

# 小児閉鎖性大腿骨骨幹部骨折に対する創外固定治療における骨折型と角状変形に関する検討

静岡県立こども病院 整形外科

半井宏侑・滝川一晴・松岡夏子・阿南揚子

**要旨** 小児閉鎖性大腿骨骨幹部骨折に対する創外固定治療において、骨折型と角状変形の関連性を明らかにするために、以下の研究を行った。小児集中治療室が開設された2007年6月以降に、基礎疾患を伴わない6歳以上で閉鎖性大腿骨骨幹部骨折を受傷し、創外固定で治療した平均年齢9.5歳の8名8肢(単支柱型7名、リング型1名)を対象とした。AO/OTA分類による骨折型と角状変形(術直後～最終観察時)を調査した。骨折型はA typeが5名、第3骨片以上を伴うBおよびC typeが3名で、術直後の整復位や矯正損失、最終観察時のアライメントは、2群間で有意な差はなかった。全例で骨癒合し、独歩可能となった。弾性髄内釘や内副子固定では、骨折型によって適応が限られる場合があり、幅広い骨折型に対し同一の簡便な手技で対応できる汎用性が、創外固定治療における利点の一つと考えられた。

## はじめに

当院では、常時三次救急対応を行う小児集中治療室が開設されて以降、高エネルギー外傷の患者が増加し、さまざまな併存外傷を伴う小児大腿骨骨幹部骨折に対して、早期離床を目的に積極的に手術加療を選択している。小児大腿骨骨幹部骨折の治療法は、年齢や骨折型、併存外傷等によりさまざまで、一般に6歳未満であれば、ギプス固定により良好な治療成績が得られるとされ、骨端線閉鎖後には髄内釘による治療が一般的とされる。そのため、6歳以上かつ骨端線閉鎖前である場合には、骨端線を損傷せずに強固な固定性を得ることが求められる。開放骨折や多発外傷の際には、比較的低位侵襲で早期の離床が可能な創外固定治療が広く使用されているが、閉鎖性骨折の場合には、創外固定のほかに弾性髄内釘や内副子固定、牽引後ギプス固定等を用いる場合も多く、施設ご

との方針や執刀医の判断に委ねられている。当科では、併存外傷や骨折型に関係なく強固な固定性を得ることができ、ギプス固定が不要で早期の離床や荷重が可能となるため、積極的に創外固定を使用してきた。特に、骨折型に関係なく同一の手技で治療できる汎用性を長所の一つと考えているが、骨折型と術後角状変形の関連性について詳細に検討した報告はない。そこで本研究では、骨折型に焦点を合わせて角状変形を中心に治療成績を検討した。

## 対象と方法

小児集中治療室が開設された2007年6月から2015年12月までに、当科で創外固定を用いて治療した6～12歳の閉鎖性大腿骨骨幹部骨折の9名のうち、手術後に他院へと搬送し術後経過を観察できなかった1名を除外した、平均年齢9歳6か月(6～12歳)の8名8肢(男性7名、女性1名)が

**Key words** : pediatric closed femoral diaphyseal fracture (小児閉鎖性大腿骨骨幹部骨折), external fixation (創外固定), fracture types (骨折型), angulation deformity (角状変形)

**連絡先** : 〒420-8660 静岡県静岡市葵区漆山860 静岡県立こども病院 整形外科 半井宏侑 電話(054)247-6251  
**受付日** : 2017年2月9日

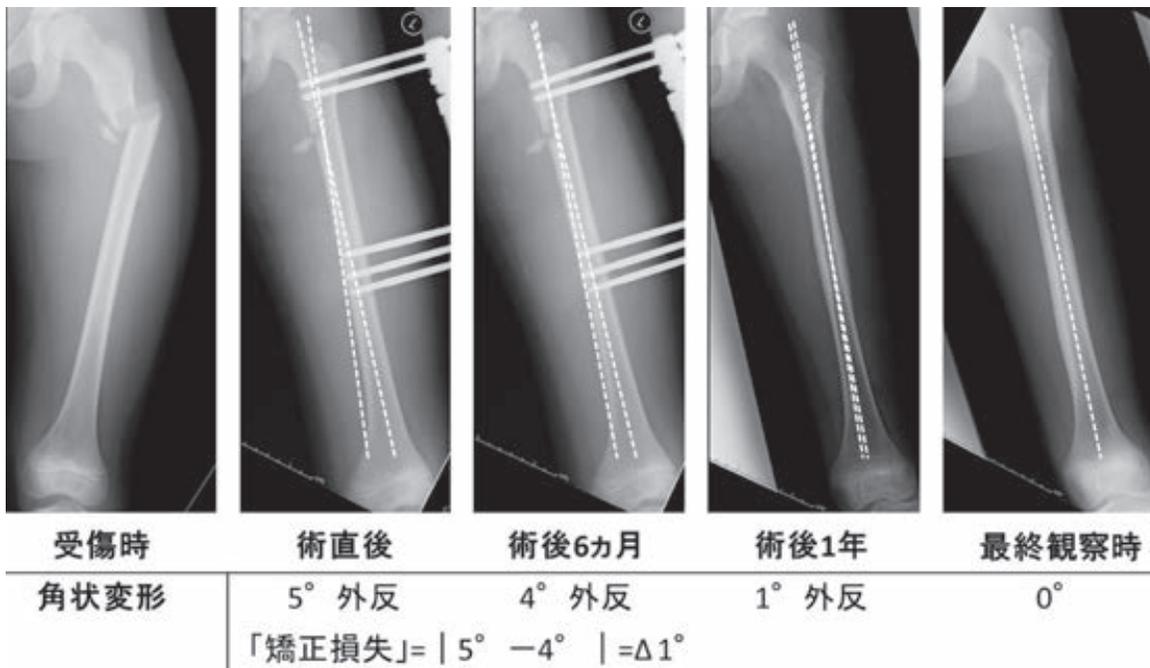


図1. 冠状面の角状変形

10歳10か月の男児. 屋根からの墜落による受傷. AO/OTA分類 AO 32-A3.

条件に該当した. 全8名は基礎疾患を伴わず, 使用された創外固定器の種類はそれぞれ単支柱型7名, リング型1名, 観察期間は平均2年10か月間(1年4か月~8年4か月間)だった. 調査項目は骨癒合までの期間, 術後合併症および最終観察時の患側過成長, 併存外傷および Injury Severity Scale, AO/OTA分類による骨折型, 手術時間, 出血量, 角状変形の程度について調査を行った. 骨癒合は, 前後左右の皮質骨がすべて癒合していることを条件とし, 創外固定器を抜去する前に当科に所属する全4名の整形外科医が単純X線で骨癒合を確認した. 患側過成長は, オルソレントゲノグラムもしくは棘果長を用いて評価した. 小児に特化したAO/OTA分類も存在するが, 純粋な骨折形態を評価するには不十分なため, 成人の分類を代用した. 冠状面および矢状面の角状変形は著者が角度の計測を行い, 術直後, 術後6か月, 術後1年(観察期間が1年6か月未満の2名では省略した), 最終観察時の4点で単純X線を用いて計測した(図1). 矢状面は生理的な前弯の影響を排すため, 健側と比較し差分を角状変形として

記録した(図2). 統計処理は Welch の t 検定を用い,  $p < 0.05$  を統計学的に有意差ありとした.

## 結果

全ての症例で, 術後4~10か月(平均7.2か月)で骨癒合が得られ, 独歩が可能となった. 合併症としては, 経静脈的に抗生剤投与が必要となった創部感染が2名, 骨癒合の遷延にともなうピンの追加が1名, 創外固定装着中の転倒に伴う骨折が1名, 最近位ピンの折損が1名だった. 患側過成長は平均9.4 mm(-2 mm~28 mm)で, 20 mm以上の脚長差は1名のみで生じたが, 手術希望はなく補高で加療した. 主な併存外傷の内容としては, 頭部外傷が2名, 恥骨骨折が2名, 肺挫傷が2名であり, 多発外傷の重症度を75点満点で点数化した Injury Severity Scale は平均14.4点(9~26点)だった.

骨折型はAO/OTA分類でA2(2名), A3(3名), B1(1名), B2(1名), C1(1名)だった. 症例数が少数のため, A type群(以下, A群:5名)およびB type+C type群(以下, B/C群:3名)

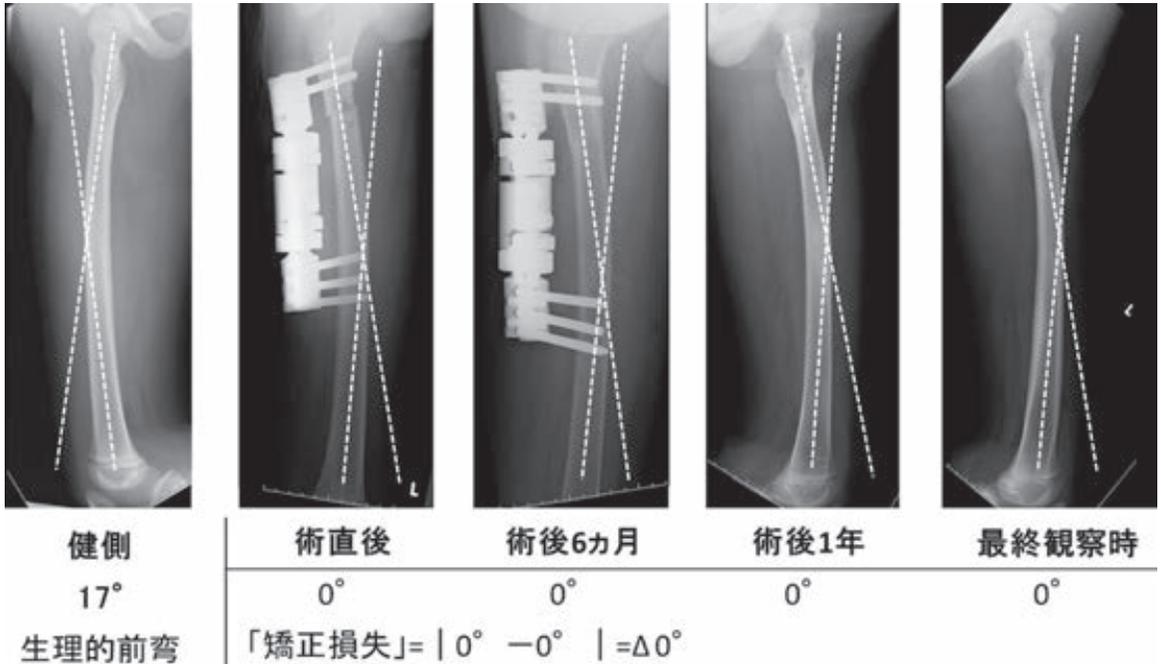


図2. 矢状面の角状変形

図1と同一症例。生理的前弯分を除いて角状変形を記録した。

の2群で各項目を比較した。手術時間はA群で平均110分、B/C群で平均147分、出血量はA群で平均20ml、B/C群で平均8.7mlだった。手術時間はB/C群でやや長い傾向があったものの、手術時間(p=0.37)、出血量(p=0.59)において統計学的に有意差はなかった。

角状変形について各症例の推移を折れ線グラフで示すと、最終観察時の角状変形は冠状面では8名全員で10°以内に収まり、1名を除き5°以内だった。矢状面でも1名を除き10°以内に収まり、2名を除き5°以内だった(図3, 4)。冠状面および矢状面の角状変形における「術直後」「術直後～6か月の差分の絶対値」「最終観察時」については、AおよびB/Cの2群間で統計学的に有意差はなかった(表1, 2)。

### 考 察

小児閉鎖性大腿骨骨幹部骨折に創外固定を用いた報告は多く、早期離床や早期からの荷重開始が可能で、低コストかつ簡便であり、偽関節や遷延癒合も0～3%程度と保存的治療と比較して良好

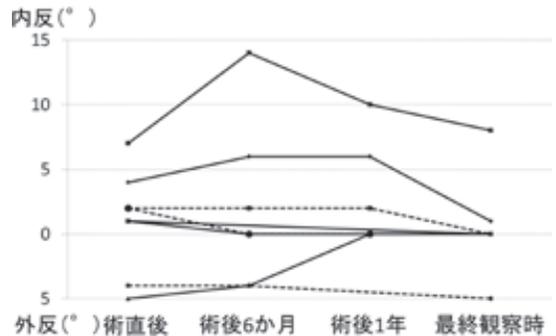


図3. 冠状面角状変形の推移

実線：A群(5名)、点線：B/C群(3名)

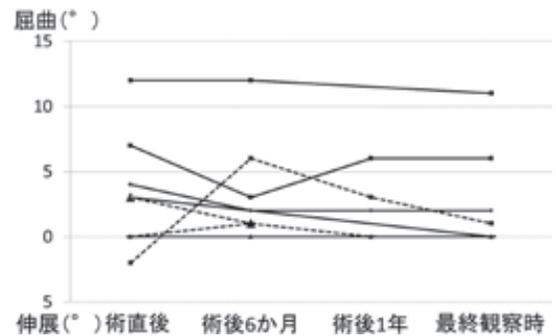


図4. 矢状面角状変形の推移

実線：A群(5名)、点線：B/C群(3名)

表 1. 冠状面角状変形

	A 群	B/C 群	p 値
術直後	1.6° 内反	0°	0.59
Δ(術後6か月～術直後)	Δ2.2°	Δ0.67°	0.32
最終観察時	1.8° 内反	0.3° 外反	0.24

\*それぞれの群での平均値を示した.

表 2. 矢状面角状変形

	A 群	B/C 群	p 値
術直後	5.2° 屈曲	0.3° 屈曲	0.10
Δ(術後6か月～術直後)	Δ1.8°	Δ4°	0.48
最終観察時	3.8° 屈曲	0.3° 屈曲	0.24

\*それぞれの群での平均値を示した.

とされる。合併症は、術後再骨折が0～22%、深部に到達するピン刺入部感染が0～14%、患肢の過成長が0～14%に生じるとされ<sup>9)</sup>、特に創外固定抜去後の術後再骨折やピン刺入部感染は、弾性髓内釘や内副子固定で少ないとして、創外固定治療以外を推奨する報告もある<sup>2)</sup>。

創外固定後の角状変形に関しては、10°以上の角状変形は3～19%と報告されているが、それにとともに矯正手術を必要とした報告はまれである<sup>3)4)</sup>。矢状面についても、術中透視で創外固定器が重なることで整復位の正確な評価が難しく、角状変形が起りやすい可能性もあるが、膝関節により代償されることで治療を要する場合はまれだとされる<sup>9)</sup>。骨折型ごとの角状変形について詳細に述べた報告は、我々が渉猟し得た限りではなかったが、本研究において「術直後」の角状変形は術中の整復不良の有無、「術直後～6か月での差分」は矯正損失、「最終観察時」のものはモデリングを含めた最終的なアライメントを表すと考えられ、創外固定では骨折型にかかわらず術直後の整復位が良好で、矯正損失が少ないことが示唆された。これは、手技の原理として術者の裁量により整復位の調整が可能な部分が大きく、創外固定器の固定力が強固であることを考えると、妥当な結論と考えられた。

その他の治療法での術後角状変形について述べると、弾性髓内釘では斜骨折や粉碎を伴う骨折で

は整復位が不良となりやすく、ギプス固定が必要となる例や転位が増悪する例も報告されている<sup>8)9)</sup>。ギプス固定を必要とする場合、早期離床や隣接関節の可動域、早期荷重の面で制限を受ける可能性があるといえる。内副子固定では外側にプレートを設置し骨片が引き寄せられ外反変形を来しやすいとされており<sup>5)</sup>、本研究の結果およびこれらの知見をまとめると、創外固定は弾性髓内釘や内副子固定と比較して、同等以上の固定性があり、骨折型による影響を受けにくい可能性がある。

本研究は、一名の遷延癒合(術後10か月で創外固定器抜去、C1 type)を含み、粉碎骨折にともなう第3骨片の転位が残存したことが原因と考えられた。遷延癒合について述べると、A type等の単純骨折では、創外固定の固定性が強固過ぎるという懸念があり、逆に弾性髓内釘では微小な外力が骨折部に加わり仮骨の形成が促進されるために、比較的骨癒合が早いとする報告もあった<sup>11)</sup>。ただし、創外固定でもdynamizationを追加することで骨癒合までの期間に有意な差はないとする報告もあった<sup>1)</sup>。

合併症に関しての最近の知見では、大腿骨径に対する最適な径のピンを使用し、前後左右のうち3皮質骨以上の骨癒合を確認し抜釘することで術後再骨折を減少でき、ピン刺入部感染に対する早期からの経口抗菌薬内服等により、術後深部感染症は減少するとされる<sup>5)</sup>。加えて、ピンの改良にとともに熱壊死の減少や、ハイドロキシアパタイトで被覆されたピンの使用で術後の緩みが減少するとされる<sup>7)</sup>。そのため、最近実施された弾性髓内釘と創外固定を比較した研究の多くが、合併症の発生率はほぼ同じであり、どちらを選択するかは術者の裁量に任されるとしている<sup>1)6)11)</sup>。また、低コストで、良性腫瘍などの骨腫瘍や開放骨折等にも対応できる汎用性が創外固定の利点であり<sup>11)</sup>、手技に習熟するまでに比較的時間が掛かるとされる弾性髓内釘<sup>10)</sup>と比較して簡便である点も考慮される。以上から、さまざまな条件や骨折型に対応できる創外固定は、依然として小児閉鎖性

大腿骨骨幹部骨折の治療における有用な選択肢の一つだと考えられた。

本研究では症例数が少なく、詳細な骨折型ごとの解析が行えていない。回旋変形についても単純X線での定量的な評価が難しく評価方法を検討することが今後の課題である。また、角状変形の長期的予後として、機能軸の偏移にともなう変形性関節症の早期発症や歩容異常にともなうADL障害が重要であり、長期的研究を行うことが望ましいと考えた。

### 結 語

1) 小児閉鎖性大腿骨骨幹部骨折において創外固定治療により骨折型にかかわらず、強固な固定性により良好な整復位を得られ、少ない矯正損失で治療が行えた。

2) 創外固定は、幅広い骨折型に同一の簡便な手技で対応できる汎用性が利点の一つであり、依然として有用な選択肢の一つと考えられた。

### 文献

- 1) Aslani H, Tabrizi A, Sadighi A et al : Treatment of Pediatric Open femoral fractures with External fixator versus flexible intramedullary nails. Arch Bone Joint Surg **1** : 64-67, 2013.
- 2) Barlas K, Beg H : Flexible intramedullary nailing versus external fixation of paediatric femoral fractures. Acta Orthop Belg **72** : 159-163, 2006.
- 3) Blasler RD, Aronson J, Tursky EA : External

fixation of pediatric femur fractures. J Pediatr Orthop **17** : 342-346, 1997.

- 4) Gregory P, Pevny T, Teague D : Early complications with external fixation of pediatric femoral shaft fractures. J Orthop Trauma **10** : 191-198, 1996.
- 5) Heyworth BE, Hedequist DJ, Nasreddine AY et al : Distal femoral valgus deformity following plate fixation of pediatric femoral shaft fractures. J Bone Joint Surg Am **95** : 526-533, 2013.
- 6) Kong H, Sabharwal S : External Fixation for Closed Pediatric Femoral Shaft Fractures: Where Are We now? Clin Orthop Relat Res **472** : 3814-3822, 2014.
- 7) Piza G, Caja VL, Gonzalez-Viejo MA et al : Hydroxyapatite-coated external-fixation pins. The effect on pin loosening and pin-track infection in leg lengthening for short stature. J Bone Joint Surg Br **86** : 892-897, 2004.
- 8) 佐藤和生, 齊藤丈太 : 大腿骨骨幹部骨折に対する手術治療の成績. 日小整会誌 **24** : 194-198, 2015.
- 9) Sink EL, Gralla J, Repine M : Complication of pediatric femur fractures treated with titanium elastic nails. J Pediatr Orthop **25** : 577-580, 2005.
- 10) Sponseller PD : Surgical management of pediatric femoral fractures. Instr Course Lect **51** : 361-365, 2002.
- 11) Wani MM, Rashid M, Dar DA et al : Use of external fixator versus flexible intramedullary nailing in closed pediatric femur fractures: comparing results using data from tow cohort studies. Eur J Orthop Surg Traumatol **26** : 223-230, 2016.