

尖足に対する手術を行った脳性麻痺患者での 内反足の発生率と発生前年齢

李 碩 遠・福 岡 真 二・亀 山 みどり

福岡県子ども療育センター新光園 整形外科

要 旨 脳性麻痺の尖足に対して筋解離術を行った後、経過観察中に生じた内反足の発生率と発生前年齢を調査した。2000～2019年に尖足に対して筋解離術を行った脳性麻痺患者のうち、gross motor function classification system レベル I～IIIで、7～8歳から15～16歳まで連続的な足部立位レントゲン評価が行われた24名32足を対象とした。尖足の手術時年齢は5歳1か月～14歳5か月(平均7.4歳)、調査時年齢は14歳9か月～16歳5か月(平均15.6歳)であった。7～8歳、10～11歳、12～13歳、15～16歳の4時点のMTR角を測定した。MTR角89°以下を内反足、80～89°を軽度、70～79°を中等度、69°以下を重度と定義した。15～16歳において内反足を13名16足に認め、軽度11足、中等度3足、重度2足であった。中等度以上の内反足の発生前年齢は、7～8歳：1足、10～11歳：1足、12～13歳：1足、15～16歳：2足であった。

はじめに

我々は脳性麻痺の尖足を Matsuo の orthopaedic selective spasticity-control surgery (OSSCS)¹⁾³⁻⁵⁾を用いて治療してきた。OSSCSは脳性麻痺において過活動性が高い多関節筋を選択的に解離し、単関節筋は温存して直立姿勢を獲得する術式である⁴⁾⁵⁾。尖足に対するOSSCSは、腓腹筋腱膜延長(Vulpis手術)、後脛骨筋と長腓骨筋の筋内腱切離、長趾屈筋腱と長母趾屈筋腱のスライド延長から成る合併手術であり、中等度以上の尖足に対しては必要最小限のアキレス腱延長を併用する¹⁾³⁻⁵⁾。

脳性麻痺の尖足に対する我々の治療方針は以下のとおりである。gross motor function classification system (GMFCS)⁷⁾ レベル I のこどもは2歳までに歩けるようになり、股・膝の変形拘縮は伴わないことが多い。動的尖足あるいは静的尖足(外反尖足、内反尖足を含む)がみられ、つまずきやすい・転倒しやすい、歩行距離が伸びない、

AFOや靴型装具を外せないときは、小学校入学前に5～6歳で尖足に対するOSSCSを行い、普通の靴で安定して長距離を歩けるようにする。GMFCSレベルIIのこどもは4歳までに歩けるようになる。股・膝の変形拘縮が軽く4歳以降も歩行能力が順調に伸びる場合は経過を見守り、尖足のために歩行の安定性や持久力の問題が残る場合は6歳以降に尖足に対するOSSCSを行う。股・膝に中等度以上の変形拘縮があり歩行が不安定で歩行距離が伸びないときは4～6歳で股・膝のOSSCSを行う。手術後、歩行が安定し歩行距離が伸びていく間は経過を見守り、尖足のために歩行能力が伸びきらない場合は7～8歳以降に尖足に対するOSSCSを追加する。GMFCSレベルIIIのこどもは4～6歳で歩行器やクラッチを使って歩けるようになる。股・膝に中等度以上の変形拘縮があり歩行能力が伸びないときは4～6歳で股・膝のOSSCSを行う。手術後は家庭内を歩行器やクラッチを使わず歩けるようになることが多い。

Key words : cerebral palsy (脳性麻痺), varus foot (内反足), prevalence (発生率), onset age (発生前年齢)

連絡先 : 〒 811-0119 福岡県糟屋郡新宮町緑ヶ浜 4-2-1 福岡県子ども療育センター新光園 整形外科 李 碩 遠
電話 (092)962-2231

受付日 : 2021年2月6日

歩行練習を積み重ねても尖足が残り歩行能力が延びないときは7～8歳以降で尖足に対するOSSCSを追加する。家庭内を裸足でクラッチを使わず歩き、学校内や近隣をクラッチで歩くことが治療目標である。

尖足に対するOSSCSの短期成績は良好であるが¹⁾³⁾、経過観察を続けると10～11歳以降で内反変形を起こしたものがあつた。そこで、このような内反変形はどのくらいの頻度で発生したか、また、何歳くらいで起こったのか、発生率と発生年齢を調査した。合わせて、内反変形を起こした原因を考察した。

対象・方法

2000～2019年に新光園で動的尖足あるいは静的尖足(外反尖足、内反尖足を含む)に対してOSSCSを行った脳性麻痺患者は305人(456足)であつた。この中で、GMFCSレベルⅠ～Ⅲが276人(407足)、2020年5月の調査時に15歳以上に達していたものが213人(311足)、初診時年齢8歳以前が99人(148足)であつた。さらに、この中で、7～8歳から15～16歳まで連続的な足部立位レントゲン評価が行われた24人32足を対象とした。尖足に対するOSSCSの手術時年齢は5歳1か月～14歳5か月(平均7.4歳)、追跡期間は11か月～10年9か月(平均8.3年)、調査時年齢は14歳9か月～16歳5か月(平均15.6歳)であつた。脳性麻痺の病型は、痙性両麻痺12人20足、痙性片麻痺12人12足。脳性麻痺の重症度は、GMFCSレベルⅠ：9人9足、レベルⅡ：10人15足、レベルⅢ：5人8足であつた。

7～8歳、10～11歳、12～13歳、15～16歳の4時点のMTR角²⁾を測定した。床面に置いたフィルムカセット上に両足で膝伸展位で起立させ、下腿軸に対し前方25°から照射し、足部立位背底像を撮影した。第2中足骨骨頭中心と距骨骨頭中心を結ぶ足軸(metatarso-talar line：以下、MT)と脛腓両果前縁を結ぶ足関節軸(rear part of the foot：以下、R)を引き、この両線のなす内側角をMTR角とした。健常な中学1年生248足にお

けるMTR角は平均94.5°(±0.4°)である。本研究では、MTR角90～99°を正常、89°以下を内反足と定義し、内反足の重症度は、軽度：80～89°、中等度：70～79°、重度：69°以下とした。本研究での内反足には、内反凹足、内反尖足が含まれる。

15～16歳での内反足の発生率と重症度、ならびに、中等度以上の内反足を生じた年齢を求めた。

また、正常、軽度内反足、中等度～重度内反足の3群間で、15～16歳での愁訴の有無、歩容、可動域を比較した。愁訴については、内反足で起こりやすいと考えられる、つまずき・転倒、捻挫、腓胝、足部・足関節の疼痛を評価した。歩容については、動的尖足度^{1)3～5)}、立脚中期の踵の内反角とfoot progression angle(FPA)を視診により評価した。動的尖足度は、grade 0：heel-toe gait, grade 1：flat-foot gait(planting the foot as a unit), grade 2：toe-heel gait, grade 3：toe-toe gait, grade 4：toe-cavus gaitを用い数量化した。可動域は、足関節背屈(膝伸展位)、足関節背屈(膝屈曲位)、足部外転を評価した。群間の比率の差の検定にはFisherの直接確率計算法を、平均値の差の検定にはMann-Whitney検定を用いた。

結果

15～16歳で内反足を13人(54.2%)、16足(50.0%)に認めた。15～16歳での内反足の重症度は、軽度11足、中等度3足、重度2足であつた。中等度以上の内反足の発生年齢は、7～8歳：1足、10～11歳：1足、12～13歳：1足、15～16歳：2足であつた(図1)。

正常、軽度内反足、中等度～重度内反足の3群間での愁訴の有無の比較では、つまずき・転倒はどの群でも約1/4にみられ、捻挫・腓胝・疼痛はどの群でもほぼみられず、愁訴の発生率に有意差を認めなかった(表1)。

歩容の比較では、立脚中期の踵の内反角は軽度内反足で平均-5.0°、中等度～重度内反足で平均+4.0°であり、有意差を認めた(p=.0075, Mann-Whitney検定, 表2)。動的尖足度と立脚中期のFPAには3群間で有意差を認めなかった(表2)。

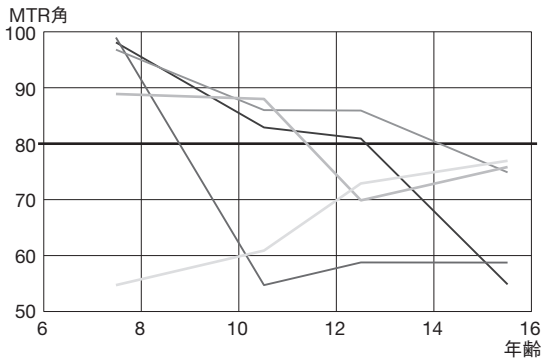


図1. 中等度以上の内反足の発生年齢
MTR角79°以下の内反足は、7~8歳で1足、10~11歳で1足、12~13歳で1足、15~16歳で2足に発生した。

表1. 正常, 軽度内反足, 中等度~重度内反足の3群間での愁訴の有無の比較

愁訴	正常 (4足)	軽度内反足 (7足)	中等度~重度 内反足(4足)
つまずき・転倒	1/4	2/7	1/4
捻挫	0/4	0/7	0/4
腓脛	0/4	1/7	0/4
足部・足関節の 疼痛	0/4	0/7	0/4

15~16歳でクラッチ, 歩行器, AFOを使用していたものは比較対象から除外した。

群間で愁訴の発生率に有意差を認めなかった。

可動域には, 正常, 軽度内反足, 中等度~重度内反足の3群間で有意差を認めなかった(表3)。

代表的症例

症例1: 脳性麻痺(痙性両麻痺)の男児, GMFCSレベルII。2歳で歩行を開始した。7歳6か月時, 両尖足を認め転倒しやすかったため, 両足のOSSCSを行った。術前の歩容は, 動的尖足度: 右 grade 3/左 grade 2, 立脚中期の踵の内反: 両側5°, 立脚中期のFPA: 両側5°内転, 両膝の軽度屈曲, 両股の軽度内旋, 腰椎の前弯増大を認め, Roddaらの歩行パターンの分類⁹⁾の jump gaitであった(図2)。膝蓋腱反射・アキレス腱反射: 両側++。下肢伸展挙上角: 両側70°, 膝窩角: 両側20°, 股関節の屈曲: 両側135°, 伸展: 右-5°/左0°, 内転: 両側20°, 外転(伸展位): 両側30°, 外転(屈曲位): 両側85°, 内旋(屈曲位): 右80°/左75°, 外旋(屈曲位): 右75°/左70°。

表2. 正常, 軽度内反足, 中等度~重度内反足の3群間での歩容の比較

歩容	正常 (5足)	軽度内反足 (11足)	中等度~重度 内反足(5足)
尖足度(grade)	1.8(±1.0)	1.9(±1.0)	1.3(±0.7)
立脚中期の踵の 内反(°)	-5.5 (±5.4)	-5.0* (±4.5)	4.0* (±3.2)
foot progression angle(°)	4.0 (±8.8)	4.5 (±7.8)	4.0 (±7.6)

* : p = .0075, Mann-Whitney 検定. foot progression angle は内転を+とした。

表3. 正常, 軽度内反足, 中等度~重度内反足の3群間での可動域の比較

可動域(°)	正常 (5足)	軽度内反足 (11足)	中等度~重度 内反足(5足)
足関節背屈 (膝伸展位)	-8.0 (±6.4)	-5.5 (±9.6)	-1.0 (±5.2)
足関節背屈 (膝屈曲位)	0.0 (±4.0)	1.4 (±9.0)	7.0 (±2.4)
足部外転	16.7(±11.1)	29.3(±12.0)	24.0(±14.8)

群間で可動域に有意差を認めなかった。



図2. 症例1, 7歳6か月, 両尖足に対する orthopaedic selective spasticity-control surgery の術前(左側の立脚中期)

両側の尖足を認め, 転倒しやすかった。

左足の歩容は toe-heel gait, 立脚中期の踵の内反は5°, 立脚中期の foot progression angle は内転5°であった。膝関節の軽度屈曲, 股関節の軽度内旋も認められた。

内旋(伸展位): 右80°/左75°, 外旋(伸展位): 右45°/左40°。膝関節の屈曲: 両側160°, 伸展: 両側+10°。足関節背屈(膝伸展位): 右-15°/左+5°, 足関節背屈(膝屈曲位): 右-5°/左+10°, 足部外転: 両側50°であった。ハムストリング・股・膝の拘縮を認めなかったため, 両足のOSSCSのみを行った。手術内容は, 右: アキレス腱延長1cm + Vulpius手術 + 長趾屈筋腱・長母



図3. 症例1, 16歳(左脚の立脚中期)
2 km 以上歩行可能で, 愁訴を認めなかった.
左足の歩容は flat-foot gait, 立脚中期の踵の内反は 5°, 立脚中期の foot progression angle は内転 5°であった.
股・膝の変形は消失した.

趾屈筋腱 2 cm 延長 / 左: Vulpius 手術 + 長趾屈筋腱・長母趾屈筋腱 2 cm 延長であった. 16 歳時, 2 km 以上歩行可能で, 愁訴を認めなかった. 歩容は, 動的尖足度: 両側 grade 1, 立脚中期の踵の内反: 右 0° / 左 5°, 立脚中期の FPA: 両側 5° 内転, 股・膝・腰椎の変形は消失した(図3). 膝蓋腱反射: 両側+, アキレス腱反射: 右+~++ / 左+. 足関節背屈(膝伸展位): 両側 -5°, 足関節背屈(膝屈曲位): 右 0° / 左 +5°, 足部外転: 両側 15° であった. 立位レントゲン像では, 左足の MTR 角は, 7 歳 6 か月(術前)98° であったが, 12 歳で 81°, 16 歳で 55° に悪化し, 16 歳時には内反凹足変形を認めた(図4). 追加手術(アキレス腱延長 1 cm + 後脛骨筋内腱切離)を提案したが, 愁訴がないため希望されなかった.

症例 2: 脳性麻痺(右片麻痺)の女兒, GMFCS レベル II. 1 歳 1 か月で歩行を開始した. 7 歳 9 か月時, 軽度の尖足と中等度の下垂足を認め転倒しやすく AFO が必要であったため, 右足の OSSCS を行った. 術前の右脚の歩容は, 動的尖足度: grade 2, 立脚中期の踵の内反: -5°, 立脚中期の FPA: 20° 外転, 立脚中期の膝関節は完全伸展, 遊脚期の下垂足++で, Rodda ら歩行パターンの分類⁸⁾の true equinus であった(図5). 膝蓋腱反射・アキレス腱反射: 両側+. 脚長差 0.5 cm. 下肢伸展挙上角: 右 65° / 左 70°, 膝窩角: 右 40° /



図4. 症例1の立位レントゲン像
上: 7歳6か月(術前), MTR 角 98°, 側面像では反張膝立位を認めた.
中: 12歳, MTR 角 81°, 側面像では軽度の尖足を認めた.
下: 16歳, MTR 角 55°, 中等度~高度の内反凹足を認めた.

左 30°. 股関節の屈曲: 両側 135°, 伸展: 両側 0°, 内転: 右 20° / 左 25°, 外転(伸展位): 両側 50°, 外転(屈曲位): 両側 80°, 内旋(屈曲位): 右 70° / 左 80°, 外旋(屈曲位): 右 90° / 左 75°. 内旋(伸展位): 右 80° / 左 75°, 外旋(伸展位): 両側 50°. 膝関節の屈曲: 両側 160°, 伸展: 右 0° / 左 +5°. 足関節背屈(膝伸展位): 右 0° / 左 15°, 足関節背屈(膝屈曲位): 右 +5° / 左 25°, 足部外転: 両側 70° であった. 手術内容は, Vulpius 手術 + 長腓骨筋内腱切離 + 長趾屈筋腱延長 1 cm + 長母趾屈筋腱延長 1.6 cm であった. 12 歳時, 転倒は減少し普通の靴で 2 km 歩行可能, 体育や山登りも可能であった. 右脚の歩容は, 動的尖足度:

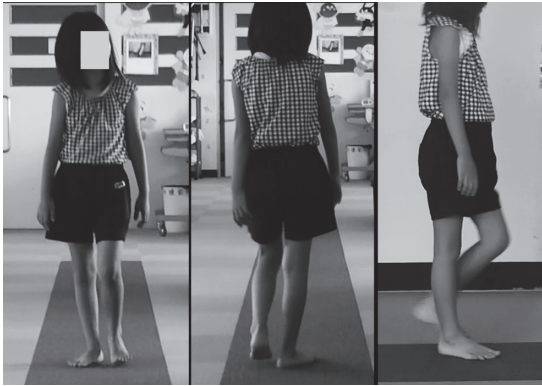


図5. 症例2, 7歳9か月, 右尖足・下垂足に対する orthopaedic selective spasticity-control surgery の術前(右脚の立脚中期)

転倒しやすく AFOが必要であった。

右足の歩容は toe-heel gait, 立脚中期の踵の内反は 0° , 立脚中期の foot progression angle は外転 20° , 膝関節は完全伸展位であった。遊脚期には中等度の下垂足を認めた。



図6. 症例2, 12歳(右脚の立脚中期)

転倒は減少し, 普通の靴で 2 km 歩行可能, 体育や山登りも可能であった。

左足の歩容は flat-foot gait, 立脚中期の踵の内反は 5° , 立脚中期の foot progression angle は外転 10° , 膝関節は軽度屈曲位であった。遊脚期の下垂足は軽減した。

grade 1, 立脚中期の踵の内反: 5° , 立脚中期の FPA: 10° 外転, 立脚中期の膝関節は軽度屈曲, 遊脚期の下垂足は軽減した(図6)。膝蓋腱反射: 両側+, アキレス腱反射: 右++/左+~++。脚長差 0.5 cm。右の足関節背屈(膝伸展位) -5° , 足関節背屈(膝屈曲位) -5° , 足部外転 40° であった。疼痛はなかったが, 第5中足骨骨頭底側に胼胝を認めた。立位レントゲン像では, 右足の MTR 角は, 7歳9か月(術前) 100° であったが,



図7. 症例2の立位レントゲン像

上: 7歳9か月(術前), MTR 角 100° 。

中: 10歳, MTR 角 72° , 内反凹足が出現した。

下: 12歳, MTR 角 59° , 踵の内反が更に悪化した。

10歳で 72° になり内反凹足が出現, 12歳で 59° になり踵の内反がさらに悪化した(図7)。変形の進行を防止する目的で, 12歳時に, アキレス腱延長 1.5 cm + 後脛骨筋筋内腱切離 + 足底腱膜切離を追加した。追加手術後は, 15歳9か月の調査時まで, MTR 角の悪化を認めなかった(図1)。

考察

尖足に対する OSSCS は, 下腿三頭筋の筋力を温存して足の支持性を維持しつつ, 尖足変形を矯正する術式である¹⁾³⁻⁵⁾。症例1, 2でも示したように, 7~8歳までに尖足に対する OSSCS を行う

ことで、十分に満足できる歩行能力を獲得することができる¹⁾³⁾。しかしながら、10～11歳頃からは、骨の長径成長が著しくなり、筋力も強くなるとともに、内反足や内反凹足が出現することがある。症例1, 2は初回手術でアキレス腱延長も後脛骨筋筋内腱切離も行っておらず、下腿三頭筋や後脛骨筋の過活動が内反変形の主因と考えられた。

しかしながら、調査対象全体をみると、正常、軽度内反足、中等度～重度内反足の3群間で、15～16歳での足関節背屈可動域や足部外転可動域に有意差を認めなかった。内反足を生じた原因は、下腿三頭筋や後脛骨筋の過活動だけではなく、外反筋(短腓骨筋)や外反背屈筋(第三腓骨筋、長趾伸筋)の麻痺、下腿三頭筋の過延長に対する後脛骨筋による底屈力の代償も考えられた。また、中等度以上の内反足の発生年齢は、7～8歳：1足、10～11歳：1足、12～13歳：1足、15～16歳：2足であり、とくに発生しやすい年齢は認められなかった。内反筋と外反筋の不均衡の程度により、さまざまな年齢で内反足が発生したものと考えられた。

症例1, 2は調査対象の中で最も重度の内反足を起こしたもので、MTR角は各々55°, 59°であった。それでも、立脚中期に踵の内反を認めるものの、疼痛もなく、捻挫することもなく、普通の靴が使用でき、歩行機能も十分に維持されていた。症例1, 2の場合、内反変形の進行が緩徐で、かつ、麻痺が軽く、足部の内転変形は主に下腿の外旋により代償され、歩行機能に影響しなかったと考えられる。

外反扁平足やskew footの手術適応は、疼痛、胼胝、潰瘍とされている⁶⁾。内反足の場合も、立位レントゲン像で内反変形がみられても、歩容で尖足が認められず、困ることがなければ無理に手術をする必要はないと考えられる。症例1は内反足が重度化したのが16歳で、愁訴がなかったため、追加手術は行わなかった。症例2は12歳で重度化したため、進行防止のためにアキレス腱延長+後脛骨筋筋内腱切離+足底腱膜切離を行い、その後は変形の進行を認めなかった。

結 論

尖足に対して筋解離術を行ったGMFCSレベルⅠ～Ⅲの脳性麻痺患者24人、32足において、15～16歳で内反足を13人、16足に認めた。内反足の重症度は、軽度11足、中等度3足、重度2足であった。中等度以上の内反足の発生年齢は、7～8歳：1足、10～11歳：1足、12～13歳：1足、15～16歳：2足であった。

文 献

- 1) 福岡真二, 武田真幸, 寺原幹雄ほか：脳性麻痺の尖足に対する整形外科的選択的痙性コントロール手術の追試. 日本足の外科学会雑誌 29(2) : 5-9, 2008.
- 2) 熊谷洋幸, 松尾 隆, 藤井敏男ほか：先天性内反足における足内転変形の測定法について. 整形外科と災害外科 25(4) : 352-355, 1976.
- 3) Matsuo T, Kawada N, Tomishige O : Combined lengthening of the plantar flexors of the ankle and foot for equinus gait in cerebral palsy. The Foot 4 : 136-144, 1994.
- 4) 松尾 隆：脳性麻痺の整形外科的治療. 創風社, 東京, 7-47, 67-79, 147-179, 1998.
- 5) Matsuo T : Cerebral Palsy. Spasticity-control and Orthopaedics. An Introduction to Orthopaedic Selective Spasticity-control Surgery(OSSCS). Soufusha, Tokyo, 2-81, 282-301, 2002.
- 6) Mosca VS : Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot. J Bone and Joint Surg 77-A (4) : 500-512, 1995.
- 7) Palisano R, Rosenbaum P, Walter S et al : Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology 39 : 214-223, 1997.
- 8) Rodda J, Graham HK : Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and diplegia. A basis for a management algorithm. Eur J Neurol 8(Suppl 5) : 98-108, 2001.
- 9) Rodda JM, Graham HK, Carson L et al : Sagittal gait patterns in spastic diplegia. J Bone Joint Surg 86-B(2) : 251-258, 2004.