

小型の創外固定器 M-100 を用いた前腕部疾患の治療成績

福岡市立こども病院・感染症センター 整形外科

戸次大史・高村和幸・柳田晴久
山口徹・中村幸之・永野賢

要 旨 前腕部変形に対する創外固定器を用いた変形矯正術は、広く普及した治療法である。我々は片側支持型である M-100 創外固定器(以下、M-100)を用いている。M-100 は主に手足に用いられる小型の創外固定器で、スクリュー径の太さや固定器そのものの強度から、前腕部に使用した場合に矯正損失が危惧される。そこで、我々は前腕変形に対して、M-100 を用いて変形矯正を施行した 23 例 33 肢を検討した。M-100 創外固定器はさまざまな疾患による前腕部変形に対し幅広い年齢に使用が可能であった。また、単純 X 線と前腕回内外運動の ROM を術前後で計測すると、術後の方が良好な成績であった。前腕部変形の治療は長期にわたって固定器を装着する必要があるため、ADL 制限と手術侵襲が少ない M-100 は、前腕変形に対する治療に有用であることが示唆された。

はじめに

前腕部変形に対する創外固定器を用いた変形矯正術は、広く普及した治療法である。使用される固定器はリング型か単支柱型の 2 つに大別されるが、我々は単支柱型である M-100 創外固定器(orthofix 社製、以下 M-100)を用いている。M-100 は主に手足の変形に対して使用される小型の固定器であるが、前腕変形に対する使用報告は少ない。今回、我々は前腕変形に対して M-100 を用いて変形矯正を施行した 23 例 33 肢の検討を行ったので報告する。

対 象

1995 年から 2012 年までに当院で手術を行い、M-100 を用いた 23 例 33 肢を検討した。男性 11 例、女性 12 例で、尺骨 9 肢、橈骨 18 肢、橈骨+尺骨 3 肢の計 33 肢であった。手術時年齢は平均 10.9 歳(4~27 歳)、ピン刺入部の骨の横径は平均

11.3 mm(7.4~15.9 mm)であった。使用したスクリューはすべて 2.5~3 mm セットであった。疾患は、骨腫瘍:8 例 10 肢(多発性外骨種 6 例、内軟骨種 2 例)、Madelung 変形:3 例 4 肢、骨折変形治癒:5 例 6 肢、前腕形成不全:3 例 8 肢(橈側列欠損 1 例、尺骨列欠損 1 例、前腕短縮症 1 例)、神経線維腫に伴う先天性橈骨偽関節 1 例 2 肢、骨折:2 例 2 肢、先天性橈骨頭脱臼:1 例 1 肢、であった。そのうち 7 例は、複数回の手術を要した。33 肢に対する術式は、骨接合術が 4 肢、仮骨延長術が 6 肢、矯正骨切り術が 12 肢、仮骨延長術+矯正骨切り術が 11 肢であった。全症例について創外固定器装着期間を計算し、感染、ピンの緩み、骨折の有無を検討した。また、延長術を施行した 17 例については Healing Index を計算した。骨接合術以外の 29 肢に関して、術前と抜釘時、最終時の単純 X 線を用いて Ulnar Variance(UV)、Radial Articular Angle(RAA)、Carpal Slip(CS)、Carrying Angle(CA)の計測し、中央値と四方位

Key words : forearm deformity(前腕部変形), small external fixator(小型の創外固定器), minimally-invasive(低侵襲), distraction osteogenesis(仮骨延長術), corrective osteotomy(矯正骨切り術)

連絡先 : 〒 810-0063 福岡県福岡市中央区唐人町 2-5-1 福岡市立こども病院・感染症センター整形外科 戸次大史
電話 (092) 713-3111

受付日 : 2013 年 4 月 25 日



図 1. 症例 1: 単純レントゲン像
左より術前, 術直後, 術後 12 年時

偏差を用いて評価した。また、その 29 肢に関して、術前と抜釘時で前腕回内外運動の ROM を計測し、中央値と四方位偏差を用いて評価した。

結 果

創外固定器装着期間は 153.2 日 (62~385 日)、Healing Index は 84.9day/cm (33.2~145.4day/cm)、合併症はピン刺入部感染 7 例、ピンの緩み 7 例、再骨折 1 例であった。ピン刺入部感染は術後から平均 60.8 日 (35~130 日) で発症した。2 例は感染部のピンに緩みを認めたが、抗生剤投与にて感染は沈静化され、抜釘を要する症例はみられなかった。先天性橈骨偽関節の 1 例で、創外固定器装着中にピン刺入部の骨折を認めたが、偽関節部に骨癒合が得られていた。

UV は術前 0 ± 9.0 mm, 術後 -0.8 ± 4.1 mm, 最終フォロー時 0 ± 3.5 mm であった。RAA は $32 \pm 8.8^\circ$, $33 \pm 5.0^\circ$, $32.5 \pm 8.1^\circ$, CS は $44.5 \pm 27.0\%$, $42.0 \pm 16.0\%$, $41.0 \pm 11.3\%$, CA は $7 \pm 14.5^\circ$, $8.5 \pm 9.2^\circ$, $13 \pm 6.8^\circ$ であった。前腕の可動域は、回外: 術前 $70 \pm 15^\circ$ から最終診察時 $80 \pm 17.5^\circ$, 回内: 術前 $60 \pm 25^\circ$ から最終診察時 $70 \pm 25^\circ$ に改善した。

5 例 (前腕形成不全 3 例, 骨腫瘍 2 例) において変形の再発が見られたため、再度矯正骨切り術を施行した。先天性橈骨頭脱臼 1 例は脱臼が残存し

たため再手術を行い脱臼は整復された。

症 例

症例 1: 5 歳, 男児。1 歳時に他院で多発性外骨腫と診断され、3 歳から左肘の内反変形が目立つようになったため 5 歳で当院を受診した。CA が -14° と左肘は内反し、橈骨頭は脱臼していた。5 歳時に尺骨近位の矯正骨切りと近位橈尺関節に認めた腫瘍切除術を施行した。20° の尺屈と 10° の背屈矯正により橈骨頭は整復された。術後 12 年時、CA が 15° と矯正が維持されており、橈骨頭は整復位を保っている (図 1)。

症例 2: 14 歳, 女児。8 歳で橈骨遠位骨端線を損傷した。骨端線損傷による手関節の橈屈変形が徐々に進行し、14 歳時に尺屈が -10° の可動域制限がみられた。術前 X 線で UV 18.4 mm, RAA -9° , CS 0% であった。橈骨短縮と手関節変形に対して橈骨遠位矯正骨切り (尺屈矯正 40°) と 30 mm の仮骨延長を施行した。術前に認めた尺屈制限は -10° から 30° に改善した。術後 3 年で UV 0 mm, RAA 22° , CS 48% と良好な関節面を維持している (図 2)。

症例 3: 9 歳, 女児。6 歳頃より右手関節の銃剣状変形がみられ、右橈側列形成不全と診断された。9 歳で橈骨遠位矯正骨切り (尺屈矯正 30°) と 20 mm の仮骨延長を施行した。UV は術前 12.6



図 2. 症例 2: 単純レントゲン像

左より術前, 術直後, 抜釘時, 術後 3 年

mm から 0.0 mm まで改善し, 仮骨延長部のリモデリングがみられたため, 術後 6 か月で抜釘術を施行した. その後, 徐々に変形が再発したため, 術後 2 年で橈骨遠位矯正骨切り (尺屈矯正 10°) と 20 mm の仮骨延長を追加した. 合併症なく経過し, 術後 8 年で変形の再発は認めず, 良好な関節を保っている (図 3).

考 察

小児の前腕変形は, さまざまな原因で引き起こされる. 当院では, 外傷による橈骨遠位骨端線損傷後の変形や多発性外骨腫による前腕変形, Madelung 変形, 橈側列欠損や尺側列欠損等に対して M-100 を用いて治療を施行した. 前腕部変形は, 短縮や内反変形などの整容面の問題にとどまらず, 手肘関節の変形や橈骨頭脱臼を生じて可動域制限などの機能異常をきたす³⁾⁹⁾. また, 関節変形が長期化すると正常な関節への再建が困難になるとも報告されている⁸⁾. しかし, 文献上, 前腕部変形に対する外科的治療の明確な適応や方針は決まっていない³⁾. 当院では, 変形が進行し機能障害が出現するような症例に対して, 創外固定器を用いた変形の矯正 (矯正骨切り術や仮骨延長など) を積極的に行ってきた.

前腕部の変形矯正の多くが一期的な矯正骨切りや創外固定器を用いた仮骨延長とその組み合わせである³⁾⁵⁾⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾. 矯正に用いる創外固定器は Ilizarov

や Taylor Spatial Frame などのリング型のものから単支柱型のものまで様々な報告がなされている³⁾が, 当院では幼児にも使用が可能で, 小さく軽量である M-100 創外固定器を用いている. M-100 は主に手足に用いられる創外固定器¹¹⁾で, スクリュー径の太さや固定器そのものの強度から, 矯正損失や折損などが危惧される. 今回, 我々は当院での使用経験と治療成績を検討することで, M-100 を前腕変形の治療に有用であるかどうかを検討した.

創外固定器装着期間は平均 153.2 日で, Healing Index は平均 84.9 day/cm であった. 合併症はピン刺入部感染が 7 例で, 骨折を 1 例で認めた. ピン刺入部感染に対しては経口, もしくは経静脈的に抗生剤投与し全例鎮静化した. また, 末梢神経障害, 骨癒合不全や偽関節は 1 例も認めなかった. 単純レ線を用いた評価では, 森澤らが報告した項目⁷⁾のうち手関節の評価として UV, RAA, CS を, また肘関節の評価として CA を計測した. 術前計画の際に, それぞれの目標を UV : $-5 \sim +5$ mm, RAA : $15 \sim 30^{\circ}$, CS : 50%, CA : $0 \sim 20^{\circ}$ とした. 術後には, 術前のデータの分散が改善して, 全体的に目標値に近づいたため, 明らかな矯正損失はないと考えた. また, 前腕の機能として前腕回内外運動の測定を行った. 回外の可動域は術前平均 70° から最終診察時 80° へ, 回内は術前平均 60° から最終診察時 70° へ改善した.

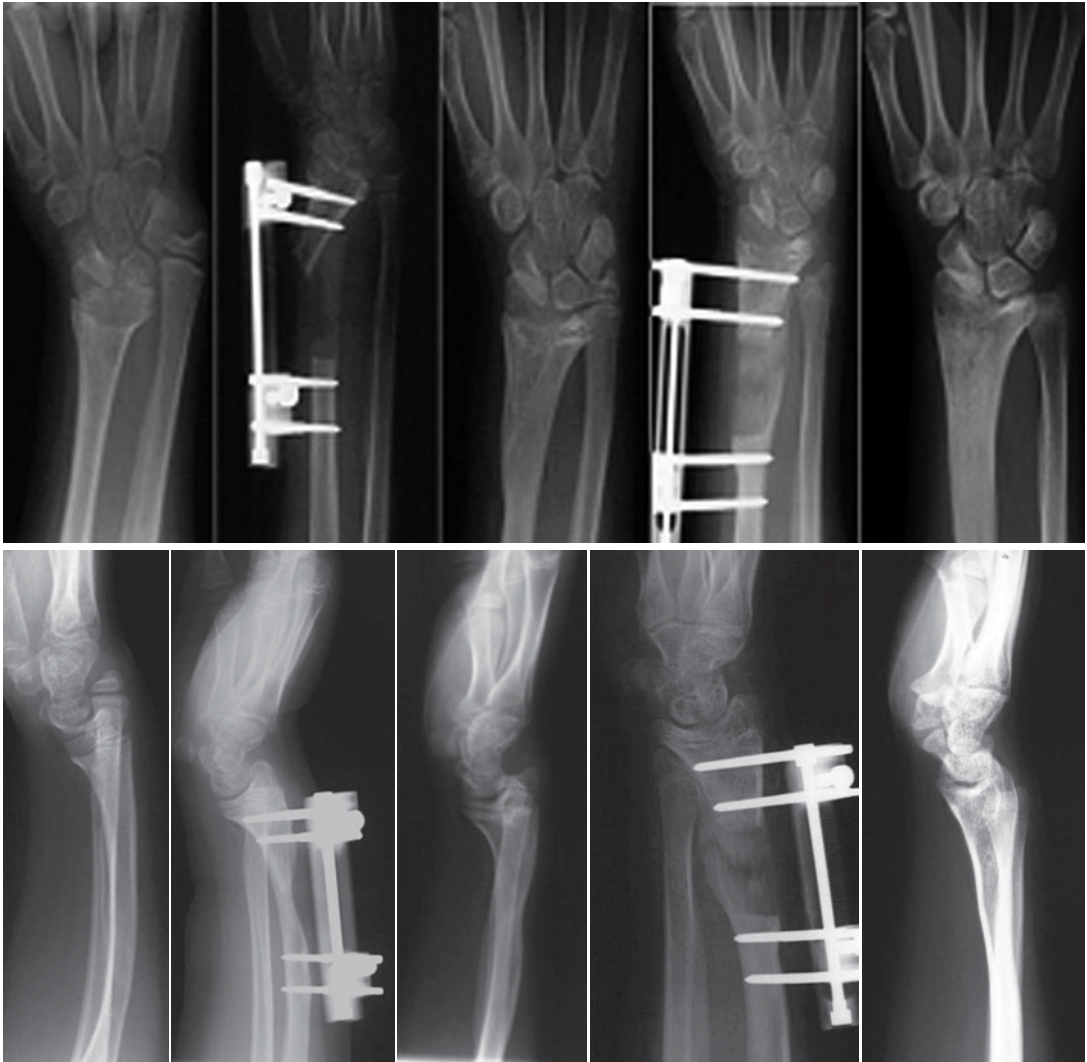


図 3. 症例 3：単純レントゲン像

a：正面 b：側面

左より術前，術後 6 か月，術後 2 年，再手術後 5 か月，再手術後 6 年

a
b

変形は進行性で，変形の程度や機能の低下により早期に矯正が必要になる症例もみられる．多発性外骨腫による前腕部変形の多くは，尺骨遠位の骨軟骨腫による尺骨成長障害によると考えられているが，成長とともに変形が進行することから早期治療が望ましい²⁾⁶⁾¹⁰⁾．治療は尺骨の延長や橈骨の矯正骨切りを組み合わせる必要がある．我々は 4～5 歳の幼児に創外固定器を用いた矯正骨切り術を施行したが，仮骨形成も良好で，良好な経過をたどっている．

また，小児期は非常に旺盛なりモデリング能力

を有するが，骨関節変形に対する治療後に，しばしば変形の再発を経験する．Akita らは多発性外骨腫に対する仮骨延長や矯正骨切り術後に変形が進行し，成績は不良であると報告した¹⁾．そのため，年長例や再発例の治療も重要となる．本研究では，症例 2 に示したように，成長終了時期の骨折変形治療に対して一期的に 40° の矯正骨切り術と 30 mm の仮骨延長を行い，良好な矯正が得られた．また，前腕形成不全 3 例，骨腫瘍 2 例，Madelung 変形 1 例に変形の再発を認めたため再手術を要したが，最終時には良好な矯正位が維持

されていた。症例3のように、再手術が容易であることも本術式の特徴であると考えた。

一般的に、単支柱型の創外固定器では矢状面の矯正が困難であり、また創外固定術の治療は、時間がかかるというデメリットがある。矢状面の矯正については、ピンのサイズが大きいとピンがすべて直線上に並ぶため、矯正角度に限界がある。しかし、M-100に対応するピンのサイズならば、側面の長軸と4本のピンが平行にならないよう角度をつけてピンを刺入することで、Dorsal Tiltの矯正も可能であった。また、M-100創外固定器はADL制限が少ないことから、長期にわたって創外固定器を装着する必要がある患者のストレスも少ないと考えられた。

本研究では複数の疾患が混在し、治療目的も症例で異なるため、他の治療成績との比較が困難である。そのため、治療成績の相対的評価はできないが、M-100は、さまざまな疾患による前腕部変形に対し幅広い年齢に使用が可能であった。また、ADL制限と手術侵襲が少ないにもかかわらず、矯正損失や折損がみられなかった。以上より、M-100は、前腕変形に対する治療に有用であることが示唆された。

文献

- 1) Akita S, Murase T, Yonenobu K: Long-Term Results of Surgery for Forearm Deformities in Patients with Multiple Cartilaginous Exostoses. *J Bone Joint Surg A*-89 : 1993-1999, 2007.
- 2) Fogel GR, McElfresh EC, Peterson HA et al: Management of deformities of the forearm in multiple hereditary osteochondromas. *J Bone Joint Surg A*-66(5) : 670-680, 1984.
- 3) Hill RA, Ibrahim T, Mann HA: Forearm lengthening by distraction osteogenesis in children: a report of 22 cases. *J Bone Joint Surg B*-93(11) : 1550-1555, 2011.
- 4) 川端秀彦, 柴田 徹, 松井好人ほか: 前腕延長における骨延長器の選択. *日手会誌* 17 : 616-619, 2001.
- 5) Mader K, Gausepohl T, Pennig D: Shortening and deformity of the radius and ulna in children: correction of the axis and length by callus distraction. *J Pediatr Orthop B*-12(3) : 183-191, 2003.
- 6) Masada K, Tsuyuguchi Y, Kawai H: Operations for forearm deformity caused by multiple osteochondromas. *J Bone Joint Surg B*-71(1) : 24-29, 1989.
- 7) 森澤 妥, 高山真一郎, 関 敦仁ほか: 多発性軟骨性外骨種症による前腕変形の再建について. *日手会誌* 27 : 823-827, 2011.
- 8) 高村和幸, 藤井敏男, 柳田晴久: 上肢の先天異常・変形に対する創外固定の応用. *整・災外* 44 : 1063-1073, 2001.
- 9) Stanton RP, Hansen MO: Function of the upper extremities in hereditary multiple exostoses. *J Bone Joint Surg A*-78 : 568-573, 1996.
- 10) Vogt B, Tretow HL, Daniilidis K: Reconstruction of forearm deformity by distraction osteogenesis in children with relative shortning of the ulna due to multiple cartilaginous exostosis. *J Pediatr Orthop*. 31(4) : 393-401, 2011.
- 11) Wada A, Bensahel H, Takamura K et al: Metatarsal lengthening by callus distraction for brachymetatarsia. *J Pediatr Ortho B*-13(3) : 206-210, 2004.

Abstract

Treatment outcome of forearm deformity using small external fixator; M-100

Hirofumi Bekki, M. D., et al.

Department of Orthopaedic Surgery,

Fukuoka Children's Hospital and Medical Center for Infectious Diseases

We reported the clinical outcomes from using the small unilateral external M-100 fixator to treat forearm deformity in 23 cases. This small fixator is generally used for treating a hand or foot deformity, rather than the larger forearm, and there is some concern whether or not its strength is adequate to prevent loss in correction if used in the forearm. Here we evaluated the effectiveness of the M-100 fixator to treat a wide range of forearm deformities across a wide age range. As regarding the finding of radiographs and the ROM of the forearm pronation and supination, the result at the last visit was better than that of the preoperative. The limitation of the external fixator was that it took a long term until the removal of fixator and screws. However, findings to date suggested the M-100 fixator was effective for treating a wide range of forearm deformities, and moreover involved much lower subjective stress for the patients, compared with large-size fixators commonly used for a forearm deformity.