

## 痙直型脳性麻痺児の下腿内捻変形に対する 下腿骨外旋骨切り術

愛知県立心身障害児療育センター第二青い鳥学園整形外科

則竹 耕 治・吉 橋 裕 治

**要 旨** 痙直型脳性麻痺児の下腿内捻変形に対する下腿骨外旋骨切り術の短期成績について検討した。対象は53例79肢、男児31例、女児22例、単麻痺1例、両麻痺52例であった。手術時年齢4.9～16.3歳(平均8.0歳)、調査時年齢6.3～18.8歳(平均11.5歳)、経過観察期間0.8～6.7歳(平均3.5年)であった。術式は腓骨を骨切り後、胫骨の骨幹部で骨切りしプレートにて固定した。手術による神経、血管損傷はなく、感染、偽関節、骨折もなかった。術中の平均減捻角度は24.6°で、術前と調査時の下腿回旋中央値(下腿最大内旋の thigh-foot angle と下腿最大外旋位の thigh-foot angle の中央値)の変化は26.2°であり、近似していた。手術時11歳以上では11歳未満に比べて全荷重時期が遅かった。調査時の foot progression angle は79肢中53肢(67%)が軽度外旋位であった。11歳未満の脳性麻痺児の下肢の多部位同時手術において、胫骨骨幹部での骨切り、プレート固定は、容易で安全な方法である。

### はじめに

痙直型脳性麻痺児の特徴的な歩行のなかで内旋歩行はしばしばみられる。神経・筋疾患を有する小児において下肢の内旋位は、立位や歩行を不安定にする。Gage は、脳性麻痺児の下肢骨の回旋異常に lever arm dysfunction という概念を導入した<sup>1)</sup>。内旋歩行は、立脚中期において足関節から前足部荷重部までの lever arm を短縮させ、正常歩行でみられる膝関節伸展モーメントを低下させる。これは効率のよい歩行を困難にし、長期的には歩行障害の促進因子になる。したがって、脳性麻痺児の歩行能力を改善し歩行能力を維持するためには、下肢の回旋異常の正常化を図る必要がある。

内旋歩行の原因としては、筋に由来するもの(中

殿筋、内側ハムストリングなど)と下肢骨の回旋変形に由来するもの(大腿骨過大前捻、下腿骨の内捻変形)に分けられる。すでに骨の変形が見られる段階では、筋のみの手術で内旋歩行を矯正するには限界があると考えられる。このため、筆者らは下肢骨の回旋変形が明らかな場合、積極的に下肢骨の減捻骨切り術を行ってきた。すでに大腿骨過大前捻変形に対する大腿骨減捻骨切り術の報告を行った<sup>2)</sup>。今回は、下腿内捻変形に対する下腿骨外旋骨切り術の短期成績を報告する。

### 対象および方法

1996～2003年までに、下腿内捻変形に伴う内旋歩行に対し、下腿骨外旋骨切り術を施行した痙直型脳性麻痺児53例79肢を対象とした。男児31例、女児22例。麻痺のタイプは単麻痺1例、両麻

**Key words** : cerebral palsy (脳性麻痺), internal tibial torsion (下腿内捻), rotational osteotomy in the tibia and fibula (下腿骨回旋骨切り術)

連絡先 : 〒444 3505 愛知県岡崎市本宿町柳沢5-1 愛知県立心身障害児療育センター第二青い鳥学園整形外科  
則竹耕治 電話(0564)48 2831

受付日 : 平成15年3月1日

表 1. 合併手術 (n=79 肢に対して)

骨手術	
大腿骨減捻骨切り術	58 肢
脛骨延長術	9 肢
軟部手術	
大腿筋切離術	● 肢
長内転筋延長術	52 肢
ハムストリング延長術	内側 81 肢, 外側 44 肢
大腿直筋移行術	30 肢
下腿三頭筋延長術 (Strayer 法, ヒラメ筋 FL, アキレス腱延長術)	115 肢

FL: fractional lengthening (調査時までの再手術を含む)

図 1. 下腿骨減捻骨切り術後 X線像



痺 52 例であった。術前の主な移動方法は独歩 24 例, 杖歩行 10 例, 歩行器使用による歩行 19 例であった。下腿骨骨切り術は, 左側のみ 27 例, 両側 26 例であり, 右側のみの症例はなかった。手術時年齢 4.9~16.3 歳 (平均 8.0 歳), 調査時年齢 6.3~18.8 歳 (平均 11.5 歳), 経過観察期間は 0.8~6.7 年 (平均 3.5 年) であった。

下腿骨外旋骨切り術の適応は, 内旋歩行を呈し, 下腿の内捻変形を有する例である。手術方法は腓骨中央部での骨切除後, 脛骨の中央よりやや遠位の骨幹部で骨切りを行い, 近位骨片と遠位骨片のそれぞれにあらかじめ垂直に刺入した Kirschner 鋼線を指標にして減捻を行い, マチス社製の DCP プレート (スモールまたはナロー) にて内固定した (図 1)。術中イメージは使用しない。減捻角度は, thigh-foot angle や下腿回旋角度を参考にして術後に足部が 5° 外旋位になるよう決定した。術後は大腿部から足部までのギプス固定を 19 日間行い, その後可動域訓練を開始する。なお, 筆者らは脳性麻痺児の下肢の手術は基本的に一期的に施行しているため, 合併手術が多い (表 1)。特に対象肢の約 7 割に大腿骨過大前捻角変形に対して, 大腿骨減捻骨切り術を併用した。

調査項目は, (1) 術中の減捻角度, (2) 術後の合併症, (3) 術前と調査時の下腿回旋変形, (4) 術後の平行棒内での全荷重時期, (5) 調査時の foot progression angle である。下腿回旋変形は, 仰臥位で股関節, 膝関節, 足関節を 90° に保ち thigh foot angle<sup>7)</sup>をはかる要領で後足部を把持して下腿を

内外旋し, その最大内旋位の thigh-foot angle と最大外旋位の thigh-foot angle を計測してその中央値を下腿回旋中央値と定義し, 指標とした (図 2)。なお, その値は内旋を -, 外旋を + とした。平行棒内全荷重時期については, 対象を手術時年齢により 3 群に分け比較検討した。内旋歩行の程度を調べるため, 床上に標した 2 本の平行な直線上を歩行し, それらの線と足部のなす角を foot progression angle と定義した (図 3)。さらに, それらの 2 本の直線に対してそれぞれ 15°, 30° 方向に直線を標した。内旋歩行, 外旋歩行についてそれぞれ 15° 未満, 15~30° 未満, 30° 以上の計 6 か所に分け, どこに含まれるかを肉眼で判定した。なお, 内旋位を -, 外旋位を + で表した。

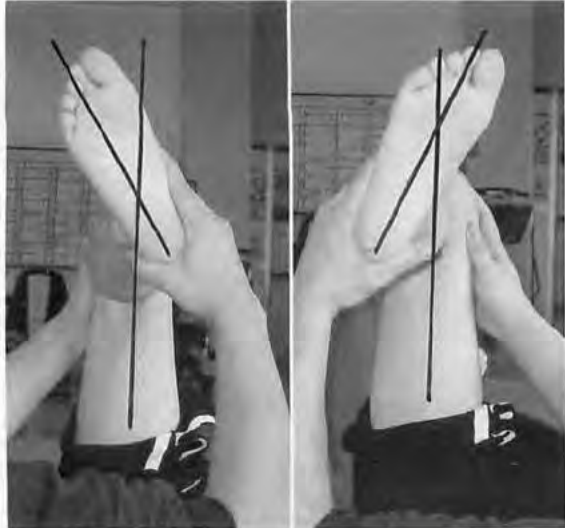
術前と調査時の下腿回旋中央値の比較は paired t-test を用いて検定した。平行棒内全荷重時期の 3 群間の比較は ANOVA 分析を行い, さらに Fisher test を行った P < 0.05 を統計学的に有意とした。

## 結果

1) 術中の減捻角度は平均 24.6° (± 9.1°) であった。

2) 手術による神経, 血管損傷, 術後の感染, 偽関節, 骨折は 1 例も認めなかった。1 例 2 肢に下腿内捻と内旋歩行の再発を認め, 初回手術後 5 年 6 か月で再手術を施行した。

3) 術前の下腿回旋中央値は 18.7° で下腿は内捻していたが, 術後は +7.5° で外旋位になり, 有意に矯正されていた (p < 0.0001) (表 2)。その変化は, 26.2° であった。



alb

◀図 2.

下腿回旋中央値  
(a) 最大外旋位の thigh foot angle (30°)と(b) 最大内旋位の thigh foot angle (25°)の中央値(2.5°)を下腿回旋中央値と定義した。



図 3. ▶

Foot progression angle  
の計測

表 2. 下腿回旋変形の変化 (N=79 肢)

	術前	調査時	変化
回旋中央値	18.7±9.1	7.5±6.8°	26.2
最大内旋角度	-43.2±14.6	9.5±6.6°	
最大外旋角度	5.8±8.6	24.5±12.1°	

Paired t test \*p<0.0001

4) 平行棒内全荷重の時期は、7歳未満の群では、平均59.9日、7~11歳未満の群では平均65.8日、11歳以上の群では平均86.8日であった(表3)。11歳以上の群は他の2群に比べ有意に全荷重時期が遅かった(p<0.0001)。

5) 調査時の foot progression angle は、79肢中53肢(67.1%)が15°未満の軽度の外旋位を呈した(図4)。15°から30°の中等度の外旋歩行が、16肢(20.3%)にみられた。15°以上の内旋歩行や30°以上の外旋歩行はみられなかった。

### 考 察

下腿回旋変形の計測は、thigh-foot angle が用いられることが多いが、脳性麻痺児では、尖足や外反扁平足などの足部の変形、診察時の筋の過緊張(内側ハムストリング)などにより正確に計測するのは困難である。このため、筆者らは、通常 thigh-foot angle のほかに、下腿の最大内旋位の thigh-foot angle と最大外旋位の thigh-foot angle を計測し、その中央値を指標としてきた。その結果、術前の下腿回旋中央値は、18.7°から術後は+7.5°に改善した。これまでこの正常値の報告はないが筆者らは、経験的に+5°程度が望まし

いと考えている。また今回の調査において、術中の下腿の平均減捻角度は24.6°であり、術前と調査時の下腿回旋中央値の平均の変化26.2°と近似していた。これにより、下腿回旋中央値も下腿回旋変形の指標として使用できることが示唆された。

下腿骨減捻骨切り術では骨切りレベルと内固定方法が問題となる。骨切りレベルに関して、骨癒合の点では、骨幹部に比べ骨幹端部が有利である。このため、遠位骨端線近くの骨幹端での骨切りの報告が見られる<sup>2)5)</sup>。しかし、骨幹端部での骨切りは、プレート固定の場合、プレートを骨幹端の輪郭に合わせるように曲げる必要があり、また骨端線を損傷しないように注意しなければならない。そのため術中イメージで確認している報告もある<sup>6)</sup>。これに対して、骨幹部での骨切りは骨癒合はやや遅いが、プレートを曲げる必要がなく、骨端線損傷の危険もない。このため、術中イメージで確認する必要がない。脳性麻痺児の下肢の多部位同時手術では、個々の手技は容易で、短時間で行えることが望ましい。このため筆者らは骨幹部での骨切りを行ってきた。ただし、今回の荷重時期の検討から、11歳以上の年長児は、有意に荷重時期が遅いことが判明し、今後これらの年長児には、骨幹端部での骨切りも検討したいと考えている。

骨切り部の固定法に関しては、Kirschner 鋼線、Steinmann ピン、スクリューなどで固定する報告もみられるが、ギプス固定が6週間以上になり術後早期の可動域訓練ができないことが欠点であ

表 3. 手術年齢と荷重時期 (N=52 例)

手術時年齢 (Mean±SD)	N	荷重時期(日数) Mean±SD
<7歳(5.6±0.4)	27	59.9±6.1
7<11歳(8.0±0.6)	13	65.8±9.9
11歳<(13.1±1.4)	12	86.8±17.0

ANOVA  $p < 0.0001$ , Fisher test \* $p < 0.0001$

る<sup>24)8)</sup>。また、下肢の多部位手術を行っている最中、強固な固定をしないと骨切り部が転位する危険がある。これらの点で、プレートによる強固な固定が脳性麻痺児の下肢の多部位手術には最適と考えられる。胫骨骨幹部は円柱形ではないため、DCP プレートのような板状のプレートの固定の場合、軽度側方転位するが機能的な問題はないと筆者らは考えている。Selver らは遠位骨幹部で骨切りし、固定には T 字型プレートを使用している<sup>9)</sup>。筆者らは T 字型プレートの経験がなく、DCP プレートとの比較検討を行うことはできなかった。

胫骨の減捻角度の決定は、術前の下腿回旋中央値、術中の thigh-foot angle、膝関節伸展位での膝蓋骨と足部の関係などを参考にして行っている。そして骨切り後の thigh-foot angle や膝関節伸展位で膝蓋骨と足部の関係から軽度の外旋位(5°ぐらい)になるようにしている。

調査時の foot progression angle に関しては、対象肢の約 7 割に大腿骨減捻骨切り術などを併用しているため、下腿骨減捻骨切り術単独の効果ではなく、多部位同時手術の結果と言える。また、調査時に約 20% の対象肢で、foot progression angle が +15°~+30° の中等度の外旋歩行がみられたが、歩行時の骨盤の回旋異常や大腿骨の回旋変形、膝関節の回旋可動性なども影響したと推察される。これらの変形は、時間の経過とともに変化する可能性があり、今後長期的な観察が必要である。脳性麻痺児の下腿骨減捻骨切り術に対する三次元歩行分析を用いた評価の報告も見られる<sup>5)8)</sup>。それらの foot progression angle は正確であるが、高価な機器が必要となり、時間もかかる。筆者らが報告したような肉眼の評価は安価で単純であり、臨床の場で使い易いと考えている。

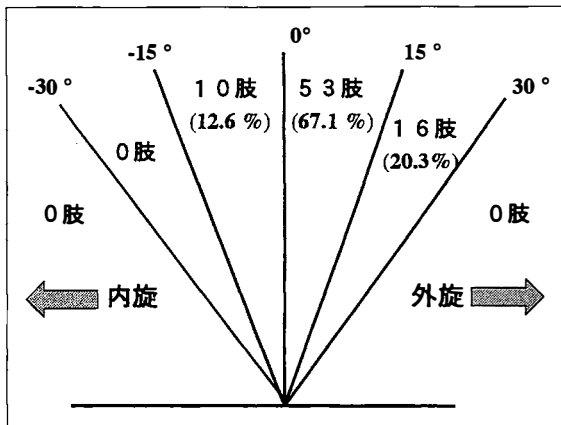


図 4. 調査時の foot progression angle (N=79 肢)

### 文 献

- 1) Gage JR : The Treatment of Gait Problems in Cerebral palsy. Mac Keith Press, London, 188, 2004.
- 2) Liggio FJ, Kruse R : Split tibialis posterior tendon transfer with concomitant distal tibialis derotational osteotomy in children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop 21 : 95-101, 2001.
- 3) 則竹耕治, 吉橋裕治, 栗田和洋 : 痙直型脳性麻痺児の股関節内旋歩行に対する大腿骨減捻骨切り術. 日小整会誌 11 : 147-151, 2002.
- 4) 落合達宏, 佐藤一望, 諸根すぎほか : 痙直型両麻痺の下腿内捻変形に対する O'Donoghue 法による回旋骨切り術の経験. 脳性麻痺の外科研究会誌 12 : 23-26, 2002.
- 5) Ryan DD, Rethlefsen SA, Skaggs DL et al : Results of tibial rotational osteotomy without concomitant fibular osteotomy in children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop 25 : 84-88, 2005.
- 6) Selber P, Filho ER, Dallalana R et al : Supramalleolar derotation osteotomy of the tibia, with T plate fixation. J Bone Joint Surg 86-B : 1170-1175, 2004.
- 7) Staheli LT, Corbett M, Wyss C et al : Lower-extremity rotational problems in children : normal values to guide management. J Bone Joint Surg 67-A : 39-47, 1985.
- 8) Stefko RM, Swart RJ, Dodgin DA et al : Kinematic and kinetic analysis of distal derotational osteotomy of the leg in children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop 18 : 81-87, 1998.

## **Abstract**

### External Rotational Osteotomy in the Leg of Children with Cerebral Palsy

Koji Noritake, M. D., et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Aichi Prefectural Hospital, and Habilitation Center  
for Disabled Children, Dai-ni Aoitori Gakuen

We have retrospectively reviewed 53 consecutive cases of ambulatory children with cerebral palsy and tibial torsion who underwent overall 79 operations of external rotational osteotomy in the leg. The osteotomy was performed at the diaphysis of the middle of the tibia, with plate fixation. There were 31 boys and 22 girls. One patient had monoplegia, and the other 52 patients had diplegia. The mean age at operation was 8.0 years. The mean follow-up was 3.5 years. The average amount of derotation measured at surgery was 24.6 degrees. The results were evaluated clinically, including postoperative complications, thigh-foot angle, foot progression angle, and the interval until full weight-bearing. There was no neurovascular complication, and no nonunion. The average change in thigh-foot angle at follow-up was 26.2 degrees. At follow-up, the foot progression showed mild out-toeing in 70% of the 79 legs. In children aged 11 years or more, the interval until full weight-bearing was delayed compared to children aged 11 years or less. We concluded that derotation osteotomy in the diaphysis of the tibia, with plate fixation was an effective safe method for the correction of torsional deformity in the leg in cerebral palsied children aged 11 years or less.