊髄症を伴う症例が30名あり、残りの2名は強い疼痛が主訴とな



っていた。

## ● 手術内容

手術内容は、Magerl法による環軸椎間固定が18名、Magerl法を併用した後頭骨頸椎間固定が2名、椎弓根スクリューを用いた後頭骨頸椎間固定が11名、椎弓根スクリューを用いた頸椎胸椎間固定が1名である。中下位頸椎で脊柱管狭窄のあった6例において棘突起縦割法椎弓形成術を併用した。使用したスクリューは合計93本であり、環軸椎間スクリューが38本、椎弓根スクリューが55本である。

## ● 術後評価

術後にCT撮影を行い、スクリューの挿入状態を評価した。撮影方法として1.25mmスライスでスクリューに平行にとった横断面および矢状面の画像を作成した。画像の評価方法は、以下のような3段階とした。

Grade 1：スクリューが完全に骨内に挿入されている。

Grade 2：スクリューが一部骨皮質を穿破している。

Grade 3：スクリューが完全に逸脱している。脊髄症状の推移はRanawat分類にて評価した<sup>10)</sup>。

## ● 結果

術中のレジストレーションで画像と術野椎骨との計算上の誤差は0.3~0.8mm、平均0.4mmと正確であった。神経根刺激症状を含め神経血管損傷など合併症は発生しなかった。術後合併症として、1例に深部感染が発生した。この症例は術前に坐骨部にMRSA感染を伴う大きな褥創を合併していたが歩行不能となったためにMagerl法を行った。環軸椎間の不安定性が強かったためスクリューを抜去せずに開放洗浄を続け、治癒に1年4カ月を要した。全体の経過観察期間は4~38カ月、平均21カ月である。4名が経過中に死亡している。死因は前立腺癌1名、肺炎3名であった。これまでのところ矯正損失や内固定破損例はなく、良好な矯正固定が得られていることを示す結果であった。全例で症状の

改善があったが、術前に脊髄症状のあった30名のうち、Ranawat法による評価ではGradeの上がらなかったものが5例あった。

CTによる評価では、挿入したスクリューのうち、椎間関節スクリューは38本中1本、椎弓根スクリューでは55本中7本がGrade 2であったが穿破したのはスクリュー径の半分未満であった。残りはすべてGrade 1であった。

## ナビゲーション手術からみた 局所解剖学的注意点

### ● 環軸椎間の回旋変形、横ズレの観察

単純X線写真側面像や開口位正面像をみても回旋変形や横ズレ、骨破壊を十分に確認できないことがある。術前に三次元的な評価を行い、Magerl法の適応外かどうかを検討しておく必要がある(図3)。

### ● 椎骨動脈の蛇行の有無、開存の確認

造影剤を併用して術前画像CTを撮影しておくことで、椎骨動脈の開存状態、蛇行の有無を把握できる(図1)。片側の椎骨動脈が閉塞している場合、万一血管を損傷した場合に発生しうる脳障害のリスクが跳ね上がることで、従来法との長短を十分説明のうえで術式を最終決定しなくてはならない。

### ● 軸椎椎弓根、関節間狭部(isthmus)の骨侵食の評価

軸椎はC3以下に比して比較的スクリューを挿入しやすいが、後頭骨・頸椎間固定に際し、リウマチの炎症が及んで軸椎の破壊が著明であれば挿入を断念し、C3以下に4本以上スクリューを挿入する必要がある(図3)。C3以下はC2に比べてさらに椎弓根が小さくなるため術前計画が重要であり、挿入不能椎を察知しておく必要がある。

### ● 固定範囲

後頭骨と頸椎間を固定する場合、環軸椎間の問題以外に、C2/3以下に明らかな椎間関節侵食

像や椎間板破壊像，椎間すべりがあれば，多椎間スクリュー固定を行わざるをえないことがある(図3)。中下位頸椎まで固定範囲を伸ばした結果，C7・T1の1椎間のみ可動性が残った場合には固定範囲をさらに上位胸椎にまで伸ばさざるをえないと考えている。比較的健全な2椎間以上を固定せずにすんだ場合には，将来固定隣接椎間障害が万一生じたら再手術がありうることを説明するようにしている。強力なスクリュー固定を行った症例の非固定椎間の問題については，長期成績を報告できるよう注意深くフォローしていく所存である。

## 考察

頸椎においてもナビゲーションシステムの精度が臨床使用に耐えうることが報告され<sup>12), 13)</sup>，臨床例でのスクリュー挿入時の使用経験が報告されてきている<sup>14)~16)</sup>。著者らは造影剤を使用したCT画像を用いることにより，椎骨のみならず椎骨動脈もモニター可能であることを利用し，ナビゲーションシステムをリウマチ性頸椎病変のスクリュー挿入手術に使用してきた<sup>7), 8)</sup>。その結果，以下のような利点と問題点が明らかとなった。

ナビゲーションシステムを用いることにより，術前に自在に画像の詳細な検討やプランニングを行うことができ，術者のよいイメージトレーニングになる。ムチランス型のリウマチ患者では椎骨の破壊，変形が著しく，スクリュー刺入位置や方向の決定が容易ではないため，ナビゲーションシステムが威力を発揮する。すでに骨移植が行われているために通常の解剖学的メルクマールが消失した再手術例で有用性が高い(図2)。このような手術はナビゲーションシステム抜きでは成立しないのではないかと考える。C2の椎弓根が通常のCT横断像で小さく，椎骨動脈が内方にあるようなhigh ridingといわれる症例でもスライス面を詳細に検討してい

ば，椎骨動脈の背側部にスクリュー刺入経路を見出すことができ，Magerl法の適応が拡大可能となる。

造影剤使用により，椎骨動脈の経路を三次元的にチェックできることも大きな利点である。逆に単純X線写真や通常のCTで一見スクリュー挿入が可能のようにみえても，術前のシミュレーションにてスクリュー挿入不能であることを察知できることもある(図3)。今回の結果からも関節リウマチによる上位頸椎病変に対する手術において，明らかなスクリュー誤挿入を避けることが可能となり，固定性に優れるスクリュー使用手術の安全性向上に寄与できていると考えた。

しかし，今回の結果が完璧なものではなかったことからわかるとおり，今後さらに工夫や開発を行うべき課題がある。環軸椎亜脱臼のように術前画像とは術中の位置関係が異なるものを手術対象とする場合に，環椎と軸椎の両方をナビゲートすることはできない。Magerl法ではC1に対しては使用できないため，術前には椎骨動脈損傷のリスクがありうることの説明が相変わらず欠かせない。

またナビゲーションシステムを用いた脊椎手術において術者はモニター画面を見るために術野から目を離す必要があり，術者の手ぶれに起因する手術器具のズレが依然問題点として残っている。硬い骨組織に骨孔を作製する際に骨に押す力がかかるために術中に椎骨の動きが生じることも，手術器具がブレを生じる要因となる。少しでもこの問題を解決するために骨孔作製器具にもナビゲーション機能をもたせるようにしているが，このような手術器具のブレの問題については，たとえばナビゲーションロボットの開発により将来的に解決していく必要がある。

## 結論

造影CT画像を用いたコンピュータナビゲーションガイド下のRA上位頸椎病変手術の概要を述べた。この方法により固定力に優れる椎弓根經由の頸椎スクリュー挿入の精度を上げることができるが、手ぶれの問題などスクリュー挿入法とその制御法などにまだ改善の余地がある。

## ◆文献◆

- 1) Santavirta S, et al : Ten-year results of operations for rheumatoid cervical spine disorders. *J Bone Joint Surg*, 73-B : 116-120, 1991.
- 2) Sumi M, et al : Atlantoaxial dislocation. A follow-up study of surgical results. *Spine*, 22 : 759-764, 1997.
- 3) Abumi K, et al : Posterior occipitocervical reconstruction using cervical pedicle screws and plate-rod systems. *Spine*, 24 : 1425-1434, 1999.
- 4) Kotani Y, et al : Biomechanical analysis of cervical stabilization systems : An assessment of transpedicular screw fixation in the cervical spine. *Spine*, 19 : 2529-2539, 1994.
- 5) Magerl F, et al : Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. *Cervical spine 1*. Kehr P, Weidner A, eds. Springer-Verlag, Wien, New York, 1987, p322-327.
- 6) Wright NM, et al : Vertebral artery injury in C1-2 transarticular screw fixation : results of a survey of the AANS/CNS section on disorders of the spine and peripheral nerves. *American Association of Neurological Surgeons/Congress of Neurological Surgeons. J Neurosurg*, 88 : 634-640, 1998.
- 7) Seichi A, et al : Image-guided surgery for cervical disorders in rheumatoid arthritis. *Modern Rheumatology*, 12 : 329-332, 2002 .
- 8) 星地亜都司ほか : RA上位頸椎病変に対するコンピュータ支援手術. *臨整外*, 38 : 421-426, 2003.
- 9) 小谷喜久ほか : ナビゲーションシステムによる脊椎手術の支援 ; 頸椎椎弓根スクリュー固定における経験. *脊椎脊髄*, 16 : 45-52, 2003.
- 10) Ranawat CS, et al : Cervical spine fusion in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg*, 61-A : 1003-1010, 1979.
- 11) Kamimura M, et al : Assessment of safety and accuracy with computer-assisted image-guidance. *Journal of Spinal Disorders*, 13 : 218-224, 2000.
- 12) Richter M, et al : Computer-assisted surgery in posterior instrumentation of the cervical spine : an feasibility study. *Eur Spine J*, 9 (Suppl 1) : S65-70, 2000.
- 13) Ludwig SC, et al : Cervical pedicle screws. Comparative accuracy of two insertion techniques. *Spine*, 25 : 2675-2681, 2000.
- 14) Schlenzka D, et al : Computer-assisted spine surgery. *Eur Spine J*, 9 (Suppl 1) : S57-64, 2000.
- 15) Weidner A, et al : Modification of C1-C2 transarticular screw fixation by image-guided surgery. *Spine*, 25 : 2668-2674, 2000.
- 16) Wigfield C, et al : A technique for frameless stereotaxy and placement of transarticular screws for atlanto-axial instability in rheumatoid arthritis. *Eur Spine J*, 10 : 264-268, 2001.

## I. 脊髄手術への応用

# 頚椎，頚胸椎疾患に対する コンピューター支援手術

小谷善久 鏡 邦芳 伊東 学 角家 健 三浪明男

Key words : cervical spine, computer-assisted surgery

### はじめに

近年，サージカルナビゲーションシステムの発達に伴い，脊椎手術においてもコンピューター支援手術の報告が散見されるようになった。コンピューター支援手術の脊椎領域への応用としては，神経除圧や腫瘍切除における手術器具の術中三次元位置情報の提供，周囲組織(大血管，椎骨動脈，重要臓器)との関係の描出，脊椎インストゥルメンテーションに伴うスクリュー先端位置のリアルタイムイメージングなどが考えられる。

しかし，現状では大部分が脊椎インストゥルメンテーションに伴う使用であり，報告例の多くも胸腰椎または腰椎椎弓根スクリュー刺入に関するものである。頚椎，頚胸椎手術におけるサージカルナビゲーション技術の将来性はきわめて大きいと考えられるが，高い精度保証が必要なことからいまだ一般化していない。

われわれは以前より各種の頚椎不安定病変や

変形矯正固定に頚椎椎弓根スクリューを応用し，その有用性を報告してきたが，RAや小児などの椎弓根径が小さい例，頚椎変形，椎弓根非対称などの奇形や椎骨動脈片側閉塞例では合併症のリスクが伴うことを報告した<sup>1), 2)</sup>。

そこで，これらハイリスク手術を安全に行うための補助ツールとして，2001年よりナビゲーションシステムを導入し，臨床応用している。また，高精度のリアルタイムナビゲーションを実現するために，既存のナビゲーションシステムを改良した独自の手術器具を開発し，臨床応用してきた<sup>3)</sup>。本稿ではこれらを用いたコンピューター支援による頚椎椎弓根スクリュー固定の実際と臨床例について述べる。

### サージカルナビゲーションの 基本原理

現在一般的に臨床使用されているナビゲーションシステムは，optical tracking navigation

Computer-assisted surgery for cervical and cervico thoracic spinal disorders

0286-5394/05/¥400/論文/JCLS

Y. Kotani, M. Ito, T. Kadoya, A. Minami : 北海道大学大学院医学研究科高次診断治療学  
専攻機能再生医学講座整形外科学 ; K. Abumi : 北海道大学保健管理センター整形外科

systemである。術前または術中に取り込んだCTまたは2方向X線イメージを三次元構築し、このデータ(イメージ空間)と実際の術野データ(サージカル空間)を一致させ(照合)、手術器具と患者の位置関係を精度よく表示させるものである。

システムはコンピューター本体と赤外線を感じ取るCCDカメラよりなり、対象となる脊椎にreference frameを設置し、これを基準点に座標軸を構築する(図1)。照合操作では椎骨の4点を照合するpoint registrationと最大30点からなるsurface registrationを順次行う。これによりフーリエの定理を用いた表面形状のマッチングが行われ、表面と奥行の誤差はなくなり、高い精度を維持したナビゲーションが可能になる。さらに手術器具に取り付けたLED(発光ダイオード)より発生する赤外線をCCDカメラで追跡することで、器具先端の三次元位置を計測する。

## ナビゲーションシステムを用いた 頸椎椎弓根スクリュー固定の実際

### ● 術前準備

われわれが使用しているナビゲーションシステムはStealth Station (Medtronic Sofamor

Danek社製)である。本システムには術前CTデータを取り込み、三次元脊椎モデルをあらかじめ構築するCT-based システムと、術中2方向X線イメージ像を基にナビゲーションを行うfluoroscopic navigationがある。

両者にはいまだ精度面で差があり、前者ではおよそ0.5mm以下、後者は0.8~1.2mmの精度である。したがって、高精度が要求される頸椎手術では術前CT像の取り込み、プランニングが必要となっている。

術前に1mmスライスで撮像したCTデータをワークステーション(Silicone graphics)に取り込み、三次元脊椎モデルをコンピュータ上に構築する。そこで、刺入を予定する椎弓根に太さ2.5mmのプランニング像を水平面、傍矢状断面、椎弓根断面を確認しながら作成する(図2)。スクリュー長は20~22mmで設定しておく。スクリュー刺入点は中下位頸椎では外側塊外縁やや頭側に陥凹があり、これがよいメルクマールとなる。外側縁外縁から内側約3~5mmで、刺入角度は内側向き30~35°程度が望ましいが、患者の椎弓根角には個人差がある。

CT像での解剖学的形状と患者の体格をみてプランニングするが、刺入角度を大きくとり

図1 代表的なサージカルナビゲーションシステムの概要

④: システムは術中情報を表示するワークステーションと赤外線信号を送受信する器具よりなる(Stealth Station Treon, Medtronic Sofamor Danek社製)。

⑤: 棘突起に設置したreference frameからの光学信号をCCDカメラで捉え、サージカル空間の座標軸を構築する。

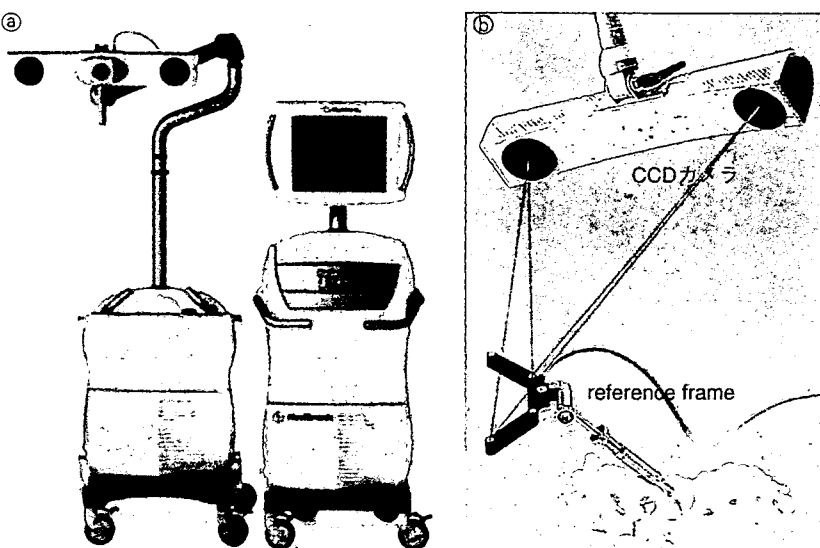
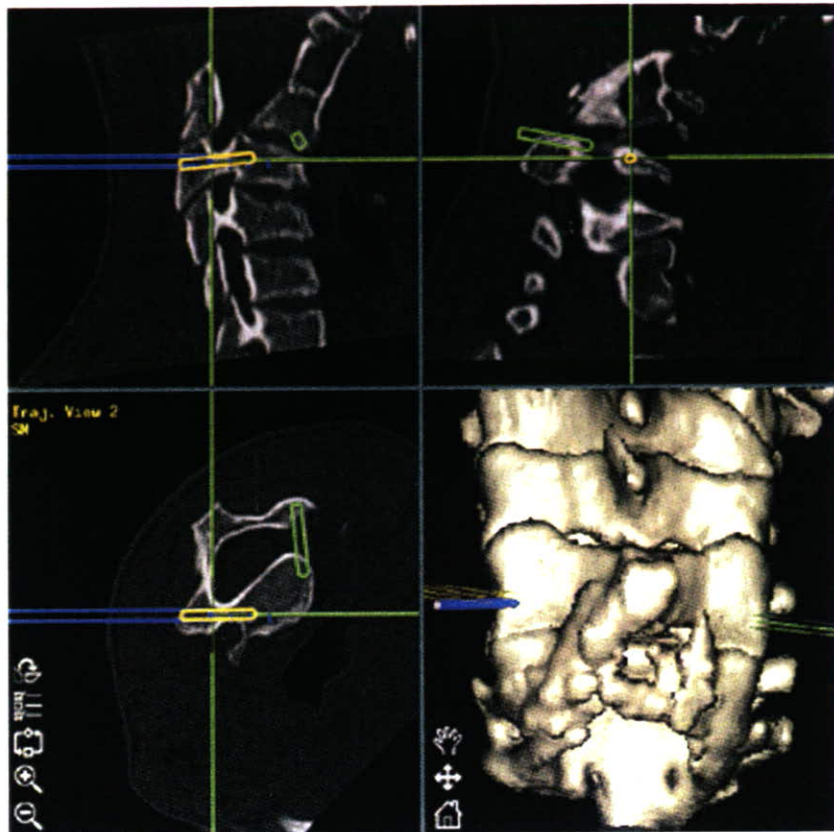


図2 術前プランニング  
と実際のナビゲーション画面

水平面(左下)、傍矢状面(左上)、椎弓根断面像(右上)において適切な位置の径2.5mmのプランニング像を作成する(黄色、緑色)。青色は術中のインストゥルメント先端の位置であり、椎弓根手前に位置している。



すぎると、頸部後方筋群と皮切の関係で、実際の刺入角度とかけ離れてしまう可能性があり注意を要する。また椎弓根径が三次元モデル上の計測で3mm以下の場合には、スクリー刺入は避けたほうがよい。次にpoint registration用の照合点を5~6点設定しておく。精度が出やすく、再現性がよい点として、棘突起先端、スクリー刺入点、左右の下関節突起尾側端を設定するとよい。

以上のプランニングには約20分を要する。また頸椎変形や奇形が存在する場合は、この三次元モデルをさまざまな方向から検討することで、術中の骨切除部位、固定アンカーの設定を含む詳細な術前計画が可能となり、きわめて有用である。

## ● 手術手技

### 器材の設置および準備

術者は患者の頭側に立ち、ナビゲーション

モニターと、Cアームを患者の側方、赤外線感知装置を術野から尾側1.5~2mの場所におく。十分な展開ののち、ナビゲーションを行う椎の棘突起にreference frameを設置する。骨粗鬆症が強い症例や小児例では棘突起の骨強度が低いため、骨折しないよう注意する。

照合操作ではコンピューターを接続されたsharp probeを用いて、すでに設定してある照合点を画面上で確認しながら、患者の該当する解剖学的位置をプロットしていく(図3)。

point registrationで4mm以下の精度が確保されると、surface registrationに移行できる。residual errorが2mm以下でナビゲーション可能であるが、頸椎手術では0.3~0.5mmにコントロールされていることが望ましい。

### 椎弓根スクリーの刺入

われわれが独自に開発したimage guided



図3 照合画面

ナビゲーションする椎の後方要素をランダムにプロットし、surface registrationを終了している。residual errorは0.4mmと表示され、良好な精度が確保されている。

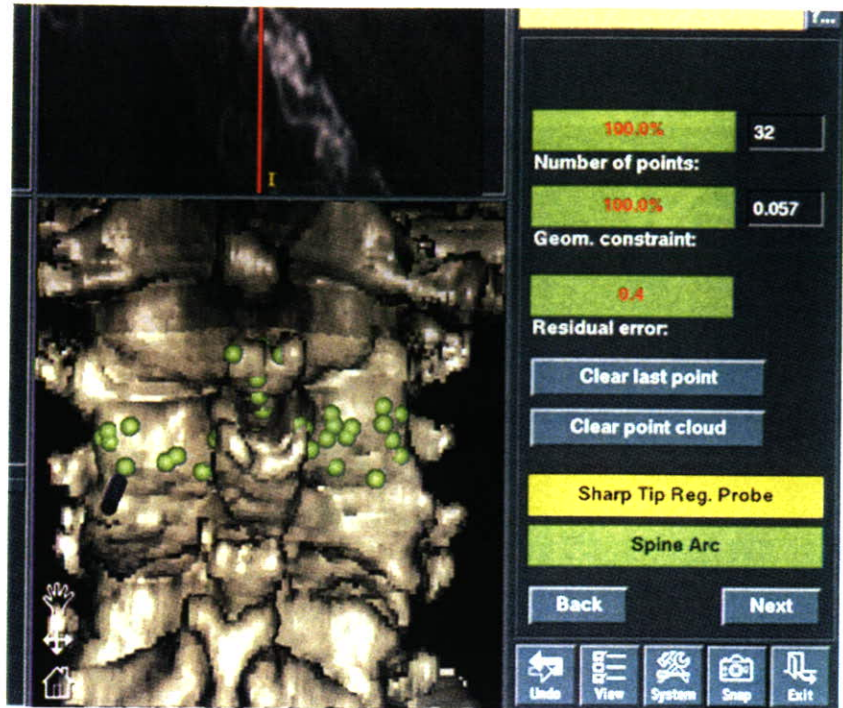
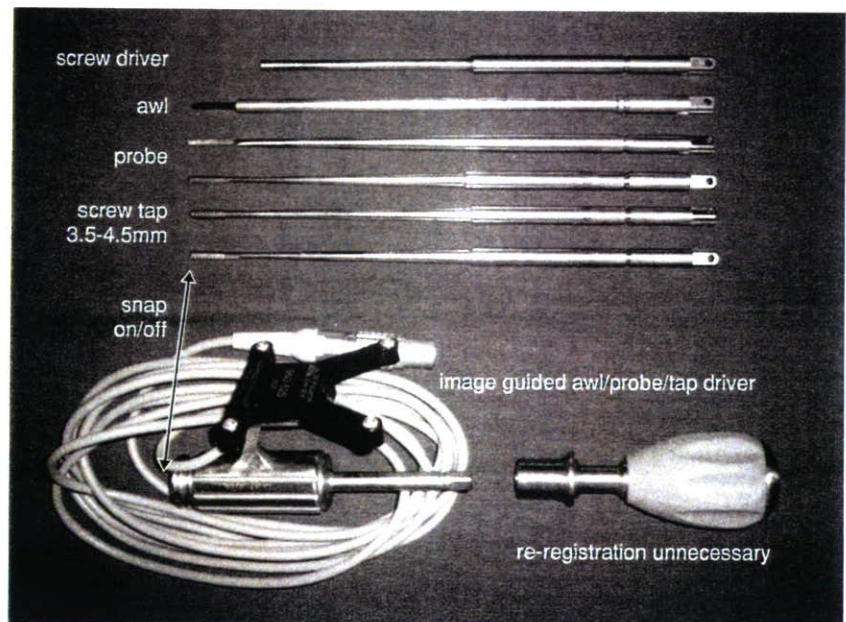


図4 頸椎用image guided instrument (実用新案3092558号)

頸椎椎弓根スクリュー用のインストゥルメントをナビゲーション用に改良し、既存のimage guided awl/probe/tap driverに簡単に接続できるようにした。一度の先端照合ですべてのインストゥルメントの先端位置をreal-timeにナビゲーションできる。



awl/probe/tap driver (Medtronic Sofamor Danek社製)は、実際の骨内に刺入するプローブ、タップ、スクリュー先端の三次元的位置を把握

するために開発された(図4)<sup>3)</sup>。

頸椎椎弓根スクリュー用のインストゥルメントをナビゲーション用に改良した特殊器具

図5 頸胸椎変形に対する椎弓根スクリュー刺入ナビゲーションする椎の棘突起にreference frameを設置し、image guided instrumentを用いてスクリュー刺入を行う。図はimage guided tapを用いて、刺入孔を作製している。



を脱着することで、awl操作からスクリュー先端に到る一連の器具先端位置をreal-timeにかつ三次元的に把握できるようにしたものである(実用新案3092558号)。

まず刺入点を専用awlまたはエアトームで穿孔し、次に専用プローブ、タップ、スクリーウの順に先端位置を確認しながら刺入する(図5)。高度の頸椎症や小児で椎弓根が硬化している場合、ナビゲーション用awlを用いて椎弓根内での先端位置を確認しながら椎体まで穿孔すると、比較的安全にルートを確認できる。また器具刺入中に起こるナビゲーション画面の乱れは、手元を1~2秒静止させることで解消できる。また安全のため、Cアームは併用するようにし、適宜側面像を確認している。

椎弓切除椎では上下椎と骨癒合している場合を除いて、現状ではナビゲーションは不可能だが、上下の椎に先にナビゲーションを用いて刺入を行えば、その刺入点や刺入角度が参考になり、穿破を減少できる。

図6 【症例1】頸椎椎弓切除後後弯

9歳、女子。

㊶: 硬膜内髄外腫瘍摘出後に発生した47°の著明な後弯変形。

㊷、㊸: ナビゲーションシステムを併用した椎弓根スクリュー固定(C2-5)。術後1年で矯正損失なく、骨癒合が得られている。

㊹、㊺: 術後CTではスクリューは適切に刺入されている。





## 症例提示

### 【症例1】頸椎椎弓切除後後弯(図6)

患者：9歳，女子。他医にて第2-3頸髄レベルの硬膜内髄外腫瘍(神経鞘腫)に対し，広範囲椎弓切除による摘出術が行われた。その後6カ月で47°の高度後弯変形と脊髄障害を呈し当科紹介となった。

経過：ナビゲーションシステムを併用した椎弓根スクリュー固定を行い，後弯変形は0°に矯正され，矯正損失なく骨癒合した。術後CTではスクリューは適切に刺入されている。

### 【症例2】先天性頸胸椎側弯(図7)

患者：7歳，女子。進行性の先天性頸胸椎側弯例で，右T1半椎と左側のunsegmented barを伴っていた。

経過：術前画像検査ではC7椎弓根は小さく左右差があり，椎骨動脈の通過が疑われた。T2にreference frameを設置し，C7-T2をone blockとして照合してC7椎弓根スクリューを刺入した。後方より半椎とunsegmented barの切除を行ったあと，Isola systemとの併用で矯正固定した。術後三次元CTによる評価ではスクリューは正確に椎弓根に刺入されている。

図7 【症例2】先天性頸胸椎側弯

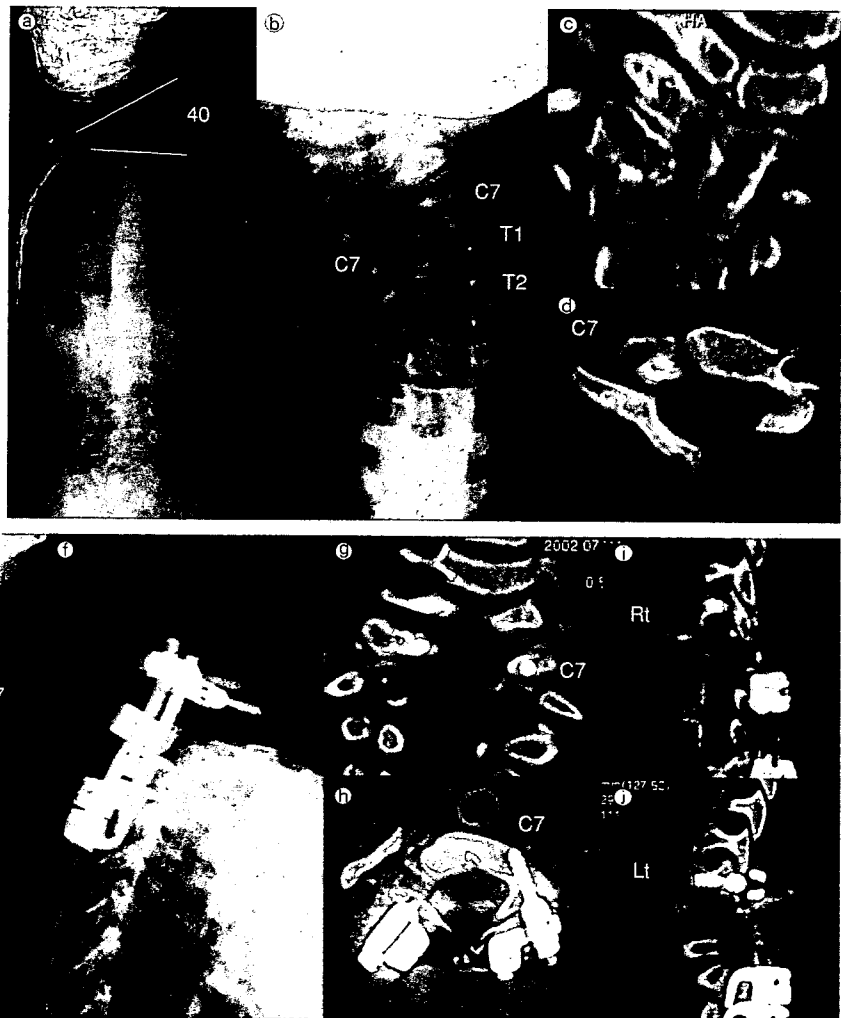
7歳，女子。

①~③：進行性の先天性頸胸椎側弯例で，右T1半椎と左側のunsegmented barを伴っていた。

④：CT，MRA像ではC7椎弓根は小さく左右差があり，椎骨動脈の通過が疑われた。

⑤，⑥：後方より半椎とunsegmented barの切除を行ったのち，Isola systemとの併用で矯正固定した。

⑦~⑩：術後三次元CTによる評価ではスクリューは正確に椎弓根に刺入されている。



## 頸椎、頸胸椎疾患に対するコンピューター支援手術の臨床成績とその有用性

2001年3月より小児頸椎疾患や脊柱変形などのハイリスク症例に対して、コンピューター支援手術を応用してきた。

2004年末日までに6カ月以上経過観察可能な症例は24例、男性10例、女性14例である。平均年齢は36歳(9～83歳)、経過観察期間は6～38カ月である。

疾患の内訳は、椎間不安定性または後弯変形を伴う頸椎症性脊髄症5例、椎弓切除後後弯4例、RA頸椎4例、頸胸椎側弯症3例、転移性頸椎・頸胸椎腫瘍3例などであった。1例の類骨骨腫に対する腫瘍切除補助を除いて、全例で頸椎用椎弓根スクリューシステムを用いた頸椎または頸胸椎後方固定を行った。

結果、コンピューター支援下のインストゥルメンテーションや腫瘍切除に伴う直接の神経・血管合併症は皆無であったが、1例の頸胸椎側弯例で後方解離後の矯正に伴う一時的な下肢不全麻痺の発生があった。矯正を緩めることで、麻痺は術後3カ月で軽快し、障害の残

存はなかった。

一方、ナビゲーション導入前の頸椎椎弓根スクリュー手術180例の検討では、1例に椎骨動脈損傷、直接または間接の神経根損傷が計2例あった<sup>2)</sup>。X線またはCTで評価したスクリューの放射線学的椎弓根穿破は、コンピューター支援手術で1.3%、マニュアル刺入で6.7%と、ナビゲーションの併用で有意に減少した。CT像での水平面スクリュー角度は、マニュアル刺入で25°前後、ナビゲーション併用で30～35°に分布し、解剖学的椎弓根軸により近似した(図8)<sup>3)</sup>。

以上、頸椎、頸胸椎手術におけるコンピューター支援手術の実際とその臨床成績について述べてきたが、サージカルナビゲーションの有用性は高く、とくに小児、脊柱変形などのスクリュー刺入リスクが高い例でも精度の高い安全なスクリュー設置が可能である。これにより後弯や側弯変形の優れた矯正が可能となる。またCアームが使用困難な下位頸椎や上位胸椎への刺入、変形合併例では唯一の信頼のおける術中ガイダンスとなりうる。

今後は術前プランニングを簡略化し、頸椎部でも使用できる高精度fluoroscopic navigationの開発や、術中ポータブルCTの併用による高速度かつ高精度なナビゲーション手術の開発が期待される。

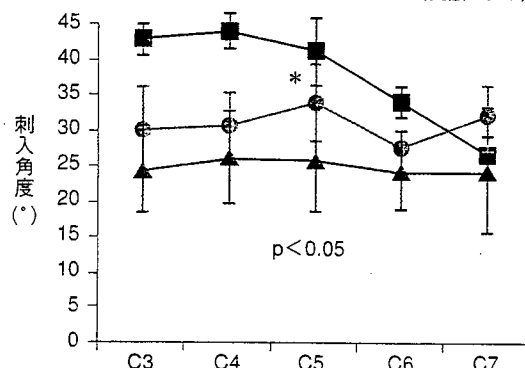
図8 水平面における頸椎椎弓根スクリューの刺入角度

■：解剖学的椎弓根軸(Panjabi MMらの報告値)、

●：コンピューター支援による刺入角、

▲：当科におけるマニュアル刺入50例からの値。

(文献<sup>3)</sup>より)



### ◆ 文 献 ◆

- 1) Abumi K, Kaneda K : Pedicle screw fixation for non-traumatic lesions of the cervical spine. Spine, 22 : 1853-1863, 1997.
- 2) Abumi K, Shono Y, Ito M, et al : Complication of pedicle screw fixation in reconstructive surgery of the cervical spine. Spine, 25 : 962-969, 2000.
- 3) Kotani Y, Abumi K, Minami A : Improved accuracy of computer-assisted cervical pedicle screw insertion. J Neurosurg, 99 : 257-263, 2003.

## 調査 報告

### 関節リウマチ頸椎手術の全国調査\*

小田 剛紀<sup>\*1)</sup> 米延 策雄<sup>\*2)</sup> 藤村 祥一<sup>\*3)</sup>  
石井 祐信<sup>\*4)</sup> 中原進之介<sup>\*5)</sup> 松永 俊二<sup>\*6)</sup>  
清水 敬親<sup>\*7)</sup>

#### \* Results of Epidemiologic Survey on the Surgical Treatment of Cervical Lesions in Rheumatoid Arthritis

Takenori Oda<sup>\*1)</sup>, Kazuo Yonenobu<sup>\*2)</sup>, Yoshikazu Fujimura<sup>\*3)</sup>, Yushin Ishii<sup>\*4)</sup>  
Shinnosuke Nakahara<sup>\*5)</sup>, Shunji Matsunaga<sup>\*6)</sup>, Takachika Shimizu<sup>\*7)</sup>

臨整外 40 : 27~32, 2005

**Key words** : nationwide survey(全国調査), rheumatoid arthritis(関節リウマチ), cervical spine surgery(頸椎手術)

関節リウマチ(RA)頸椎手術の実情を把握するため、2001年の手術例に関し全国アンケート調査を行った。74施設で234名236件の手術が実施されていた。主な結果は、年間症例数3件以下の施設が実施施設数の74.3%を占めたこと、主な手術方法は後頭骨頸(胸)椎固定術と環軸椎固定術であったこと、手術方法により術前神経症状重症度に相違がみられたこと、自施設のRA治療例より他施設からの紹介例への手術数が上回ったことである。得られたRA頸椎手術に関する疫学データは、RA治療医に対する情報提供となる。

A nationwide epidemiologic survey of 313 institutions in Japan was conducted to determine the current status of surgical treatment of rheumatoid cervical spine. Replies were received from 196 institutions (62.1%), and data related to 234 cases of rheumatoid arthritis in which surgery of the cervical spine had been performed in 2001 were obtained from 74 institutions. The annual number of surgical cases was  $\leq 3$  in the majority (74.3%) of the 74 institution. The surgical procedure was occipito-cervical(or occipito-cervicothoracic) fusion in 96 cases, atlanto-axial fusion in 102 cases, and others in 38 cases. Preoperative neurological class as defined by Ranawat et al. was I in 30 cases, II in 43, IIIa in 55, IIIb in 30, and unknown in 76. The distribution of cases according to preoperative neurological class differed according to the surgical procedure. The main care provider for the rheumatoid arthritis patients was an orthopedic surgeon in 111 cases (47.4%) and internist in 71 cases (30.3%). These epidemiologic data will be useful to medical personnel engaged in the management of rheumatoid arthritis.

\* 2004.7.26 受稿

- \*1) 国立病院機構大阪南医療センターリウマチ科 [〒586-8521 大阪府河内長野市木戸東町2-1] Department of Orthopaedic Rheumatology, Osaka Minami Medical Center
- \*2) 国立病院機構大阪南医療センター副院長 Osaka Minami Medical Center
- \*3) 国立病院機構相模原病院副院長 Sagami Hospital
- \*4) 国立病院機構西多賀病院副院長 Nishitaga Hospital
- \*5) 国立病院機構岡山医療センター整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Okayama Medical Center
- \*6) 鹿児島大学大学院運動機能修復学講座整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Kagoshima Graduate School of Medical and Dental Sciences
- \*7) 榛名荘病院, 群馬脊椎脊髄病センター Gunma Spine Center

## はじめに

関節リウマチ(RA)では、頸椎病変により脊髄症状が出現したり、強い後頸部痛が生じたりすると、四肢関節の障害を有するRA患者にさらに重大な日常生活動作(ADL)の障害がもたらされる。また、脳幹や上位頸髄部の障害に起因する突然死の報告<sup>2,9)</sup>や、脊髄症状を生じた患者の生命予後が明らかにされる<sup>7,10,12,15)</sup>につれて、RA頸椎病変は生命予後にも関与することが認識されてきている。

こうしたRA頸椎病変に対する手術治療は、以前は周術期死亡や術後合併症が多かったために批判的な意見も多かった<sup>3,8)</sup>。しかし、近年の麻酔や全身管理技術の向上、脊椎の手術手技やインストゥルメンテーションの進歩は、RA頸椎病変に対する手術治療の安全性や有効性にも寄与し、良好な成績報告が示されつつある<sup>1,4,5,6,13,14)</sup>。また、前述の生命予後の観点からも、手術治療の重要性が認識されてきており<sup>7,10)</sup>、RAにおける頸椎手術の機会は増加してきている印象がある。その一方で、RAの日常診療は主に内科医または関節外科医が担当しており、頸椎病変による臨床症状が重度に進行してから紹介され、手術治療の効果を十分に享受できていない症例の存在を指摘する声も聞かれる。ただし、これらの詳細は明らかではない。

これまでにRA頸椎手術に関する全国的な調査報告はない。本手術は内科医、関節外科医、脊椎外科医等、さまざまな専門領域に属する医師が関与する分野であり、疫学面の情報も重要である。本研究の目的は、本邦におけるRA頸椎手術の年間の実数、手術方法、地域差の有無、頸椎手術が脊椎外科医にゆだねられた経緯等を明らかにし、RA頸椎手術の疫学に関する情報を提供することである。

## 方法

RA頸椎手術と最も関連がある日本脊椎脊髄病学会に依頼し、同学会の脊椎手術に関する障害予防委員会が行う全国レベルの脊椎手術ならびに合併症の調査にあわせて、本調査を実施した。本調

査の対象は2001年に実施のRA頸椎手術症例で、調査内容は、年齢、性、手術方法、Ranawatらの評価法<sup>16)</sup>に基づく術前の神経症状の重症度、RAに対する薬物治療の実施医、脊椎外科医への紹介経緯で、合併症調査と同一のファイルメーカー内への入力により回答を得る形式とした。調査の配信、回収は障害予防委員会が行い、2003年1月末を回答期限として2002年12月に調査を依頼した。調査依頼施設は313施設であった。

## 結果

### 1. RA頸椎手術例の概要

回答施設は196施設(回答率62.1%)であった。回答を得た脊椎手術総数は16,516件、そのうち頸椎手術は4,267件、RA頸椎手術は236件(全体の1.4%、頸椎手術の5.5%)であった。二期的に前方および後方より手術が実施されていた2名は、手術件数としては1名につき2件の手術としてカウントしたため、RA頸椎手術実施患者数は234名であった。性別は男性41名、女性190名、不明3名で、年齢は33~85歳(平均63.4歳)であった。初回手術例が218名、再手術例が16名であった。

RA頸椎手術を実施していた施設は74施設(回答施設の37.8%)であった。年間3件以下が55施設(74.3%)を占め、10件以上は1施設のみであった(図1)。地域別の実施施設数・手術件数は、北海道・東北11施設・43件、関東17施設・51件、信越・北陸・東海13施設・33件、近畿14施設・46件、中国・四国10施設・26件、九州・沖縄9施設・37件であった(図2)。

### 2. 手術方法(表1)

手術方法を3群に分類した。後頭骨頸(胸)椎固定術、環軸椎固定術、その他の手術である。

後頭骨頸(胸)椎固定術は96件で、下位の固定椎はC1からT5に及んでいたが、主にC2~3(34件)とC7~T2(36件)の2つの部位に分かれた(図3)。本手術における使用インプラントは多種にわたっていたが、ロッドあるいはプレートによる固定の際に、スクリューが使用されたもの47