

小児前腕骨骨幹部骨折の治療法

大阪医科大学整形外科学教室

服部 匡次・白井 久也・阿部 宗昭

大阪府済生会茨木病院整形外科

ペリタス病院整形外科

井上 隆

辻村 知行

南大阪病院整形外科

洛西シミズ病院整形外科

大坂 芳明

石津 恒彦

要旨 当科および関連病院で治療した小児前腕骨骨幹部骨折の治療成績を調査した。対象は35例で、年齢は平均9.7歳(1~15歳)、治療は保存療法を5例、観血療法を30例(経皮的鋼線刺入術が26例、プレート固定が2例、経皮的鋼線刺入術とプレート固定併用2例)に施行した。GraceとEvermannの評価では優が30例(86%)、良が5例(14%)であった。consolidationは年齢とともに遷延する傾向を認め、10歳以上群と10歳未満群との間に有意な差を認めた。内固定材料抜去後の再骨折は鋼線刺入例2例とプレート固定例1例に生じた。この3例の受傷時年齢は平均12歳と年長児に生じていた。小児の前腕骨角状変形の許容範囲は、骨幹部中央で10歳以上では10~15°以下と考えられた。

はじめに

小児の前腕骨骨幹部骨折は、転位の少ない症例や整復後の保持が容易な症例には保存療法が選択されることが多いが、転位の強い完全骨折などで、保存療法で転位の残る可能性がある症例に対しては、年齢、許容される変形角度などを考慮して治療法が選択されている。今回、当院および関連施設での本骨折の治療成績を調査し、術前後の合併症、consolidationまでの期間、角状変形と成績の関係について検討した。

対象および方法

対象は、当院および関連施設を合わせた10施設で過去5年間に治療を行った15歳以下の前腕骨骨幹部骨折のうち、2か月以上経過が観察できた35例である。内訳は両骨骨折31例、橈骨単独骨折

3例、尺骨単独骨折1例であった。男子27例、女子8例、右側16例、左側19例であり、開放骨折は8例であった。受傷原因はスポーツによるもの16例、転落11例、転倒3例、自転車事故3例、犬咬創に伴うもの1例、不明1例であった。受傷時年齢は平均9.7歳(1~15歳)で、4歳と13歳に受傷者数のピークがあった(図1)。11歳未満の受傷原因はほとんどが転落(15例中11例)によるものであり、11歳以上では大半がスポーツ(20例中15例)によるものであった。それぞれのピーク時の受傷原因は、4~5歳例では6例中5例が遊具からの転落であり、11~13歳例では15例中11例がスポーツ中の受傷であった。発生部位を近位、中央、遠位に分けると、両骨骨折は中央1/3で生じたものが16例(46%)と最も多かった(表1)。

術前合併症として3例に尺骨神経麻痺(開放骨折2例)、1例に正中神経麻痺(閉鎖骨折)を認め

Key words : children(小児), fracture(骨折), forearm(前腕骨), clinical result(治療成績)

連絡先 : 〒569 8686 大阪府高槻市大学町2-7 大阪医科大学整形外科学教室 服部匡次 電話(072)683 1221

表 1. 前腕骨骨幹部骨折の発生部位

	橈骨近位 1/3	橈骨中央 1/3	橈骨遠位 1/3	尺骨単独
尺骨近位 1/3	0	0	0	0
尺骨中央 1/3	2	16	0	1
尺骨遠位 1/3	0	1	12	0
橈骨単独	1	2	0	

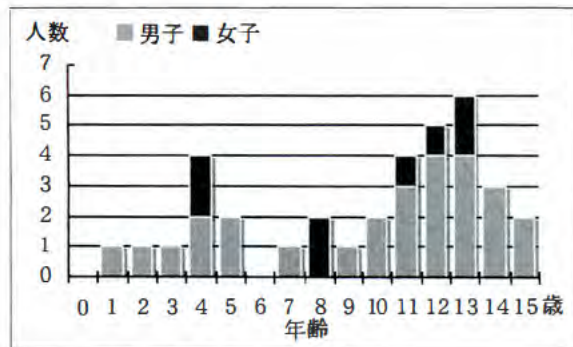


図 1. 年齢分布

表 2. Grace と Eversmann の評価基準による成績

骨癒合	前腕回旋アークの健側比	成績	症例数
有	and 90%以上	優	30
有	and 80%以上	良	5
有	and 60%以上	可	0
無	or 60%未満	不可	0

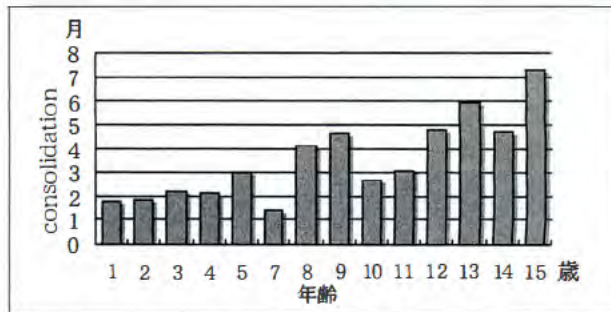


図 2. ▶

年齢と consolidation までの期間

た。3例は受傷時から症状があり、1例は徒手整復後に症状が出現した。尺骨神経麻痺3例の術中所見では、尺骨神経の断裂は認めず、圧迫あるいは牽引損傷と考えられた。正中神経は不全麻痺であり術中の確認は行わなかった。全例経過観察にて回復した。

治療法は保存療法5例(平均4.3歳)、手術療法30例(平均10.3歳)であった。手術療法は経皮的鋼線刺入術が26例、プレート固定が2例、経皮的鋼線刺入術とプレート固定併用2例であった。経皮的鋼線刺入術は原則として徒手整復を行ったが、7例(開放骨折4例および整復困難例3例)は観血的に整復した。術後固定期間は保存療法でギプス固定を平均4週(2~6週)行った。経皮的鋼線刺入術例ではギプス固定は平均3.4週(2~6週)、鋼線抜去は平均10週(3~25週)で施行した。プレート固定例(鋼線刺入併用例を含む)ではギプス固定を平均3週(3~4週)行い、内固定材料抜去は平均42週(26~59週)で施行した。経過観察期間は平均1年2か月(2か月~4年3か月)であった。

成績は、Grace と Eversmann の評価基準⁶⁾(表

2)を用いて評価し、consolidationまでの期間、角状変形、術後合併症について検討した。

結果

Grace と Eversmann の評価基準による臨床成績は優が30例(86%)、良が5例(14%)で、可、不可はなかった。

小児前腕骨骨折の再骨折が生じる原因の1つに不完全なconsolidationがあげられているため、consolidationまでの期間を調査した。consolidationはX線2方向撮影で全周性に骨皮質の形成を認めるものと定義した。consolidationまでの期間は平均4か月(1.4~7.6か月)で、図2のごとく、年齢が進むにつれてconsolidationが遅れる傾向があった。また、consolidationまでの期間を10歳未満と10歳以上で比較すると、10歳未満の13例は平均11週(6~19週)、10歳以上の22例は平均19週(8~31週)であり、両群間の差は有意であった(t検定:p<0.01)。

最終観察時のX線撮影で残存した角状変形角度を測定し、正側面像で橈骨、尺骨の変形角度の

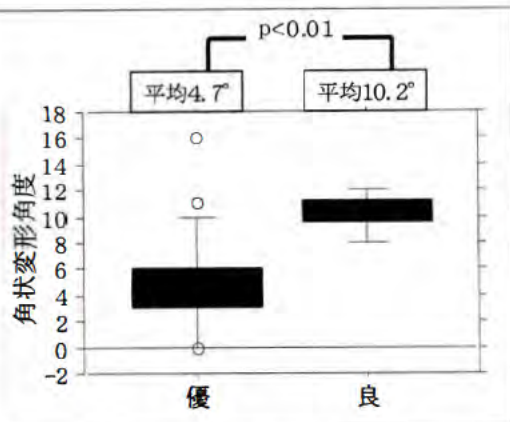


図 3. 臨床成績と残存角状変形角度との関係

図 4. ▶

- 11 歳，男子，鋼線抜去 6 週後の再骨折例
- a : 受傷時
 - b : 術直後
 - c : 術後 9 週 (鋼線抜去後 2 週)
 - d : 鋼線抜去後 6 週 (橈骨の再骨折時)
 - e : 再骨折後 2 週 (プレート固定を施行)
 - f : 再手術後 11 か月



中で最大の値を角状変形角度とした。角状変形角度は平均 5.5°(0~16°)であった。角状変形角度と臨床成績の関係は，“優”群では平均 4.7°(0~16°)，“良”群では平均 10.2°(8~12°)の角状変形があり，両群の差は有意であった(t 検定： $p < 0.01$) (図 3)。

術後の合併症について調査した。鋼線刺入部感染を 2 例(6%)に認めたが鋼線抜去により治癒した。内固定材料抜去後の再骨折は鋼線刺入術例で 2 例，プレート固定例で 1 例に認めた。再骨折例の年齢は平均 12 歳(11~14 歳)と年長児に生じていた。鋼線刺入の 2 例は観血的整復を行っていた。鋼線抜去は術後 7 週と 10 週に行っており，再骨折は鋼線抜去後 6 週と 7 週に生じた。プレート固定例は 1 年 3 か月で内固定材料抜去を行い，その 5 週後にスポーツ中に転倒し再骨折を生じた。再骨折後の治療は転位のない 1 例には保存療法を行い，転位を生じた 2 例にプレート固定を行い全例に骨癒合を得た。

内固定材料抜去前の再骨折が 1 例あり，術後 6 週で外固定除去後に転倒し生じた。本例は Kirs-

chner 鋼線が折れ曲がったが，そのまま外固定を行う事で治癒した。

代表症例

症例 1：11 歳，男子

ハードル中に転倒し受傷した。橈・尺骨遠位 1/3 骨幹部骨折に対し，橈骨は観血的整復ののち cross pinning，尺骨は肘頭部からの経皮的髓内固定を施行した(図 4)。術後 7 週で鋼線抜去し，術後約 9 週で骨癒合はほぼ完成していた。しかし抜去後 6 週で雑巾を絞った時に橈骨の再骨折を生じた。徒手整復し，ギプス固定を行ったが転位を生じたため，プレート固定を行った。最終経過観察時，骨癒合を得ており可動域制限無くスポーツに復帰していた。

症例 2：13 歳，女子

バスケットボール中に受傷，受傷時に神経学的異常なし。前腕骨両骨中央 1/3 骨幹部開放骨折に対して前医にて徒手整復を受けたが，整復後から尺骨神経麻痺が出現した(図 5)。受傷 9 日後に骨折部を展開し尺骨神経を確認すると，軟部組織が



a. 受傷時 b. 徒手整復後 c. 術後 d. 術後5か月
 図 5. 13歳, 女子, 尺骨神経麻痺例



図 6. 症例2: 術中写真. 尺骨神経絞扼部
 尺骨神経(▼)は, 骨折部に挟まり込み緊張した軟部組織(▽)によって絞扼されていた

骨折部に挟まり込み緊張し尺骨神経を絞扼していたため絞扼の解除を行った(図6). 尺骨は髓内釘固定, 橈骨は徒手整復のみで良好な整復位を得た. 術後約2か月で麻痺は回復し, 術後5か月で内固定材料除去を行った. 最終観察時, 可動域制限なく, 尺骨神経麻痺の症状もない。

考 察

小児前腕骨骨幹部骨折の治療に関しては保存療法を選ぶか, 手術療法を選ぶかは議論のあるところである. これは, 前腕骨の変形が残ると前腕の回旋制限を生じるため, 許容される変形角度の範囲が狭く, より正確な整復固定を要するためである. 今回の対象では保存療法が5例(14%)と少ないが, これは調査した施設が手術を目的に紹介される率が高いことと外来通院の症例は数が把握出来なかったためで, 実際の診療では保存療法はもう少し多いと思われる。

今回の調査において本骨折の年齢分布は4~5歳と11~13歳にピークがあった. Landin¹⁰⁾の調査でもピークの年齢に差はあるが2峰性の年齢分布を認めており, これは本骨折の特徴と考えられた. それぞれのピーク時の受傷原因は, 4~5歳例ではほとんどが遊具からの転落であり, 11~13歳例では大半がスポーツ中に生じていた. 一概には言えないが, 小児の活動が変化する時期と受傷年齢のピークが相関しているように思われた。

小児の前腕骨角状変形の許容範囲については, 様々な報告がある. Daruwalla ら⁴⁾は, 10歳以上で10°以上の骨幹部中央の角状変形は矯正されないとしている. Kay ら⁹⁾は, 10歳以上なら10°までの骨幹部中央の角状変形は許容内としている. Fuller ら⁵⁾は8歳未満なら20°までは角状変形は矯正されるとしており, 安倍ら¹¹⁾は10歳未満なら15~20°, 10歳以上は10~15°までは許容内と報告している. また, 骨幹部遠位ではこの値より5~10°広い許容角度が報告されている. 今回の結果では10歳以上で角状変形が11°の症例が2例あったが, 健側比80%以上の回旋可動域が保たれていた. これら諸家の報告と自験例から勘案すると, 骨幹部中央では10歳未満は15~20°以下, 10歳以上では10~15°以下が許容角度と考えられる。

小児前腕骨骨幹部骨折の再骨折の頻度に関して, Bould ら³⁾は14.7%と報告している. 再骨折の原因としては局所血流の障害, 内固定材料の早期抜去, 不適切なギプス固定, 不十分な整復, そして若木骨折の不十分な consolidation などが考えられている. Schwarz ら¹²⁾は若木骨折で角状変形が残存しているケースでは, 非接触部の圧迫力が不足するために同部の骨新生が阻害され, 長期にわたって一部の consolidation が不十分な状態が続くために再骨折が生じ易いとしている. また, Tredwell ら¹³⁾は年長児の前腕骨両骨骨折で再骨

折の頻度が高いと報告した。自験例では内固定材料抜去後の再骨折症例3例は平均年齢12歳と年長児であり、内固定材料抜去後5〜7週で再骨折を起こしていた。また、年齢が高くなるにつれて全周性の consolidation が完成する期間が遷延する傾向にあり、特に10歳以上では明らかに10歳未満よりも遷延していた。鋼線刺入例2例では両例とも観血的整復が行われていた。観血的整復を行った部位では骨形成が不良になり、consolidation が遷延したと考えられる。さらに年長児であるため、一見、consolidation が得られていると思われてもまだ十分ではなく、再骨折を起こしたと考えられた。年長児は活動性の高いスポーツを行う率が高くなるので、内固定材料抜去時期を極力遅らせるか、内固定材料抜去後の3か月程度は活動レベルを制限する必要があると考える。

症例1では、転位のある再骨折に対して保存療法を試みたが、ギプス内転位を生じた。Holdsworthら⁷⁾は、再骨折し転位、短縮を生じた2症例で機能障害が残ったと報告している。また、Arunachalamら⁸⁾や、Priceら¹¹⁾も転位を生じた再骨折は機能障害を残し易く、保存療法が困難であるため、観血的整復内固定術を推奨している。転位を生じた再骨折例にはプレート固定を一期的に行う必要があると考えられた。

一般に前腕骨骨幹部閉鎖骨折に末梢神経損傷を伴うことは稀とされているが、稲田ら⁹⁾は前腕骨骨幹部骨折66例中6例(閉鎖骨折)に末梢神経損傷(尺骨神経5例、前骨間神経1例)を合併したと報告した。これら6例中5例は小児例であり、小児には末梢神経損傷を合併し易い傾向にあるとしている。今回の結果では、35例中閉鎖骨折に2例の末梢神経損傷(正中神経1例、尺骨神経1例)を合併していた。このことから、小児前腕骨骨幹部閉鎖骨折での末梢神経損傷合併はさほど稀ではないと考えられた。また、症例2のように徒手整復操作後に神経麻痺症状が出現するケースがあることを念頭に置き、初診時、整復後ともに十分な神経学的検索を行う必要があると考えられた。

まとめ

1) 小児前腕骨骨幹部骨折35例の治療成績を検討した。主に経皮的鋼線刺入術による治療を行い、良好な結果を得た。

2) 残存角状変形角度の程度が少ない症例では回旋可動域が健側比90%以上を保っていた。

3) 年長児の内固定材料抜去後の再骨折を3例に認めた。年長児の内固定材料抜去時期とその後活動レベルには注意を払う必要がある。

4) 閉鎖骨折2例に末梢神経損傷の合併が認められた。閉鎖骨折であっても十分に神経学的検索を行う必要がある。

文 献

- 1) 安倍吉則, 船山完一, 青柳耐佐ほか: 小児前腕骨骨幹部骨折の治療成績. 日小整会誌 5: 324-331, 1996.
- 2) Arunachalam VSP, Griffiths JC: Fracture recurrence in children. Injury 7: 37-40, 1975.
- 3) Bould M, Bannister GC: Refractures of the radius and ulna in children. Injury 30: 583-586, 1999.
- 4) Daruwalla JS: A study of radioulnar movements following fractures of the forearm in children. Clin Orthop 139: 114-120, 1979.
- 5) Fuller DJ, McCullough CJ: Malunited fractures of the forearm in children. J Bone Joint Surg 64 B: 364-367, 1982.
- 6) Grace TG, Eversmann CWW: Forearm fractures: treatment by rigid fixation with early motion. J Bone Joint Surg 62-A: 433-438, 1980.
- 7) Holdsworth BJ, Sloan JP: Proximal forearm fractures in children: residual disability. Injury 14: 174-179, 1983.
- 8) 稲田 均, 樋口成臣, 平田仁ほか: 末梢神経損傷を合併した閉鎖性前腕骨骨幹部骨折の6例. 中部整災誌 34: 1703-1704, 1991.
- 9) Kay S, Smith C, Oppenheim WL: Both-bone midshaft forearm fractures in children. J Pediatr Orthop 6: 306-310, 1986.
- 10) Landin LA: Fracture patterns in children.

Analysis of 8,682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in a Swedish urban population 1950-1979. *Acta Orthop Scand Suppl* **202** : 1-109, 1983.

11) Price CT, Scott DS, Kurzner ME et al : Malunited forearm fractures in children. *J*

Pediatr Orthop **10** : 705-712, 1990.

12) Schwarz N, Pienaar S, Schwarz AF et al : Refracture of the forearm in children. *J Bone Joint Surg* **78 B** : 740-744, 1996.

13) Tredwell SJ, Peteghem KV, Clough M : Pattern of forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* **4** : 604-608, 1984.

Abstract

Review of Treatment for a Diaphyseal Forearm Fracture in Children

Masatsugu Hattori, M. D., et al.

Department of Orthopedic Surgery, Osaka Medical College

We have reviewed the clinical results after treatment for a diaphyseal fracture of the forearm in children treated at ten hospitals. Our review included a total of 35 patients, and their average age was 9.7 years (range from 1 to 15 years). Five patients had been treated conservatively, and the other 30 patients had been treated surgically with percutaneous pinning (26 patients), plate fixation (2 patients), or a combination of both methods (2 patients).

Functional evaluation according to Grace and Eversmann showed an excellent result was achieved in 30 patients (86%), good in 5 (14%), and fair or poor in none (0%). Complete consolidation tended to be delayed in the older patients. After material removal, a refracture occurred in 3 patients (8.5%) involving 2 patients after pinning and one patient after plate fixation. All these 3 patients were older children (average 12 years old). Two patients with closed fractures had a complication of nerve paralysis. The acceptable limit in residual angulation deformity after a diaphyseal fracture in children over 10 years old was considered to be less than 10 to 15°.