

## STRUCTURAL CHANGES OF THE CARPAL TUNNEL, MEDIAN NERVE AND FLEXOR TENDONS IN MRI BEFORE AND AFTER ENDOSCOPIC CARPAL TUNNEL RELEASE

Toshimitsu Momose,\* Shigeharu Uchiyama,† Seneki Kobayashi,\*  
Hiroyuki Nakagawa\* and Hiroyuki Kato†

*\*Department of Orthopaedic Surgery  
Suwa Red Cross Hospital, Suwa 392-8510, Japan*

*†Department of Orthopaedic Surgery  
Shinsbu University, School of Medicine  
Matsumoto 390-8621, Japan*

Received 24 September 2013; Revised 28 November 2013; Accepted 28 November 2013

### ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the structural changes of the carpal tunnel, median nerve, and flexor tendons in magnetic resonance imaging (MRI) before and after endoscopic carpal tunnel release (ECTR). We studied 36 hands undergoing ECTR. In MRI, the cross-sectional area of the carpal tunnel and the median nerve at the hamate and the pisiform levels were measured. The distance from the volar side of carpal bone to the median nerve or tendons and the volar displacement were measured. In post-operative MRI, the transverse carpal ligament could not be well delineated and the carpal tunnel was significantly enlarged both at the hamate and pisiform levels. The median nerve was enlarged at the hamate level. The median nerve and flexor tendons significantly moved to the volar side. The volar displacement of the median nerve and flexor digitorum superficialis in the long and ring fingers was greater than the other tendons.

*Keywords:* Carpal Tunnel Syndrome; Endoscopic Carpal Tunnel Release; MRI.

### INTRODUCTION

Idiopathic carpal tunnel syndrome (CTS) remains the most common entrapment neuropathy in the upper extremity.<sup>1</sup> The diagnosis of CTS has relied on clinical features and nerve conduction studies.<sup>2</sup> With recent developments in magnetic resonance imaging (MRI), the structure of carpal tunnel can be observed more clearly. In MRI of CTS, proximal swelling, flattening, and high signal intensity of the median nerve on T2, as well as an increased bowing of the transverse carpal

ligament (TCL, flexor retinaculum) were reported.<sup>3–6</sup> We experienced that some patients complained of residual numbness even though carpal tunnel release was performed. Causes of failure of nerve decompression include insufficient carpal tunnel release, fibrosis, and regrowth of the TCL.<sup>3</sup> Some patients with severe thenar muscle atrophy remained having numbness after surgery. Therefore, MRI can be useful when clinical findings and electrophysiological studies are inconclusive,<sup>3,7</sup> or when other etiologies besides idiopathic are suspected.

Correspondence to: Dr. Toshimitsu Momose, Department of Orthopaedic Surgery, Suwa Red Cross Hospital, Kogan-Dori 5-11-50, Nagano, 392-8510, Japan, Tel: (+81) 266-52-6111, Fax: (+81) 266-57-6078. E-mail: tmomose@suwa.jrc.or.jp

Cudlip *et al.*<sup>4</sup> reported MRI studies on the area and signal of the median nerve before and after open carpal tunnel release (OCTR). Netscher *et al.*<sup>8</sup> reported volar displacement of median nerve and flexor tendon after OCTR. Beck *et al.*<sup>9</sup> reported morphologic changes in the carpal tunnel and median nerve after endoscopic carpal tunnel release (ECTR).<sup>10</sup> However, there have been few reports on the results of MRI in the carpal tunnel and median nerve before and after ECTR, nor the volar displacement of the median nerve, superficial, and deep flexor tendons.

The purpose of this study was to investigate changes in the configuration and position of the carpal tunnel, median nerve, and flexor tendon in MRI before and after ECTR.

## MATERIALS AND METHODS

Thirty-six hands of consecutive 36 patients who had undergone ECTR for idiopathic carpal tunnel syndrome were studied. The patients included 11 males and 25 females, and ranged in age at the time of surgery from 45 to 87 years (mean = 64). The diagnosis was based on clinical history, physical examination, and nerve conduction study. Surgery was indicated when previous treatment including medication and local steroid injection into the carpal tunnel failed to relieve the symptoms. The study protocol was approved by an institutional review board, and consent was obtained from each patient.

ECTR was performed utilizing modified Chow's two-portal technique.<sup>10</sup> The entry portal was made as Chow's technique and the entrance of TCL was identified. The proximal edge of TCL was cut. The exit portal was made at the exit of TCL and the distal edge of TCL was cut. The cannula assembly was inserted from the entry portal to the exit portal. The endoscope was inserted at the proximal opening of the tube. The retrograde knife was inserted from the distal opening of the tube, and the residual TCL was cut.

Nerve conduction studies were performed using Neuropack MEB-5504 (Nihon Kohden, Tokyo, Japan) to determine motor distal latency (MDL) and sensory conduction velocity (SCV) of both upper extremities. We defined MDL of less than 4.4 m/s and SCV of more than 44 m/s as normal values.<sup>5</sup> Patients answered the carpal tunnel syndrome instrument (CTSI).<sup>11</sup> The CTSI is a disease-specific, self-administered questionnaire that consists of a symptom severity scale (CTSI-SS) and the functional status scale (CTSI-FS).

MRI of the carpal tunnel was performed on a magnetic imaging system (Toshiba VISART EX, 1.5 Tesla, Tokyo Japan)

with a circular extremity coil (GPFLEX) before and three months after ECTR. The patients were placed prone with the arm extended over the head, the forearm in neutral position, the wrist at 0° degrees of flexion/extension, and fingers extended. MRI was performed in the same position before and after ECTR. MRI axial sections of the wrist were obtained with a slice spacing of 3 mm from the distal radioulnar joint to the carpometacarpal joint level. T1 and T2 weighted spin echo images and T2\* weighted gradient echo images were obtained. Two axial image slices of T2\* weighted gradient echo images were selected (Fig. 1). One level was at the hook of the hamate level. The other level was at the middle of the pisiform level. The cross-sectional area of the carpal tunnel and the median nerve at the two levels were measured. The cross-sectional area of the carpal tunnel and median nerve was outlined digitally with an intelligent graphics tablet system (Wacom, Saitama, Japan) and calculated using NIH Image (version 1.61; National Institutes of Health) for Mac or Scion Image for Windows. Each measurement was repeated three times, and the average values were used for data analysis. To investigate the changes of the cross-sectional area of the carpal tunnel and the median nerve, the ratio of expansion and flat ratio were calculated as follows: (1) The ratio of expansion was calculated by dividing the post-operative cross-sectional area by the pre-operative cross-sectional area. (2) The ratio of the long cross-sectional diameter to the short cross-sectional diameter (flat ratio) was calculated in pre-operative and post-operative ECTR.<sup>4</sup> Flat shape is of higher value.

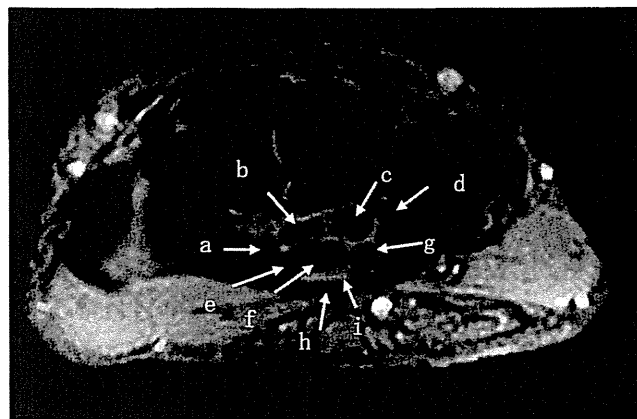


Fig. 1 Axial image slices of T2\* weighted gradient echo images at hamate level a: FPL, b: FDP of index finger, c: FDP of long finger, d: FDP of ring finger, e: FDS of index finger, f: FDS of long finger, g: FDS of ring finger, h: transverse carpal ligament (TCL), i: median nerve.

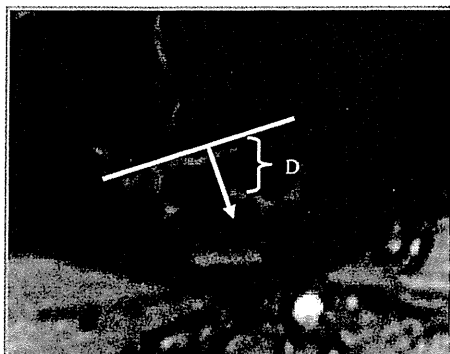


Fig. 2 D: The distance between center of tendons or median nerve and a line aligned to the volar carpal bone.

Next, the volar displacement of the median nerve and the flexor tendons was investigated at the hamate and the pisiform level. First, the location of the median nerve and the superficial and deep flexor tendons was observed for correlation during open carpal tunnel release to those observed in MRI (Fig. 1). Then, the distance between the center of each tendon and median nerve, and a line aligned to the volar carpal bone was measured in pre-operative and post-operative MRI (Fig. 2). The line was from hamate to trapezium at the hamate level and from triquetrum to scaphoid at the pisiform level. The distance from the volar border of the carpal bone to the tendons was measured in the flexor pollicis longus (FPL), flexor digitorum superficialis (FDS), and flexor digitorum profundus (FDP) of the index, long, and ring fingers. The center was determined as a point of intersection between the minor axis and the major axis in the cross-section of each tendon and nerve. Volar displacement was calculated as the difference between pre-operative distance and post-operative distance.

Each parameter of MDL, CTSI, the carpal tunnel, median nerve, and flexor tendon was compared between pre-operative data and post-operative data using a paired *t*-test. Each parameter of volar displacement among the median nerve, FPL, FDS, and FDP (index, long, and ring finger) was compared using a Friedman test followed by a multiple comparison procedure. Data were entered into a database and analysed using SPSS statistical software, version 19.0 (SPSS, Chicago, IL, USA). Statistical significance was achieved when the *p*-value was  $<0.05$ .

## RESULTS

After ECTR, all patients' symptoms were relieved as their nerve conduction velocities and CTSI were significantly improved. Pre-operatively, MDL averaged 7.0 m/s. Three months after ECTR, MDL averaged 4.8 m/s. Since SCV was not measurable for most of the patients, it was not analysed. CTSI-SS improved from 2.8 to 1.6. CTSI-FS improved from 2.4 to 1.6. MDL and CTSI were significantly improved after ECTR.

In pre-operative MRI, the TCL showed a continuous linear area of low signal intensity superficial to the median nerve, whereas in three months post-operative MRI, it could not be well delineated in the palmar region of the carpal tunnel (Fig. 3).

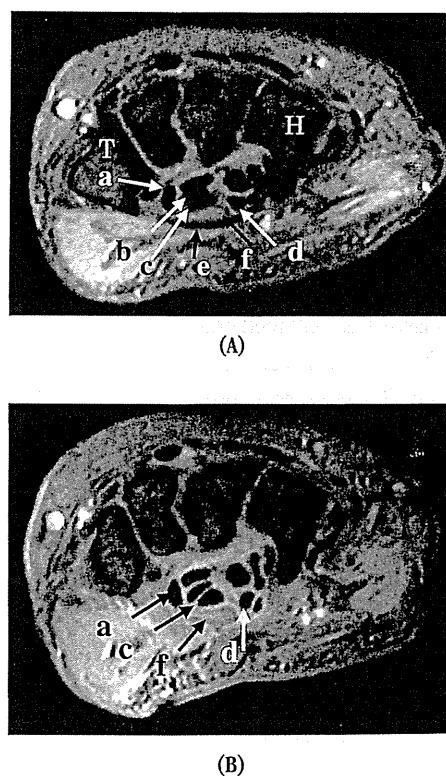


Fig. 3 T2\* weighted gradient echo images at the hamate level. (A) Before ECTR, the transverse carpal ligament showed a linear area of low signal intensity and the median nerve was flat. (B) After ECTR, a linear area of the transverse carpal ligament was not delineated and carpal tunnel became larger. Flexor tendon and median nerve shifted to volar side. a: FPL, b: FDS of index finger, c: FDS of long finger, d: FDS of ring finger, e: TCL, f: median nerve, T: trapezium, H: hamate.

**Table 1** Cross-Sectional Area and Expansion Ratio and Flat Ratio in Carpal Tunnel and Median Nerve.

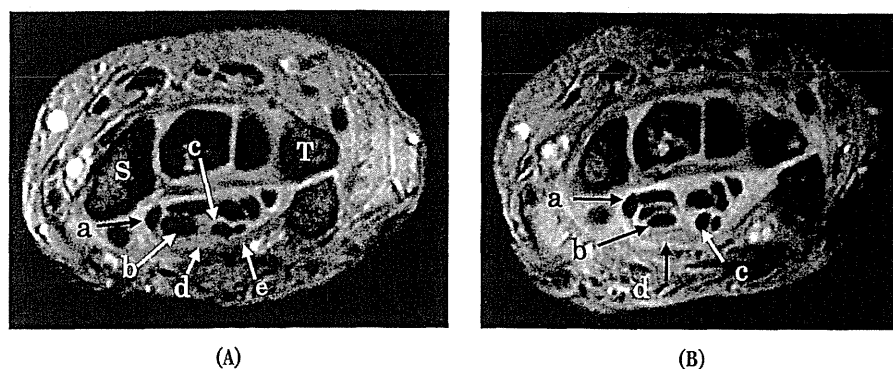
	Cross-Sectional Area (mm <sup>2</sup> )			Flat Ratio <sup>b</sup>	
	Pre-Op	Post-Op	Expansion Ratio <sup>a</sup>	Pre-Op	Post-Op
Carpal Tunnel of Hamate Level	159.1 (18.2)	198.9 (27.9) <sup>c</sup>	1.25 (0.08)	2.06 (0.19)	1.74 (0.21) <sup>c</sup>
Carpal Tunnel of Pisiform Level	186.3 (23.9)	215.1 (30.2) <sup>c</sup>	1.16 (0.1)	2.17 (0.21)	1.98 (0.26) <sup>c</sup>
Median Nerve of Hamate Level	12.9 (2.2)	16.4 (2.9) <sup>c</sup>	1.3 (0.29)	2.73 (0.44)	2.33(0.41) <sup>c</sup>
Median Nerve of Pisiform Level	16.5 (3.6)	17.4 (3.0)	1.09 (0.19)	2.67 (0.45)	2.38 (0.43) <sup>c</sup>

Data represent mean (S.D.).

<sup>a</sup>The ratio of the post-operative cross section area to the preoperative cross section area in carpal tunnel and median nerve.

<sup>b</sup>The ratio of the long cross-section diameter to the short cross section diameter in carpal tunnel and median nerve.

<sup>c</sup>Statistically significant improvement compared with pre-operative data ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 4** T2\* weighted gradient echo images at the pisiform level. (A) Before ECTR (B) After ECTR, carpal tunnel became larger. Flexor tendon and median nerve moved to the volar side. a: FPL, b: FDS of long finger, c: FDS of ring finger, d: median nerve, e: TCL, S: scaphoid, T: triquetrum.

The details of the data of the cross-sectional area and the flat ratio in pre-operative and post-operative MRI are shown in Table 1. After ECTR, the cross-sectional area of the carpal tunnel was significantly enlarged at both the hamate and pisiform levels (Figs. 3 and 4). The density of the divided TCL was different from that of the carpal tunnel, allowing the area of carpal tunnel to be measured. The expansion ratio of the carpal tunnel was 1.25 at the hamate level and 1.16 at the pisiform level. The expansion ratio of carpal tunnel at the hamate level was significantly greater than that at the pisiform level. The flat ratio in the carpal tunnel was decreased and the carpal tunnel was enlarged in the direction of the palmar region after ECTR.

The expansion ratio of the median nerve was 1.3 at the hamate level and 1.09 at the pisiform level. Post-operatively, the cross-sectional area of the median nerve at the hamate level was increased and similar to that at the pisiform level. The flat ratio in the median nerve was also significantly

decreased and the shape of the median nerve became oval at the hamate level.

The details regarding the data of the distance and volar displacement of the median nerve, FPL, FDP, and FDS in pre-operative and post-operative MRI are shown in Table 2. The median nerve, FPL, FDS, and FDP (index, long, and ring finger) all shifted significantly to the palmar side at the hamate hook and pisiform level after ECTR (Figs. 3 and 4). Analysis of Friedman test indicated a statistically significant difference among the median nerve, FPL, FDP, and FDS in the volar displacement at the hamate level and at the pisiform level. The volar displacement of the median nerve and FDS of the long, and ring finger were significantly greater than that of FPL and FDP (index, long, and ring finger) at the hamate level and pisiform level. The volar displacement of the median nerve was 1.7 mm at the hamate level and 1.5 mm at the pisiform level. The volar displacement of the long finger FDS was 1.3 mm and 1.4 mm, while the volar

Table 2 Distance and Volar Displacement of Median Nerve and FDS, FDP of Index, Long and Ring Finger.

	Hamate Level			Pisiform Level		
	Distance (mm) <sup>a</sup>		Volar Shift (mm) <sup>b</sup>	Distance (mm) <sup>a</sup>		Volar Shift (mm) <sup>b</sup>
	Pre-Op	Post-Op		Pre-Op	Post-Op	
Median Nerve	8.0 (0.8)	9.7 (1.4)	1.7 (1.2) <sup>c</sup>	9.5 (0.9)	11 (1.4)	1.5 (1.2) <sup>d</sup>
FPL	4.1 (0.7)	4.7 (0.8)	0.6 (0.7)	4.6 (0.8)	5.4 (1.2)	0.8 (0.8)
FDP (Index Finger)	2.1 (0.4)	2.6 (0.5)	0.5 (0.5)	2.4 (0.6)	3.2 (0.7)	0.8 (0.7)
FDP (Long Finger)	3.1 (0.6)	4.0 (0.9)	0.9 (0.7)	3.3 (0.6)	4.1 (0.8)	0.8 (0.7)
FDP (Ring Finger)	3.5 (0.7)	4.1 (0.9)	0.6 (0.7)	3.1 (0.6)	3.6 (0.8)	0.5 (0.7)
FDS (Index Finger)	4.6 (0.6)	5.5 (0.9)	0.9 (0.7)	5.2 (0.7)	6.3 (1.1)	1.1 (0.9)
FDS (Long Finger)	6.3 (0.8)	7.6 (1.0)	1.3 (0.8) <sup>c</sup>	6.5 (0.8)	7.9 (1.1)	1.4 (1.0) <sup>d</sup>
FDS (Ring Finger)	7.8 (0.8)	9.3 (1.5)	1.5 (1.2) <sup>c</sup>	7.3 (0.8)	8.8 (1.3)	1.5 (1.0) <sup>d</sup>

Data represent mean (S.D.). Data of post-operative distance were all statistically significant increased compared with that of pre-operative distance ( $p < 0.05$ ).

<sup>a</sup>The distance from volar side of carpal bone to tendons or median nerve.

<sup>b</sup>The difference between pre-operative distance and post-operative distance.

<sup>c, d</sup>Friedman test revealed that the volar displacement of median nerve and FDS of long and ring finger was significantly greater than that of FPL and FDP (index, long, and ring finger) ( $p < 0.05$ ).

Note: FDS — flexor digitorum superficialis, FDP — flexor digitorum profundus.

displacement of the ring finger FDS was 1.5 mm and 1.5 mm, respectively.

## DISCUSSION

Both OCTR and ECTR have been performed for CTS. Trumble *et al.*<sup>12</sup> have suggested that scar tenderness and pillar pain occur frequently after OCTR. We usually performed ECTR for CTS. In CTS, the volume of flexor tendon synovial membrane increases within the carpal canal<sup>13</sup> and the intracarpal tunnel pressure increases.<sup>14</sup> Compression on median nerve induces disturbance of intraneural blood flow.<sup>15</sup> Proximal enlargement of the median nerve results from compression in the distal carpal tunnel.<sup>4</sup> Blood flow disturbance is closely related to the development of symptoms, such as pain and tingling sensations.<sup>16</sup>

Pre-operatively, the area of carpal tunnel at the hamate level was smaller than that of the pisiform level. After ECTR, the expansion ratio of the carpal tunnel at the hamate level was significantly larger than that at the pisiform level. The sufficient enlargement of space in the carpal tunnel could be confirmed by MRI at the hamate level. The carpal tunnel was enlarged in the direction of the palmar region after ECTR.

Prior to ECTR, the median nerve was flat at the hamate level; after ECTR, the median nerve became rounder and larger

at the hamate level. The cross-sectional area of the median nerve at the hamate level was similar to that at the pisiform level. Cudlip<sup>4</sup> also reported that cross-sectional area of median nerve at the hamate level was increased and the flattening ratio in the median nerve was decreased after OCTR.

Beck *et al.*<sup>9</sup> reported that a distinct gap or separation in the fibres of the TCL overlying the median nerve could not be appreciated. In our pre-operative MRI, the TCL showed a continuous linear area of low signal intensity. In post-operative MRI, the TCL could not be well-delineated in the palmar region of the carpal tunnel after sufficient division of the TCL.

Pre-operative MRI is useful for confirming proximal enlargement of the median nerve, flattening of the median nerve within the carpal tunnel, palmar bowing of the TCL.<sup>3-5</sup> We experienced that some patients complained of residual numbness even though carpal tunnel release was performed. Cause of post-operative residual numbness includes insufficient carpal tunnel release, regrowth of the TCL,<sup>3</sup> and severe carpal tunnel syndrome with thenar muscle atrophy. Post-operative MRI is useful for assessing decompression in patient suffering pre-operative symptoms after ECTR.

In our study, the median nerve, FDS, and FDP (index, long, and ring finger) all shifted significantly to the palmar side at the hamate hook and pisiform level after ECTR. There have

been very few reports on the measurement of displacement in the median nerve and seven flexor tendons after ECTR. The volar displacement of FDS in the long and ring finger were greater than that of FPL and FDP tendons. FDS of the long and ring finger was more superficial in the carpal tunnel than other tendons in pre-operative MRI. Because the TCL was usually resected on the ulnar side of the median nerve, FDS of the long and ring finger seemed to shift easily to the volar side.

The median nerve became rounder and larger at the hamate level after ECTR. Our results in ECTR were equivalent to Cudlip *et al.*'s<sup>4</sup> result in OCTR. Ablove *et al.*<sup>17</sup> reported that ECTR produced an increase in canal volume equivalent to OCTR, but with significantly less palmar shift of median nerve than OCTR.

This study had several limitations. The number of subjects was small. The resolving power of the 1.5 MRI and extremities coil in our hospital was limited. In the future, it will be possible to obtain clearer images using more recently developed MRI. Further follow-up study is needed to investigate whether long-term enlargement of the carpal tunnel is maintained.

In summary, the carpal tunnel was expanded after ECTR, the median nerve at the hamate level was increased, and the median nerve and flexor tendons shifted to the volar side. MRI can be extremely helpful for visualising the condition of the entrapment point.

## References

1. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosen I, Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population, *JAMA* 282:153–158, 1999.
2. Graham B, The value added by electrodiagnostic testing in the diagnosis of carpal tunnel syndrome, *J Bone Joint Surg Am* 90:2587–2593, 2008.
3. Campagna R, Pessis E, Feydy A, Guerini H, Viet DL, Corlobé P *et al.*, MRI assessment of recurrent carpal tunnel syndrome after open surgical release of the median nerve, *Am J Roentgenol* 193:644–650, 2009.
4. Cudlip SA, Howe FA, Clifton A, Schwartz MS, Bell BA, Magnetic resonance neurography studies of the median nerve before and after carpal tunnel decompression, *J Neurosurg* 96:1046–1051, 2002.
5. Uchiyama S, Itsubo T, Yasutomi T, Nakagawa H, Kamimura M, Kato H. Quantitative MRI of the wrist and nerve conduction studies in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome, *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 76:1103–1108, 2005.
6. Momose T, Matsuki H, Kito M, Uchiyama S, Signal intensity of median nerve in MRI before and after endoscopic carpal tunnel release, *J Jpn Soc Surg Hand* 26:346–348, 2010.
7. Jarvik JG, Comstock BA, Heagerty PJ, Haynor DR, Fulton-Kehoen D, Kliot M *et al.*, Magnetic resonance imaging compared with electrodiagnostic studies in patients with suspected carpal tunnel syndrome: predicting symptoms, function, and surgical benefit at 1 year, *J Neurosurg* 108:541–550, 2008.
8. Netscher D, Mosharrafa A, Lee M, Polsen C, Choi H, Steadman AK *et al.*, Transverse carpal ligament: Its effect on flexor tendon excursion, morphologic changes of the carpal canal, and on pinch and grip strengths after open carpal tunnel release, *Plast Reconstr Surg* 100:636–642, 1997.
9. Beck JD, Jones RB, Malone WJ, Heimbach JL, Ebbitt T, Klena JC, Magnetic resonance imaging after endoscopic carpal tunnel release, *J Hand Surg Am* 38:331–335, 2013.
10. Chow JC, Endoscopic carpal tunnel release. Two-portal technique, *Hand Clin* 10:637–646, 1994.
11. Imaeda T, Uchiyama S, Toh S, Wada T, Okinaga S, Sawaizumi T *et al.*, Validation of the Japanese society for surgery of the hand version of the carpal tunnel syndrome instrument, *J Orthop Sci* 12:14–21, 2007.
12. Trumble TE, Diao E, Abrams RA, Gilbert-Anderson MM, Single-portal endoscopic carpal tunnel release compared with open release, *J Bone Joint Surg Am* 84:1107–1115, 2002.
13. Ettema AM, Amadio PC, Zhao C, Wold LE, An KN, A histological and immunohistochemical study of the subsynovial connective tissue in idiopathic carpal tunnel syndrome, *J Bone Joint Surg Am* 86:1458–1466, 2004.
14. Gelberman RH, Hergenroeder PT, Hargens AR, Lundborg GN, Akeson WH, The carpal tunnel syndrome: a study of carpal canal pressures, *J Bone Joint Surg Am* 63:380–383, 1981.
15. Lundborg G, Rydevik B, Effects of stretching the tibial nerve of the rabbit: a preliminary study of the intraneural circulation and the barrier function of the perineurium, *J Bone Joint Surg Br* 55:390–401, 1973.
16. Rydevik B, Lundborg G, Permeability of intraneural microvessels and perineurium following acute, graded experimental nerve compression, *Scand J Plastic Reconstr Surg* 11:179–187, 1977.
17. Ablove RH, Peimer CA, Diao E, Oliverio R, Kuhn JP, Morphologic changes following endoscopic and two-portal subcutaneous carpal tunnel release, *J Hand Surg Am* 19:821–826, 1994.



特集 ■ Orthopaedic Neurology — 神経内科と整形外科の狭間で

# 特発性前骨間神経麻痺と 特発性後骨間神経麻痺の 病態解明と治療方針確立の試み

神経痛性筋萎縮症として保存的に治療すべきか否か

越智健介<sup>1,3)</sup>\* 加藤博之<sup>2)</sup>

BRAIN and NERVE 66(12) : 1441-1452, 2014

特発性前骨間神経麻痺と特発性後骨間神経麻痺は歴史的に神経痛性筋萎縮症の一病型として考えられてきたが近年、その多くに神経束の「くびれ」がみられること、神経線維は「くびれ」部を通過できない可能性があること、回復傾向に乏しい症例では神経束間剥離術のほうが保存療法よりも成績が良好な可能性があることなどが明らかとなってきた。近年の研究結果と現在進行中の多施設共同研究をご紹介します。

特発性前骨間神経麻痺, 特発性後骨間神経麻痺, くびれ, 神経痛性筋萎縮症, 治療法

## はじめに

特発性前骨間神経麻痺 (spontaneous anterior interosseous nerve palsy: 特発性 AIN 麻痺) および特発性後骨間神経麻痺 (spontaneous posterior interosseous nerve palsy: 特発性 PIN 麻痺) はいずれも、①誘因なく突然発症することが多い、②発症前に患肢の酷使やストレス、ウイルス感染などの既往があることが多い、③麻痺の発症前に、患肢に 1～2 週程度の激痛を伴うことが多い、④一過性で自然に回復することが多い、といった特徴を持つ原因不明の末梢神経麻痺である<sup>1-11)</sup>。その臨床的特徴から、神経痛性筋萎縮症 (neuralgic amyotrophy: NA) や神経炎がその病態ではないかと歴史的に考えられてきた<sup>12-17)</sup>。

近年、その特発性 AIN 麻痺と特発性 PIN 麻痺の責

任神経束に「くびれ (hour-glass like constriction)」が存在したとの報告がわが国を中心になされるようになった (Fig. 1)<sup>2,5,7,18-23)</sup>。神経束の「くびれ」の報告はこれまでに 100 例を超えているが、神経外組織による絞扼や圧迫がないという点、若年者に重度例が多いという点でいわゆる絞扼性神経障害とは異なった病態である可能性が高く、極めて興味深い<sup>1,2,7,23)</sup>。しかしながら、いまだにその病態やメカニズム、治療法は不明である。本稿では両麻痺に対する現時点での文献的考察、筆者らの考える病態や手術的治療、そして最後に現在進行中の全国多施設前向き研究について紹介する。

## I. 特発性前骨間神経麻痺, 特発性後骨間神経麻痺とは

前骨間神経 (AIN) は正中神経の分枝であり、典型

1) 慶應義塾大学医学部整形外科 (〒160-8582 東京都新宿区信濃町 35)

2) 信州大学医学部整形外科

3) 川崎市立川崎病院整形外科

\* [連絡先] ochi@1998.jukuin.keio.ac.jp

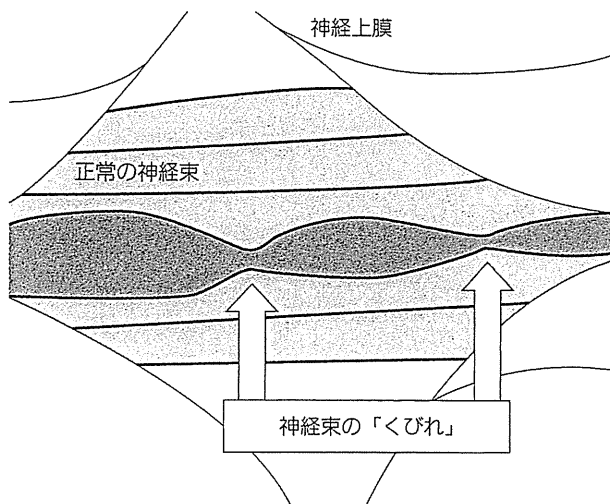


Fig. 1 特発性前骨間神経麻痺においてみられる神経束の「くびれ」

的には長母指屈筋、深指屈筋（示指、時に中指）、方形回内筋を支配する。したがってこの神経が麻痺すると母指 IP 関節および示指 DIP 関節の屈曲が不能となり、いわゆる tear drop sign を呈することが多い。しかしながら前骨間神経には解剖学的バリエーションが多く、典型的な麻痺形式をとらないことも多いので注意が必要である<sup>1,5,18)</sup>。

後骨間神経（PIN）は橈骨神経の分枝であり、典型的には総指伸筋（EDC）、長母指伸筋（EPL）などの指伸筋群を支配する。したがってこの神経が麻痺すると指の伸展が不能になり、手関節は背屈可能であるが指の伸展が不能な drop finger deformity を呈することが多い。しかしながら特発性 AIN 麻痺と同様、麻痺型にはバリエーションが多いことが知られている<sup>4,5,7,24)</sup>。

非外傷性 AIN/PIN 麻痺の原因としては占拠性病変（ガングリオンなど）や絞扼性神経障害、回内筋症候群、橈骨神経管症候群などが知られている<sup>25,26)</sup>。しかしながら各種の理学検査や最新の画像診断でも原因不明な症例もあり、われわれはそのような症例を特発性 AIN/PIN 麻痺として捉えてきた<sup>17)</sup>。また特発性 AIN/PIN 麻痺は、いわゆる外傷性の AIN/PIN 麻痺とは異なり、AIN 支配筋や PIN 支配筋以外にも麻痺が及ぶことがあるのもその特徴である<sup>27)</sup>。そのため、特発性 AIN 麻痺は AIN 支配筋に麻痺を伴う正中神経麻痺、特発性 PIN 麻痺は PIN 支配筋に麻痺を伴う橈骨神経麻痺と広く考える必要がある。肩甲帯に麻痺をきたすこともあることもまた、歴史的に NA の範疇に入れられることが多い理由であろう<sup>12-15)</sup>。

## II. 特発性 AIN/PIN 麻痺は神経痛性筋萎縮症なのか — 手術の適応は本当にはないのか

NA の自然経過は良好とされ保存療法の対象であると信じられてきた。また AIN 麻痺や PIN 麻痺はいずれも Parsonage や Turner, Tsairis らの多数症例報告の中に含まれていたことから、歴史的にも NA の中で記載され、その表現形の 1 つであると理解されてきた<sup>12-16)</sup>。現在でも特発性 AIN/PIN 麻痺は NA の一病型であるために機能予後は良好であるとして、保存療法を推奨する論文は多い<sup>16,28-30)</sup>。しかしながら、本当に両麻痺に対する保存療法の成績は良好なのであろうか。本当に手術治療は不要なのであろうか。この疑問に答えるため、若干の文献的考察を行ったのでご紹介する。

特発性 AIN 麻痺における保存的治療と手術的治療（神経束間剥離術）症例を後向きに比較した報告によると、最終筋力は手術的治療のほうが有意に良好であったという<sup>31,32)</sup>。また特発性 AIN/PIN 麻痺を NA とした報告と NA の報告によると、NA の約 66% が 1 カ月以内に回復し<sup>15)</sup>、1 年以内に回復するのは AIN 麻痺型で 91%、PIN 麻痺型で 73%、3 年以内に回復するのは PIN 麻痺型で 80~90% とされている<sup>15,28,30)</sup>。これらの結果を合わせると、1 カ月以内に回復しない症例のうち 1 年以内に回復するものが AIN 麻痺型では約 74%、PIN 麻痺型では約 21%、3 年以内に回復するものが PIN 麻痺型では約 41~71% と推察される。発症後 3 カ月以内に回復のない症例の保存療法の成績は報告が少なく明らかではないが、この成績よりも悪いことは想像に難くない。

これに対し、発症後 3 カ月以上回復徴候のない症例に対して神経束間剥離術を実施した場合、術後 1 年以内に MMT 4 以上に回復するものが特発性 AIN 麻痺では 83~100%、特発性 PIN 麻痺では 86~100% と報告されている<sup>5,32-37)</sup>。対象としている母集団はもちろん、患者の状況（保存療法では発症後 1 カ月以内に回復しない症例、手術療法では発症後 3 カ月以上回復徴候のない症例）や評価方法が異なるため一概には比較できないが、発症後数カ月経過しても回復徴候のない症例に限って言えば、保存療法よりも手術療法（神経束間剥離術）のほうが機能予後は良好とってよいのかもしれない<sup>7,9,35)</sup>。また近年の NA の多数例報告によると、発症後 3.5 年以上経過した症例の 2/3 で麻痺が残存しているという<sup>38)</sup>。NA の生命予後が良好であることに疑いの余地はないものの、機能予後という点では従来考えられてきた



ほど良好ではない可能性がある。

では NA と極めて類似した特発性 AIN/PIN 麻痺に対して神経剥離術を行うと何がみられるのか。肩甲帯麻痺を呈する NA に対して神経剥離を行った場合の術中所見は、炎症を伴う神経の浮腫状変化がみられる程度であることが報告されている<sup>39)</sup>。特発性 AIN/PIN 麻痺でも同様に、神経に浮腫状変化がみられるだけではないのか。特発性 AIN/PIN 麻痺では、特異的な所見があるのか？ 神経剥離術にメリットはあるのか？

この疑問にお答えする前に、神経剥離術について簡単に説明したい。非外傷性神経麻痺に対する神経剥離術は通常、神経外神経剥離術が推奨されている。これは神経上膜の周囲にある結合組織を、神経上膜に侵襲を加えることなく剥離する術式である (Fig. 2 A)<sup>40)</sup>。肩甲帯の NA に対して行われた神経剥離術も、おそらくはこの神経外神経剥離術であったと推察される。特発性 AIN 麻痺に対して神経外神経剥離術を施行した場合も同様に、神経の浮腫状変化や色調変化がみられるだけである<sup>1,23,35)</sup>。特発性 AIN 麻痺における絞扼性神経障害の可能性は低いことが示唆されていることから、現在では特発性 AIN 麻痺に対する神経外神経剥離術はあまり行われていない<sup>1)</sup>。しかしながら、神経束間剥離術を行うとどうなのであろうか。

神経束間剥離術とは神経上膜を切離して内部の神経束自体を剥離する術式であり、神経上膜切離術あるいは神経上膜切除術に分類される (Fig. 2 B, C)<sup>40)</sup>。この術式は神経に対する侵襲が比較的大きいため、神経束自体に対する剥離術が必要な場合を除いて推奨されていない。しかしながらこの神経束間剥離術を特発性 AIN/PIN 麻痺に対して施行すると神経束に「くびれ」 (Fig. 1) がみられることが、1966 年の安部らの報告を嚆矢として報告されるようになった<sup>41,42)</sup>。この事実が知られるようになって以来、特発性 AIN/PIN 麻痺に対する神経束間剥離術がわが国の手の外科医を中心に施行されるようになってきている。その結果、現在までに合計で 100 例以上の「くびれ」症例が報告され<sup>9)</sup>、現在では特発性 AIN/PIN 麻痺症例の多くに神経束の「くびれ」がみられるのではないかと考えられている<sup>1,2,8,10,11)</sup>。

### III. 神経束の「くびれ」とは

特発性 AIN/PIN 麻痺で報告されている「くびれ」は神経束単位で生じていることが多く、神経本幹はくびれていないことが多い。「くびれ」の数は症例によって異なり、「くびれ」が 1 つだけ存在したとの報告もあれ

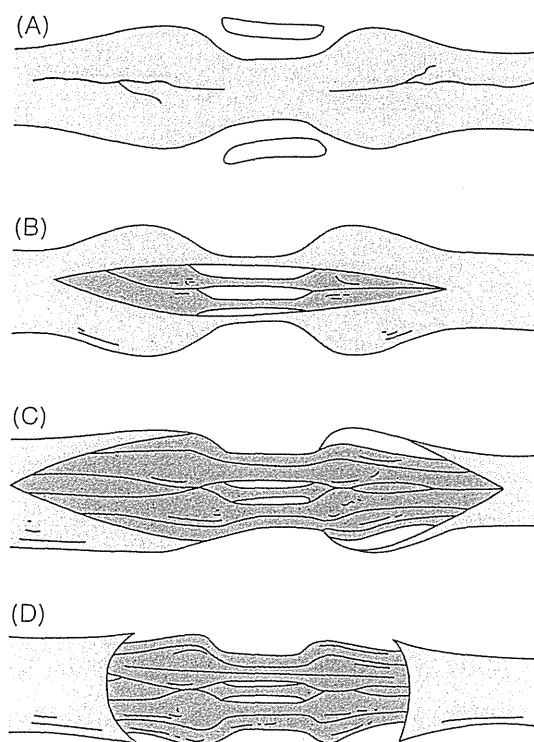


Fig. 2 各種の神経剥離術  
A: (神経外) 神経剥離術, B: 神経上膜切離術,  
C: 神経上膜切除術, D: 神経周膜切離術。  
堀内行雄, 川島秀一, 越智健介: 神経剥離術. 整形・災害外科 51: 609-616, 2008 を元に作成

ば、単一の神経束に多発、あるいは複数の神経束に多発していた症例の報告もある<sup>1,2,8)</sup>。多発例は発症後早期に神経剥離術を施行した例に多いこと<sup>6,8)</sup>、麻痺発症直後には超音波検査でみられなかった「くびれ」所見が発症後約 3 週間にみられた症例もあることなどから<sup>43,44)</sup>、「くびれ」の数はその経過とともに増減するのかもしれない<sup>9)</sup>。また非常に興味深いことに、「くびれ」は AIN あるいは PIN の全長にわたって均等に生じているわけではない。「くびれ」の発生高位は特発性 AIN 麻痺では内側上顆の近位 0~6 cm に、特発性 PIN 麻痺では回外筋入口部の近位 1~3 cm に集中して報告されている (Fig. 3)<sup>1,2,8,45)</sup>。このことから「くびれ」の発症には肘関節運動を含めた何らかの解剖学的要素が関与しているとも考えられるが、詳細はいまだに不明である。

このように情報が集積されつつある神経束の「くびれ」であるが、その定義は長らく不明であった。しかしながら特発性 AIN/PIN 麻痺においてみられる「くびれ」や神経束の形態異常は実に多彩であることから、特に軽度の神経束の「くびれ」では「くびれ」“あり”と判断する術者もいれば、「くびれ」“なし”と判断する術

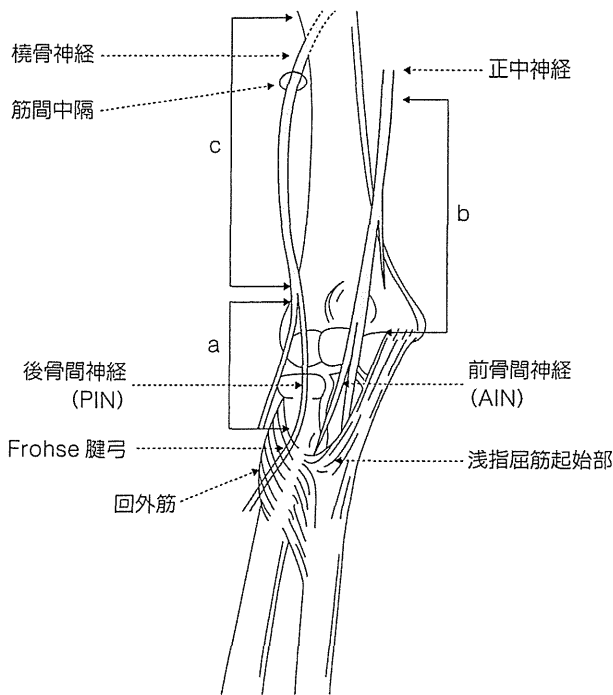


Fig. 3 特発性前骨間/後骨間神経麻痺における神経束の「くびれ」の好発部位

a: 後骨間神経, b: 前骨間神経, c: 橈骨神経本幹  
田崎憲一, 堀内行雄, 矢部 裕: 末梢神経のくびれ. Orthopaedics 15: 43-48, 2002 を元に作成

者もいて、その認識や表現型に大きな違いがある可能性がある (Fig. 4)。実際、特発性 AIN 麻痺における「くびれ」の発生頻度の報告には 0~100% と著しい違いがみられることも、このことを示唆しよう<sup>46)</sup>。このように共通の基準がない状況では有意義な議論を積み重ねるのは困難なため、どのような形態を「くびれ」とし、どのようなものを「くびれ」としないかについて定義し、その認識を共有することは複数施設間での情報交換や症例蓄積のためには極めて重要となる<sup>9,23,47)</sup>。

そこで筆者らは、自験 32 例の特発性 AIN/PIN 麻痺における合計 54 カ所の神経束形態変化を再検証し、その定義と網羅的分類を考案した (Table 1)<sup>7,23,47)</sup>。神経束の「くびれ」は「神経外組織による圧迫がないにもかかわらず、神経束に生じている狭小化」「神経束の狭小化はその程度によらない。すべての狭小化は『くびれ』とする」と定義したが、これは狭小化の「程度」という主観性を定義から極力排除するためである。この定義ならびに本分類は自験例ならびに筆者らが文献上渉猟しえた限りのすべての「くびれ」を網羅できたため、複数施設間における今後の情報交換や症例蓄積に有用なものであると考えている<sup>23)</sup>。この検討から、「くびれ」を伴う神経束の大部分に神経上膜浮腫が伴っていたことも

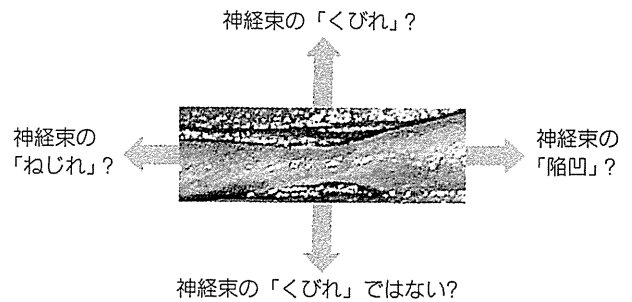


Fig. 4 軽微な神経束の狭小化は「くびれ」? 「くびれ」ではない?

同じ神経束の形態異常をみた場合でも、術者によってその表現型 (術中所見) が異なる可能性がある。

明らかとなった。NA で報告されている神経の浮腫状変化は、ひょっとするとこの神経上膜浮腫だったのかもしれない。

#### IV. 「くびれ」発症のメカニズムは?

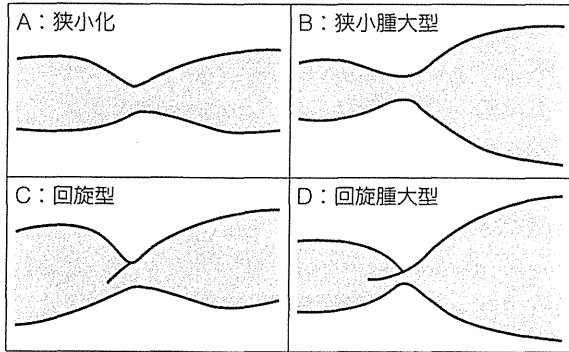
前述のように、「くびれ」の発生高位は特発性 AIN 麻痺では内側上顆の近位 0~6 cm に、特発性 PIN 麻痺では回外筋入口部の近位 1~3 cm にほぼ限局している。「くびれ」の発生高位がほぼ一定であることから、その発生には一定のメカニズムがあると想定されているがいまだに不明である。発生メカニズムに関する筆者らの仮説は以下のようなものである (Fig. 5)<sup>2)</sup>。

まず最初に何らかの原因によって神経幹の中の特定の神経束に神経炎などによる神経束浮腫が生じ、神経束の腫大・硬化や「神経内コンパートメント」状態が生じる。この緊満した神経束に肘関節の回内外、さらには屈伸といった関節運動が繰り返しか加わることで脆弱部での屈曲 (kinking) が発生し、ある時を契機に突然「くびれ」が発生する、というものである。「くびれ」のエコー所見から類推するに、前駆痛や麻痺の発症は「くびれ」が生じる前の「神経内コンパートメント」状態でも生じうると考えられるが<sup>43,44)</sup>、麻痺の経過 (自然回復や継続) には「くびれ」の数の増減などが関わっているのかもしれない。

また筆者らの網羅的分類によって、神経束の発生や重度化には年齢的要素が大きく関わっている可能性も示唆された<sup>23)</sup>。軽度の「くびれ」(回旋型くびれ) と重度の「くびれ」(回旋腫大型くびれ) を比較すると、両者の間に術前期間 (麻痺発症から手術までの期間) に有意差はなかったにもかかわらず、重度の「くびれ」のほうが発症時年齢は有意に低かった。また自験例の検討から、神

Table 1 筆者らの網羅的な神経束形態異常の分類

- I. 神経上膜浮腫・色調変化のみ  
 II. 神経束の「くびれ」(神経束のすべての狭窄)  
 A. 狭小型(神経束の回旋なし)  
 B. 狭小腫大型(神経束の腫大あり)  
 C. 回旋型(近位側の腫大なし)  
 D. 回旋腫大型(近位側の腫大あり)  
 [程度] 1: 1/4 未満の狭窄  
 2: 1/4 以上の狭窄  
 3: 3/4 以上の狭窄  
 III. 神経束の膨化のみ



特発性前骨間神経麻痺ならびに特発性後骨間神経麻痺においてみられる神経束形態異常の分類。いわゆる神経束の「くびれ」はⅡ型とし、くびれ部近位の神経束腫大の有無と回旋の有無で4つに分けた。またくびれ部の狭小化の程度により、1～3に亜分類した。

Ochi K, Horiuchi Y, Tazaki K, Takayama S, Matsumura T: Fascicular constrictions in patients with spontaneous palsy of the anterior interosseous nerve and the posterior interosseous nerve. *J Plast Surg Hand Surg* 46: 19-24, 2012より改変して転載

経束の「くびれ」は50歳以下の症例に有意に多いことも明らかとなっている<sup>7)</sup>。これらのことから、神経束の「くびれ」は通常の絞扼性神経障害とは異なり経時的に重度化するものではないこと[絞扼性神経障害では通常、経時的に絞扼部近位に腫大(偽性神経腫)を生じて重度化する]、そして発症や重度化のメカニズムには神経束の粘弾性といった年齢的な要素が関与している可能性が示唆された。

## V. 神経束の「くびれ」に外科的解除は必要か

特発性AIN/PIN麻痺でみられる神経束の「くびれ」に外科的解除が必要か否かは、いまだに議論的である。しかしながら前述のように発症後数カ月経過しても回復徴候のない症例に限れば、神経束間剝離術を施行した症例のほうが保存的に治療した症例よりも機能

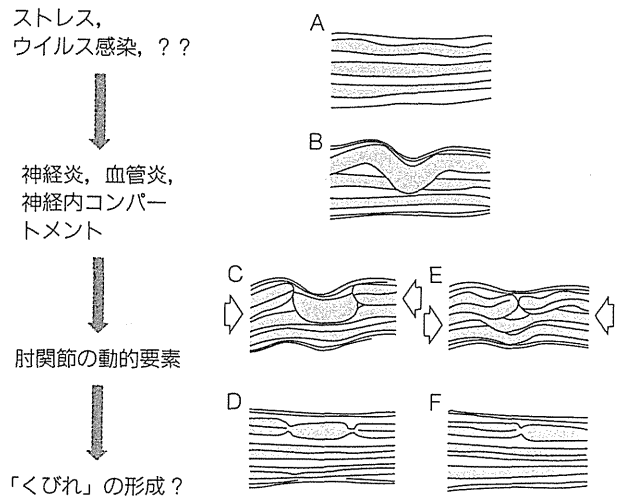


Fig. 5 筆者らの想定する「くびれ」発生のメカニズム  
 特発性前骨間神経麻痺ならびに特発性後骨間神経麻痺においてみられる神経。  
 田崎憲一, 堀内行雄, 矢部 裕: 末梢神経のくびれ. *Orthopaedics* 15: 43-48, 2002を元に作成

予後が良好である可能性が高い。このことは、「くびれ」の外科的解除が機能予後と相関していることを間接的に支持しているのかもしれない。また自験の特発性PIN麻痺例の検討では、「くびれ」を除圧できた症例のほうが、「くびれ」が見つからなかった症例よりも機能予後は有意に良好であった<sup>7)</sup>。このこともまた、「くびれ」の除圧が機能予後に直結していることを支持している。

また前述した「くびれ」発症のメカニズム (Fig. 5) が真実であるならば、コンパートメント症候群に対しては外科的除圧が治療に有用である。また「くびれ」に高頻度に伴う神経上膜浮腫の遷延化や「くびれ」状態の継続は、神経上膜(神経束間結合組織)に二次的に線維性絞扼組織を生じさせると考えられるが(「くびれ」の直上にはしばしば、「くびれ」部を絞扼しているとも考えられる線維性組織が斜走しているのが観察される<sup>48)</sup>)、その斜走線維の切離もまた「くびれ」部の物理的狭小化の解除に有用となる。

「くびれ」部の病理組織学的所見もまた、「くびれ」部の外科的解除の必要性を示唆している。24歳男性、左特発性PIN麻痺症例の病理組織像を提示する<sup>49)</sup>。本例では発症後7カ月を経過しても回復徴候がみられなかったため神経束間剝離術を施行したところ、PIN枝に著明な「くびれ」が見つかったために「くびれ」部の切除ならびに神経移植術が行われた。切除標本の検討から「くびれ」の近位では通常径の有髓神経線維が著減していること、神経線維の再生による新芽形成(sprout-

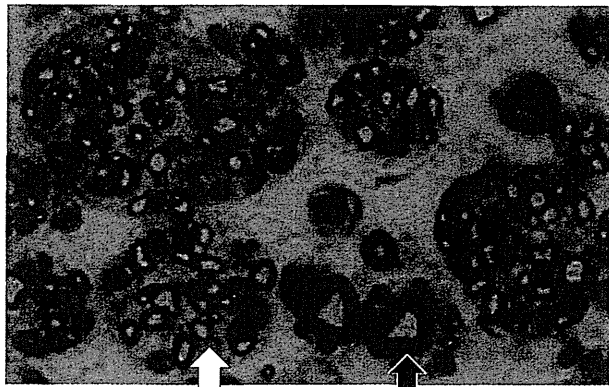


Fig. 6 神経束の「くびれ」の近位直近における病理組織学的所見

黒矢印は正常な大きさの有髄線維。多数の小径有髄神経線維の束は(白矢印)末梢神経線維の再生像(sprouting)。トルイジンブルー染色

小松雅俊, 山崎 宏, 林 正徳, 植村一貴, 内山茂晴, 他: 特発性後骨間神経麻痺の「くびれ」部の病理像. 日肘会誌 21: S29, 2014 より改変して転載

ing)の結果と考えられる小径有髄神経線維の著しい増加がみられること(Fig. 6), 間質には浮腫状変化が著明であることが明らかとなった。また「くびれ」遠位では有髄神経線維はワラー変性によって完全に脱落していることも明らかとなった。これらの所見から、「くびれ」部を神経線維が通過できないこと, そのために「くびれ」近位では神経線維の逆行性変性と新芽形成が生じていること, 「くびれ」遠位では有髄神経線維は完全に変性していること, などが示唆された。発症後7カ月を経過してもこのような状態にある「くびれ」が, さらなる保存的治療によって物理的に解除されるとは考え難い。病理学的所見からも, 一定期間解除されない「くびれ」は外科的に除圧解除する必要があると推察される。

## VI. 特発性 AIN 麻痺に対する神経束間剥離術

手術的治療を行う場合は発症後数カ月, 少なくとも3カ月以上経過しても回復徴候のみられない症例を手術の対象とする施設が多い<sup>1,2,8,35)</sup>。筆者らの検討では, 発症時年齢40歳以下の症例で神経束間剥離術の成績は良好であった<sup>35)</sup>。末梢神経障害では一般に発症時年齢が低いほうが成績は良好であるのでそれを反映しているのであろうが, 「くびれ」が若年者に有意に多く発生していることとも関連しているのかもしれない。

神経束間剥離術単独では良好な機能再建が見込まれない症例に対しては, 腱移行術も同時に施行する場合はあ

る。もっとも特発性 AIN 麻痺は自然回復あるいは神経束間剥離術によって回復する可能性があるため, 併用する腱移行術としては麻痺筋腱を切離さない術式が望ましい<sup>50)</sup>。そのような術式として, 長母指屈筋腱には腕橈骨筋や麻痺のない浅指屈筋(中指や環指)腱, 深指屈筋腱(示指)に対しては深指屈筋(中指)腱との側側縫合や麻痺していない浅指屈筋腱(環指)の移行術などがある<sup>11)</sup>。

### 1. 通常皮切法

神経束の「くびれ」の存在が知られる以前から, 上腕二頭筋腱膜, 円回内筋上腕頭, 円回内筋尺骨頭, 浅指屈筋腱弓, 長母指屈筋副頭(Gantzer筋), 橈側手根屈筋腱副腱などによる絞扼性神経障害が特発性 AIN 麻痺の一因とされてきた<sup>25)</sup>。したがって本麻痺に対しては通常, 上腕遠位から前腕近位の範囲で正中神経ならびに AIN に対する神経束間剥離術が実施されている<sup>1)</sup>。この術式には前腕における絞扼因子の確認と解除ができること, AIN 枝ならびに正中神経本幹の中の AIN 成分を確実に同定できること, 肘上下に生じた神経束の「くびれ」に対して対応できること, といった利点がある。

とはいえ近年の検討では, 特発性 AIN 麻痺における絞扼性神経障害の頻度は従来考えられていたよりも低いことが報告されている<sup>1)</sup>。神経外組織による AIN の狭小化とそれに伴う偽性神経腫がみられた場合のみを絞扼性神経障害として判断したところ, 自験 25 例でも絞扼性神経障害の症例はなかった<sup>35)</sup>。慎重な理学所見に基づいて症例を選べば, 絞扼性神経障害の可能性はほとんど除外できるのかもしれない。

「くびれ」の検索と解除に際しての神経束間剥離術では AIN 枝と AIN 成分を中心に, 神経上膜や神経周膜の色調変化や浮腫, 硬化を指標にしながらか愛護的で徹底的な神経束間剥離術を行う。また円回内筋枝や橈側手根屈筋枝にくびれを生じていることもあるので, これらの運動枝も確認する<sup>1)</sup>。

肘皮線をまたぐ手術瘢痕は醜悪になりやすいことが知られている<sup>51)</sup>。そこで筆者らは, 肘前方に8~10cmの大きな横切開を置き, その外側端から遠位に約2cm, 内側端から近位に上腕内側を約10cm切開を延長する皮膚切開法を用いている。この切開法は大きな皮膚切開にもかかわらず術後肥厚性瘢痕はほとんど目立たない利点がある。

### 2. 肘上小皮切法

前述のように肘上から肘下にまで及ぶ皮切は醜悪な手

術痕を残す可能性があるため<sup>51)</sup>、大きな展開が不要な症例には実施しないのが望ましい。また、特発性 AIN 麻痺における神経束の「くびれ」は通常、内側上顆の近位 0～6 cm に集中して報告されている<sup>2,8)</sup>。そこで筆者らは、前腕部での絞扼性神経障害が否定的な症例に対しては圧痛点を中心とした肘上約 5 cm の皮切で神経束間剝離術を行っている<sup>35)</sup>。筆者らが考える肘上小皮切の適応を示す (Fig. 7)<sup>34)</sup>。

自験 25 例 (肘上小皮切 11 例, 通常皮切 14 例) の検討では、上腕から前腕に至る皮切と肘上小皮切の症例の成績に有意差はなかった。このことから、絞扼性神経障害の可能性が否定的な症例では神経束間剝離術は肘上のみで十分な可能性があり、特に女性においては整容的なアプローチとして推奨されてよいと考えている<sup>35)</sup>。ただし、展開範囲を越えて神経上膜や神経周膜神経周膜の浮腫が広がる症例では「くびれ」が展開範囲外にある可能性があるため<sup>23)</sup>、皮切を肘皮線の上に延長した場合でも前述の肥厚性瘢痕の残りにくいデザインになるよう、術前に小皮切をデザインしておくのが重要である。また絞扼性神経障害の可能性が高い症例では、通常皮切法を選択する (Fig. 7)。

## Ⅶ. 特発性 PIN 麻痺に対する神経束間剝離術

### 1. 手術適応と治療方針

手術的治療を行う場合は特発性 AIN 麻痺と同様に発症後数カ月、少なくとも 3 カ月以上経過しても回復徴候のみられない症例を対象とする施設が多い<sup>2,8,22)</sup>。しかしながら外科的に加療された特発性 PIN 麻痺のまとまった報告はほとんどないため、自験 38 例の外科的治療成績を検討した<sup>7)</sup>。その結果、術後成績は発症時年齢 50 歳以下の症例において有意に良好であることが明らかとなった。また発症時年齢 50 歳以下の症例では術前期間が 7 カ月未満の症例において術後成績は有意に良好であったのに対し、発症時年齢 50 歳以上の症例では術前期間と術後成績の間に有意な相関関係はみられなかった。術中所見では神経束の「くびれ」(Ⅱ型) (Table 1) はすべて発症時年齢 50 歳以下の症例に存在しており、その成績は有意に良好であった。またⅢ型の神経束形態異常はⅡ型に比べて有意に成績不良であり、尺骨神経麻痺の合併例もみられた。麻痺の進行速度と麻痺の予後の関係を検討したところ、麻痺が緩徐に進行 (発症後 1 カ月以上にわたる麻痺進行) する症例において予後が有意に不良であること、完全麻痺例と不全麻痺例の成績に有意差はないことも明らかとなった<sup>52)</sup>。

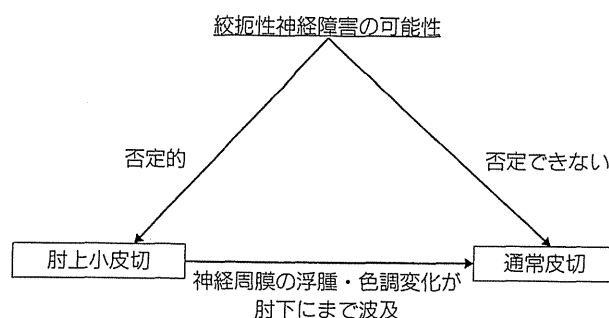


Fig. 7 特発性前骨間神経麻痺に対する筆者らの治療方針  
臨床所見に応じて、通常皮切法と肘上小皮切法を適宜使い分けている。神経上膜や神経周膜の色調変化や浮腫、硬化が術野を越えて広がっている場合には、肘上小皮切法から通常皮切法に適宜変更する。皮切を延長した場合でも肥厚性瘢痕の残りにくいデザイン (肘前方に 8～10 cm の大きな横切開を置き、その外側端から遠位に約 2 cm、内側端から近位に上腕内側を約 10 cm 切開を延長する皮膚切開法) になるよう、前もって小皮切をデザインしておく。  
越智健介, 堀内行雄, 田崎憲一, 高山真一郎, 森田晃造: 小皮切による特発性前骨間神経麻痺の治療. 日手会誌 26: 161-164, 2010 より転載

以上より、筆者らの考える特発性 PIN 麻痺の治療方針を紹介する (Fig. 8)。保存療法は発症後 7 カ月以内に回復傾向のある症例, ADL (activities of daily living) に支障がない症例, が適応となる。上記 2 点を満たさない症例は、手術的治療も考慮すべきであろう。不全麻痺症例と完全麻痺症例の成績に有意差はなかったことから、不全麻痺であることは保存療法継続の根拠にはならないと考えている<sup>52)</sup>。発症時年齢 50 歳未満かつ急速進行 (発症後 1 カ月以内に麻痺が完成) かつ発症後 7 カ月以内に麻痺に回復傾向のない症例では、神経束間剝離術を考慮する。それ以外の症例 (発症時年齢 50 歳未満かつ発症後 12 カ月以上, 発症時年齢 50 歳以上, 緩徐進行) では神経束間剝離術単独による効果に疑問があるため、確実な機能再建のために神経束間剝離術と腱移行術の一次的施行も考慮する。尺骨神経麻痺合併例, Ⅲ型 (Table 1) の神経束形態異常も成績不良であるため、腱移行術の併用を検討する。

特発性 AIN 麻痺と同様、特発性 PIN 麻痺も術後に自然回復あるいは神経束間剝離術によって回復する可能性があるため、併用する腱移行術としては麻痺筋腱を切離しない術式が望ましい<sup>50)</sup>。そのような術式として、切離しない総指伸筋腱に対する尺側手根屈筋腱や橈側手根屈筋腱の移行術がある<sup>53,54)</sup>。長母指伸筋腱に対しては手掌腱膜と連続させた長掌筋腱を、切離していない長母指伸筋腱に移行する筆者らの術式がよいであろう<sup>50)</sup>。

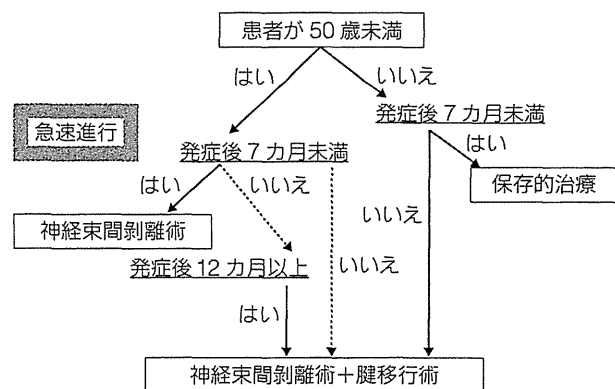


Fig. 8 特発性後骨間神経麻痺に対する筆者らの治療方針  
 患者の発症時年齢、麻痺の進行速度、術前期間、患者のADL障害の程度、術中の所見などにより、適宜変更する。高齢者、緩徐進行例や不全麻痺例では、ADLに支障がある場合に手術を考慮する。不全麻痺であることは、保存療法継続の根拠とはならない。神経剥離術によって麻痺が回復する可能性を考慮し、腱移行術は麻痺筋腱を切離しない術式を選択する。

急速進行：麻痺が発症後1カ月以内に完成した症例。  
 Ochi K, Horiuchi Y, Tazaki K, Takayama S, Nakamura T, et al: Slow progression predicts poor prognoses in patients with spontaneous posterior interosseous nerve palsy. *J Plast Surg Hand Surg* 47: 493-497, 2013; 越智健介, 堀内行雄, 田崎憲一: 特発性前骨間神経麻痺, 特発性後骨間神経麻痺. 今谷潤也 (編): 肘関節外科のすべて. メジカルビュー社, 東京, 2014, (印刷中) より改変して転載

## 2. 神経束間剥離術

橈骨管などによる絞扼性神経障害を確認するため<sup>25)</sup>, 上腕から前腕にかけて展開することが多い。臨床的には典型的な特発性PIN麻痺であった症例の橈骨神経自体が橈骨神経溝高位でくびれていたとの報告もあるため<sup>22,36)</sup>, 上腕中枢にティネル様徴候や圧痛があった場合や神経上膜や神経周膜の色調変化や浮腫がみられた場合は、より近位へ剥離を進める。遠位方向では橈骨神経本幹から分岐後のPINの上層には橈側反回動脈などの血管網があるので、これを結紮切離する。血管による絞扼性神経障害の報告もあるが<sup>55)</sup>, PINに偽性神経腫を伴っていない限り筆者らは絞扼性神経障害と判断していない。PINをさらに遠位に追跡し、絞扼部位として知られるFrohse腱弓ならびに回外筋を切離する(Fig. 3)。Frohse腱弓高位におけるPINの狭小化や偽性神経腫がみられた場合のみ、絞扼性神経障害ありと判断している。同定したPINならびに橈骨神経本幹に、徹底的な神経束間剥離術を行う。

特発性AIN麻痺と同様、特発性PIN麻痺における神経束の「くびれ」もFrohse腱弓の近位1~3cmに集中的に報告されていることから<sup>2,8)</sup>, 術前のていねい

な診察により上腕部の展開が不要な可能性があると判断した場合には、腕橈骨筋内側縁に沿った肘下約5cmの皮切から始めてもよい。この場合は特発性AIN麻痺の肘上小皮切法と同様、神経上膜や神経周膜の色調変化や浮腫状変化が上腕部にまで及んでいるために皮切を肘皮線の上下に延長する可能性を考慮して皮切をデザインする。神経上膜や神経周膜の色調変化や浮腫状変化、硬化などを指標にしなが PINに徹底的な神経束間剥離術を行う。

## VIII. 特発性AIN/PIN麻痺に対する前向き多施設共同研究

特発性AIN/PIN麻痺は発症頻度が低いいため、その自然経過や治療方針などに不明なことが多い。これらを解明するためには、前向き多施設共同研究が不可欠であろう。そこで2011年、わが国における特発性AIN/PIN麻痺の病態や治療法を明らかにする目的で、前向き多施設共同研究(interosseous nerve palsy study Japan: inPS-JAPAN; アドバイザー: 浜松医科大学・長野昭名誉教授, 代表研究者: 信州大学整形外科・加藤博之教授, 川崎市立川崎病院・堀内行雄川崎市病院事業管理者, 事務局: 慶應義塾大学整形外科・越智健介, <http://www.inps-japan.net>)が日本末梢神経学会の手の外科関連理事を中心として始動した<sup>46)</sup>。2014年8月現在、全国53施設(うち倫理委員会承認施設: 35, 症例登録施設: 22)のご協力の下、進行中である(Table 2)。

2014年8月までに、特発性AIN麻痺は合計で45例、特発性PIN麻痺は合計で32例が登録された。これまでの集積結果から、特発性AIN麻痺と特発性PIN麻痺のいずれにおいても保存療法よりも神経束間剥離術のほうが成績良好である可能性<sup>56)</sup>, 神経束の「くびれ」が過半数の症例でみられる可能性(特発性AIN麻痺: 81%, 特発性PIN麻痺: 75%)<sup>57)</sup>が示唆されている。とはいえ、現段階では症例数ならびに経過観察期間のいずれもが不十分といわざるをえない。本研究グループにより今後、特発性AIN/PIN麻痺の病態や自然経過、推奨すべき治療体系などがより高いレベルで解明されることが期待される。

## おわりに

これまでの検討から、発症後一定期間経過しても回復徴候のない特発性AIN/PIN麻痺では保存療法より神

Table 2 iNPS-JAPAN 参加施設

北海道大学†*	慶應義塾大学†*	京都府立医科大学†
札幌医科大学†	東邦大学大橋病院†	近畿大学
中通総合病院†	虎の門病院†	大阪大学†*
東北労災病院	東京慈恵会医科大学	兵庫医科大学†
仙塩総合病院	横浜労災病院†*	兵庫医療大学
山形大学†	川崎市立川崎病院†*	奈良県立医科大学†
松村総合病院	聖マリアンナ医科大学†*	奈良市立奈良病院
筑波大学†*	東海大学附属病院 (伊勢原)†*	笠岡第一病院
国際医療福祉大学	新潟手の外科研究所病院†*	広島大学†*
慶友整形外科病院†*	富山大学†	厚生連広島総合病院
埼玉成恵会病院・埼玉手外科研究所	金沢大学†*	黒崎整形外科病院†*
防衛医科大学校†*	金沢医療センター†*	九州大学
千葉大学	山梨大学	福岡大学
額田医学生物学研究所附属病院	信州大学†*	福岡山王病院†
キッコーマン総合病院†*	浜松医科大学†	鶴田整形外科†*
東京都立広尾病院†*	名古屋大学†*	佐賀中部病院†*
荻窪病院†*	藤田保健衛生大学	琉球大学†
日本大学駿河台病院	滋賀医科大学†*	

2014年9月1日現在 53施設。†:倫理委員会承認施設:35, \*症例登録施設:22。http://www.inps-japan.net

経東間剝離術のほう機能が予後がよいことが明らかになりつつある。おそらくこの点は、iNPS-JAPANによってより明確に示されるであろう。しかしながら、特発性AIN/PIN麻痺とNAの関係性をどう考えるべきかはいまだに不明である。近年、いわゆるNAとおぼしき肩甲帯の単神経麻痺において神経束の「くびれ」があったとの報告も散見される<sup>58-61)</sup>。ひょっとすると、NAの病態には神経束の「くびれ」が関わっているのかもしれない。

ここ数年この領域において、神経内科医とわれわれ手の外科医との間で病態や治療法についての認識を共有し始める動きが出てきていることは心強い。この領域の本当の発展は、神経内科医とのさらなる密接な協力なくしてはありえない。「くびれ」と病態との関連、神経内科において行われているステロイド大量療法や免疫グロブリン療法と神経束間剝離術のどちらの機能予後がよいのかは、なかでも最大の関心事である。われわれのiNPS-JAPANの研究にご協力いただける神経内科の施設があれば、iNPS-JAPAN事務局(代表:信州大学整形外科 加藤博之、川崎市立川崎病院 堀内行雄、事務局:慶應義塾大学整形外科 越智健介)までご一報いただければ幸いである。

今後の検討によって近い将来、NAや特発性AIN/PIN麻痺の病態ならびに治療方法が明らかにされることを願ってやまない。

#### 謝辞

ご校閲くださいました川崎市立病院事業管理者の堀内行雄先生に深謝いたします。

#### 文 献

- 1) Nagano A: Spontaneous anterior interosseous nerve palsy. *J Bone Joint Surg Br* 85: 313-318, 2003
- 2) 田崎憲一, 堀内行雄, 矢部 裕: 末梢神経のくびれ. *Orthopaedics* 15: 43-48, 2002
- 3) Haussmann P, Patel MR: Intraepineurial constriction of nerve fascicles in pronator syndrome and anterior interosseous nerve syndrome. *Orthop Clin North Am* 27: 339-344, 1996
- 4) Hashizume H, Nishida K, Nanba Y, Shigeyama Y, Inoue H, et al: Non-traumatic paralysis of the posterior interosseous nerve. *J Bone Joint Surg Br* 78: 771-776, 1996
- 5) 田崎憲一, 堀内行雄, 市川 亨, 西浦康正, 矢部 裕: 神経束の「くびれ」による前骨間神経麻痺及び後骨間神経麻痺. *日手会誌* 13: 788-792, 1996
- 6) Yasunaga H, Shiroishi T, Ohta K, Matsunaga H, Ota Y: Fascicular torsion in the median nerve within the distal third of the upper arm: three cases of nontraumatic anterior interosseous nerve palsy. *J Hand Surg Am* 28: 206-211, 2003
- 7) Ochi K, Horiuchi Y, Tazaki K, Takayama S, Nakamura T, et al: Surgical treatment of spontaneous posterior interosseous nerve palsy: a retrospective study of 50 cases. *J Bone Joint Surg Br* 93: 217-222, 2011



- 臨整外 1: 617-621, 1966
- 42) Englert HM: [Partial fascicular median-nerve atrophy of unknown origin]. *Handchirurgie* 8: 61-62, 1976
- 43) Kodama A, Sunagawa T, Ochi M: Early treatment of anterior interosseous nerve palsy with hourglass-like fascicular constrictions by interfascicular neurolysis due to early diagnosis using ultrasonography: a case report. *J Hand Surg Eur* 2014 Jan 10. [Epub ahead of print] doi: 10.1177/1753193413518692
- 44) Nakashima Y, Sunagawa T, Shinomiya R, Ochi M: High-resolution ultrasonographic evaluation of "hourglass-like fascicular constriction" in peripheral nerves: a preliminary report. *Ultrasound Med Biol* 40: 1718-1721, 2014
- 45) 越智健介, 堀内行雄, 田崎憲一, 松村崇史, 中道憲明, 他: 特発性前骨間神経麻痺における神経束形態変化発生部位の検討 — われわれの網羅的分類を用いて. *末梢神経* 20: 156-157, 2009
- 46) 前・後骨間神経麻痺前向き多施設研究グループ: 特発性前骨間神経麻痺の病態と治療法 — 文献 review と前向き多施設臨床研究の試み. *日肘会誌* 19: S62, 2012
- 47) 越智健介, 堀内行雄, 田崎憲一, 松村崇史, 浦部忠久, 他: 特発性前・後骨間神経麻痺の術中所見からみた形態分類の試み. *末梢神経* 20: 36-45, 2009
- 48) 岩本卓士, 松村崇史, 越智健介, 高木岳彦, 別所祐貴: 特発性前骨間・後骨間神経麻痺の保存的・外科的治療. *日手会誌* 23: 71-74, 2006
- 49) 小松雅俊, 山崎 宏, 林 正徳, 植村一貴, 内山茂晴, 他: 特発性後骨間神経麻痺の“くびれ”部の病理像. *日肘会誌* 21: S29, 2014
- 50) Ochi K, Horiuchi Y, Matsumura T, Morita K, Kawano Y, et al: A modification of the palmaris longus-to-extensor pollicis longus transfer for radial nerve palsy. *J Hand Surg Am* 37: 2357-2361, 2012
- 51) Tsai TM, Syed SA: A transverse skin incision approach for decompression of pronator teres syndrome. *J Hand Surg Br* 19: 40-42, 1994
- 52) Ochi K, Horiuchi Y, Tazaki K, Takayama S, Nakamura T, et al: Slow progression predicts poor prognosis in patients with spontaneous posterior interosseous nerve palsy. *J Plast Surg Hand Surg* 47: 493-497, 2013
- 53) Riordan DC: Tendon transfers in hand surgery. *J Hand Surg Am* 8: 748-753, 1983
- 54) Ishida O, Ikuta Y: Analysis of Tsuge's procedure for the treatment of radial nerve paralysis. *Hand Surg* 8: 17-20, 2003
- 55) Hashizume H, Inoue H, Nagashima K, Hamaya K: Posterior interosseous nerve paralysis related to focal radial nerve constriction secondary to vasculitis. *J Hand Surg Br* 18: 757-760, 1993
- 56) 越智健介, 加藤博之; 前・後骨間神経麻痺前向き多施設研究グループ: 特発性前骨間神経麻痺と特発性後骨間神経麻痺の前向き多施設臨床研究 (iNPS-Japan): 第2報. *日本末梢神経学会雑誌* 25: 106, 2014
- 57) 越智健介, 加藤博之; 前・後骨間神経麻痺前向き多施設研究グループ: 特発性前骨間神経麻痺と特発性後骨間神経麻痺の前向き多施設臨床研究 (iNPS-Japan) における術中所見 (第1報). *日本肘関節学会雑誌* 21: S30, 2014
- 58) Oberlin C, Shafi M, Diverres JP, Silberman O, Adle H, et al: Hourglass-like constriction of the axillary nerve: report of two patients. *J Hand Surg Am* 31: 1100-1104, 2006
- 59) Vigasio A, Marcoccio I: Homolateral hourglass-like constrictions of the axillary and suprascapular nerves: case report. *J Hand Surg Am* 34: 1815-1820, 2009
- 60) Wu G, Li C, Sun H, Zhu Q, Cui S: Hourglass-like constriction of the musculocutaneous nerve: case report. *J Hand Surg Am* 35: 1652-1654, 2010
- 61) Pan YW, Wang S, Tian G, Li C, Tian W, et al: Typical brachial neuritis (Parsonage-Turner syndrome) with hourglass-like constrictions in the affected nerves. *J Hand Surg Am* 36: 1197-1203, 2011

BRAIN and NERVE 66(12): 1441-1452, 2014 *Topics*

Title **Pathophysiology and Treatment of Spontaneous Anterior Interosseous Nerve Palsy and Spontaneous Posterior Interosseous Nerve Palsy**

Authors Kensuke Ochi<sup>1,3)\*</sup>, Hiroyuki Kato<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160-8582, Japan; <sup>2)</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University; <sup>3)</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Kawasaki Municipal Kawasaki Hospital

\*E-mail: ochi@1998.jukuin.keio.ac.jp



- 8) 安永 博: 前・後骨間神経麻痺——特発性前・後骨間神経麻痺にみられる“くびれ”の形態とその発生部位から推定される発症機序と予後. 別冊整形外科 49: 186-190, 2006
- 9) 越智健介, 堀内行雄, 田崎憲一: 末梢神経障害にみられるくびれの意義とその治療法——特発性前骨間神経麻痺, 特発性後骨間神経麻痺を中心に. 末梢神経 21: 169-175, 2010
- 10) 越智健介, 堀内行雄, 田崎憲一: くびれを伴う末梢神経障害——特発性前骨間神経麻痺, 特発性後骨間神経麻痺を中心に. Bone Joint Nerve 3: 233-239, 2013
- 11) 越智健介, 堀内行雄, 田崎憲一: 特発性前骨間神経麻痺, 特発性後骨間神経麻痺. 今谷潤也(編): 肘関節外科のすべて. メジカルビュー社, 東京, 2014, (印刷中)
- 12) Turner JW: Acute Brachial Radiculitis. Br Med J 2: 592-594, 1944
- 13) Parsonage MJ, Turner JW: Neuralgic amyotrophy: the shoulder-girdle syndrome. Lancet 1: 973-978, 1948
- 14) Turner JW, Parsonage MJ: Neuralgic amyotrophy (paralytic brachial neuritis): with special reference to prognosis. Lancet 273: 209-212, 1957
- 15) Tsairis P, Dyck PJ, Mulder DW: Natural history of brachial plexus neuropathy: report on 99 patients. Arch Neurol 27: 109-117, 1972
- 16) Chi Y, Harness NG: Anterior interosseous nerve syndrome. J Hand Surg Am 35: 2078-2080, 2010
- 17) Lowe JB, 3rd, Sen SK, Mackinnon SE: Current approach to radial nerve paralysis. Plast Reconstr Surg 110: 1099-1113, 2002
- 18) 星 和人, 落合直之, 篠田瑞生, 小谷貢一, 松浦宏明, 他: 神経束に砂時計様のくびれを有する正中神経麻痺. 臨整外 28: 1171-1174, 1993
- 19) 柴田圭一, 長野 昭, 山本精三, 時村文秋, 落合直之: 特発性前骨間神経麻痺における神経線維束間剥離術の必要性. 日手会誌 10: 985-989, 1994
- 20) 長野 昭, 柴田圭一, 時村文秋, 田尻康人, 山本精三: 砂時計様くびれを伴う特発性前骨間神経麻痺. 日整会誌 69: s668, 1995
- 21) Nagano A, Shibata K, Tokimura H, Yamamoto S, Tajiri Y: Spontaneous anterior interosseous nerve palsy with hourglass-like fascicular constriction within the main trunk of the median nerve. J Hand Surg Am 21: 266-270, 1996
- 22) Yamamoto S, Nagano A, Mikami Y, Tajiri Y: Multiple constrictions of the radial nerve without external compression. J Hand Surg Am 25: 134-137, 2000
- 23) Ochi K, Horiuchi Y, Tazaki K, Takayama S, Matsu-mura T: Fascicular constrictions in patients with spontaneous palsy of the anterior interosseous nerve and the posterior interosseous nerve. J Plast Surg Hand Surg 46: 19-24, 2012
- 24) 長野 昭, 屋宜 公, 杉岡 宏: 後骨間神経麻痺と前骨間神経麻痺. Orthopaedics No.22: 31-37, 1990
- 25) Spinner M: Injuries to the Major Branches of Peripheral Nerves of the Forearm. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1978
- 26) 加藤博之, 三浪明男, 平地一彦, 笠島俊彦, 佐々木勲, 他: 前骨間神経麻痺と後骨間神経麻痺 臨床像と治療成績. 整形・災害外科 40: 587-597, 1997
- 27) 長野 昭: 前骨間神経麻痺. 日手会誌 3: 894-897, 1987
- 28) 二見俊郎, 小林明正, 只野 功, 脇田隆司, 大塚 宏: 前骨間および後骨間神経症候群の治療——保存的治療. 日手会誌 19: 111-114, 2002
- 29) 麻田義之, 玉置康之, 坂本武志: 広範囲な筋に脱神経所見を認めた前骨間, 後骨間神経麻痺の検討. 日手会誌 19: 196-199, 2002
- 30) Seki M, Nakamura H, Kono H: Neurolysis is not required for young patients with a spontaneous palsy of the anterior interosseous nerve: retrospective analysis of cases managed non-operatively. J Bone Joint Surg Br 88: 1606-1609, 2006
- 31) 山本真一, 長野 昭, 山本精三, 河野博隆, 沖永修二: 特発性前骨間神経麻痺の予後——神経線維束間剥離例と保存療法例の比較. 日手会誌 15: 433-436, 1998
- 32) 山本真一, 田尻康人, 三上容司, 沖永修二, 長野 昭: 特発性前骨間神経麻痺の手術適応. 日手会誌 26: 76-78, 2010
- 33) 山本真一, 田尻康人, 山本直哉, 沖永修二, 長野 昭: 特発性前骨間神経麻痺の予後. 日手会誌 19: 193-195, 2002
- 34) 越智健介, 堀内行雄, 田崎憲一, 高山真一郎, 森田晃造: 小皮切による特発性前骨間神経麻痺の治療. 日手会誌 26: 161-164, 2010
- 35) Ochi K, Horiuchi Y, Tazaki K, Takayama S, Matsu-mura T: Surgical treatment of spontaneous anterior interosseous nerve palsy: a comparison between minimal incision surgery and wide incision surgery. J Plast Surg Hand Surg 47: 213-218, 2013
- 36) Yongwei P, Guanglei T, Jianing W, Shuhuan W, Qingtai L, et al: Nontraumatic paralysis of the radial nerve with multiple constrictions. J Hand Surg Am 28: 199-205, 2003
- 37) Kotani H, Miki T, Senzoku F, Nakagawa Y, Ueo T: Posterior interosseous nerve paralysis with multiple constrictions. J Hand Surg Am 20: 15-17, 1995
- 38) van Alfen N, van Engelen BG: The clinical spectrum of neuralgic amyotrophy in 246 cases. Brain 129: 438-450, 2006
- 39) Suarez GA, Giannini C, Bosch EP, Barohn RJ, Wodak J, et al: Immune brachial plexus neuropathy: suggestive evidence for an inflammatory-immune pathogenesis. Neurology 46: 559-561, 1996
- 40) 堀内行雄, 川島秀一, 越智健介: 神経剥離術. 整形・災害外科 51: 609-616, 2008
- 41) 安部龍秀, 星子正義, 篠原典夫, 高松鶴吉: Entrapment neuropathyと思われる橈骨神経深枝単独麻痺について.

**Abstract** Spontaneous anterior or posterior interosseous nerve palsy is usually treated as a part of neuralgic amyotrophy. However, recent studies have shown that many of these cases involved fascicular constriction in the affected nerves, and interfascicular neurolysis may be a better option than conservative treatment in cases that do not show spontaneous recovery within several months. Here, we review recent studies on these palsies.

**Key words** spontaneous anterior interosseous nerve palsy, spontaneous posterior interosseous nerve palsy, fascicular constriction, neuralgic amyotrophy, Parsonage-Turner syndrome

## BRAIN and NERVE 神経研究の進歩

1部定価：本体2,700円+税  
年間購読 好評受付中！  
電子版もお選びいただけます

▶ 2014年9月号 [ Vol.66 No.9 ]

特集

# 痙縮の臨床神経学

### 特集記事

痙縮の病態生理／鏡原康裕  
 痙縮に対する治療ストラテジー／大田哲生  
 ボツリヌス療法／正門由久  
 痙縮に対するバクロフェン持続髄注療法／内藤 寛  
 痙縮の機能神経外科治療／鮎澤 聡、他

### 主要目次

■総説  
 脳の機能発達を担うシナプス刈り込みの機構／上阪直史、他  
 マルキアファーマーヴァ・ピニャミ病の画像診断  
 ／黒田岳志、河村 満  
 ●[新連載]病態解明・新規治療を目指した神経疾患の  
 患者レジストリシステム  
 第1回 筋萎縮性側索硬化症：JaCALS／熱田直樹、他

●原著  
 カルパインパチー(LGMD2A)の2割検例の臨床病理学的検討  
 ／橋口修二、他  
 ●症例報告  
 眼部帯状疱疹による眼窩尖端症候群の1例  
 ／脇田賢治、他  
 ●Neurological CPC  
 若年期からのてんかん加療中に認知障害と海馬硬化を呈した  
 61歳男性例／大本周作、他  
 ●学会印象記  
 18th International Congress of Parkinson's  
 Disease and Movement Disorders／久保紳一郎  
 ●追悼  
 中野今治先生を偲ぶ／岡本幸市  
 ●連載  
 神経学を作った100冊(93)／作田 学



## 医学書院

〒113-8719 東京都文京区本郷1-28-23

[販売部] TEL: 03-3817-5657 FAX: 03-3815-7804

E-mail: sd@igaku-shoin.co.jp http://www.igaku-shoin.co.jp 振替: 00170-9-96693

携帯サイトはこちら



## 28 肘部管症候群

### ポイント

肘部管症候群においては約半数が上肢に軽度から中等度の痛みを自覚している。強い肘内側部痛を訴える場合は、肘部管部ガングリオン、滑車上肘筋、上腕骨内側上顆炎と肘部管症候群が合併している可能性がある。麻痺が軽度な例は保存治療を行うが、筋力低下、手内筋萎縮、伝導速度遅延がみられる大部分の例には、原因、病態に応じた可及的早期の手術治療が勧められる。

### 1 肘部管症候群とは

肘部管症候群 (cubital tunnel syndrome) とは肘部管部で尺骨神経が慢性的に絞扼されて生じる高位尺骨神経麻痺である。肘部管は床が上腕骨内側上顆の後方の尺骨神経溝、屋根が尺側手根屈筋の上腕頭と尺骨頭の間を連結する強固な筋膜 (Osborne 靭帯) と尺側手根屈筋の両頭間の深部腱膜である (図1)<sup>1)</sup>。肘関節を90°屈曲すると、肘部管の断面積は減少と肘部管内圧は上昇が生じ<sup>2)</sup>、尺骨神経は伸張され<sup>3)</sup>、血流が低下する<sup>4)</sup>。病因として、変形性肘関節症による肘部管の狭小化、腕尺関節内側のガングリオン、異常筋による圧迫、尺骨神経の脱臼や繰り返す肘運動による機械的刺激、外傷や手術後の瘢痕、外反肘、内反肘や肘関節動揺性による伸張などがあげられるが、これらの変化が複合して生じている例も多い。本邦では変形性肘関節症が最も多く、次いでOsborne 靭帯による絞扼が多い<sup>5)</sup>。

### 2 診断の進め方

#### 1. 臨床症状

初期には感覚神経麻痺の症状として、環指尺側1/2と小指、手背尺側のしびれを訴える。このしびれは、肘関節屈曲位での作業、就寝姿勢などで増強する。進行すると、箸の使用、書時、ボタン掛けなどが困難となる手指の巧緻運動障害が出現する。さらに進行すると第一中手骨と第二中手骨の間の第一背側骨間筋の萎縮が著明になり、鉤爪指変形 (claw finger deformity) を呈する。突

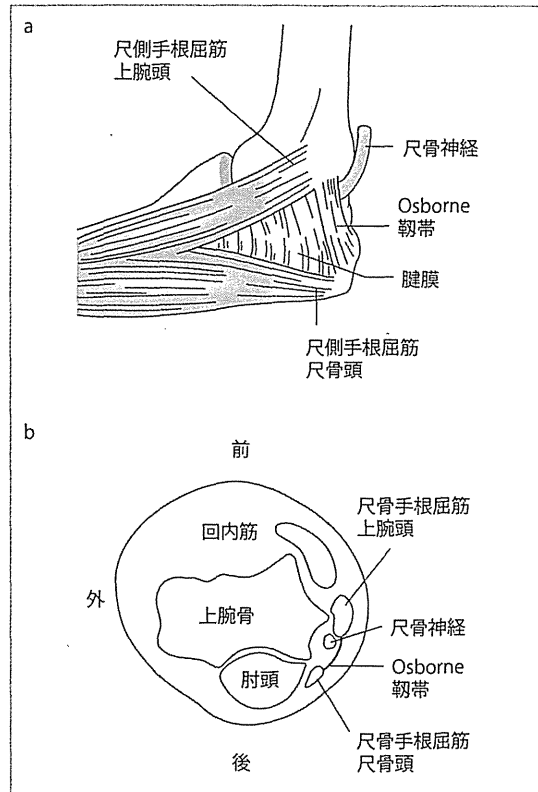


図1 右肘内側 (a) と右肘関節横断面 (b)

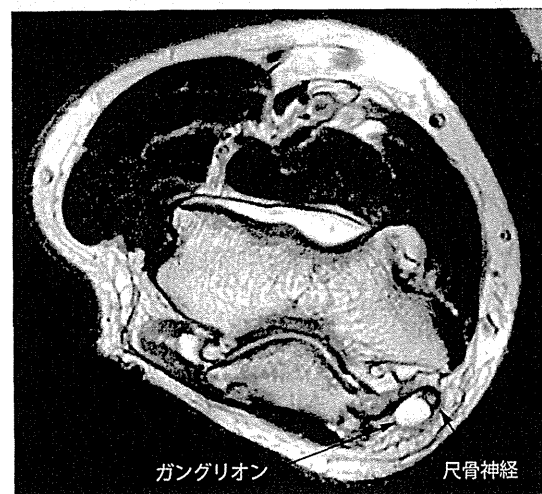


図2 MRI T2強調像。ガングリオンによる肘部管症候群

然発症し耐え難い肘内側部痛や環・小指のしびれがある場合は肘部ガングリオンの可能性が高い<sup>5)</sup>。上肢使用後の肘内側部痛がある場合は滑車上肘筋あるいは上腕骨内側上顆炎の存在が疑われる。上

腕骨内側上顆炎に合併する場合は、尺骨神経麻痺は軽症が多く筋萎縮のある例はまれである。

筆者らの施設で手術治療を行った本症候群 89 肘における術前質問の回答をみると、腕・肩・手に痛みがあるという質問では、63%の例がややあった、あるいは中等度あったと答え、まったくなかったは 15%であった。また腕・肩・手に痛みによって眠れないときがありましたか、という質問では、49%の例がややあった、あるいは中等度あったと答え、まったくなかったは 46%であった。

## 2. 身体所見, 検査, 診断

尺骨神経領域(環指尺側, 小指, 手背背側)の感覚障害と尺骨神経支配域の筋力障害がある。頸椎・頸髄疾患, 胸郭出口症候群, 尺骨神経管症候群, 神経筋疾患との鑑別のために両側上下肢の感覚, 筋力, 腱反射を行い, 高位尺骨神経麻痺である点を確認する。誘発テストとして肘部管部 Tinel 様徴候(叩打により環小指指先へひびく), 肘屈曲テスト(手関節伸展位, 肘関節屈曲位で環小指のしびれが 1 分以内に増悪)があるが, 陽性的中率は 100%ではない。確定診断には神経伝導速度測定があり, 肘部管を挟んで運動, 感覚神経伝導速度の遅延が認められれば確実である。肘部管内占拠性病変の有無や尺骨神経の形態変化をみるには肘部管部超音波, MRI などの画像診断が有用である(図 2)。

## 3 治療方針

### 1. 保存療法

肘部管症候群の病態について患者に説明し教育する。過度な肘関節の屈曲伸展運動の制限, 肘屈曲位の持続を避けるなどの生活指導, 投球動作や

ラケット競技による発症ではスポーツ指導を行う。肘伸展固定装具, 尺骨神経滑走訓練なども効果があるとされる。

### 2. 手術療法

保存療法が奏功しない例, 筋力低下, 手内筋萎縮, 神経伝導速度低下が認められる例では, 可及的早期の手術治療が勧められる。術式には, 単純除圧術, 内側上顆切除術(King 法), 肘部管形成術, 尺骨神経皮下前方移動術, 尺骨神経筋層下前方移動術(Learmonth 法), などがあるが, 麻痺の原因, 病態に合わせた選択が重要である。

### 4 治療成績

軽症例では保存治療が奏功することがあるとされる。外科治療では, どの手術法を用いても, 手指のしびれ, 上肢の痛み, 筋力は術後改善する。しかし麻痺重度例では, これらの改善には限界がある。

### 文献

- 1) Elhassan B, et al : Entrapment neuropathy of the ulnar nerve. J Am Acad Orthop Surg 15 : 672-681, 2007
- 2) Gelberman RH, et al : Changes in interstitial pressure and cross-sectional area of the cubital tunnel and of the ulnar nerve with flexion of the elbow. An experimental study in human cadavera. J Bone Joint Surg Am 80 : 492-501, 1998
- 3) Ochi K, et al : Ulnar nerve strain at the elbow in patients with cubital tunnel syndrome : effect of simple decompression. J Hand Surg Eur Vol 38 : 474-480, 2013
- 4) Nakamura K, et al : The effect of vascular pedicle preservation on blood flow and clinical outcome following ulnar nerve transposition. J Hand Surg Am 39 : 291-302, 2014
- 5) Kato H, et al : Cubital tunnel syndrome associated with medial elbow Ganglia and osteoarthritis of the elbow. J Bone Joint Surg Am 84-A : 1413-1419, 2002

(加藤博之・内山茂晴)