

脳性麻痺児の尖足手術後に再発した2例での歩行解析

藤田裕樹¹⁾・松村崇史¹⁾・松山敏勝¹⁾・山下敏彦²⁾

1)北海道立子ども総合医療・療育センター整形外科

2)札幌医大整形外科

要旨 我々は、脳性麻痺片麻痺の内反尖足に対して腓腹筋延長術と長母趾屈筋腱背側移行術で2例2足の再発を経験し、再手術前の歩行解析を施行した。初回手術時年齢は、7歳2か月と4歳7か月、術後経過観察期間は8年1か月と7年5か月である。術前の歩行解析において足関節の底背屈では、toe-toe gaitを呈し、foot progression angleで内旋位、そして立脚中期での底屈筋群による異常なパワー産生を認めた。今後歩行解析を再発の評価分析に応用して、術式のpositive feedbackとしたい。

緒言

当センターでは、脳性麻痺(Cerebral Palsy:以下, CP)片麻痺児で活動性および再発リスクが高い尖足症例に対して、腓腹筋延長(Gastro Cnemius Lengthening:以下, GCL)に加えて長母趾屈筋腱背側移行術(Flexor Hallucis Longus transfer:以下, FHL 移行)を追加している。これまで、本術式前後では足関節の背屈角度の改善、そしてレントゲン評価では、足部側面像での脛距角と脛踵角の有意な改善を報告した¹⁾。また、術前後の歩行解析の短期成績については、立脚終期における膝関節伸展角度、足関節の最大背屈角度の改善、足関節モーメントのdouble bump ankle patternからsingle bump ankle patternへの改善および初期接地から荷重応答期における背屈モーメントの産生などの改善点について報告した²⁾。今回は、中期経過において2例の再発例を経験したので、再発例の歩行解析を行い、その特性を分析することにより再発原因を検討した。

表1. 対象

	症例1	症例2
麻痺側	左	右
手術時年齢	7歳2か月	4歳7か月
経過観察期間	8年1か月	7年5か月
FHL 移行部位	第3中足骨	第3中足骨

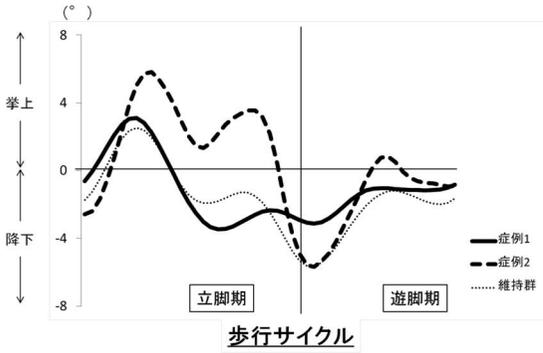
対象と方法

2000年以降当センターにてCP片麻痺の内反尖足に対してGCLおよびFHL移行術を行い術後3年以上経過した症例は17例17足であった。再発を来した2例2足を対象とし、再手術の目的で入院した際に歩行解析を施行した。症例1は歩行解析時年齢が15歳3か月の女兒、左麻痺例で初回手術時年齢は7歳2か月、FHLは第3中足骨への移行を行った。再発までの期間は8年1か月であった。症例2は歩行解析時年齢が12歳0か月、右麻痺例で、初回手術時年齢は4歳7か月、移行部位は第3中足骨、再発までの期間は7年5か月であった(表-1)。使用機種にはインターリ

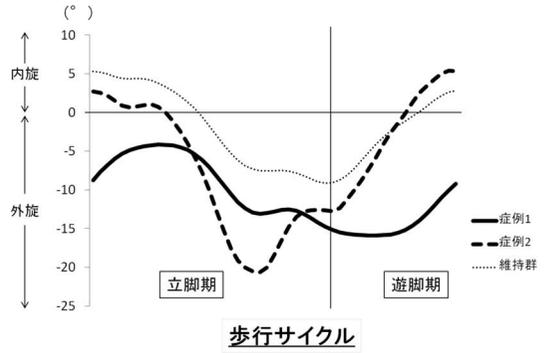
Key words : gait analysis(歩行解析), cerebral palsy(脳性麻痺), flexor hallucis longus tendon transfer(長母趾屈筋腱移行), recurrence(再発)

連絡先 : 〒006-0041 北海道札幌市手稲区金山1条1丁目240-6 北海道立子ども総合医療・療育センター整形外科
藤田裕樹 電話(011)691-5696

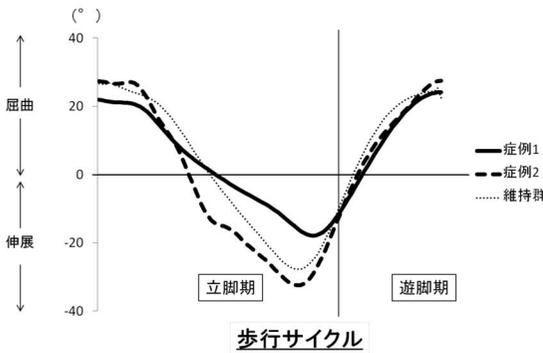
受付日 : 2014年2月21日



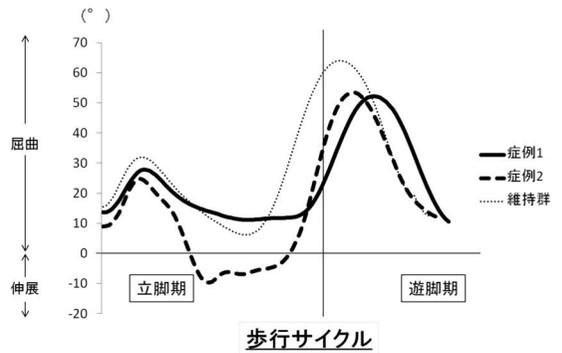
a. 骨盤傾斜



b. 骨盤回旋



c. 股関節の角度



d. 膝関節の角度

図1. 骨盤, 股関節, 膝関節の kinematic data

- a: 再発の2例において異常な骨盤傾斜はみられない.
- b: 再発の2例において立脚中～終期での過外旋を認めた.
- c: 症例2において立脚終期での過伸展を認めた.
- d: 症例2において立脚終期での過伸展を認めた.

ハ社製の VICON MXF 20 および AMTI 社製の床反力計を用いた。患児の身体に 33 個のマーカを装着して, 7 台のビデオカメラで撮影を行った。3 歩行周期の平均を算出し, 骨盤の回旋および傾斜角度, 股関節および膝関節の屈伸角度, 足関節の底背屈角度と foot progression angle およびモーメントとパワーを評価した。対照として術後3年以上経過して安定した歩容を維持している3例3足を維持群として比較した。

結果

kinematic data において, 骨盤傾斜の一般的な正常値は, 5°前後といわれており, 再発群および維持群において病的な骨盤の傾斜はなかった(図1-a)。骨盤回旋は, 立脚終期および遊脚前期での

内外旋が 10°以下であり再発群の2例において立脚中期から終期にかけて患側への過外旋を認めた(図1-b)。矢状断における股関節角度では症例2において立脚終期の過伸展がみられ, また, 膝関節角度においても同症例にて立脚中から終期での過伸展がみられた(図1-c, d)。足関節角度において, 2例の再発例では立脚終期の最大背屈角度が 0°以下であり toe-toe gait を呈した(図2-a)。静止立位における正常の foot progression angle は 7°外旋といわれており歩行時も同様に外旋位を取ることが知られている³⁾⁶⁾。再発群は立脚期に明らかな内旋位を呈し, 前遊脚期でその内旋が最大となり, そこからぶん回し様を呈した。一方, 維持群は全歩行周期で外旋位を保持していた(図2-b)。足関節モーメントでは再発群はともに

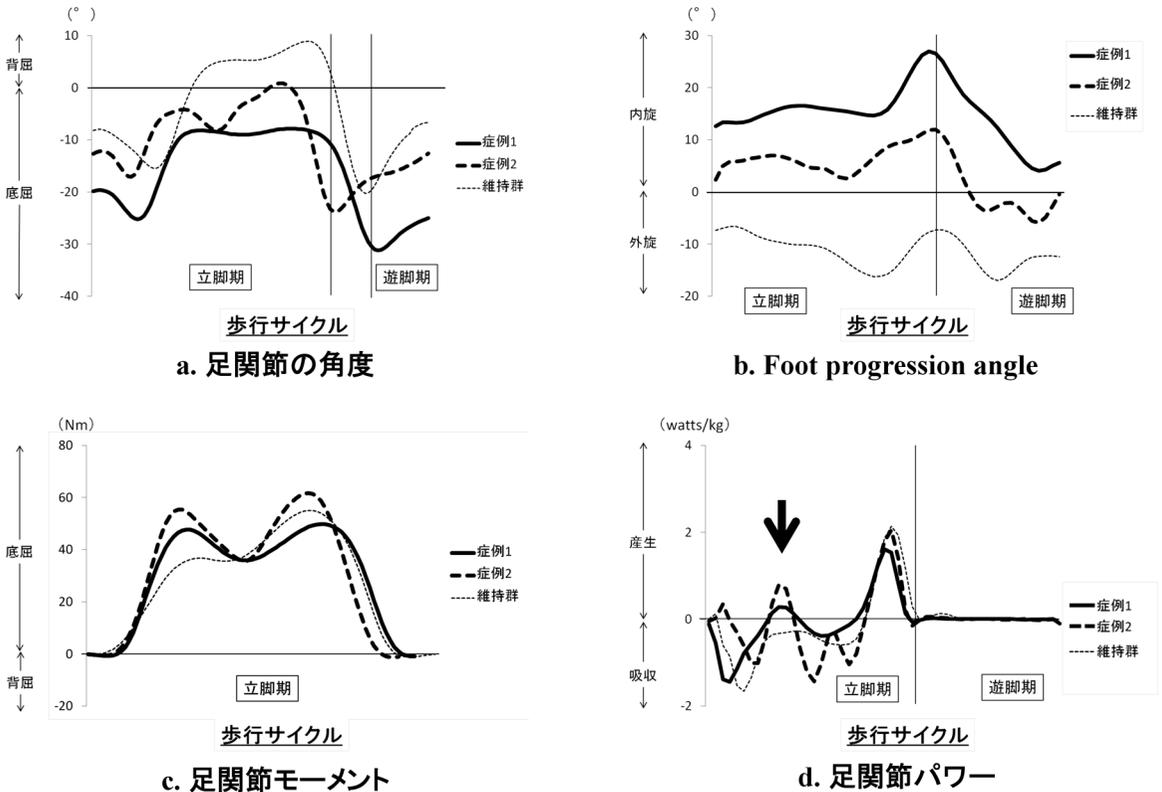


図2. 足関節の kinematic data, kinetic data
 a: 再発群において toe-toe gait を呈していた。
 b: 再発群において立脚期の著しい内旋位を認めた。
 c: 再発群において明らかな double bump ankle pattern を認めた。
 d: 再発群において立脚中期での異常なパワー産生を認めた(矢印)。

double bump ankle pattern を呈していたがモーメントのピークは立脚中期と終期で同等であった(図2-c)。正常の足関節パワーは、立脚終期に軽度の吸収を示したのち前遊脚期の push off に向けて急速に産生を行うことが、過去の報告¹⁾⁶⁾で述べられているが、我々の評価した再発例はともに立脚初期から終期にかけての不安定な波形および歩行サイクルの20~28%時において、底屈筋群の求心性収縮の増大に伴う異常なパワー産生を認めた(図2-d)。

考 察

本術式における過去の報告は、多くはない。趾屈筋腱の背側移行を初めて報告した小野らは、術後の経過観察期間が4~8年の症例では尖足の再

発例の報告をしていない⁵⁾。CP児への適応を報告した広島らの報告でも、26足中7足に術後3年以内に軽度の足関節可動域制限を生じたが再手術の必要性はなかったと述べている⁴⁾。我々の今回のまとめでは、17足中の2足(11%)に再発を認めたと、Ratheyら⁷⁾の報告にある片麻痺41%、両麻痺18%の再発率に比べると少ないと判断した。

歩行解析において、Susanらはこれまでの矢状面に焦点を当てすぎる傾向を警鐘し、冠状断評価の重要性も述べている⁸⁾。今回、我々はこれまでの矢状断中心から冠状断にも評価を広げた結果、foot progression angleにおける異常な内旋位を認めた。また、運動効率の観点からパワーの産生および吸収の評価も加え、足関節パワーにおける立脚中期の底屈筋群の求心性異常収縮を確認し

た。上記2点からは、後脛骨筋を中心とした底屈筋群の痙性亢進から拘縮への再発過程が考えられた。尖足の初発症例における toe-heel gait では、forefoot rocker(回転中心が前足部)後に ankle rocker(回転中心が足関節)が来るため、足関節モーメントの double bump ankle pattern のピークは、テコの作用の長い forefoot rocker, すなわち前半に高くなる。しかし、再発群のモーメントピークは中期と終期でほぼ同等であり、ankle rocker の喪失が考えられた。その原因として、特に症例1の足関節底背屈角度で顕著にみられる立脚中期～終期での足関節の背屈可動性の喪失より、下腿三頭筋の癒着による筋のスライディング性喪失も示唆された。以上の結果および過去の我々の報告²⁾における内反尖足の primary の歩行解析データと異なる点から、今回の歩行解析結果は本術式後の再発の特徴である可能性が示唆された。また、今後への課題として、腱移行部を第4中足骨とすること、後脛骨筋の fractional lengthening を追加する点が挙げられた。しかし、評価視点を広げると体幹および骨盤といった近位での kinematic data の異常を認め、それには大腿骨の過前捻、下腿の内捻および脚長差等といった骨性の影響も関連しているため、再発の原因評価は足関節に留めるべきではないことを再認識した。また、症例2のように初回手術時年齢が若年であった問題も挙げられるが、両麻痺と異なり片麻痺では著しい内反尖足拘縮を呈するため、ボツリヌス毒素や補装具での time saving が困難な症例が多いのも現実である。今後は歩行解析を含めた総合的な評価を行い本術式への positive feedback としたい。

まとめ

1) GCL+FHL 移行術後に再発を来した2例2足に対して、歩行解析で評価した。

2) 再発2例は、いずれも足関節の底背屈において toe-toe gait を呈し、モーメントでは double bump, foot progression angle では立脚期の著明な内旋位、そして立脚中期の過度のパワー産生を認めた。

3) 再発には多因子が関連するため、今後身体の内外的因子に対して歩行解析を含めた再評価を行い本術式への positive feedback としたい。

文献

- 1) 藤田裕樹, 金谷久美子, 松山敏勝: 脳性麻痺児の尖足歩行に対する手術療法(中期成績での検討). 日小整会誌 20: 410-414, 2011.
- 2) 藤田裕樹, 道家孝幸, 松山敏勝: 痙直型片麻痺児の内反尖足に対し腓腹筋延長と長拇趾屈筋腱背側移行術併用例の術前後の歩行解析評価. 日小整会誌 22: 58-63, 2013.
- 3) Gage JR, Schwartz MH, Koop SE et al: The identification and treatment of gait problem in cerebral palsy, 2nd edition, Mac Keith Press, 31-66, 2009.
- 4) Hiroshima K, Ohshita S, Ono K et al: Anterior transfer of the long toe flexors for treatment of spastic equinovarus and equinus foot in cerebral palsy. J Pediatr Orthop 8: 164-168, 1988.
- 5) Ono K, Hiroshima K, Tada K et al: Anterior transfer of the toe flexors for equinovarus deformity of the foot. Int Orthop 4: 225-229, 1980.
- 6) Perry J, Burnfield J: Gait analysis: Normal and pathological function, 2nd edition, SLACK Incorporated, 51-84, 2010.
- 7) Rattey TE, Leahey L, Hyndman J et al: Recurrence after Achilles tendon lengthening in cerebral palsy. J Pediatr Orthop 13: 184-187, 1993.
- 8) Susan A R, Robert M K: Transverse plane gait problems in children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop 33: 422-430, 2013.

Abstract

Long-Term Gait Analysis of Equinus Foot Deformity
in Cerebral Palsy Hemiplegia

Hiroki Fujita, M. D., et al.

Dept. of Orthop Surg., Hokkaido Medical Center for Child Health and Rehabilitation

We report 3D gait analysis of recurrent equinus foot deformity in two cases of cerebral palsy hemiplegia treated surgically by gastrocnemius muscle lengthening using flexor hallucis longus tendon transfer. Preoperatively in both cases, gait was without heel contact and showing in-toeing, with abnormal power generation in mid-stance induced by contracture of the ankle plantar flexors. The age at surgery was 7 years 2 months, and 4 years 7 months. The follow-up duration was 8 years 1 month, and 7 years 5 months, respectively. We discuss the findings before and after surgery using 3D gait analysis.