楔状板を用いた踵骨傾斜が足部形態に与える影響

Effects of Heel Wedges on Morphological Change of the Foot

佐藤 俊彦¹⁾ 福井 勉²⁾

TOSHIHIKO SATO, RPT, MS¹⁾, TSUTOMU FUKUI, RPT, PhD²⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Itabashi Medical System Shinkatsushika Loyal Clinic: 2-66-17 Horikiri, Katsushika-ku, Tokyo 124-0006, Japan TEL +81 3-3697-8333 E-mail: tsadcnmno5@yahoo.co.jp

²⁾ Health Care Science, Graduate School, Bunkyo Gakuin University

Rigakuryoho Kagaku 31(5): 641-644, 2016. Submitted Mar. 2, 2016. Accepted Apr. 22, 2016.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to observe three-dimensional morphological changes of the foot after inserting a medial or lateral heel wedge. [Subjects and Methods] The subjects were 52 feet of 26 healthy subjects. To measure the morphological change of the foot, a three-dimensional foot digitizer was used to measure subjects in the standing position. Heel wedges with 5, 10 and 15 degrees of inclination were placed under the calcaneus. Each wedge was used for both medial and lateral comparisons of foot posture; there were seven conditions in total. [Results] The angle of calcaneus changed significantly with more than 10 or more degrees of inclination of the heel wedge. Medial and lateral malleolus inclination angle, midfoot inclination angle and forefoot inclination angle showed reciprocal changes to the calcaneus in the frontal plane. [Conclusion] The frontfoot may mutually complement the function of the rearfoot.

Key words: foot, heel wedge, INFOOT

要旨:〔目的〕踵骨の内側、外側に楔状板を挿入した際の足部形態の変化を3次元的に明らかにすることを目的とした。〔対象と方法〕対象は健康成人26名52肢とした。三次元足型計測装置（INFOOT）を使用して静止立位の足型の計測を行った。踵骨の内外側に5°、10°、15°の傾斜の楔状板を用い、楔状板上での足型の計測を行い、楔状板なしの足型との違いを検討した。〔結果〕10°以上の楔状板により踵骨は有意に角度変化した。また、内外果、中足部、前足部傾斜角度は踵骨と相反する角度変化を示した。〔結語〕踵部の変化で後足部と前足部で代償し合い、足底面を地面に接地させる可能性があることがわかった。

キーワード: 足部、楔状板、INFOOT

¹⁾ IMSグループ 新葛飾ロイヤルクリニック リハビリテーション科：東京都葛飾区堀切2-66-17（〒124-0006）TEL 03-3697-8333

²⁾ 文京学院大学大学院 保健医療科学研究科

I. はじめに

臨床場面では立位姿勢、形態評価は理学療法評価として頻繁に行われており、障害部位や動作、運動機能を予測できると考えられている。Khamis ら¹⁾は傾斜板を用い、立位で両足を過回内させた際、骨盤前傾、股関節内旋、下腿内旋の運動連鎖を観察している。また同じく千代丸ら²⁾も傾斜板を用い、両踵骨を外反させた際、踵骨の前傾、足関節の背屈、下腿の内旋の運動連鎖を観察している。斉藤ら³⁾は傾斜板を用い、片脚立位時に足関節肢位を変化させた際、回内・背屈で股関節内旋が回外・底屈で股関節外旋の運動連鎖が観察され、その影響は胸郭の肢位まで変化を及ぼしたとしている。よって足部からの運動連鎖の影響は身体全体へ波及していると考えられる。また障害との関係も指摘されており、Levinger ら⁴⁾は足部の回内と内側型変形性膝関節症（以下内側膝 OA）との関係性を指摘している。藤原ら⁵⁾は足部の内側縦アーチの低いサッカー選手は高い選手に比べ有意に腰痛の有病率が高かったと報告している。また臨床で多く見られる外反母趾は足の縦、横アーチの低下及び踵骨の外反角が大きいとの報告⁶⁾がある。一方で歩行などの動的評価に関しては個人差が大きいとする報告⁷⁾もあり、より詳細な全身評価と足部評価が必要であると考えられる。

運動療法と併用して足底挿板療法を行うことは足部形態、下肢運動連鎖機能の構築を図る際、非常に有効な手段である。また、足部の痛みやアライメントの構築を目的とする足底挿板療法の報告では、母趾外反角の改善を認めた症例が報告されている^{8,9)}。一方で、内側型変形性膝関節症に対する外側楔状板に関する報告では、機能的下肢軸の改善を認めたという報告¹⁰⁾や変形の程度によっては症状を悪化させる¹¹⁾と報告されており、効果が一定ではない。適切な処方を行うためには、形態評価のみでなく、足底挿板挿入後の形態変化の評価が重要であると考えられる。

そこで、今回同一被験者に対して楔状板を踵骨の内側、外側へ挿入した際の足部形態の変化を3次元的に観察し、前足部、中足部、後足部へのメカニカルストレス及び運動学的特徴を明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は足部に整形外科疾患の無い健常者 26 名 52 肢（男 13 名、女 13 名、年齢： 24.4 ± 3.2 歳、身長： 166.0 ± 9.3 cm、体重： 59.8 ± 11.7 kg）とした。本研究は文京学院大学大学院倫理委員会で承認され（承認番号 2014-MSJ07）、計測時に被験者に対して、本研究の目的と内容を十分に説明し、書面による同意を得た後に計測

を行った。

2. 方法

計測には I-ware Laboratory 社製、INFOOT USB Standard type IFU-S-01（以下 INFOOT）を用いた。計測肢位は両足接地の安静立位とした。上肢は下垂位、荷重を左右等しく加え、足と足の間隔は被験者の快適肢位とした。被験者には踵骨内側に 5° 、 10° 、 15° の傾斜の楔状板 3 条件、外側に 5° 、 10° 、 15° の傾斜の楔状板 3 条件、楔状板なし 1 条件の計 7 条件の計測を無作為に 3 回ずつ行った。なお、楔状板は計測側の足部にのみ挿入した。計測肢位は自然立位から重心位置が前後左右で変わることによる筋収縮及び足部形態変化を避けるため、臍部と両足部の位置をテープで印をつけ、毎回の計測で一定の位置で変わりが無いことを確認して計測した。楔状板は、踵骨内側に挿入する際は、内果直下より後方、外側に挿入する際は外果直下より後方に足長軸（踵から第二趾を通る線）に対して 45° の角度を持って挿入した。足部へのランドマークシールの貼付及び楔状板の挿入は計測を熟練したもの 1 名が行った。ランドマークシール貼付位置は内果最突起部、外果最突起部、舟状骨最下端部、第五中足骨粗面、第一中足骨外側最突起部、第五中足骨外側最突起部とした。

計測データより母趾外反角、小趾内反角、踵部外反角、内外果傾斜角、舟状骨点と第五中足骨粗面を結んだ直線の角度（以下中足部傾斜角）、第一と第五中足骨頭の外側最突起部を結んだ直線の角度（以下前足部傾斜角）の合計 6 項目を使用した（表 1）。傾斜角度はいずれも内反を正とした。踵部外反角は楔状板を除いた踵部の角度データを算出した。また、踵部外反角と内外果、中足部、前足部傾斜角との差をそれぞれ求め、踵部外反角に対するそれぞれの傾斜角との水平面上の相対角度を求めた。

統計学的解析として、楔状板角度を主因子とした母趾外反角、小趾内反角、踵部外反角、内外果傾斜角度、中足部傾斜角度、前足部傾斜角度及び踵骨との相対角度の各項目を一元配置分散分析にて検証し、多重比較は Dunnett 法を用い、比較対象は立位（楔状板なし）とした。有意水準は 5% とした。

III. 結果

踵部外反角は、内側、外側共に 10° 、 15° の傾斜を持つ楔状板で有意な角度変化が認められた。 10° の外側楔状板で小趾内反角は有意に外反していた。 15° の内側楔状板で中足部傾斜角度は有意に内反した。その他の母趾外反角、内外果傾斜角、前足部傾斜角については楔状板による有意な差は認められなかった（表 2）。

また、 15° の外側楔状板で中足部傾斜角と前足部傾斜角は踵部に対して有意に内反した。 10° の外側楔状板で

表1 計測した足部の角度の定義

足部の角度	定義
1) 母趾外反角	踵部最突起部と第二中足骨頭を結んだ足軸に平行な第一中足骨最外側点を通る直線（以下足軸）と第一趾の外側部の接線のなす角度
2) 小趾内反角	足軸と第五趾の外側部の接線のなす角度
3) 踵部外反角	踵を後方から見た傾きの角度
4) 内外果傾斜角	内外果のそれぞれの最突起部を結んだ直線の角度
5) 中足部傾斜角	舟状骨点と第五中足骨粗面を結んだ直線の角度
6) 前足部傾斜角	第一と第五中足骨頭の最突起部を結んだ直線の角度

表2 楔状板による各足部の計測角度

足部の角度	外側 15°	外側 10°	外側 5°	立位	内側 5°	内側 10°	内側 15°
踵部外反角 (°)	4.4 ± 2.8**	4.4 ± 2.6**	3.3 ± 2.8	3.0 ± 2.6	2.3 ± 2.7	1.6 ± 2.8**	1.0 ± 3.1**
母趾外反角 (°)	11.3 ± 5.4	11.3 ± 5.4	11.2 ± 5.7	11.2 ± 5.2	11.0 ± 5.5	10.5 ± 5.4	10.7 ± 5.8
小趾内反角 (°)	10.0 ± 4.3	9.9 ± 4.2*	10.7 ± 4.3	11.2 ± 4.2	11.2 ± 4.4	10.8 ± 4.2	10.6 ± 4.4
内外果傾斜角 (°)	10.9 ± 4.1	11.1 ± 4.5	10.6 ± 4.1	10.9 ± 4.4	11.4 ± 3.7	11.0 ± 4.3	11.6 ± 3.5
中足部傾斜角 (°)	9.9 ± 4.9	9.8 ± 4.9	9.8 ± 4.7	9.8 ± 5.1	10.3 ± 5.1	10.6 ± 4.9	11.2 ± 5.1*
前足部傾斜角 (°)	4.1 ± 3.2	3.9 ± 2.8	3.9 ± 2.9	3.9 ± 2.8	4.1 ± 2.9	4.4 ± 2.9	4.4 ± 2.8

* : p<0.05, ** : p<0.01.

表3 踵骨に対する各足部の水平面上の傾斜相対角度

足部の角度	外側 15°	外側 10°	外側 5°	立位	内側 5°	内側 10°	内側 15°
内外果傾斜角 (°)	15.3 ± 4.2	15.6 ± 5.1*	13.9 ± 4.8	14.0 ± 4.7	13.7 ± 4.3	12.6 ± 5.0	12.6 ± 4.7
中足部傾斜角 (°)	14.3 ± 4.1*	14.3 ± 4.0*	13.2 ± 3.8	12.6 ± 4.2	12.7 ± 4.2	12.2 ± 4.1	12.2 ± 4.1
前足部傾斜角 (°)	8.5 ± 3.5*	8.4 ± 3.2*	7.2 ± 3.3	7.0 ± 3.3	6.4 ± 3.2	6.0 ± 3.4	5.4 ± 3.2*

* : p<0.05.

は内外果傾斜角と中足部傾斜角、前足部傾斜角が踵部に対して有意に内反した。15°の内側楔状板で前足部傾斜角は踵部に対して有意に外反した（表3）。

IV. 考 察

関節への過度なメカニカルストレスは、関節の変形を起こすとされている¹²⁾。今回の結果から10°以上の踵骨の傾斜は、踵部を有意に外反、内反させた。踵部内反は距骨下関節を回外、足部を内転させ、外側への伸張、内側への圧縮ストレスが加わる。一方踵部外反は距骨下

関節を回内、足部を外転させ、内側への伸張、外側への圧縮ストレスが加わる¹³⁾。特に内側楔状板による踵部内反に比べ、外側楔状板による踵部外反の足部の水平面上の傾斜相対角度変化が大きかった。踵骨は踵部の外側に位置し、内側は脂肪体で占められている。踵部内側に位置する脂肪体は骨とのズレを生じさせ、踵骨に直接的に作用しにくい。一方、踵部外側は脂肪体が少なく、踵骨の直下となるため、踵骨に作用しやすい。よって外側楔状板は、踵部をより直接的に外反方向に傾斜させたと考える。Levingerら⁴⁾は回内足と内側膝OAの関係性を指摘している。踵部外反による距骨下関節の回内位は

内側膝 OA に対し、より膝の変形を助長する可能性がある。よって内側膝 OA 患者に外側楔状板を挿入する際は、踵部外反による足部過回内が生じていないか評価する必要があると考える。

また、Buchanan ら¹⁴⁾や McPoil ら¹⁵⁾は、足部は後足部と前足部で互いの運動を代償し合うとしている。今回、外側楔状板による踵部外反に対して内外果、中足部、前足部傾斜角はいずれも相対的に内反し、先行研究と一致する結果となった。今回の計測も健常者であり、足部の可動域が保たれており、足部内での内反、外反を互いに代償し合う反応を観察できた。また、踵部外反による距骨下関節の回内は内側縦アーチ下降、横足根関節の相対的回外がおこり、衝撃吸収能が高まる一方で、剛性が低下するとされている¹³⁾。足部が剛性を失った状態が保持されることで、足部変形を助長する可能性があるため、外側楔状板挿入時は前足部、中足部の形態変化の観察、評価が重要であると考えられる。

内田ら⁶⁾は踵骨の外反と外反母趾、足の縦、横アーチの低下の関係を指摘している。今回の結果では外側楔状板による踵部外反は観察されたが、母趾外反、足部アーチの低下は観察されなかった。本研究の限界として、皮膚内での骨、関節運動を正確に捉えることが困難である。また、後足部外反、前足部内反による相互の代償作用により踵部最突起部と第二中足骨頭を結んだ足軸にズレが生じ、母趾外反角、小趾内反角の計測軸がずれる可能性がある。今後はランドマークシールを増やし、足軸の影響を受けない角度算出を考慮する必要がある。

引用文献

- 1) Khamis S, Yizhar Z: Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture*, 2007, 25(1): 127-134.
- 2) 千代丸正志, 山本澄子: 傾斜板による踵骨外反が立位姿勢に与える影響. *理学療法科学*, 2011, 26(6): 747-751.
- 3) 齊藤 嵩, 勝平純司, 丸山仁司: 足関節肢位の違いが片脚立位時の下肢・骨盤・胸部の運動学パラメータに与える影響. *理学療法科学*, 2013, 28(1): 65-69.
- 4) Levinger P, Menz HB, Fotoohabadi MR, et al.: Foot posture in people with medial compartment knee osteoarthritis. *J Foot Ankle Res*, 2010, 3: 29.
- 5) 藤原紘平, 岸本恵一, 大槻伸吾・他: 大学サッカー選手における足部形態とスポーツ傷害の関係. *関西臨床スポーツ医科学研究会誌*, 2007, 17: 17-19.
- 6) 内田俊彦, 入谷 誠, 山崎 勉・他: 外反母趾と踵骨外反角について. *日本足の外科学会雑誌*, 1992, 13: 195-197.
- 7) 金 承革, 高橋正明, 福井 勉・他: 外反母趾患者の運動機能病態の力学的計測と解析. *バイオメカニズム学会誌*, 2005, 29(1): 36-46.
- 8) 鈴木信介, 清水新悟: 外反母趾に対する屋内用足底板の有効性を示した1症例. *愛知県理学療法学会誌*, 2009, 20(4): 174-176.
- 9) 清水新悟, 徳田康彦, 前田健博・他: 変形性膝関節症内側型の扁平足タイプにおける足底挿板療法の検討—足部評価によるタイプ分類法—. *日本義肢装具学会誌*, 2009, 25(3): 150-155.
- 10) 安田和則, 加藤哲也, 佐々木鉄人・他: 変形性膝関節症に対する楔状足底板の効果. *臨床整形外科*, 1979, 14(7): 677-682.
- 11) 石井慎一郎, 佐保美和子, 赤城家康・他: 変形性膝関節症に対する外側楔状板の作用機序と効果. *理学療法進歩と展望*, 1998, 13: 55-60.
- 12) 黒木裕士: メカニカルストレスと変形性膝関節症の理学療法—関節軟骨研究の視点からの提言—. *理学療法科学*, 2011, 38(8): 637-638.
- 13) 金村朋直, 小林寛和, 岡戸敦男: メカニカルストレスからみた足部・足関節の外傷と理学療法. *理学療法*, 2014, 31(7): 731-739.
- 14) Buchanan KR, Davis I: The relationship between forefoot, midfoot, and rearfoot static alignment in pain-free individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2005, 35(9): 559-566.
- 15) McPoil TG Jr, Knecht HG, Schuit D: A survey of foot types in normal females between the ages of 18 and 30 years. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1988, 9(12): 406-409.