

## Retrograde Flexible Intramedullary Nailing を用いた 学童期以降の小児大腿骨骨折の治療

香川県立中央病院整形外科

長 野 博 志

**要 旨** 学童期以降の小児大腿骨骨折に対して、retrograde flexible intramedullary nailing (Ender nail)を用いて治療を行った7例8肢について検討した。男性6例、女性1例、受傷時年齢は9~16歳(平均12.4歳)、経過観察期間は3~37か月(平均14か月)、骨折型はAO分類で32-A1:2例、32-A3:6例であった。入院期間は41~100日(平均71日)、仮骨形成時期21~29日(平均25.0日)、荷重開始時期は39~57日(平均53日)であった。10°を超える角状変形や回旋変形は認めず、1cmを越える脚長差を残した症例は無かった。3例で刺入部位の疼痛を認め、1例でEnder釘の打ち込みの再手術が必要であった。最終的には全例良好な結果であった。この方法は骨端線を損傷せずに、良好な整復と骨癒合が得られる有効な治療法の一つである。

### はじめに

小児大腿骨骨幹部骨折の治療は依然議論の多いところである。

学童期以降の小児大腿骨骨折に対しエンダー釘を用いた retrograde flexible intramedullary nail 法(以下、flexible nailing)で加療した症例を検討したので、文献的考察を加え報告する。

### 対象および方法

対象は2002年4月~2006年7月までに、flexible nailingで治療した7例8肢である。性別は男性6例、女性1例、患肢は右3肢、左5肢、受傷時年齢は9~16歳(平均12.4歳)であった。受傷原因は交通事故が5例で4例は自転車、1例はバイクの事故であった。転落が1例、脳性麻痺の1例が体位変換時の骨折であった。両側例1例、floating kneeの症例1例、脳挫傷合併例1例で

あった。骨折型はAO分類で32-A1の螺旋骨折が2例でいずれも転子下の骨折であった。32-A3横骨折が6例で骨幹部中1/3での骨折が4例、骨幹部遠位1/3での骨折が2例あった。経過観察期間は3~37か月(平均14か月)であった。

これらの症例に対し入院期間、仮骨形成時期、荷重開始時期、最終成績を検討した。機能評価はFlynn<sup>3)</sup>の評価基準を用いた(表1)。

Minor complicationは追加処置を要した合併症で、Major complicationは再入院や再手術を要した合併症である。

### 手術方法

手術は牽引手術台を用いなくて、基本的には骨折部は展開しない、closed reductionで行った。整復は助手の徒手的な牽引整復操作で多くの場合整復可能であった。ただし螺旋骨折の症例では小切開による観血整復、ワイヤー固定を追加した。

**Key words** : femoral shaft fracture (大腿骨骨幹部骨折), school-age children (学童期の小児), retrograde flexible intramedullary nailing (逆行性髄内釘), Ender nail (エンダー釘)

連絡先 : 〒 760-0017 香川県高松市番町5-4-16 香川県立中央病院整形外科 長野博志 電話(087)835-2222

受付日 : 平成20年3月5日

表 1. Flynn's classification

|                       | Excellent | Good    | Poor    |
|-----------------------|-----------|---------|---------|
| Leg length inequality | <1.0 cm   | <2.0 cm | >2.0 cm |
| Mal-alignment         | 5°        | 10°     | >10°    |
| Pain                  | none      | none    | present |
| Complications         | none      | minor   | major   |

エンダー釘のエントリーポイントは大腿骨遠位骨端線の近位1~2 cmの所であり、同レベルで内外側に4.5 mmドリルで穴を開け、オール等で穴を少し拡口。使用するエンダー釘は4~5 mm 2本であり、術前に計測し選択する。エンダー釘の先を少しbendingしておくと、挿入が容易である。3点固定がその固定性の重要なポイントであるので、エンダー釘の彎曲は大きめにつけるようにした。

## 結 果

入院期間は41~100日(平均71日)と長かった。これは核家族で、両親が共働きなどの家庭の事情や、院内学級で授業を受けることが可能であったので、学校に行けるまで入院させたいという、親の希望を考慮したためと考えられた。仮骨形成時期21~29日(平均25日)で、荷重開始時期は39~57日(平均50日)であった。多くの症例で術後6週より1/3荷重開始。両側例、floating knee症例などで術後8週より荷重を許可した。全荷重可能となったのは平均10週であった。術後機能評価は、再手術を行った1例を除き、Excellentであった。釘の打ち込み不足の症例に、同部の痛みに対し、釘の打ち込みの再手術を行った。脚長差は、1例で1 cm以下の短縮を認めた。回旋変形は、腹臥位で股関節の内、外旋を健側と比較し、1例で5°の外旋変形を認めた。角状変形は認めなかった。3例で術後刺入部位の疼痛を認めたが、抜釘後最終調査時には消失していた(表2)。

## 症例提示

**症例1**：9歳、女児。2階から誤って転落し、受傷。両側32-A3の大腿骨骨折(図1)。受傷翌日、直径4 mmのエンダー釘2本を逆行性に挿入固定。術後は若干の不安定性の残る左側のみ2週間

表 2. 術後評価(Flynn's classification)

|                     | Excellent 7例  | Poor 1例 |
|---------------------|---------------|---------|
| 脚長差(SMD)            | 1例(1 cm以下の短縮) |         |
| 回旋変形                | 1例(5°の外旋)     |         |
| 刺入部位疼痛              | 3例            |         |
| 再手術<br>(エンダー釘の打ち込み) | 1例            |         |



の介達牽引を行った。術翌日より膝可動域訓練開始。術後8週より部分体重負荷、10週より全体重負荷。術後6か月で抜釘を行い、術後1年での機能評価は、Flynn分類でExcellentであった(図2)。

**症例2**：11歳、男児。自転車走行中、車と接触し受傷。骨折型は32-A3。受傷後4日に、直径4.5 mmのエンダー釘2本を逆行性に挿入し固定した。

術翌日より膝可動域訓練開始。術後1週よりCPM、術後8週より部分体重負荷、10週より全体重負荷を行った。術後8か月時、1 cm以下の短縮と5°の外旋変形を認めたが、角状変形、疼痛、合併症は無く、Flynn分類でExcellentであった。このように、骨折部がより遠位の症例では遠位骨片の固定性が弱く、慎重な後療法が必要である(図3)。

**症例3**：16歳、男性。体位変換時に骨折。骨折型は32-A1。脳性麻痺があり立位は不可能であった。受傷後4日に、直径4 mmのエンダー釘2本を逆行性に挿入し固定。骨折部の整復は観血的に行い、骨折部をワイヤーで固定した。術後2.5か月骨癒合良好で、Flynn分類でExcellentであった(図4)。

## 考 察

就学前の小児大腿骨骨折は、骨癒合が良好であり、牽引やギプス固定での保存的治療が原則である。しかし患者が学童期以降になると、幼児期までと比較すると、骨癒合およびモデリングが制限されることや、早期の退院なども考慮され、手



図 1. 症例 1 : 9 歳, 女児. AO 32-A3



手術時



術後 1 年

図 2. 症例 1



手術時

術後 8 か月

図 3. 症例 2 : 11 歳, 男児. AO 32-A3



手術時

術後 2.5 か月

図 4. 症例 3 : 16 歳, 男性. AO 32-A1

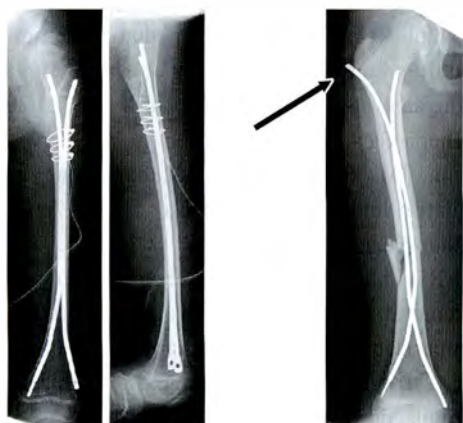
術的治療が選択されることが多い。flexible nailing は、骨端線を損傷せずに良好な整復と骨癒合が得られる。しかし、短縮や回旋に対する固定性が不十分であるため、その適応骨折は、粉碎がなく、比較的安定型の骨折である。われわれは flexible nailing を AO 分類 32-A1, A3 の症例に用いて、治療を行い良好な結果を得た。Poolman ら<sup>6)</sup>は 2422 例の小児大腿骨骨折を review し、その結果保存的治療より手術的治療が mal-union rate と有害事象が少ない点で勝ると報告している。2422 例の review の結論は “intramedullary nailing versus external fixation”, “intramedullary nailing versus submuscular plating”, “flexible versus rigid intramedullary nailing” については multi-center RCT で調査する必要がある、

現時点ではエビデンスとなるような結論はでなかった。Flexible nailing に関しては、flexible nailing (10 例) と external fixation (10 例) を比べた randomized controlled trial<sup>1)</sup>があり、その結果は mal-union は flexible nailing では 1 例もなく、external fixation では 3 例に発生し、2 cm 以上の脚長差は両群ともなく、有害事象は flexible nailing では 4 例、external fixation では 5 例あったと報告している。

小児の大腿骨骨折の治療法は保存療法、創外固定、髄内釘、プレート固定などがあるが、それぞれ利点、欠点がある。創外固定法は、開放性骨折の場合には良い選択肢であるが、強固に固定された場合、外仮骨の形成をみない、いわゆる direct bone healing の形態をとることがあり、抜釘後の

表 3.  
治療法の比較  
★Pin tract infection  
☆骨端線損傷 大腿骨頭壊死

|         | Flexible n. | 保存療法 | EF | IMnail | Plating |
|---------|-------------|------|----|--------|---------|
| 固定性     | ○           | ×    | ○  | ◎      | ◎       |
| 骨癒合     | ◎           | ◎    | ○  | ◎      | ○       |
| 変形治癒    | ◎           | △    | ○  | ◎      | ◎       |
| 再骨折     | ○           | ○    | △  | ○      | △       |
| 患者のストレス | ○           | ×    | △  | ○      | ○       |
| 入院期間    | △           | △    | △  | ○      | ○       |
| その他合併症  |             |      | ★  | ☆      |         |



Wiring の追加 釘を近位で皮質を貫く  
図 5. 回旋不安定性に対して

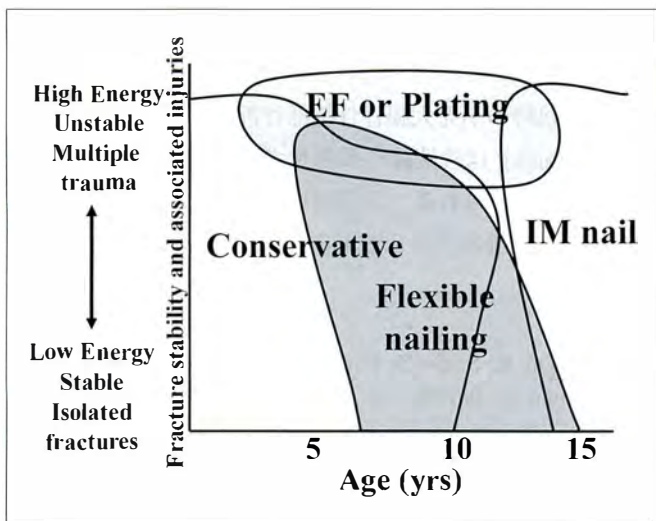


図 6.

再骨折のリスクがある。順行性の髓内釘固定法は、大腿骨近位骨端線の損傷や大腿骨頭壊死の危険があり、成長期を終えていない小児には問題がある。プレート固定法は、分節型の骨折や粉碎骨折では、MIPO による架橋プレート固定での良好な成績が報告されているが、侵襲が大きい点が問題である。Flexible nailing は、学童期以降で幅広い適応がある。しかし不安定な骨折、特に短縮をきたす危険性のある骨折は適応に限界がある。また回旋固定性に対してはその固定力に問題があると考えられる(表 3)。それに対する我々の対策としては wiring の追加や釘を近位で皮質を貫き固定性を高めるなどの工夫をしたり、場合によっては短期間の介達牽引を行っている(図 5)。

小児大腿骨骨折の安定性および合併損傷と、受傷年齢とを考慮した治療法の選択を図 6 に示す。これは Flynn ら<sup>4)</sup>の報告を一部改変したものである。

小児の長管骨骨折では、リモデリングである程度の角状変形、脚長差が許容されるが、年齢によ

てその許容範囲が異なる。Flynn らは、6～10 歳での角状変形の許容範囲は varus-valgus angulation 10°, anterior-posterior angulation 15°, shortening の許容範囲は 15 mm としている。11 歳以上では varus-valgus angulation 5°, anterior-posterior angulation 10°, shortening は 10 mm とさらに許容範囲が狭い。特に大腿骨近位部の骨折では、近位骨片の転位が大きいため角状変形を残しやすいので注意が必要である。Hae ら<sup>5)</sup>は、保存療法では 7 例中 2 例(28%)で 10° 以上の角状変形を残し、flexible nailing 10 例では認めなかったとしている。

また小児長幹骨骨折では、通常骨折後の患肢は過成長するとされており、保存的治療では骨折部を overlap させるが、flexible nailing では骨折部を end-to-end で固定するため、術後過成長による脚長差の問題が議論される。術後脚長差について、Hae らは、保存療法群では平均 5.0 mm、flexible nailing 群では平均 3.3 mm であり、脚短縮-過成長の幅は保存的治療のほうが大きかった

としている。また Buechsenschuetz ら<sup>2)</sup>は, flexible nailing では脚長差は全て 1 cm 以内であった, としている。これは自例の結果においても同様であった。

## 結 語

学童期以降の小児大腿骨骨幹部骨折において, flexible nailing は骨端線を損傷せずに, 良好な整復と骨癒合が得られる。学童期以降の小児の治療に有効な治療法の一つと考える。

## 文 献

- 1) Bar-On E, Sagiv S, Porat S et al : External fixation or flexible intramedullary nailing for femoral shaft fractures in children. A prospective, randomized study. J bone Joint Surg Br **79** : 975-978, 1997
- 2) Buechsenschuetz KE, Mehlman CT, Shaw KJ

et al : Femoral shaft fractures in children : traction and casting versus elastic stable intramedullary nailing. J Trauma **53**(5) : 914-921, 2002.

- 3) Flynn JM, Hresko T, Reynolds RA et al : Titanium elastic nails for pediatric femur fractures : a multicenter study of early results with analysis of complications. J Pediatric Orthopaedics **21** : 4-8, 2001.
- 4) Flynn JM, Schwend RM : Management of pediatric femoral shaft fractures. J Am Acad Orthop Surg **12**(5) : 347-359, 2004.
- 5) Hae RS, Chang WO, Hyun DS et al : Treatment of femoral shaft fractures in young children : comparison between conservative treatment and retrograde flexible nailing. J Pediatric Orthopaedics **13**(4) : 275-280, 2004.
- 6) Poolman RW, Kocher MS, Bhandari M : Pediatric femoral fractures : A systematic review of 2422 cases. J Trauma **20**(9) : 648-654, 2006.

## Abstract

### Femoral Shaft Fracture in School-age Children and Adolescents Treated with Retrograde Flexible Intramedullary Nailing

Hiroshi Nagano, M. D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kagawa Prefectural Central Hospital

We report 8 cases of a femoral shaft fracture in 7 school-age children and adolescents treated with retrograde flexible intramedullary nailing(using Ender nails). There were 6 boys and 1 girl, with an average age at the time of injury of 12.4 years(range from 9 to 16 years). The average follow-up period was 14 months(range from 3 to 37 months). According to the AO classification of fracture type, 2 cases were 32-A1 was, and the other 6 cases were 32-A3. The average duration of hospitalization was 71 days(range from 41 to 100 days). The average time until callus formation was 25 days(range from 21 to 29 days). The average time until weight-bearing was 53 days(range from 39 to 57 days). No case of angular or rotational deformity greater than 10 degrees was observed, and no case showed leg length discrepancy greater than 10 mm. Three patients postoperatively complained of pain at the site of insertion of the flexible nails into the femur. In one case, re-operation was necessary. At most recent follow-up, all cases showed excellent results. This treatment was an effective method achieving good alignment and good bony union without damage to the epiphyseal line.