

## 脳性麻痺片麻痺患者に対するボツリヌス療法前後の歩行分析評価

川野 彰 裕<sup>1)</sup>・帖 佐 悦 男<sup>2)</sup>・柳 園 賜一郎<sup>1)</sup>  
門 内 一 郎<sup>1)</sup>・勝 寫 葉 子<sup>1)</sup>・渡 邊 信 二<sup>2)</sup>

1) 宮崎県立こども療育センター整形外科

2) 宮崎大学医学部整形外科

**要 旨** 脳性麻痺片麻痺患者に対して A 型ボツリヌス毒素製剤を使用し、その治療前後で三次元歩行分析評価を行った。対象は歩行分析が行えた片麻痺男児 4 例である。それぞれ腓腹筋に 4 単位/kg のボツリヌス毒素製剤を施注し、施行前および 6 週後で三次元歩行分析を行った。運動学的評価では足関節背屈角度の増加、膝関節の可動域の拡大、改善を認めた。運動力学的には Double Bump Pattern の改善、パワー産生ピークのタイミングの正常化、異常パワー消失などの所見が得られた。歩行分析上、ボツリヌス療法は尖足歩行の改善を得られる有効な治療法と考えられる。

### はじめに

当センターでは 2005 年から痙性斜頸に、2009 年より脳性麻痺児の尖足に対して A 型ボツリヌス毒素製剤による治療を行っている。今回我々は、ボツリヌス療法を行った脳性麻痺片麻痺患者において、三次元歩行分析による治療評価を行ったので報告する。

### 対象と方法

平成 22 年 6 月までの脳性麻痺下肢痙縮投与例 14 例のうち、歩行可能で三次元歩行分析が行えた片麻痺 4 例を対象とした。年齢は平均 7.7 歳 (6~12 歳) の男児 4 例で、Gross Motor Function Classification System (以下、GMFCS) は Level I : 2 例、Level II : 2 例であった。4 例の施注部位はすべて腓腹筋であり、4 単位/kg のボツリヌス毒素製剤を投与した。

歩行分析はアニマ社製三次元動作分析装置

MA3000、フォースプレート MG1090 を用いて、施行前および 6 週後に行い、時間距離因子、運動学的・運動力学的評価を行った。歩行速度は自由とし、最低 3 ストライドを採取し正規化を行った。これを当センターで計測した正常データと比較検討した<sup>1)</sup>。歩行周期は initial contact から terminal swing までの 8 相の sub phase に分けて評価した (立脚期 5 相、遊脚期 3 相)。評価項目は時間距離因子、矢状面での膝関節・足関節の角度変化、モーメント変化、パワー変化とした。施行前後の変化に関しては、paired t-test を用いた統計学的検定を行い、 $p < 0.05$  の場合に有意差ありと判定した。

### 結 果

ボツリヌス療法後、徒手的な足関節背屈角度の改善は、概ね 6 週後で最大となり、その後も維持された。特に膝伸展位における fast stretch での背屈角度の改善が著明で、施行前平均  $-15.8^\circ$  が 6

**Key words** : 3D-gait analysis (三次元歩行分析), cerebral palsy (脳性麻痺), Botulinum toxin (ボツリヌス毒素)

連絡先 : 〒 889-1601 宮崎県宮崎市清武町大字木原 4257-8 宮崎県立こども療育センター整形外科 川野彰裕

電話 (0985) 85-6500

受付日 : 平成 23 年 4 月 1 日

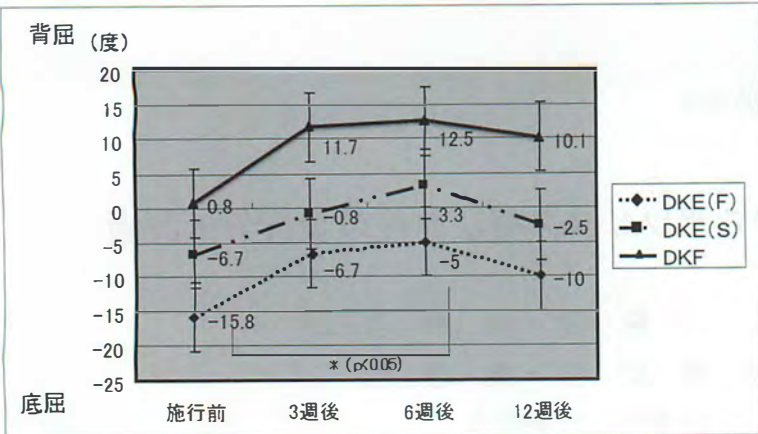


図 1. 治療前後における足関節背屈角度の変化 (4例4肢)  
 DKE(F)：膝関節伸展位での背屈 (fast stretch)  
 DKE(S)：膝関節伸展位での背屈 (slow stretch)  
 DKF：膝関節屈曲位での背屈  
 \*：t-testにてDKE(F)の有意な改善を認める。

表 1. 時間距離因子の変化(4例4肢)

	施行前	6週後	12週後
歩行速度(m/秒)	1.07	0.96	0.93
ストライド長(m)	0.96	0.87	0.84
歩調(歩数/分)	133.9	132.1	130.7
患側の立脚期比(%)	52.8	53.8	54.5

\*p<0.05

週後平均 $-5^{\circ}$ へと有意( $p<0.05$ )に軽快し、治療による痙縮の改善が示唆された(図1)。

時間距離因子では、施行前後で歩行速度は平均1.07 m/secから0.93 m/sec、ストライド長は平均0.96 mから0.84 mと減少したが統計学的な有意差は認めず、麻痺側の立脚比は52.8%から54.5%と有意( $p<0.05$ )に増加した(表1)。

運動学的評価では足関節背屈角度の増加、膝関節の可動域の拡大、改善を認めた。運動力学的にはDouble Bump Patternの改善、パワー産生ピークのタイミングの正常化、異常パワー産生の消失などの所見を認めた。

### 症 例

症例1：6歳、男児、脳性麻痺、右片麻痺。GMFCSはLevel Iで尖足歩行であった。右腓腹筋に計50単位のA型ボツリヌス毒素製剤を投与した。治療前は立脚期全般にわたり尖足歩行であったが、治療後は踵接地を認めるようになった。足関節角度変化では、治療前は正常と比較して底屈位で推移していたが、治療後は全歩行周期を通して背屈方向への動きが増加した。足関節モーメ

ントは反射的な底屈運動によりDouble Bump Patternと呼ばれる2峰性パターンを示していた治療前と述べ、治療後は立脚期前半のモーメントピーク値が減少し、一峰性の正常パターンに近づいた。足関節パワーも同様に、治療前は立脚期前半に足関節底屈筋のストレッチによる反射的な反応が生じ、異常なパワー吸収と産生を認めていたが、治療後は立脚期全体のパワーパターンが改善した。産生ピーク値の減少は、ボツリヌス療法による筋弛緩の影響と考えられる(図2)。

症例2：6歳、男児、脳性麻痺、左片麻痺。GMFCSはLevel Iで4歳頃から左尖足歩行が目立つようになり受診。左腓腹筋に計76単位の投与を行ったところ、治療前と比較して足関節の背屈角度が拡大し、立脚期後半の膝過伸展が改善した。また、治療前はつま先の接地で背屈方向への動きから始まっていたが、治療後は1st rockerと呼ばれる底屈の動きが出現した。足関節モーメントにおいては、治療後もDouble Bump Patternを認めるものの、そのピーク値は減少し、立脚終期における底屈モーメント、パワー産生のピークのタイミングが正常化した(図3)。膝関節角度を治療前後で比較すると立脚中期から終期にかけての過伸展の改善がみられた。膝関節モーメントでは、関節角度変化で過伸展を示した時期に一致して生じていた過剰な屈曲モーメントが治療後には減少した(図4)。腓腹筋の弛緩により脛骨の動きをコントロールしやすくなった結果と考えられる。

### 足関節角度

### 足関節モーメント

### 足関節パワー

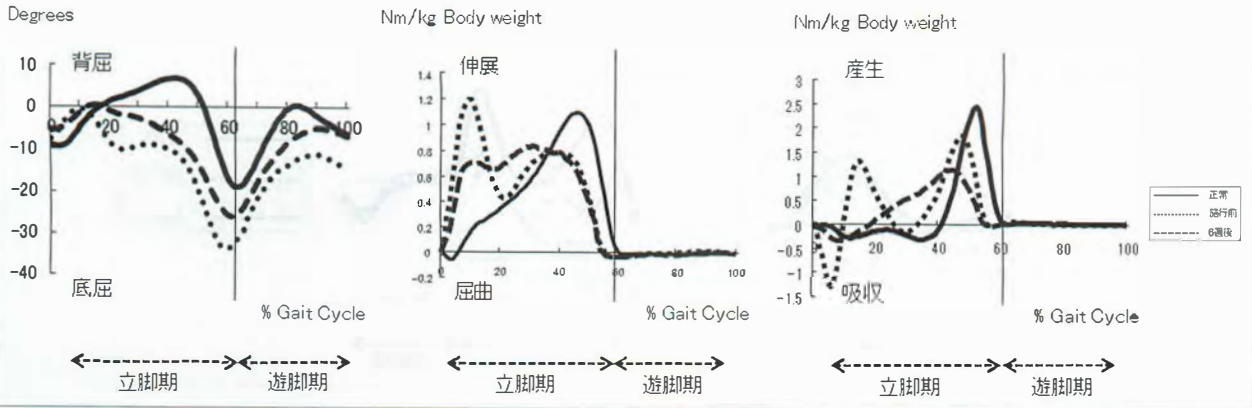


図 2. 症例 1 の歩行分析結果(足関節)

治療後、関節角度は背屈方向への動きが拡大し、モーメントは 1 峰性の正常パターンに近づいた。

### 足関節角度

### 足関節モーメント

### 足関節パワー

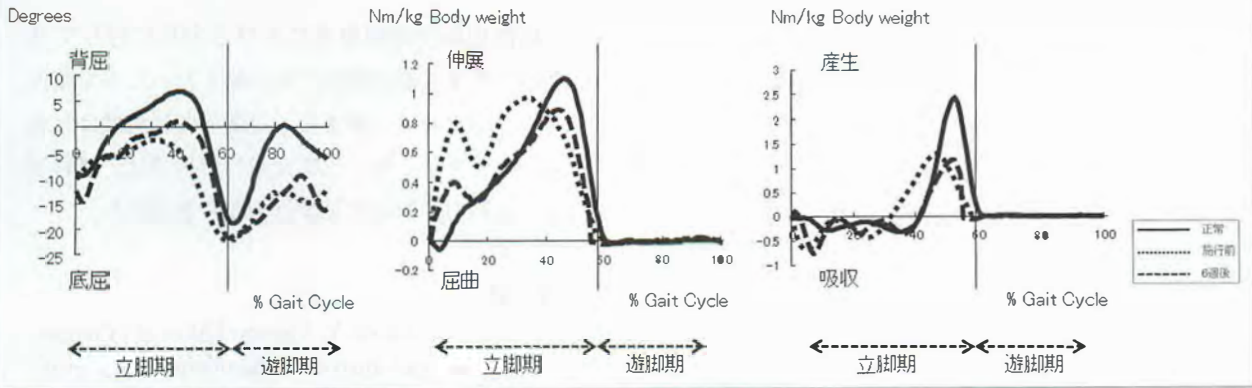


図 3. 症例 2 の歩行分析結果(足関節)

治療後、1st rocker が出現し、立脚終期の底屈モーメント、パワー產生のピークのタイミングが正常化した。

## 考 察

ポツリヌス療法にかかわらず、尖足治療の効果判定としては、徒手の関節可動域検査やビデオ撮影などさまざまな方法があり、特に痙縮の評価尺度としては Modified Ashworth scale, Modified Tardieu scale が広く使用されているが、当センターではより客観的な方法として三次元歩行分析を行っている。海外ではすでにポツリヌス毒素製剤投与後に、三次元歩行分析や筋電図などを用い、運動学的・運動力学的評価を行った報告がある。三次元歩行分析による運動力学的評価としては、

足関節における異常パワー吸収の減少が報告されており<sup>2)</sup>、当センターの症例でも足関節および膝関節パワーについて同様な結果を得た。表面筋電図を併用した歩行分析では、前脛骨筋と下脛三頭筋の共同収縮が減少したとの報告もあり<sup>1)</sup>、ポツリヌス療法は対象筋のみならず歩容全体に影響を及ぼす可能性が示唆される。

Sutherland らはポツリヌス療法における歩行分析の役割として、① 適切な用量、投与間隔、最大投与量、② 周囲筋における薬液の拡散状況、③ 成長に伴う筋長の不足に対する有用性、④ 併用されるギプス治療や装具治療の効果、といった項目

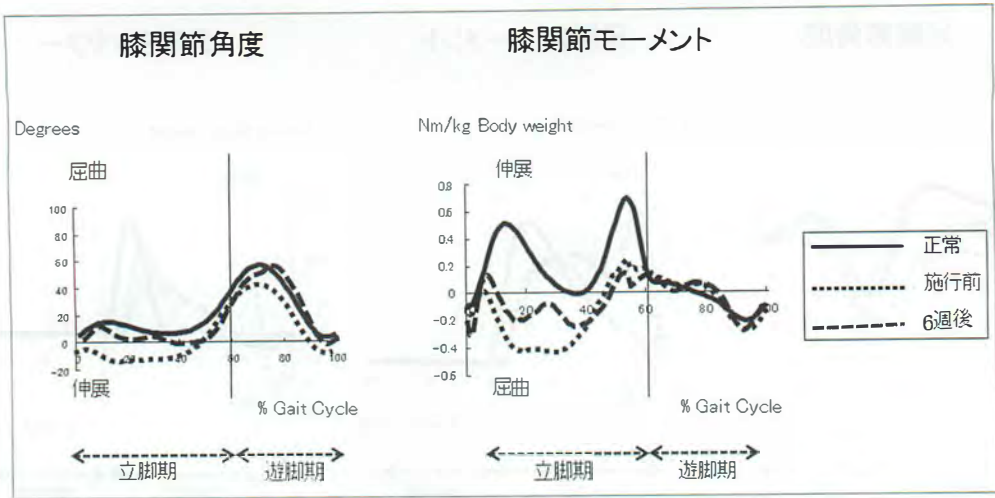


図 4. 症例 2 の歩行分析結果(膝関節)

治療後、立脚中期から終期にかけての過伸展の改善、過剰な屈曲モーメントの減少を認めた。

を挙げているが<sup>3)</sup>、これに加えて外科的治療の治療計画、効果予測にも重要な役割を果たし得ると考えられる。今回の症例からは、時間距離因子の変化として施行後 6 週、12 週と歩行速度やストライド長の減少を認め、これは腓腹筋の緊張低下による所見と考えられる。また、足関節角度変化からは施行後 12 週でも改善が維持されているため、これらの結果から薬剤の効果維持としての投与間隔は 3、4 か月が適当であろうと推測される。さらに今後の課題としては、症例数を増やし GMFCS レベル別の評価などを行っていく必要があると思われる。

低年齢の脳性麻痺児では腓腹筋が伸長しやすく、歩行時の尖足も他動的に背屈しやすい状態であり、この時点では可逆性である。しかし、成長に伴って筋長が不足し、徐々に可動性が失われれば、二次的な筋拘縮・短縮が生じた結果、不可逆的な尖足拘縮に至る。こうした変化に対し、ボツリヌス療法は足部をダイナミックな状態に維持できる治療法であり、手術療法に加えて有効な治療手段になっていくものと考えられる。

## まとめ

痙直型脳性麻痺患者における尖足に対して A 型ボツリヌス毒素製剤での治療を行ったので報告した。ボツリヌス療法後、足関節背屈角度はおおむね改善を示した。三次元歩行分析では、運動学的・運動力学的に尖足歩行の改善を認めた。

## 文献

- 1) Galli M, Cimolin V, Valente EM et al : Computerized gait analysis of botulinum toxin treatment in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil* 29 : 659-664. 2007.
- 2) Manganotti P, Zaina F, Falso M et al : Evaluation of botulinum toxin therapy of spastic equinus in paediatric patients with cerebral palsy. *J Rehabil Med* 39 : 115-120. 2007.
- 3) Sutherland DH, Kaufman KR, Wyatt MP et al : Double-blind study of botulinum A toxin injections into the gastrocnemius muscle in patients with cerebral palsy. *Gait Posture* 10 : 1-9. 1999.
- 4) 吉川大輔, 柳園陽一郎, 山口和正ほか : 正常小児歩行の検討. *整形外科と災害外科* 56 : 128-131. 2007.

## **Abstract**

### Botulinum Toxin Injection for Spastic Hemiplegia in Cerebral Palsy : 3D-Gait Analysis

Akihiro Kawano, M. D., et al.

Department of Orthopedic Surgery, Miyazaki Prefectural Center for Handicapped Children

We report the results from 3D-gait analysis after Botulinum toxin injection into the spastic hemiplegic limb in 4 children with cerebral palsy. A total of 4 units/kg of Botulinum was injected into the gastrocnemius muscle. Gait was assessed using a 3D-gait analysis system before injection and followed for six weeks after injection. Improvements were seen in the ankle dorsiflexion, in expansion of excursion of the knee joint on kinematic evaluation, in the Double Bump Pattern, in normalisation of the timing of the peak power production, and in disappearance of abnormal power on kinetic evaluation. These findings suggested that Botulinum injection was effective for improving equinus gait in cerebral palsy.