

## 症例報告



## 足関節果部骨折後に足部アライメント異常を呈した1症例について\*

松川貴哉・飯田有輝・関慎之介・大川晶未・三木良知

### 【要旨】

足部アーチの低下は変形や胼胝形成の要因であり、他関節のアライメントにも影響を与え、多様な荷重時痛を誘発するといわれている。今回、足関節果部骨折後、歩行時に前足部に疼痛が出現した症例を経験した。本症例は左足関節内果骨折後、免荷期間を経て術後6週より全荷重歩行を開始したが、術後7週の時点で歩行時に足根中足関節の疼痛を生じた。患側足部のアライメント異常を疑い再評価したところ、内側縦アーチの低下と後足部の回内変化がみられ、同時に足関節外在筋と内在筋の筋力低下を確認した。疼痛の要因を筋力低下に伴う足部アライメント異常によるものと考え、筋力増強によるアライメント修正と疼痛軽減を図った。結果、術後11週には筋力は対健側比の90%以上まで回復し、アライメントの改善がみられ疼痛は消失した。本症例は外傷後の免荷期間における筋力低下が、荷重後のアライメント異常をもたらすことを示唆し、受傷後早期からの十分な予防的介入が必要であることを示すものである。

キーワード：足関節骨折、内側縦アーチ、筋力

### はじめに

ヒトの足は歩行時に唯一地面に接し衝撃を受ける部分であり、立脚期には体重を支持し地面および身体の状態変化に柔軟に対応する。それを可能にするのが特徴的なアーチ構造であり、歩行において衝撃を吸収し荷重を分散するスプリングの役割を担っている。なかでも横アーチ及び内側縦アーチは临床上重要視されており、これらの低下は外反母趾や足底の胼胝形成などの要因とされ、膝や腰のアライメントにも影響を及ぼし、多様な荷重時痛を誘発するといわれている。正常な内側縦アーチでは、足底腱膜、底側踵舟靭帯により荷重が分散され支持される。その一方で、低下した内側縦アーチでは荷重が適切に分散されず、足部内在筋(母趾外転筋、短母趾屈筋、母趾内転筋)や外在筋(前脛骨筋、後脛骨筋、長腓骨筋、長母趾屈筋、長

趾屈筋)がアーチ支持の二次的力源として活動する。内側縦アーチの低下には先天的なもの他、発育に伴う体重の増加、活動量の増加を原因とするものもあるが、骨折や靭帯損傷後など外傷後の治療経過において筋力低下を原因とするものもある<sup>1-4)</sup>。

今回、足関節果部骨折後、長期免荷を余儀なくされ、全荷重開始後に前足部に疼痛が出現した症例を経験した。治療経過から足部アライメント異常を疑い、再評価を行ってアプローチしたところ良好な結果を得たので若干の考察を加え報告する。なお、本人には本報告の趣旨を説明し同意を得た。

### 症例紹介

年齢：56歳 性別：男性 身長：160cm 体重：48kg 既往：特記事項なし 現病歴：建設作業中に転倒し受傷。同日、当院受診し左足関節内果骨折(Lauge-Hansen分類：PA stage I)と診断され入院。受傷後8日にZuggurtung法にて骨接合術施行。その際に三角靭帯の損傷は認められず、接合部の固定性は良好であった(図1)。術後翌日より理学療法開始。術後4日でシーネ固定解除し足関節可動域訓練開始。術後3週より1/3部分荷重開始。術

\* The patient with malalignment of foot after ankle fracture

厚生連 海南病院 リハビリテーション科  
Department of physical therapy, KAINAN Hospital  
Takaya Matsukawa, RPT, Yuki Iida, RPT MSc,  
Shinnosuke Seki, RPT, Masami Okawa, RPT,  
Yoshitomo Miki, RPT

後6週で全荷重開始となった。術後7週では杖なしでの歩行訓練長母指屈筋練も開始したが、この時点で患肢荷重時に前足部の痛みが出現した。

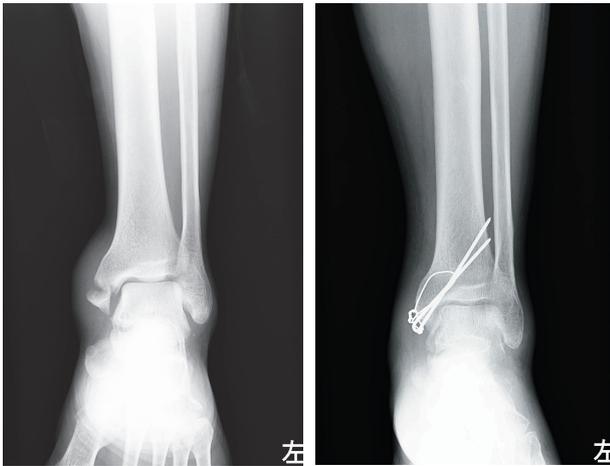


図1. 症例のX線写真

受傷時(左): 足関節果部骨折(Lauge-Hansen分類 PA stage I)  
術後(右): Zuggurtung法により骨接合された

## 理学療法評価

術後4日、シーネ固定解除した時の評価では、足関節可動域は背屈5°、底屈30°、MMTは下腿三頭筋2、前脛骨筋3、後脛骨筋2、腓骨筋3、長母趾屈筋2、長趾屈筋2であった。また、三角靭帯脛舟部、脛踵部、後脛距部において圧痛、伸長痛は認めず、関節の不安定性も観察されなかった。足根管を形成する筋のうち後脛骨筋と長指屈筋で、収縮時内果後面に疼痛を認めた。

7週疼痛出現時の評価では、足関節可動域は背屈25°、底屈45°、MMTは下腿三頭筋2+、後脛骨筋4、腓骨筋4、長母趾屈筋4、長趾屈筋4であった。このとき、初期にみられた後脛骨筋と長指屈筋の収縮時痛は消失していた。歩容は患側下肢立脚期にtoe outおよび著明な逃避跛行がみられ、左に比べて右遊脚期が短縮していた。その際、患側立脚中期から後期にかけて足根中足関節に一致して痛みが出現した。また静止立位にて患側足部でtoo many toe signが陽性であった。以上のことから内側縦アーチ低下を疑い、足部アライメントと足部内在筋・外在筋の詳細評価を行った。疼痛評価にはVisual Analogue Scale(以下VAS)、アライメントの評価にはアーチ高率とLeg Heel Angle(以下LHA)を行った。足部内在筋と外在筋の筋力評価として、定量的な評価が可能な母趾圧迫力、母趾外転筋力、足趾把持力を行った。以下にその評価方法を示す。

## I 疼痛評価

### 1. VAS(mm)

100mmの直線を用いて左端(0mm)を「痛みなし」、右端(100mm)を「これまで経験した最大の痛み」とし、左端からの距離をもって疼痛の強さとした。評価は歩行直後に行い、同時に疼痛部位を記録した。

## II アライメントの評価

### 1. アーチ高率(%)

アーチ高率の測定(図2a)は村田ら<sup>5)</sup>の測定法を参考に行った。座位で舟状骨粗面から床面までの垂線の長さを舟状骨高(A)とし、第1中足骨底内側部から踵骨接床最後部までの長さをアーチ長(B)とし、次式により算出した。

$$\text{アーチ高率}(\%) = A/B \times 100$$

### 2. LHA(°)

LHAの測定(図2b)は座位で下腿後面から腓腹筋中間線と踵骨軸のなす角度を計測した。

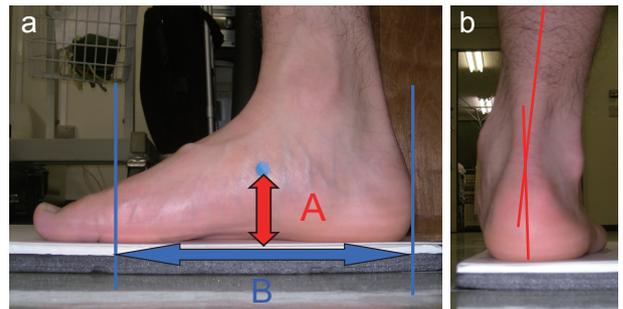


図2. アライメント評価

$$a: \text{アーチ高率}(\%) = \frac{A \text{ 舟状骨高}(\text{cm})}{B \text{ アーチ長}(\text{cm})} \times 100$$

b: Leg Heel Angle(°) 腓腹筋中間線と踵骨軸のなす角

## III 筋力の評価

### 1. 母趾圧迫力(検査対象筋:長母趾屈筋)

母趾圧迫力の測定はアニマ株式会社製のHand Held Dynamometer(以下HHD)と体重計を用い、石坂ら<sup>6)</sup>の方法を参考に行なった(図3a)。体重計の上に測定足をのせHHDの先端を母趾の指節間関節に平行になるように調節した。足底面全体で圧迫する力が加わらないように体重計にて観察しながら母趾のみで圧迫する力を計測した。

### 2. 母趾外転筋力(検査対象筋:母趾外転筋)

母趾外転筋力の測定はHHDの先端を第一基節骨の内側にあて外転する力を計測した(図3b)。

### 3. 足趾把持力(検査対象筋:内在筋)

足趾把持力の測定は村田ら<sup>5)</sup>の方法を参考に足趾把持力測定器を作製し行なった(図3c)。スモドレー型握力計(堤製作所製)のグリップ部に取り付

けた棒を足趾全体で握り、手前に引き寄せる力を計測した。

3項目とも座位姿勢とし膝関節90°屈曲位、足関節底背屈0°、前額面において下腿が床面に垂直になる姿勢を測定肢位とした。また実測値は1回の練習後、全力にて3回計測を行いその平均値とした。



図3. 筋力の評価

a: 母指圧迫力 b: 母趾外転筋力 c: 足趾把持力

7週時の評価では疼痛の程度はVASで64mm、部位は足根中足関節背側の第1列と第2列間であった。筋力・アライメントの評価を表1に示す。筋力は母趾圧迫力、母趾外転筋力、足趾把持力のいずれも健側比にして30%程度まで筋力低下がみられた。アライメントでは健側と比較してアーチ高率が低下、LHAが増加となり、患側の内側縦アーチの低下と後足部の回内変化とがみられた。

表1: 疼痛出現時の評価

		健側	患側
筋力	母指圧迫力(N)	71.3	21
	母趾外転筋力(N)	27	9
	足指把持力(kg)	4	1.8
アライメント	アーチ高率(%)	36.7	32.9
	LHA(°)	3	9

### 理学療法介入

疼痛の要因を、足関節内在筋・外在筋の筋力低下によるアライメント異常と捉え、筋力増強によりアライメントの修正と疼痛の軽減とを図った。図4に示すように、長母趾屈筋に対しては足関節

を背屈位、第2～5趾を屈曲位に保持して母趾の屈曲運動を、後脛骨筋に対しては足関節を背屈・回内位、母趾を屈曲位に保持して底屈・回外運動を、母趾外転筋に対しては母趾の伸展・内転位からの外転運動を、それぞれ行うことにより個別に筋収縮を促した。また、内在筋の筋力増強としてタオルギャザーを行なった。頻度は外来通院にて週5日(1日の訓練時間は約1時間)、また十分な指導を行った上でホームエクササイズも実施した。

### 結果

母趾圧迫力、母趾外転筋力、足趾把持力の実測値と対健側比のグラフを示す(図5)。いずれの項目も徐々に改善し、術後11週の時点では対健側比の90%以上までに回復した。アライメント評価では、7週時と比較するとアーチ高率、LHA(図6)ともに改善し、内側縦アーチの上昇と後足部の回内変化の是正が得られた(表2)。疼痛は次第に軽減し、術後11週の時点では消失した(図7)。本症例は10週より職場復帰し、12週で理学療法終了となった。

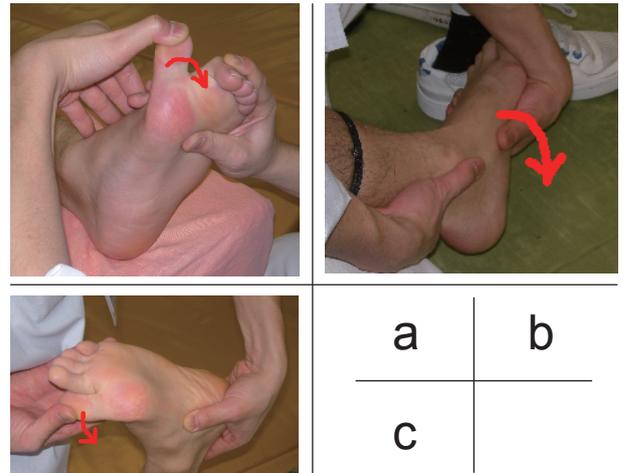


図4. 個別筋収縮

- a: 長母趾屈筋: 足関節背屈、第2～5趾は屈曲位を保持し、母趾の屈曲運動
- b: 後脛骨筋: 足関節背屈・回内位、母趾を屈曲位に保持し、底屈・回外運動
- c: 母趾外転筋: 母趾の伸展・内転位からの外転運動

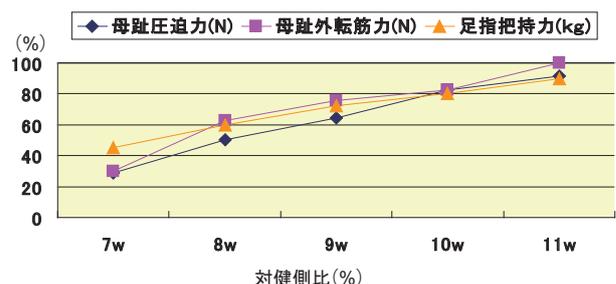


図5. 筋力の変化

11週では3項目とも健側比90%以上に回復している

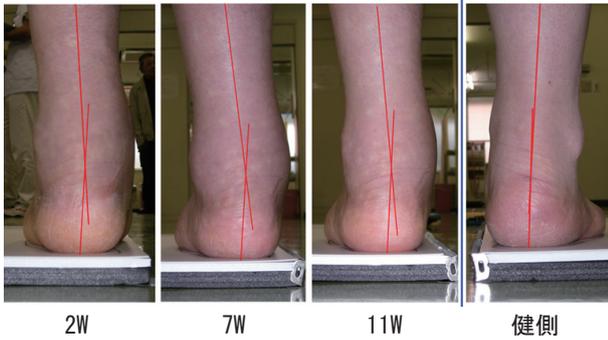


図 6. LHA の変化

表 2: アライメント変化

	2W	7W	11W	健側
LHA (°)	5	9	7	3
アーチ高率 (%)	37.4	32.8	34.5	36.7

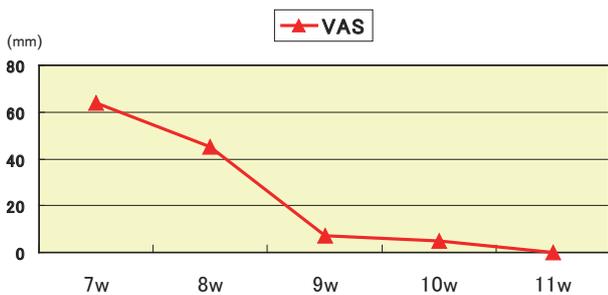


図 7. 疼痛の変化

疼痛部位は足根中足関節背側の第1・第2列間であり，経過において変化は無かった。

## 考察

今回，歩行時に出現した足根中足関節での疼痛の背景には，約5週間の長期免荷中に生じた筋力低下による足部アライメント異常が影響したものと考えられた。本症例では術後7週での評価において，長母趾屈筋，母趾外転筋，内在筋が健側比にして30%程度まで筋力低下を示していた。免荷による廃用性筋力低下の病態については，灰田らがモデル動物を用いて種々の報告を行なっている。筋活動量の低下，筋蛋白合成の低下，筋線維タイプの変化などがその要因であり，筋力低下の特徴として，速筋に比べ遅筋優位に起こり，筋活動量を指標とした場合，最初の1週間が顕著であり，最大筋力や筋原線維蛋白含量を指標にすると，3～4週でプラトーに達する<sup>7-8)</sup>。本症例では術後約5週の免荷期間においてこれらの病態に伴い廃用性の筋力低下が起こったと考えられた。同時期のアライメント評価では，非荷重下での内側縦アーチ

の低下と後足部の回内変化が観察された。通常歩行における接地期では距骨下関節は回内する。この時期の足部の筋機能は回内を徐々に減速することであり，最初に後脛骨筋が働き，ついで前足部の接地とともにヒラメ筋そして長趾屈筋，腓腹筋が働き最後に長母趾屈筋が働くことでその役割を果たす<sup>9)</sup>。本症例では前述した筋力低下が原因でこの時期における適切な筋活動が得られず，距骨下関節の回内位での荷重応答になったと思われる。距骨下関節が回内位にあると，距舟関節・踵立方関節の運動軸が平行となるため可動範囲が大きくなり，距骨頭はより内下方を向くように動き，持続的な荷重負荷が加わると舟状骨は底側へ落ち込んでいく。本症例では筋力による足部の剛性が低下した状態と，全荷重開始による負荷量の増大が重なった結果，過負荷となり足部アライメント異常を呈したと考える。

理学療法介入により術後11週の時点で母趾圧迫力，母趾外転筋力，足趾把持力すべての項目が対健側比で90%を超えるまで回復した。同時期のアライメント評価では非荷重時での内側縦アーチの上昇と後足部の回内変化の是正とが観察された。長母趾屈筋は腓骨体の後面より起始し，踵骨の載距突起を滑車として母趾の末節骨へ停止し，距骨下関節に対しては回外作用を有す。また，この筋が活動する時は足底で交叉する長趾屈筋が賦活され，全体として足趾屈筋群の活動が高まる。足趾屈筋群を含め多くの足内在筋は足底筋膜と呼ばれる深筋膜に包まれており，その中央部は非常に厚く足底腱膜と呼ばれる。この足底筋膜は踵骨から足趾に付着しているため，収縮すると足部中央部を頭側に引き上げ，内側縦アーチを高める作用を持つ<sup>6)</sup>。母趾外転筋は内側縦アーチ全体に及んでおり，アーチの両端を近づけることでその弯曲を強める。さらに，著明な緊張帯作用を持っており，特に立脚中期以降の足関節背屈角度が増加した肢位で荷重負荷が増えることによる内側アーチ低下に対して，アーチ保持機能としての一部を担っている<sup>10)</sup>。後脛骨筋は下腿骨間膜から，舟状骨，楔状骨，立方骨，第2～4中足骨底に付着するため足底筋膜を足部から頭側へ引き上げるのに適している。これらの作用により，アライメント評価において，非荷重時の内側縦アーチは上昇し，後足部の回内変化が是正したと考える。通常歩行周期の立脚期では踵接地を起点として内側縦アーチは低下を開始し，後足部は回内を開始することで荷重による衝撃を吸収する。踵接地の直前を非荷重の状態として捉えた場合，今回のアライメント変化

により立脚期での荷重応答量が増加したと推察された。

本症例は全荷重開始後の歩行時に患側立脚中期から後期にかけて足根中足関節背側の第1列と第2列間に一致して痛みが出現した。距骨下関節の回内変化は横足根関節縦軸での回外によって補正される。しかし、過度の回内変化では完全に補正することが出来ないため、より遠位の足根中足関節にてその不足分が補われる<sup>9)</sup>。足根中足関節は背側・底側足根中足靭帯、骨間楔中足靭帯によって補強され、随意的な運動は困難である。特に中間楔状骨と第2中足骨からなる第2列は内・外楔状骨に挟まれた形となり可動性は著しく少ない。また、第1足根中足関節は独立した関節包を有しており、形態的には鞍関節に分類されるため、内側楔状骨と第1中足骨からなる第1列の運動は底背屈-回内外が可能である。一方、第2～5足根中足関節は共通の関節包からなる半関節であるため、第2列の運動は底背屈のみである<sup>4)</sup>。このため、距骨下関節の回内変化により内側縦アーチの低下が起こると第1列は背屈・回外し、第2列は中足骨頭が底側へ落ち込む。本症例の足根中足関節の第1・2列間に生じた疼痛の原因は、先に述べたアライメント異常により元々可動性が少ない足根中足関節での代償が求められたこと、そして関節の構造上の違いにより第1列と第2列では代償の仕方が異なったことにより、第1・2列間に断続的なストレスがかかったため引き起こされたと考える。

術後7週時にVASで64mmあった痛みが、11週時には消失した。これは、先に述べたような内側縦アーチの上昇と後足部の回内変形の是正により、歩行の立脚期における荷重応答量が増加したこと、筋力増強で筋力による足部の剛性が得られたことにより、足根中足関節での代償が軽減したことによると推察された。

本症例より、足関節骨折により長期免荷を余儀なくされる症例では、免荷期間における筋力低下を要因としたアライメント異常が起こることを想定した上で、術後早期からこれを予防する目的で筋力トレーニングを行っていく必要があると考える。

## 今後の課題

今回のアライメント測定は端座位にて荷重させずに行なったものであり、荷重時や実際の歩行時など動的場面でのアライメント変化の計測は行っていない。また、今回用いた指標の再現性について問題がないとは言えない。今後は測定方法を検

討し、より歩行時に近い肢位で測定を行う必要がある。さらに、筋力の評価は今回行った3項目だけでなく、より多くの指標を示したい。特に後脛骨筋、長腓骨筋の作用は興味深く、これについても今後測定方法を検討して筋力とアライメントの関係性を明らかにしていきたい。

## 【引用文献】

- 1) 三秋泰一, 加藤逸平: アーチ高率の違いによる内外側方向における足圧中心位置の検討. 理学療法科学22(3): 409-412, 2007.
- 2) 橋本健史: 足アーチ構造の機能. 慶應医学 81(1): 17-21, 2004.
- 3) Donald A. Neumann: 筋骨格系のキネシオロジー. 島田智明, 平田総一郎(監訳), 第1版, 医歯薬出版株式会社, 東京: pp521-523, 2005.
- 4) 山崎 敦: 足部の構造と機能-バイオメカニクスの観点から. 理学療法24(5): 667-676, 2007.
- 5) 村田 伸, 忽那龍雄: 足把持力に影響を及ぼす因子と足把持力の予測. 理学療法科学18(4): 207-212, 2003.
- 6) 石坂正大, 大好嵩史: 母趾圧迫練習が内側縦アーチに及ぼす影響. 理学療法科学22(1): pp139-143, 2007.
- 7) 灰田信英: 筋萎縮メカニズムの研究と理学療法. 理学療法20(7): 744-747, 2003.
- 8) 渡辺 修, 山内 秀樹・他: 筋力低下のメカニズム, 理学療法21(3): 459-467, 2004.
- 9) 山口光國, 福井勉・他: 結果の出せる整形外科理学療法 運動連鎖から全身をみる. 第1版, メジカルビュー, 東京: pp178-228, 2009.
- 10) 中尾英俊, 高藤裕美・他: 荷重負荷に対する下腿・足部の筋活動とアーチ高率の変化について. 第42回日本理学療法学会大会抄録, 2007.
- 11) 壇 順司, 高濱 照: 足関節の運動学(1). 理学療法24(9): 1235-1240, 2007.
- 12) 壇 順司, 高濱 照: 足関節の運動学(2). 理学療法24(10): 1349-1359, 2007.
- 13) 矢部裕一郎: 足底挿板の臨床応用とその限界. 理学療法17(5): 455-461, 2000.
- 14) 武田さおり, 長谷川至・他: 長時間立位による足部アライメントの変化に関する検討-アーチ高率と足底圧から-. 東北理学療法学 11: 36-41, 1999.
- 15) 橋本健史: 足の障害と靴の医学. Jpn J Rehabil Med. 46: 622-627, 2009.