

橈骨遠位端関節内粉碎型骨折における掌側ロッキングプレート固定と 架橋型創外固定器の併用治療の検討

野池 勝利¹⁾²⁾ 河田 晋一¹⁾ 平井 宗一³⁾
畑山 直之¹⁾³⁾ 内藤 宗和³⁾ 伊藤 正裕¹⁾

¹⁾ 東京医科大学人体構造学分野

²⁾ 悦伝会目白病院

³⁾ 愛知医科大学解剖学講座

【要旨】 橈骨遠位端骨折に対する掌側ロッキングプレート (Volar locking plate : VLP) 固定は、一般的に広く普及している治療法である。しかし、橈骨遠位端関節内粉碎型骨折 (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthes (AO) 分類 Type C3 型骨折) において、VLP 単独治療では、整復した関節面、特に月状骨窩関節面が保持できない症例が報告されており、VLP 単独で全ての症例を解決することはできない。本研究では、Type C3 型骨折に対して VLP 単独で治療した症例と VLP に架橋型創外固定を併用して治療した症例の臨床成績および合併症について、それぞれ後ろ向きに検討した。2005 年 6 月～2014 年 3 月までに、橈骨遠位端骨折に対し VLP 固定を行った両側例を除く 181 例を対象とした。Type C3 型骨折は、31 例であり、その内 VLP 単独治療が 21 例、VLP と架橋型創外固定を併用治療が 10 例であった。VLP 単独治療例の Mayo Wrist Score (MWS) は 76.7 ± 9.1 であり、合併症がない群では 75.3 ± 9.4 、合併症がある群では 82.5 ± 5.0 であり、その間に有意差はなかった。一方、併用治療例の MWS は 57.5 ± 18.3 であり、合併症がない群では 66.4 ± 10.3 、合併症がある群では 36.7 ± 16.1 であり、有意に合併症がある群が低かった。Type C3 型骨折に対する VLP と架橋型創外固定の併用治療では、合併症の予防および対策が重要であることが明らかになった。

はじめに

橈骨遠位端骨折は転倒した際に、最も一般的に発生する手首の骨折である。橈骨遠位端骨折の骨折型は、Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthes (AO) 分類、Frykman 分類、Melone 分類、Cooney 分類、Mayo 分類、Fernandez 分類などが頻用され、国内外でエビデンスの検討が行われている。いずれの分類法においても、検者間および同一検者内でのばらつきは比較的少なく、最近では AO 分類が最も多く用いられている。AO 分類において完全関節内骨折は Type

C に分類され、関節面および骨幹端部の骨折線が単純な場合は C1、関節面の骨折線は単純だが骨幹端部の骨折線は粉碎している場合は C2、関節面および骨幹端部の骨折線が粉碎している場合は C3 となる。Type C3 型骨折は最も重症であり、手術療法が選択されることが多い。

近年、手術療法における掌側ロッキングプレート (volar locking plate : VLP) 固定の有用性が明らかとなり、最も一般的で広く普及している治療法となった¹⁾²⁾。しかし、VLP 単独治療では、整復した関節面、特に月状骨窩関節面が保持できないなどの症例も報

平成 31 年 4 月 9 日受付、令和元年 11 月 28 日受理

キーワード：橈骨遠位端骨折、関節内骨折、掌側ロッキングプレート、架橋型創外固定、術後合併症
(別冊請求先：〒160-8402 東京都新宿区新宿 6-1-1 東京医科大学人体構造学分野)

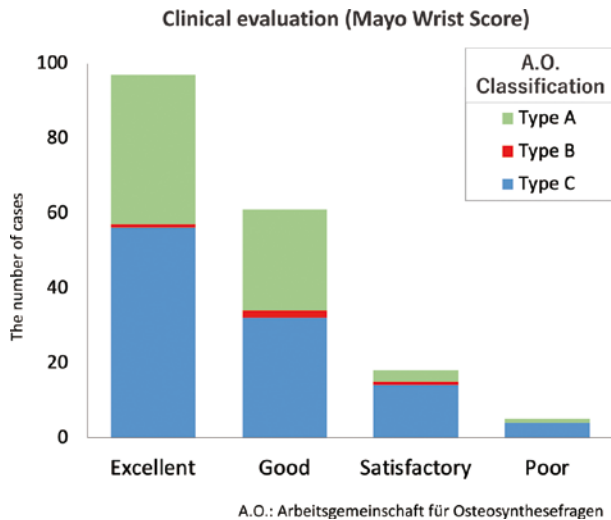


Fig. 1 Mayo Wrist Score on arbeitsgemeinschaft für osteosynthesefragen classification at time of last observation.

告されており、VLP 単独で全ての症例を解決することはできない。そのため、症例に応じて創外固定や背側ロッキングプレートまたはアンカーなど、他の治療方法を併用する必要がある³⁾。架橋型創外固定の併用に関しては、初期の関節面の段差を生じさせないことで、臨床成績が向上する可能性を示唆するという報告がある⁴⁾。そこで本研究では、橈骨遠位端骨折の Type C3 型骨折に対して VLP 固定単独で治療した症例と VLP 固定単独では対応困難であった場合に架橋型創外固定を併用した症例の臨床成績および合併症について、それぞれ後ろ向きに検討した。

研究材料および方法

対象

2005 年 6 月～2014 年 3 月の間に悦伝会目白病院において、橈骨遠位端骨折に対して VLP を用いて治療を行った症例中、両側例を除く 181 例（平均年齢 58.3 歳（18～91 歳）、男性 57 例、女性 124 例）を対象として後ろ向きに検討した。対象とした 181 例の AO 分類における骨折型は Type A が 71 例、Type B が 4 例、Type C が 106 例であり、MWS は Excellent : 97 例、good : 61 例、Satisfactory : 18 例、Poor : 5 例であった (Figure 1)。術後の平均観察期間は、 8.3 ± 1.2 月であった。この研究は、悦伝会目白病院倫理委員会の審査承認 (2018083101) を受けた。

使用したプレート

Volar Distal Radius Plating System Stellar® (HOYA Technosurgical、東京) 151 例、APTUS2.5® (Medical Engineering System、Inc.、東京) 18 例、Distal Window Plate® (株式会社アラタ、東京) 9 例、Monoaxial Locking Plate® (DePuy Synthes Companies、United State) 3 例であった。

使用した創外固定器

ペニッヒ手関節創外固定器 (日本メディカルネクスト、大阪) 10 例であった。

評価方法

骨折型は、AO 分類にて行い、術後評価は最終経過観察時に Mayo Wrist Score (MWS) (Pain : Pain Intensity, ROM : Range of Motion, GS : Grip Strength, Function : Functional Status) にて行った。画像計測には東芝 Di-agnostic Viewer system® を使用した。

本研究では、手術手技を含む手術に関する合併症を「合併症」として定義し、合併症の一つである複合性局所疼痛症候群 (Complex regional pain syndrome : CRPS) の診断基準は、2008 年厚生労働省研究班による判定指標 (研究用) を用いた。

統計

本研究の統計解析は、GraphPad Prism 8® (GraphPad Software, Inc., United State) を用いて t 検定にて群間検定を行い、 $P < 0.05$ を有意差ありとした。

結 果 (成績)

橈骨遠位端骨折に対して VLP を用いて治療を行った 181 例中、Type C が 106 例であった。さらに Type C における分類では、Type C1 が 29 例、Type C2 が 46 例、Type C3 が 31 例であった (Table 1)。各群の検者における性別、年齢、経過観察期間は有意差を認めなかった。

Type C3 型骨折において、VLP 単独治療症例は 21 例、術前の CT 画像にて舟状骨関節面や月状骨関節面の転位が高度で VLP 固定単独では困難であると判断し、VLP と架橋型創外固定併用治療を行なった症例が 10 例であった。

Type C3 型骨折において VLP 単独治療を行い、合併症をきたした症例は 4 例 (尺骨茎状突起偽関節 : 1 例、長母指伸筋腱断裂 : 1 例、創離開 : 1 例、固有小指伸筋腱断裂 : 1 例) であった。尺骨茎状突起偽関節の症例に対しては、遠位橈尺関節の不安定性や痛みが認められないため抜釘のみを行った。長母

Table 1. Classification of fracture type and Mayo wrist score

Type		Number of cases	Mayo wrist score				
			Excellent	Good	Satisfactory	Poor	
Type C	C1	29	23	5	1	0	
	C2	46	29	14	3	0	
	C3	VLP alone	21	4	11	6	0
		VLP/External fixation	10	0	2	4	4
	Total	106	56	32	14	4	

VLP : Volar locking plate

Table 2. Treatment outcome with Volar locking plate (VLP) alone in type C3 fracture

Treatment	Complication	Mayo wrist score					Radiographic assesment	
		Pain	ROM	GS	Function	Total	UV (mm)	VT (°)
Volar locking plate alone	Uncomplicated cases	25	15	25	25	90	1	2
		25	15	15	25	80	0	0
		25	15	25	15	80	2	5
		15	25	15	25	80	0	0
		25	25	15	15	80	0	0
		15	25	15	25	80	0	0
		25	15	15	25	80	1	2
		15	15	15	15	60	0	0
		25	15	15	15	70	0	0
		15	15	15	15	60	2	6
		15	15	15	25	70	0	0
		25	15	15	25	80	2	6
		15	15	15	25	70	0	0
		25	15	15	25	80	0	0
		25	15	25	25	90	1	3
		15	15	15	15	60	0	0
	15	15	15	25	70	0	0	
	Mean ± SD	20.3 ± 5.1	16.8 ± 3.9	16.8 ± 3.9	21.5 ± 4.9	75.3 ± 9.4 ^a	0.5 ± 0.8	1.4 ± 2.2
	Complicated cases	25	25	15	25	90	1	2
		25	15	15	25	80	0	0
15		15	25	25	80	1	0	
25		15	15	25	80	0	0	
Mean ± SD	22.5 ± 5.0	17.5 ± 5.0	17.5 ± 5.0	25.0 ± 0.0	82.5 ± 5.0 ^b	0.5 ± 0.6	0.5 ± 1.0	

a vs b represents no significant difference ($p > 0.05$)

GS : Grip strength, ROM : Range of Motion, UT : Ulnar variance, VT : Volar tilting, SD : standard deviation

Table 3. Treatment outcome with Volar locking plate (VLP) and external fixation in type C3 fracture

Treatment	Complication	Mayo wrist score					Radiographic assesment	
		Pain	ROM	GS	Function	Total	UV (mm)	VT (°)
Volar locking plate + External fixation	Complicated cases	25	15	15	25	80	1	2
		15	25	15	25	80	0	0
		15	15	15	25	70	0	0
		15	15	15	15	60	0	0
		15	15	15	15	60	2	5
		15	15	15	15	60	0	0
	Mean ± SD	16.4 ± 3.8	15.7 ± 4.5	15.0 ± 0.0	19.3 ± 5.3	66.4 ± 10.3 ^a	2.4 ± 5.2	1.0 ± 1.9
	Uncomplicated cases	10	0	5	10	25	0	0
		0	10	10	10	30	0	0
		15	15	10	15	55	1	0
	Mean ± SD	8.3 ± 7.6	8.3 ± 7.6	8.3 ± 2.9	11.7 ± 2.9	36.7 ± 16.1 ^b	0.3 ± 0.6	0.0 ± 0.0

a vs b represents significant difference ($p < 0.05$)

GS : Grip strength, ROM : Range of Motion, UT : Ulnar variance, VT : Volar tilting, SD : standard deviation

指伸筋腱断裂の症例に対しては、固有示指伸筋腱による腱移行術を行った。固有小指伸筋腱断裂の症例に対しては、総指伸筋が残っていたため、再建術を行わなかった。一方、VLPと架橋型創外固定併用治療で合併症をきたした症例は3例（CRPS type1 : 2例、関節面のcollapse : 1例）であった。CRPSの判定指標（研究用）にて、本症例の1例は、自覚症状4項目（A1、A2、A3、A5）、他覚所見4項目（B1、B2、B3、B5）、もう1例は、自覚症状3項目（A2、A3、A5）、他覚所見3項目（B2、B3、B5）が陽性であった。

MWSは、VLP単独治療症例で、Excellent : 4例（19.0%）、Good : 11例（52.3%）、Satisfactory : 6例（28.5%）、Poor : 0例（0%）であった（Table 1）。手関節の可動域は、掌屈 $74.0 \pm 10.3^\circ$ （ $60^\circ \sim 90^\circ$ ）、背屈 $84.0 \pm 3.8^\circ$ （ $80^\circ \sim 90^\circ$ ）であった。また、MWSの平均値は、 76.7 ± 9.1 であり、その中で、合併症がない群では 75.3 ± 9.4 、合併症がある群では 82.5 ± 0 であり、その間に有意差はなかった（Table 2）。単純X線における最終画像評価は、合併症がない群では、Ulnar variance (UV) が 0.5 ± 0.8 mm、Volar tilting (VT) が $1.4 \pm 2.2^\circ$ 、合併症がある群では、UV が 0.5 ± 0.6 mm、VT が $0.5 \pm 1.0^\circ$ であり、両者とも有意な差を認めなかった（Table 2）。また、VLPと架橋型創外固定併用治療症例では、Excel-

lent : 0例（0%）、good : 2例（20.0%）、Satisfactory : 4例（40.0%）、Poor : 4例（40.0%）であった（Table 1）。手関節の可動域は、掌屈 $56.0 \pm 24.2^\circ$ （ $15^\circ \sim 90^\circ$ ）、背屈 $65.5 \pm 19.3^\circ$ （ $25^\circ \sim 90^\circ$ ）であった。また、MWSの平均値は 57.5 ± 18.3 であり、その中で、合併症がない群では 66.4 ± 10.3 、合併症がある群では 36.7 ± 16.1 であり、有意に合併症がある群が低かった（Table 3）。単純X線における最終画像評価は、合併症がない群では、UVが 2.4 ± 5.2 、VTが 1.0 ± 1.9 、合併症がある群では、UVが 0.3 ± 0.6 、VTが 0.0 ± 0.0 であり、両者とも有意な差を認めなかった（Table 3）。合併症をきたしたVLP単独治療症例は、MWSにてExcellent : 1例、Good : 3例に対し、VLPと架橋型創外固定併用治療症例は、全てPoorであった（Table 4）。全ての症例において、術後感染症をきたした症例は無かった。

VLPと架橋型創外固定併用治療を行い、術後早期から関節面のcollapseをきたした症例を供覧する（Figure 2）。56歳男性、作業中の高所からの転落にて受傷し緊急手術を行った。最初に架橋型創外固定器を装着してから、Monoaxial Locking Plateにて内固定術を施行した。術中ヒンジのロックを解除しX線透視下に骨折部の固定性を確認したが、術後早期より月状骨窩関節面のcollapseをきたした。一方で、背側関節面は維持できており、橈骨短縮は維持され

Table 4. Complications with Volar locking plate (VLP) alone and VLP/external fixation in type C3 fracture

Treatment	Age · Sex	Complication	Implant	Cause	Treatment for complication	MWS
VLP alone	53 · Male	EPL tendon rupture	stellar	History of fracture	Tendon transplantation on of EPI	90 (Excellent)
	65 · Male	Wound dehiscence	stellar	Defect in hemostasis	Re-suture	80 (Good)
	73 · Female	Pseudoarticulated styloid process	transdermal pinning	Wrong treatment choice	Nail removing	80 (Good)
VLP + External fixation	78 · Female	EDM tendon rupture	stellar	Protrusion of distalscrew	Nail removing	80 (Good)
	59 · Female	CPRS	Stellar+Pennig	Cause unknown	Dosage and Long-term rehabilitation	30 (Poor)
	68 · Female	CPRS	Stellar+Pennig	Cause unknown	Dosage and Long-term rehabilitation	30 (Poor)
	56 · Male	Correction loss	Stellar+Pennig	Wrong plate choice	Nail removing	55 (Poor)

CPRS: Complex regional pain syndrome, EDM: extensor digiti minimi muscle, EPI: extensor pollicis and indicis muscle, EPL: extensor pollicis longus, MWS: Mayo wrist vscore

た。関節面の整復の必要性を説明するも、患者本人の希望により、再手術を行わず、術後3週にて創外固定を抜去し、その後3週間、外固定を行った。術後評価のMWSは、Poor (55点)であった。

考 察

本研究では、Type C3型骨折において、VLP単独治療を行なった症例とVLPと架橋型創外固定を併用し治療を行った症例について、それぞれ後ろ向きに検討を行った。

橈骨遠位端骨折診療ガイドライン(2017)によると、骨折部の粉碎が軽度の関節外骨折は、保存的治療と創外固定術の臨床成績に有意差はないが、転位のある関節内骨折には創外固定術のほうが良好な成績が得られるため関節内骨折に対しては保存的治療より創外固定術を推奨している⁵⁾。一方で、架橋型創外固定単独では整復位保持が不十分であり、Kirschner鋼線髓内釘の追加による整復位保持などが、再転位を防止するために必要であるとされている⁶⁾。本研究において、VLP単独治療例(MWS平均値:76.7±9.1)は、合併症がない群では75.3±9.4、合併症がある群では82.5±5.0であり、その間に有意差はなかった。一方、術前のCT画像にて舟状骨関節面や月状骨関節面の転位が高度でVLP固定単独では内固定が困難であると判断し併用治療を施した症例(MWS平均値:57.5±18.3)の中で、合併症がない群はMWS平均値が66.4±10.3とSatisfactoryであったのに対し、合併症がある群ではMWS平均値が36.7±16.1とPoorであり、有意に低くなった。このことから、Type C3型骨折に対するVLPと架橋型創外固定併用治療を施すような症例では、合併症の予防および対策が重要であることが明らかになった。

CRPSは、組織損傷後に創傷が治癒した後にも痛みが遷延する病態である。掌側プレート、背側プレート固定法におけるCRPS発生率は、case seriesの報告によると0.8~2.1%であった⁷⁻¹³⁾。また、橈骨遠位端骨折50例中9例(18%)でCRPS type Iと診断されたという報告もある¹³⁾。本研究におけるCRPSの発症率は、VLP単独治療では171症例中0症例(0%)、VLPと架橋型創外固定併用治療では、10症例中2症例(20.0%)であり、併用治療にのみCRPSが出現した。CRPS発症の原因を特定することは困難であるが、これまでにギプス固定の圧迫や

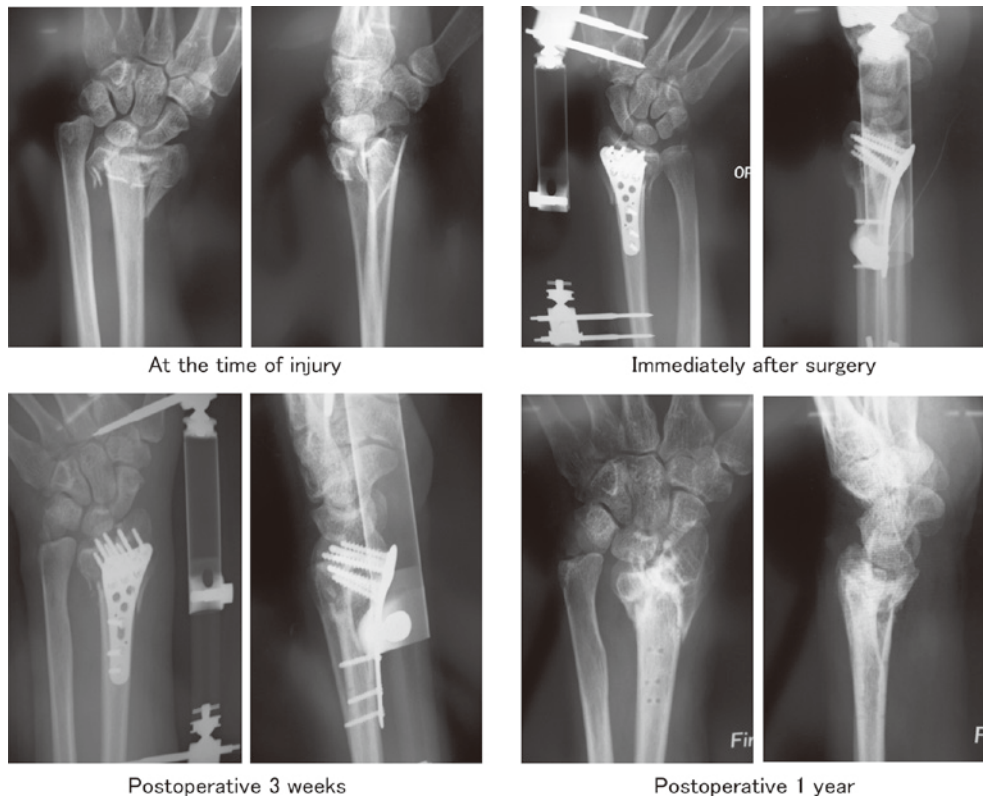


Fig. 2 Views in 56-year-old man. Front and side view on simple x-ray at time of injury, immediately postoperatively, 3 weeks postoperatively, and at 1 year after injury.

長期間の不動化との因果関係が指摘されている¹⁴⁾。また、架橋型創外固定術による過牽引がCRPSを誘発しているとの報告もある⁵⁾。VLPと架橋型創外固定併用治療を行う場合には、CRPSの合併を考慮し、術前の説明を丁寧に行い、術後手指の腫脹や知覚過敏など頻回に観察することが肝要である。また、CRPSの発症には、受傷様式、創傷の状態、遺伝的素因、ギプス固定の期間、心理的要因など様々な因子が関与しており、症例に合わせて治療指針を立てることが重要となる。

VLPと架橋型創外固定を併用治療した10症例中1例で、術後早期より関節面のcollapseをきたした。このように、Type C3型骨折の中にはVLPと架橋型創外固定を併用しても整復を保持できない症例が存在する。そのため、術前の慎重なCT画像(3D Multiplanar reconstruction)診断によりVLPと架橋型創外固定併用治療だけではなく、加えて骨移植および人工骨の充填などの選択肢を考慮し、治療を行うことが必要である。また、術後早期に月状関節窩面の陥没がある場合、創外固定を用いて整復すると同時に、遠位設置型さらには、リムプレートによる内固定を選択肢に考慮すべきである。また、近位設

置プレートと創外固定の併用には慎重であるべきである。

VLPと架橋型創外固定併用治療を施した症例において、合併症がない群はMWSにおいて全てSatisfactory以上の評価であったのに対し、合併症がある群では全てPoorとなった。今後、これらの症例の合併症(CRPS、関節面のcollapse)に対する予防および対策を講じることで、VLPと架橋型創外固定を併用する治療が、VLP固定単独困難な症例に対する有効な選択肢となることが期待される。

結 論

本検討において、橈骨遠位端関節内粉碎骨折におけるVLPと架橋型創外固定の併用を行なった症例のMWSは、合併症がない群に比べ、合併症がある群で優位に低かった。VLP単独治療が困難なType C3型骨折症例において、VLPと架橋型創外固定併用治療を選択する場合は、合併症の予防および対策を行うことが重要であることが示唆された。

COI 申告の開示

著者の COI (conflicts of interest) 開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

文 献

- 1) Orbay JL : The treatment of unstable distal radius fracture with volar fixation. *Hand Surg* **5** : 103-112, 2000
- 2) Oshige T, Sakai A, Zenke Y, Moritani S, Nakamura T : A comparative study of clinical and radiological outcomes of dorsally angulated, unstable distal radius fractures in elderly patient : intrafocal pinning versus volar locking plating. *J Hand Surg* **32-A** : 1385-1392, 2007
- 3) 森谷史朗、善家雄吉、前原 孝、布施好史、生熊久敬：橈骨遠位端関節内骨折 (AO-C3) に対する掌側 locking plate 固定の有用性と限界、骨折 **32** : 244-247, 2010
- 4) 澁谷亮一、正富 隆：整復と初期固定に創外固定を併用して掌側ロッキングプレートを用いた粉碎型橈骨遠位端骨折の治療経験。日手雑誌 **31** : 773-777, 2015
- 5) 日本整形外科学会、日本手外科学会：(旧版) 橈骨遠位端骨折診療ガイドライン、2012
- 6) Lin C, Sun JS, Hou SM : External fixation with or without supplementary intramedullary Kirschner wires in the treatment of distal radial fractures. *Can J Surg* **47** : 431-437, 2004
- 7) Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, Krappinger D, David E, Gabl M : Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma* **21** : 316-322, 2007
- 8) Letsch R, Infanger M, Schmidt J, Kock H. : Surgical treatment of fractures of the distal radius with plates : a comparison of palmar and dorsal plate position. *Arch Orthop Trauma Surg* **123** : 333-339, 2003
- 9) Gruber G, Bernhardt GA, Köhler G, Gruber K : Surgical treatment of distal radius fractures with an angle fixed bar palmar plating system : a single center study of 102 patients over a 2-year period. *Arch Orthop Trauma Surg* **126** : 680-685, 2006
- 10) Elsaidi GA, Deal N, Smith BP, Ruch DS : Volar collapse after dorsal plating of comminuted distal radius fractures. *Am J Orthop* **36** : 269-272, 2007
- 11) Westphal T, Piatek S, Schubert S, Winckler S : Outcome after surgery of distal radius fractures : no differences between external fixation and ORIF. *Arch Orthop Trauma Surg* **125** : 507-514, 2005
- 12) 亀井秀造、長田伝重、藤田聡志、加藤仲幸、玉井和哉：Symmetry Plate と DRV Locking Plate による AO C3 型橈骨遠位端骨折の治療成績の比較。日手会誌 **23** : 883-887, 2006
- 13) Puchalski P, Zyluk A. : Complex regional pain syndrome type 1 after fractures of the distal radius : a prospective study of the role of psychological factors. *J Hand Surg Br* **30** : 574-580, 2005
- 14) 三上容司：CRPS の後遺障害認定。(眞下 節、他・編：複合性局所疼痛症候群。東京、真興交野医書出版部、2009

Combination treatment with volar locking plate and bridging external fixator in distal radius fracture

Katsutoshi NOIKE¹⁾²⁾, Shinichi KAWATA¹⁾, Naoyuki HATAYAMA³⁾, Shuichi HIRAI³⁾,
Munekazu NAITO³⁾, Masahiro ITOH¹⁾

¹⁾Tokyo Medical University, Department of Anatomy

²⁾Mejiro Hospital

³⁾Aichi Medical University, Department of Anatomy

Volar locking plates (VLPs) are useful in the treatment of radial distal fracture. Cases of pulverizing fracture in the radial distal end joint (arbeitsgemeinschaft fur osteosynthese fragen classification type C3 fracture), however, are difficult to treat with a VLP alone. In this study, clinical outcomes and complications in cases treated with a VLP alone for type C3 fracture and those treated with VLP combined with a bridging external fixation were compared. Volar locking plate fixation was investigated in a total of 181 cases of ipsilateral distal radius fracture between June 2005 and March 2014. Type C3 fracture was observed in 31 of these cases. A VLP alone was used in 21 cases, and combination treatment in 10 cases. The average Mayo Wrist Score in the VLP alone group was 76.7 ± 9.1 , while that in the combination group was 57.5 ± 18.3 . Complications were observed in 4 out of the 21 cases in the VLP alone group, and in 3 out of the 10 cases in the combination group. Clinical outcome in the combination group showed no superiority to that observed with a VLP alone. These results suggest that care should be taken in selecting combination therapy in the treatment of C3 type fracture.

<Key words> : Radial distal fracture, intra-articular fracture, volar locking plate, bridging external fixation, postoperative complication
