

## Ponseti 法における初期治療の重要性

名古屋大学医学部 整形外科

三 島 健 一・鬼 頭 浩 史・門 野 泉  
松 下 雅 樹・杉 浦 洋・長谷川 幸  
北 村 暁 子・西 田 佳 弘・石 黒 直 樹

**要 旨** Ponseti 法における初期治療の重要性を明らかにするため、アキレス腱切腱直前と1歳時および初診から2年以降の足部レントゲンを調査した。対象は先天性内反足26例35足である。正面距踵角(A-TC)、側面距踵角(L-TC)、TC-index (A-TC+L-TC)、最大背屈位側面脛踵角(Ti-C)を計測し、片側例では健側との差( $\Delta$ )、両側例では左右の平均(mean)を求めた。その結果、切腱直前 $\Delta$  A-TCや1歳時 $\Delta$  Ti-Cと $\Delta$  TC-index、切腱直前 mean Ti-Cや1歳時 mean Ti-Cと mean TC-index はそれぞれ最終評価時の各指標と有意に正相関した。Ponseti 法は適切な初期治療によって内反尖足を矯正し、少なくとも始歩期までその維持に努めることが良好な短期成績につながる。Ponseti 法の矯正スキルを上げるため、初期矯正の達成度をレントゲンで判定することは有用かもしれない。

### 背 景

Ponseti 法の普及によって先天性内反足の初期治療成績は向上し、1歳未満の軟部組織解離術は減少した<sup>5)</sup>。しかし、経過とともに少なからず外観上の変形は再発し、軟部組織解離術を必要とする症例が出現してくる<sup>6)</sup>。本研究の目的はギブス矯正期から始歩期である1歳時の初期治療期間中に、客観的な矯正位を獲得し維持することの臨床的意義を明らかにし、Ponseti 法の治療成績の向上に資することである。

### 対象と方法

対象は Ponseti 法を導入した2004年以降、当科で同法にて治療した先天性内反足50例69足のうち、アキレス腱切腱直前と1歳時に足部レントゲン検査を行い、2歳以降まで経過観察を行った

26例35足である。男19例、女7例、片側例17例、両側例9例、特発性18例、症候性8例であった。症候性内反足の内訳は、先天性多発性関節拘縮症が2例、染色体異常(12トリソミー)が1例、低フォスファターゼ血症が1例、手足の先天奇形(多指症、合趾症、多合趾症)が3例、絞扼輪症候群が1例であった。

アキレス腱切腱直前、1歳時、初診から2年以降の最終評価時(手術実施例では術直前)の足部レントゲンから、正面距踵角 A-TC、側面距踵角 L-TC、TC-index(A-TC+L-TC)および最大背屈位側面脛踵角 Ti-C を計測した。そして片側例では健側との差( $\Delta$  A-TC,  $\Delta$  L-TC,  $\Delta$  Ti-C,  $\Delta$  TC-index)、両側例では左右の平均(mean A-TC, mean L-TC, mean Ti-C, mean TC-index)を求め、各指標の相関(アキレス腱切腱直前 vs 最終診察時、1歳時 vs 最終診察時)を統計学的に検討し

**Key words** : Ponseti method (Ponseti 法), primary care (初期治療), corrective manipulation and casting (矯正ギブス), heel-cord tenotomy (アキレス腱切腱), radiographic parameter (X線学的指標)

連絡先 : 〒466-8560 愛知県名古屋市昭和区鶴舞町65 名古屋大学医学部付属病院 三島健一 電話(052)741-2111  
受付日 : 2015年2月12日

表 1. 片側例の足部 X 線学的指標の相関(切腱直前 vs 最終評価時, 1 歳時 vs 最終評価時)

		最終評価時			
		$\Delta$ A-TC	$\Delta$ L-TC	$\Delta$ TC-index	$\Delta$ Ti-C
切腱直前	$\Delta$ A-TC	0.57( $P=0.035$ )			
	$\Delta$ L-TC		0.31(ns*)		
	$\Delta$ TC-index			0.39(ns*)	
	$\Delta$ Ti-C				0.46(ns*)
		最終評価時			
		$\Delta$ A-TC	$\Delta$ L-TC	$\Delta$ TC-index	$\Delta$ Ti-C
1 歳時	$\Delta$ A-TC	0.43(ns*)			
	$\Delta$ L-TC		0.29(ns*)		
	$\Delta$ TC-index			0.86( $P=0.002$ )	
	$\Delta$ Ti-C				0.72( $P=0.019$ )

ピアソン積率相関分析

\* ns : not significant

た.

### 結 果

片側例 17 例の初診時日齢は 30 日, 矯正ギブス回数は平均 6 回, 最終レントゲン評価時は平均 4.1 歳 ( $N=14$ ), 最終診察時は平均 5.8 歳であった. plantigrade 歩行の喪失を適応とした軟部組織解離術は 6 例(後内側解離 3 例, 後方解離 2 例, 距骨下全周解離 1 例)に行われ, そのうち 3 例は 2 歳未満であった. この 3 例(先天性多発性関節拘縮症, 多合趾症, 特発性)のアキレス腱切腱直後の足関節背屈角度はそれぞれ  $-30^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $-30^\circ$  であり, いずれも初期矯正は不良であった.

初期治療時と最終評価時の各 X 線学的指標を検討すると, アキレス腱切腱直前の A-TC および 1 歳時の Ti-C と TC-index は最終評価時の各指標と有意な正相関 ( $r>0.5$ ) が存在した(表 1).

両側例 9 例の初診時日齢は 26 日, 矯正ギブス回数は平均 6 回, 最終レントゲン評価時は平均 2.7 歳 ( $N=6$ ), 最終診察時は平均 5.5 歳であった. 軟部組織解離術は 4 例(後内側解離 3 例, 後方解離 1 例)に行われ, そのうち 1 例は 2 歳未満であった. この 1 例(先天性多発性関節拘縮症)の外転装具装着 2 か月後の足関節背屈角度は右  $30^\circ$  / 左  $40^\circ$  であり, 初期矯正は比較的良好であった.

初期治療時と最終評価時の各 X 線学的指標を検討すると, アキレス腱切腱直前の mean Ti-C および 1 歳時の mean Ti-C や TC-index は最終評価時の各指標と有意な正相関 ( $r>0.5$ ) が存在した(表 2).

手術群と非手術群を比較すると, 片側例では 1 歳時の Ti-C ( $31 \pm 17^\circ$  vs  $17 \pm 9^\circ$ ;  $P=0.045$ ), 両側例では 1 歳時の mean L-TC ( $19 \pm 4^\circ$  vs  $31 \pm 5^\circ$ ;  $P=0.005$ ) に有意差を認めた.

### 考 察

Ponseti 法は系統的な矯正操作とギブス固定, アキレス腱切腱, 4 歳までの足部外転保持装具で構成される革新的な先天性内反足の治療法であり, 外観上の初期変形矯正の成功率は特発性, 症候性ともに 90% を超えている. しかし, 初期治療に成功しても外観上の変形再発は少なからず発生し, 14~41% とされる. 変形再発時には, まず矯正ギブス固定とアキレス腱切腱が再度行われ, 装具治療も継続される. しかし, こうした低侵襲な治療に抵抗し, plantigrade 歩行のかなわない症例に対しては軟部組織解離術が行われ, その割合は 3~37% と報告されている<sup>6)</sup>.

症候性内反足や装具のアドヒアランス不良は, 変形再発の予後因子と考えられているが<sup>4)8)</sup>, 比

表 2. 両側例の足部 X 線学的指標の相関(切腱直前 vs 最終評価時, 1 歳時 vs 最終評価時)

		最終評価時			
		$\Delta$ A-TC	$\Delta$ L-TC	$\Delta$ TC-index	$\Delta$ Ti-C
切腱直前	$\Delta$ A-TC	0.51(ns*)			
	$\Delta$ L-TC		0.53(ns*)		
	$\Delta$ TC-index			0.74(ns*)	
	$\Delta$ Ti-C				0.94(P=0.017)
		最終評価時			
		$\Delta$ A-TC	$\Delta$ L-TC	$\Delta$ TC-index	$\Delta$ Ti-C
1 歳時	$\Delta$ A-TC	0.68(ns*)			
	$\Delta$ L-TC		0.69(ns*)		
	$\Delta$ TC-index			0.87(P=0.025)	
	$\Delta$ Ti-C				0.89(P=0.041)

ピアソン積率相関分析

\* ns : not significant

較的早期に個々の症例の再発を予想できる客観的な指標は確立されていない。現在、先天性内反足の重症度評価として Pirani 分類や Dimeglio 分類が一般的に使用されている。これらは客観性にはやや劣るものの、特徴的な外観上の変化を捉えるため、変形再発の早期発見には有用である。しかし、これまでのところ再発の早期予後因子とは見なされていない<sup>1)</sup>。Ponseti らは変形の矯正や再発の状況を肉眼所見や理学所見のみで捉え、レントゲン学的には評価していない。これは、レントゲンでは骨性成分の少ない乳幼児の足根骨の形態や配列を正確に把握できないため、検者間のばらつきが大きくなるためとしている。一方で、従来後足部の内反を反映する正面距踵角や側面距踵角の減少、尖足を反映する最大背屈位側面脛踵角の増加は、先天性内反足の臨床成績と有意に相関するとされている<sup>3)9)</sup>。また、最近では乳幼児であっても比較的客観的に足部のレントゲン学的評価が可能であるとの報告が出ている<sup>10)</sup>。したがって、初期治療においてはレントゲン評価を行いながら内反や尖足変形をできるだけ矯正し、獲得した矯正位を始歩期である 1 歳時まで装具治療で確実に維持することが、変形再発による plantigrade 歩行の喪失を防ぎ、良好な短期治療成績につながると考えられる。

装具のアドヒアランスは、保護者の理解不足だけでなく変形の遺残による装具のフィッティング

不良によっても低下する<sup>2)</sup>。症例固有の重症度によって初期矯正の成否が左右されることは否めないが、この点からもできるだけ初期治療によって変形を矯正しておくことは重要と考えられる。

Ponseti 法に対する術者の習熟度は、変形再発の予後因子の 1 つである<sup>7)</sup>。専門医療スタッフによる包括的な治療、いわゆる“one-stop clinic”によって再発率は有意に低下し、Ponseti 法にラーニングカーブが存在することが示唆されている。一方で、本研究の結果は初期矯正の達成度がある程度はレントゲン学的に判定できることを意味している。したがって、確かに一定のラーニングカーブが存在するにしても、早期から初期矯正手技の客観的な評価を積み重ねることはより早い Ponseti 法の習得に有用と思われる。

本研究の限界として症例数が比較的少ないことが挙げられる。これは、一つには切腱直前の足部レントゲン検査の実施率が低いためであり、二つにはおそらく経過良好例が途中で脱落したためと考えられる。

## 結 論

Ponseti 法ではギブス矯正期から 1 歳にかけての初期治療期間中に、内反や尖足変形をできるだけ矯正し、これを維持することが良好な短期治療成績につながる。しかし、症候性内反足は初期治療に抵抗し、早期に軟部組織解離術を必要とする

変形再発を引き起こす。日頃から足部レントゲン検査によって、客観的にギプス矯正の達成度を評価することは、Ponseti 法のより早い習得に寄与するかもしれない

#### 文献

- 1) Chu A, Labar AS, Sala DA et al: Clubfoot classification: correlation with Ponseti cast treatment. *J Pediatr Orthop* **30** : 695-699, 2010.
- 2) Chu A, Lehman WB: Persistent clubfoot deformity following treatment by the Ponseti method. *J Pediatr Orthop B* **21** : 40-46, 2012.
- 3) Fridman MW, de Almeida Fialho HS: The role of radiographic measurements in the evaluation of congenital clubfoot surgical results. *Skeletal Radiol* **36** : 129-138, 2007.
- 4) Haft GF, Walker CG, Crawford HA: Early clubfoot recurrence after use of the Ponseti method in a New Zealand population. *J Bone Joint Surg Am* **89** : 487-493, 2007.
- 5) Halanski MA, Davison JE, Huang JC et al: Ponseti method compared with surgical treatment of clubfoot: a prospective comparison. *J Bone Joint Surg Am* **92** : 270-278, 2010.
- 6) Jowett CR, Morcuende JA, Ramachandran M: Management of congenital talipes equinovarus using the Ponseti method: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br* **93** : 1160-1164, 2011.
- 7) Mayne AI, Bidwai AS, Beirne P et al: The effect of a dedicated Ponseti service on the outcome of idiopathic clubfoot treatment. *Bone Joint J* **96-B** : 1424-1426, 2014.
- 8) Moroney PJ, Noel J, Fogarty EE et al: A single-center prospective evaluation of the Ponseti method in nonidiopathic congenital talipes equinovarus. *J Pediatr Orthop* **32** : 636-640, 2012.
- 9) Prasad P, Sen RK, Gill SS et al: Clinico-radiological assessment and their correlation in clubfeet treated with postero-medial soft-tissue release. *Int Orthop* **33** : 225-229, 2009.
- 10) Radler C, Egermann M, Riedl K et al: Interobserver reliability of radiographic measurements of contralateral feet of pediatric patients with unilateral clubfoot. *J Bone Joint Surg Am* **92** : 2427-2435, 2010.

#### Abstract

### Clinical Significance of Primary Care in the Ponseti Method

Kenichi Mishima, M. D., et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya University Graduate School of Medicine

We retrospectively reviewed clinical chart and serial foot radiographs of patients with congenital clubfoot treated with the Ponseti method. Twenty-six patients (35 feet) were followed-up for a minimum of two years from the start of treatment. Four radiographic parameters, including anteroposterior talo-calcaneal angle (A-TC), lateral talo-calcaneal angle (L-TC), TC-index (A-TC + L-TC), and tibio-calcaneal angle (Ti-C) were examined on the foot radiographs taken immediately before tenotomy, at 1 year of age, and at the latest follow-up. The Ti-C was measured using a forced dorsiflexion lateral foot radiograph. In unilateral cases, the differences ( $\Delta$ ) of each parameter between the affected and contralateral unaffected feet were calculated, while the mean values of the parameters were evaluated in bilateral cases. The  $\Delta$  A-TC before tenotomy and the  $\Delta$  Ti-C and  $\Delta$  TC-index at 1 year of age showed significant correlation with those of the corresponding parameters at the latest follow-up in unilateral cases. Similarly in bilateral cases, the mean Ti-C before tenotomy and the mean Ti-C and mean TC-index at 1 year of age were correlated with those at the latest follow-up. Adequate initial correction of deformity by serial manipulation and casting and avoidance of recurrence by abduction bracing until walking age are crucial for successful treatment of the Ponseti method. Routine radiological evaluation of initial correction might shorten the learning curve for the manipulation.