8

小児期有痛性扁平足に対する
非観血的マネージメントConservative Management for Painful Planovalgus Foot in
Children村上里奈^{*1} 和田郁雄^{*1} 水谷 潤^{*1} 植木美乃^{*1} 三井裕人^{*1}
Satona Murakami Ikuo Wada Jun Mizutani Yoshino Ueki Hiroto Mitsui青山公紀^{*1} 伊藤奈緒子^{*1} 佐久間英輔^{*2} 万歳登茂子^{*3}
Kiminori Aoyama Naoko Ito Eisuke Sakuma Tomoko Manzai

Key words : 外反扁平足／腓骨筋痙縮性扁平足／足底挿板／運動療法／筋腱ストレッチ

加筆

小児期には、骨成熟過程の旺盛な骨代謝、モデリング（modeling）と呼ばれる骨幹端部に生ずる形態変化、骨端線が存在などと相まって、スポーツなど身体活動量や体重の増加など力学的ストレスが加わることから、特有の骨格障害がみられる。本稿では、子どもの足部に生じる有痛性疾患あるいは変形のうち、リハビリテーション医療領域で最もよくみる扁平足について述べる。扁平足のうち、幼児期～小学校低学年にみられる全身性関節弛緩を基盤とした可撓性扁平足と年長～思春期に生ずることのある非可撓性扁平足の病態について概説するとともに、リハビリテーションの治療としての運動療法やストレッチ、可動域訓練および装具療法を紹介する。

はじめに

いわゆる成長期の子どもは、体全体が成長、成熟していく時期にあたっており、骨形態や筋力の強さなどの変化は非常に速い。実際、身長に関しては、男子で小学6年生、女子で小学4年生がいちばん増加する時期であり、この急激な成長は、男子で高校3年生、女子では高校1年生頃にほぼ休止する。長管骨の場合、骨の縦軸成長は骨端線で起きる。筋肉は、関節をまたいで存在している場合が多く、関節近傍の骨端線をちょうどまたいでいる

ため、骨が伸びている間は、筋肉は相対的に引き伸ばされて固い状態にあり、これが成長期の運動器の痛みの原因の1つになると考えられる。このように小児期には、骨成熟過程の旺盛な骨代謝、モデリング（modeling）と呼ばれる骨幹端部に生ずる形態変化、骨端線が存在などと相まって、スポーツなど身体活動量や体重の増加など力学的ストレスが加わることから、特有の骨格障害がみられる。本稿では、子どもの足部に生じる有痛性疾患あるいは変形のうち、リハビリテーション医療領域で最もよくみる扁平足の病態と保存治療について概説する。

子どもの足部の特徴

小児では、足部痛・足関節痛を訴える患者の絶対数は大人に比べると少ない。しかし、小児には、

*1 名古屋市立大学大学院医学研究科
リハビリテーション医学分野
(〒467-8601 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町川澄1)
E-mail : satona@med.nagoya-cu.ac.jp

*2 名古屋市立大学大学院医学研究科統合解剖学

*3 サニーサイドホスピタルリハビリテーション科

図1 小児期の可撓性外反扁平足

前足部（つま先）が外に向き（外転）、後方から見ると踵骨がいわゆる「ハの字型」（踵外反位）となる足部変形を形成する（a）、可撓性扁平足ではつま先立ちを行うと変形が消失する（b）。

先ほど述べた成長期の骨、筋のもつ特殊な状態に起因するものも含めて、小児期特有の疾患、病態が存在するのも事実である。急性症状に加えて足部・足関節痛を有する疾患は、小児整形外科の専門医によって治療がなされることが多いのは確かであろうが、これらの疾患でも、初期段階で適切な治療が受けられなかった場合、立位歩行時に疼痛を生じる原因となり日常生活に大きな支障をきたし、永続的な機能・能力障害へとつながることもあり得る。

足部骨格の運動学的特徴と扁平足

足部は、中足骨とともに距骨、踵骨などいくつかの足根骨が連結して、複数の骨からなる3次元の構造体を形成している。互いに関節を形成するとともに、これを関節包や靱帯が補強しており、全体としては、外側・内側縦アーチおよび横アーチからなる特有のドーム状の形態をとっている。足部アーチ、特に内側縦アーチ形成に重要な距骨下関節の運動軸は、矢状面で前足背から後足底に向かって42°傾斜しており、横断面では後外側～前内側方向に16°傾いている。そのため、足部には3次元的に複雑な運動が生ずる。すなわち、回内

をするときには、同時に背屈・後足部外旋・前足部外転・外がえしが起き、一方、回外をするときには、底屈・足部内旋・前足部内転・内がえしが起きる¹⁾。この3次元的角度変化は、運動時には必ず同時に生じるため、外旋を目的にした運動であっても回内運動が同時に生じ、それに伴って、背屈と外がえしも発生することになる。足部変形は、長管骨変形が骨の形態そのものの変形であるのとは異なり、主に足根骨相互の位置関係が偏位した結果、その配列に異常をきたした状態だと考えられる。

扁平足は、足根骨が3次元的に運動・回転・移動を起こし、後足部外旋、前足部外転、足部全体の外がえしといった骨格構造偏位が固定した状態と考えることができる。その結果、扁平足は立位荷重に際して内側縦アーチ（土踏まず）が低下ないしは消失し、前足部（つま先）が外に向き（外転）、後方から見ると踵骨がいわゆる「ハの字型」（踵外反位）となる足部変形を形成することから、「外反扁平足（planovalgus foot）」とも呼ばれる^{2,3)}。幼児期外反扁平足のはほとんどが、いわゆる柔らかい「可撓性扁平足（flexible flatfoot）」と呼ばれる変形で、非荷重時には形態異常はみられないが、立位荷重やつま先立ちにより変形が出現するのが特徴である^{4,5)}（図1）。よくある症状としては、「始歩

図2 各種の足底挿板

アーチサポートあるいは中足骨パットを備えた足底挿板 (a) と UCBL (University of California Biomechanics Laboratory) 型足底挿板 (b)。

が遅い」「転倒しやすい」「スーパーなどですぐに“抱っこして”と言い出す」など、変形とは直接関係なさそうな症状で来院することもある。本変形の成因は全身性の関節弛緩性 (joint laxity) であるが、変形とともに関節弛緩性による立位動的不安定性を伴うことで症状が生ずるものと思われる。また、「夜になると、あし（脚）が痛いと泣き出す（成長痛の一種？）」のも、こうした不安定性を補完するための下腿、足部筋活動の増加による疲労性筋痛と推測される。実際、Mann ら⁶⁾は、歩行時の動作筋電図所見として、扁平足では足部内在筋の活動時間が正常足に比べて延長すると述べている。

可撓性扁平足の自然経過と治療

本症の治療に関して、欧米の小児整形外科医の間では、多くが成長とともに自然に治癒することが多いことから積極的な治療を行わない傾向にある。確かに軽度、中等度変形例では、経過とともに変形は自然矯正されることが多い。しかし、重度例も含めすべての変形で自然矯正が得られるわけではない。中には思春期に至っても変形が遺残し、足部痛や有痛性胼胝（べんち、たこ）を生じる児もある。一方、治療により変形のみならず易転倒性や下肢痛などの症状が速やかに改善されるものも

少なくないことから、本症に対する治療は無意味とはいえず、症例によっては試みてよいと考える。

本変形の主たる保存治療は装具療法で、さまざまな足底挿板が使用される。内側縦アーチの増高、補強のためのアーチサポート部を有する足底挿板、あるいはアーチサポートに加えて、踵外反位の矯正を目的とした踵部覆いを有する University of California Biomechanics Laboratory (UCBL) 型足底挿板などが代表的装具である (図2)。なお、可撓性扁平足に加えてアキレス腱短縮を伴うもの (hypermobile flatfoot with short tendo-Achilles) では、症状や治療法がより複雑となる⁷⁾。アキレス腱短縮を伴う扁平足は、アキレス腱の短縮により足関節での背屈が制限され、荷重立位の際には距骨下関節とショパール関節での背屈が加わることによって運動を代償する。これは、前述の距骨下関節の運動学的特徴から、背屈すると同時に、後足部外旋と外がえしが生ずるため、結果として外反扁平足を呈することになる。さらには、外反底屈筋である腓骨筋腱の拘縮が加わると、非可撓性扁平足 (rigid flatfoot) に進展することもある。アキレス腱の短縮を伴う扁平足では、距骨頭の内底側への突出によって、荷重時に距骨頭と靴との間で皮膚が強く圧迫され有痛性胼胝を形成することがある。したがって、治療としてアキレス腱のストレッチが必要となるのはいうまでもない (図3)。

図3 下腿三頭筋、アキレス腱のストレッチ
背屈が10°未満であれば、下腿三頭筋、アキレス腱の短縮がある。ストレッチでは、膝伸展位で足部を中間位から軽い内がえし位として足関節を背屈する。強い内がえし位で行うと後距腓靭帯を引き伸ばすことになるので避ける。

可撓性扁平足に対する運動療法

外反扁平足に対する運動療法として、可撓性の維持、筋力強化、固有知覚と動的バランスの維持、向上を目的に、以下の運動プログラムが推奨されている⁸⁾。

1. 可撓性の維持のためのプログラム

- ・足関節と足部のすべての関節（距骨下関節、横足根関節〔ショパール関節〕、足根中足関節〔リスフラン関節〕など）の受動的関節可動域（ROM）エクササイズ
- ・趾骨と中足骨で構成される足の前方要素（前足部）と中足部に対して、後足部を大きく動かすことで得られる大きな動きのROMエクササイズ
- ・足部の内反と内転を促すための下腿三頭筋、短腓骨筋のストレッチ

2. 強化運動プログラム

- ・外反を緩和するための前後脛骨筋と長母趾屈筋の強化訓練
- ・足の横アーチの平坦化を防止するための内在筋

（底側骨間筋と母趾外転筋）の強化訓練

- ・足部の内側縦アーチと内反を維持するための大きな動作としての片足立ちとつま先歩きエクササイズ

3. 固有知覚の保持とバランス維持のためのプログラム

- ・つま先歩き、踵歩き
- ・前足部の動的な回内運動による高い足部の縦アーチを構成するための片足立ち訓練
- ・傾斜面を降りるエクササイズ

われわれの施設で実際に実施している運動療法としては、足の内在筋と外在筋の筋力強化を図るために、具体的には自動運動での内がえし動作から開始し、疼痛の許す範囲でつま先立ち訓練、踵立ち歩行訓練、足部外側で柔らかい絨毯やクッションの上を歩く外側荷重歩行訓練、タオルを足趾で摘む運動、アキレス腱のストレッチなどの指導を行う。なお、アキレス腱のストレッチは、膝伸展位とし、足部を軽度内反位に保持した状態で足関節を可及的に背屈させて30秒程度保持する。

非可撓性扁平足の成因と保存治療

非可撓性扁平足とは、荷重時のみならず非荷重時にも扁平足変形がみられるいわゆる硬い扁平足（rigid flatfoot）である。この場合、足部は固定性の外がえし位をとる。内がえしは強く制限され、内がえしを強制すると、痛みとともに腓骨筋に攣縮（腓骨筋痙縮；peroneal spasticity）をみることがある（図4）。変形としては、強い外がえし位をとる腓骨筋痙縮性扁平足（peroneal spastic flatfoot）と呼ばれる有痛性非可撓性扁平足を呈する。本変形の成因として、距骨下関節あるいは足根洞の病変あるいは可動域制限が挙げられる。距骨下関節の

図4 足部強制内がえし時の腓骨筋痙縮と足根洞への局所麻酔剤投与後の変化（踵舟状骨癒合症に伴う腓骨筋痙縮例）

足部の内がえしを強制することで、長足趾伸筋群と腓骨筋群に筋活動が出現（a）。足根洞内への局麻剤の注入後には内がえしを行っても筋活動はみられなくなる（b）。

図5 距骨、踵骨の外側インピンジメントに伴う有痛性非可撓性扁平足の保存治療

15歳の男児で左足の腓骨筋痙縮（b）を有する腓骨筋痙縮性扁平足例（a）。cのMRIで、インピンジメントによる距骨、踵骨の骨髄浮腫所見。治療として、足根洞に局麻剤を投与することで腓骨筋の痙縮と疼痛を除き（d）、ギプス包帯による漸増的矯正（e）を行うことで可撓性扁平足とする。その後アーチサポート付き足底挿板を処方した（f）。

適合不全を遺残した踵骨骨折や足根骨癒合症（tarsal coalition）と呼ばれる足根骨相互の先天性癒合に伴う可動域制限例にみられることが多い。足根骨癒合症の中では、距骨-踵骨間（距踵骨癒合症：talocalcaneal coalition）あるいは踵骨-舟状骨間（踵舟状骨癒合症：calcaneonavicular bar）の軟骨性癒合（synchondrosis）でみられる。この他に、

先ほどの可撓性扁平足変形が遺残し、年長になってスポーツ活動や体重の増加などを契機に有痛性非可撓性扁平足になることがある。この場合、距骨下関節にて踵骨が外側に亜脱臼し、距骨外側突起と踵骨頸部の衝突が原因となって腓骨筋の痙縮あるいは短縮が出現することで疼痛を有する非可撓性扁平足変形が出現する。

非可撓性扁平足に対する 保存療法

本変形に対しては、その成因に対する治療が必要で、足根骨癒合症に対する癒合部切除など、多くは整形外科的観血治療が必要となる。アーチサポートを備えた足底挿板治療は無効で、かえって疼痛を強くする結果となる。こうした場合、観血治療によって距骨下関節の可動域制限を除いた後、装具治療を行うのがよい。一方、可撓性扁平足の遺残を原因とした年長児の非可撓性扁平足に対しては、病変の主座である足根洞への局所麻酔剤の投与を行うことで腓骨筋の痙縮と痛みを取り除いた後、ギプス包帯による変形矯正と可動域制限の改善を図り、元来の可撓性扁平足に戻した後に装具治療を行うのも有用である⁹⁾ (図5)。

おわりに

以上、小児期にみられる下肢の有痛性疾患のうち、最もポピュラーな扁平足に焦点をあてて、その病態について概説し、病態に沿った保存治療について紹介した。小児期の有痛性疾患に対しては、その後の成長というダイナミズムを考慮し、保存治

療を第一選択とすべきである。

文献

- 1) Morris JM : Biomechanics of the foot and ankle. Clin Orthop Relat Res 1977 ; **122** : 10-17
- 2) Barry RJ, Scranton PE : Flat feet in children. Clin Orthop Relat Res 1983 ; (181) : 68-75
- 3) 和田郁雄, 加藤文之, 堀内 統, 若林健二郎, 大塚隆信 : 子どもの足の健康—小児外反扁平足. チャイルドヘルス 2004 ; **7** : 896-904
- 4) Harris RI, Beath T : Army Foot Survey, Vol. 1. National Research Council of Canada, Ottawa, 1947 ; pp 1-268
- 5) 若林健二郎, 和田郁雄, 大塚隆信 : 外反扁平足の病態と治療. Monthly Book Medical Rehabilitation 2011 ; **128** : 70-76
- 6) Mann R, Inman VT : Phasic activity of intrinsic muscles of the foot. J Bone Joint Surg Am 1964 ; **46** : 469-481
- 7) Mosca VS : Flexible flatfoot and skewfoot. Drennan's The Child's Foot and Ankle, 2nd edition (eds by McCarthy JJ, Drennan JC). Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2009, pp 136-159
- 8) Allen J, Solan S : Physiotherapy management of paediatric flat feet. Available from URL : http://www.peacocks.net/_filecache/316/436/892-physiotherapy-management-of-paediatric-flat-feet.pdf
- 9) 小林尚史, 和田郁雄, 若林健二郎, 河 命守, 坪井義晃, 福田俊嗣, 大塚隆信, 水谷 潤, 村上里奈, 三井裕人, 多和田忍 : 足部外側インピンジメントおよび peroneal spasticity を呈した重度外反扁平足に対する保存的治療の経験. 日本足の外科学会雑誌 2017 ; **38** : 340