

靴の医学

Volume 30
No. 2

2016

編集
日本靴医学会

第 31 回日本靴医学会学術集会のお知らせ

第 31 回日本靴医学会学術集会を下記の要領にて開催いたします。

奈良にて、皆様からの多数の演題とご参加をお待ち申し上げます。

【開催概要】

会 長：佐本 憲宏（市立東大阪医療センター 副院長・整形外科）

会 期：2017（平成 29）年 9 月 15 日（金）～16 日（土）

会 場：なら 100 年会館（〒630-8121 奈良市三条宮前町 7 番 1 号）

【テーマ】

初心（Original Intention）靴から足へのフォードバック

【プログラム予定】

■基調講演

田中 康仁（奈良県立医科大学整形外科教授）

■特別講演

平岡 昇修（東大寺執事長・華厳宗宗務長・東大寺大佛殿院主 東大寺福祉療育病院 理事長）

■教育研修講演

■ランチョンセミナー

■ハンズオンセミナー

■シンポジウム

足の外科医とコメディカルとの連携（仮題）

（理学療法士，義肢装具士，認定看護師他）

■主題

■一般演題

■市民公開講座

【演題募集期間】

2016 年 4 月 4 日（火）～2016 年 6 月 13 日（火）※詳細は HP をご覧ください。

※今回の学術集会より一般演題から優秀演題賞を選出の上，表彰予定です。奮ってご応募ください。

【演題登録方法】

オンライン登録とさせていただきます。

学術集会ホームページ「演題募集」よりご登録ください。

ホームページ：<http://www.c-linkage.co.jp/kutsu31/>

【お問合せ先】

＜主催事務局＞

市立東大阪医療センター 整形外科

〒578-8588 大阪府東大阪市西岩田 3—4—5

TEL：06-6781-5101/FAX：06-6781-2194

＜運営事務局＞

株式会社コンベンションリンケージ内

〒531-0072 大阪府大阪市北区豊崎 3—19—3 PIAS TOWER 11F

TEL：06-6377-2188/FAX：06-6377-2075

E-mail：kutsu31@c-linkage.co.jp

靴の医学

Volume 30
No. 2

2016

編集
日本靴医学会

基調講演

靴医学の温故知新

- 一足の外科医からみた理想的な靴を求めて……………高倉 義典 …………… 1

原 著

靴の基礎（作成）

観察による歩行分析を用いた足底挿板の作製方法

- 一内側アーチ高の設定について……………東 佳徳ほか…………… 5

市販ヒールパンプスにおけるトースプリング角度と

- ヒールシート角度の靴型設計基準の検証……………佐野 生子 …………… 10

靴の基礎（機能）

靴のフィッティングが片脚立位や歩行、

- 自覚的变化に及ぼす影響について……………要明 元気ほか…………… 19

短下肢装具に装着したDYMOCOインソールの影響

～Gait Judge Systemでの筋電図データに

- 着目して～……………今井 大樹ほか…………… 23

Foot posture index-6の検者内信頼性・

- 誤差範囲の検討……………澤田 徹平ほか…………… 26

足底潰瘍のある糖尿病患者にインソールと

- ロッカーソールを用いた免荷状態と歩容解析……………小井戸雄太ほか…………… 31

足関節ブレースが歩行時の足関節キネマティクスに

- 与える影響……………大澤 健介ほか…………… 36

裸足と裸足に類似したシューズでジョギング時の

- 衝撃力変数の比較……………小山 桂史 …………… 42

ハイヒール側方変位における下肢への影響

- 一前額面を中心に……………石黒 圭応ほか…………… 47

- 横アーチパッドの位置と足趾握力との関係……………清水 新悟ほか…………… 53

知覚入力型インソール開発のための基礎的研究

—足底知覚を用いた動作指導がランニング動作中の

下肢アライメントにおよぼす影響—……………長谷川正哉ほか…………… 57

足底挿板療法による浮き趾の推移に関する検討……………横田 裕樹ほか…………… 62

糖尿病足病変に対する履物の Rigidity に関する臨床的検討

—第2報—……………新城 孝道…………… 66

靴の基礎（横断的研究）

外反母趾の靴選びに関する検討……………笠原 知子ほか…………… 73

外反母趾術後に使用する

シューカバーについての検討……………杉澤 千秋ほか…………… 77

足の外科

姿勢の違いによる母趾爪の形状変化

—ひずみゲージによる評価—……………齊藤 裕貴ほか…………… 80

裸足ランニング支持期における足部運動……………吉永竜斗志ほか…………… 84

身長からみた幼児の土踏まず形成と形態学的比較

—接地足跡画像の分析—……………加城貴美子ほか…………… 91

幼児の足型計測方法の違いによる計測値の検討……………上田 恵子ほか…………… 100

外反母趾術後のプラスチック粘土で作製した

トウスペーサーの検討……………佐藤 千尋ほか…………… 105

足関節に対する徒手抵抗エクササイズが動的姿勢制御及び

主観的足関節安定性に及ぼす影響……………篠原 純司…………… 109

モートン病に対する保存療法の成績……………泉 恒平ほか…………… 116

外反母趾術後の後療法の工夫により

術後内反母趾が予防できた2例……………中本 佑輔ほか…………… 120

足底軟部組織の圧縮変形特性の検討……………植松 茂也ほか…………… 123

中学生の足型計測（第1報）

～浮き趾に着目して～……………阿部 真典ほか…………… 127

膝

変形性膝関節症の病態進行に伴う

足部アライメントの変化について……………村上美緒子ほか…………… 133

変形性膝関節症術後患者の非術側における

足底板の必要性について—足部アライメントと

膝の動揺性の評価から—……………野尻 圭悟ほか…………… 136

幼児の脚形態（外反膝・内反膝）の発育変化に

関する横断的検討……………上田 恵子ほか…………… 141

変形性膝関節症に対する足底挿板療法

—大腿骨脛骨角は改善するか—……………内田 俊彦ほか…………… 147

症例報告

（リウマチ性後足部変形に対する）後足部固定術術後の

歩容改善に舟底靴が有用であった一例……………福本竜太郎ほか…………… 154

シンポジウム

バスケットボールにおける靴の変遷と現状……………安田 稔人 …… 158

コラム

3次元足型計測器の開発の変遷……………荒山 元秀ほか…………… 162

足趾先の角化と爪変形……………是枝 哲 …… 166

現在の日本におけるトゥシューズの使用状況

—特殊な動作のために用いる履物としての

トゥシューズ—……………去来川園子ほか…………… 170

教育講演

小児期からの扁平足の基礎と臨床……………落合 達宏 …… 174

ランチョンセミナー

知っておきたい足部変形と診かた……………嶋 洋明 …… 179

巻頭言

日本靴医学会理事長 寺本 司

3月になり少し暖かくなってきましたが、まだまだ寒さが続きます。健康に留意いただき、お過ごしください。

さて昨年日本靴医学会は発足して30年を迎える記念すべき年になりました。人によっては壮年期の始まりで、少し分別のつきだした年齢と思います。第30回日本靴医学会学術集会は清仁会シミズ病院・足の外科センターの奥田会長のもと、メルパルク京都(京都市)で実りある会が開催されました。これまで行われた日本靴医学会の中でも指折りの会だったと思います。奥田会長の言葉を借りれば、「本学術集会のテーマは「足を知り、靴を創る」といたしました。足の構造や機能、そしてその疾患、外傷を熟知することによりはじめて良い靴を創りだすことができる、これを本学会の理念としました」とあるとうり、足の外科と靴医学会の融合が重要と考えています。これまで人の足に関することは日本靴医学会と日本足の外科学会が、車の両輪となって発展し、これからも発展して行くものと思います。今回の学会では日本足の外科学会と日本靴医学会の理事長を歴任された、奈良医科大学整形外科名誉教授高倉義典先生の「靴医学の温故知新一足の外科医から理想的な靴を求めて―」という基調講演で足の外科と靴医学の今後の関係を示していただきました。また仙台赤十字病院整形外科の北純先生が「小児の足と靴」を教育研修講演で講演されました。シンポは「足関節・足部疾患に対する靴と足底挿板―有用性の検証―」、「スポーツシューズの変遷と現状」、「外反母趾患者の運動機能を考える」で、基礎から臨床まで詳細に検討討論され、それぞれの結論が得られたと思います。また市民公開シンポジウムでは「靴の選び方―コツと落とし穴―」各演者がそれぞれの専門域でわかりやすく説明され、社会貢献の一助になったと思います。また近年糖尿病の増加により、フットケアの重要性が取り上げられるようになり、整形外科以外が主導するフットケアに関する学会が、増えてきました。我々も足と靴の専門家として、この領域に積極的に関与する必要があるだろうと思います。今度の日本フットケア学会ではフットケア学会と靴医学会のコラボのシンポが行われます。今後ともこういういろいろな学会に企画を提供していければいいと思います。本学会には小児の足と靴を考える委員会、フットケア委員会、やスポーツ委員会があり、委員会活動の活発化が、他の学会と協調につながるものと思います。

最後になりますが、理事長として最後の年になります。会員の皆様方には学会活動に対してご協力いただき本当にありがとうございました。まだまだ寒さが残っております。会員の皆様方におかれましては、健康に留意されご活躍頂ければと思います。今年佐本会長のもと 2017 年 9 月 15 日（金曜日）～16 日（土曜日）なら 100 年会館で開催されます第 31 回日本靴医学会学術集会でお会いできるのを楽しみに致しております。

基調講演

靴医学の温故知新

—足の外科医からみた理想的な靴を求めて—

Visiting the old and learning the new of footwear medicine.

—In search of the ideal shoes discovered from foot and ankle surgeon—

奈良県立医科大学

西奈良中央病院

Nara Medical University

Nishinara Central Hospital

高倉 義典

Yoshinori Takakura

Key words : 靴医学 (Footwear medicine), 理想靴 (Ideal shoes), 足の外科医 (Foot and ankle surgeon)

1. はじめに

この度、日本靴医学会が30回目の節目にあたり、会長のシミズ病院副院長の奥田龍三先生から基調講演を依頼された。当初は固辞していたが、受諾することにし、この1年間、理想的な靴を求めて靴博物館や靴製造業者などを訪ね歩いた。見聞を深め、多くの意見を拝聴するごとに、理想とする靴は難しく混迷を深めるばかりであったが、それでもある程度の結論が得られたので、参考にしていただければ幸甚に存じます。

2. 履物の歴史

履物の歴史を辿ると、紀元前3000年前のエジプト時代の皮やパピルスで作られたサンダルに遡る。当初は死人の埋葬時に、黄泉の世界でも裸足

でなく、歩けるように葬儀の用品として製作された。

しかし、1991年にオーストリアとスイスの国境近くのエッソ渓谷の氷河から発掘されたミイラのアイスマン (Ötzi Man) が履いていた靴は、氷河地層の推定から5300年前のものと言われ、世界最古の靴とされている。(図1) この靴のレプリカを実際に見たいと思い、アメリカ足の外科学会出席を兼ねて、カナダのトロントのBata Shoe Museumを尋ねた。その靴は革製で、内に保温のために干し草が詰められており、サイズは24センチで、縁が巻き上げられて革紐で縁取りされた大変実用的なものであった。年代からすると、古代エジプト時代とほぼ一致するが、かたや熱帯地帯であるのでサンダル形式から起こり、かたや寒い雪国での履物であるので、保温のために足を包み込む革製で出来ていた。BC30世紀より以前に、このような立派な靴が作製していたことは大変な驚きであった。

一方、南国のエジプト時代に続くギリシャ時代

(2016/12/01 受付)

連絡先 : 高倉 義典 〒631-0022 奈良県奈良市鶴舞西町1-51 西奈良中央病院
TEL 0742-43-3333 FAX 0742-43-8607
E-mail ashitakakura@leto.eonet.ne.jp



図 1. 世界最古の靴 (Bata Shoe Museum, Toronto)
オーストリアのチロル州の水河から発掘されたアイスマンが履いていた 5300 年前の靴。革製で干し草が敷き詰められていた。

もサンダルが主流であったが、主として兵士が着用し、底が厚くなり、森や山を歩く際に足を保護するように作られた。ローマ時代になると、軍隊を中心に革ひも付きで、足関節や足趾を覆う短靴型のものが登場した。その後3～7世紀にかけての民族大移動で、北方や東方系民族が欧州に移住してきて、現在とあまり変わらぬ閉鎖的な靴が一般人にも着用されるようになり、現在に至っている。

一方、本邦においては明治維新前では草鞋や下駄が主流で、維新後に軍隊を中心に靴が使用されるようになった。本邦での最初の靴着用者は幕末の坂本龍馬と言われており、現在でも当時の靴を模した龍馬靴が販売されている。しかし、一般人が靴を着用するのは第二次大戦後である。そのことを裏付けることの一つに、日本整形外科学会関連において、靴と極めて関連の深い外反母趾に関する論文を、戦後の1954年の日整会誌に、初めて水野祥太郎氏が掲載したことからも解る。

3. 日本靴医学会の歴史

このように歴史の浅い我国において、靴と足に

表 1. 歴代理事長

初代	(1987～1994)	鈴木良平	(長崎大学)
第2代	(1995～1999)	佐野精司	(日本大学)
第3代	(2000～2001)	松崎昭夫	(福岡大学)
第4代	(2001～2004)	高倉義典	(奈良県立医科大学)
第5代	(2005～2010)	井口 傑	(慶応義塾大学)
第6代	(2011～現在)	寺本 司	(福島県立医科大学)

関する医学的知識と技術の普及と進歩をはかり、国民の健康の維持と増進を目的として靴医学会が設立された。靴医学会は長崎大学名誉教授の故鈴木良平先生を中心として石塚忠雄、荻原一輝、加倉井周一、城戸正博、桜井実、中嶋寛之の6名の理事と23名の評議員で1987年10月に日本靴医学研究会として発足した。第1回は長崎大学の鈴木良平教授が会長となり、1987年10月18日に東京虎の門発明会館ホールで開催された。初回は医師のみの参加者であったが、第2回からは靴製作者などの医師以外も参加して演題を発表するようになり、1990年の第4回から日本靴医学会と名称を改め、今回で30回目の節目を迎えた。(表1)その間、本会には医師以外に理工学や生体力学者、理学療法士や看護師、義肢装具士や靴製作者、シューフィッター、さらには実際に靴を履く一般消費者まで参加し、本会を盛り上げてきた。

4. 靴が原因で起こる疾患や靴が治療に必要な疾患

生活様式の急速な欧風化に伴い、靴を着用している時間帯が長くなり、靴が原因の足部の傷害が急増してきている。その代表的な疾患は外反母趾であり、その他に扁平足、アキレス腱付着部周辺疾患、足底腱膜炎、モートン病、強剛母趾、さらには変形性関節症や各種の疲労骨折など枚挙にいとまがない。そこで、靴の着用が原因の疾患や靴が治療に必要な疾患を列举すると、次のようになる。

1) 幼小児期に靴(足底挿板)が治療に必要な疾患

先天性内反足

先天性内転足

先天性外反扁平足（先天性踵足または鉤足）

小児期扁平足

麻痺足

Freiberg 病

外脛骨障害

2) 思春期に靴（足底挿板）が原因の疾患および治療に必要な疾患

び治療に必要な疾患

アキレス腱付着部症

アキレス腱滑液包炎

回内足（思春期扁平足）

シンスプリント

下肢および足部疲労骨折

外脛骨障害

母趾種子骨障害

3) 成人期に靴（足底挿板）が原因の疾患および治療に必要な疾患

び治療に必要な疾患

成人期扁平足

変形性足関節症

外反母趾

強剛母趾

Morton 病

槌趾

陥入爪

5. 理想的な靴を求めて

上記のような種々の靴による傷害を起こさない、理想的な靴を求めて訪ね歩いて考えてきた。当初は漠然と自身の経験から理想的な靴について、学生やシューフィッターへの講座で以下のような靴の選択方法を講義をしてきた。

1) 靴の選び方

○両足で履き、何歩か周辺を歩いてみる

○製作会社によってサイズが多少異なるので、種々のサイズを履いてみる

○足がむくむ夕方に選ぶ

○つま先に余裕のあるものを選ぶ

○足囲はぴったりしたものを選ぶ

○土ふまず（縦アーチ）のあるものを選ぶ

○踵部を包み込むようなものを選ぶ

○靴底は硬すぎず柔らかすぎないものを選ぶ

しかし、尋ね歩くうちに上記のような単純な選択方法では理想的なものを選ぶことが出来ず、年齢別や用途別にそれぞれ理想的な靴が存在し、かつ存在すべきであることが判明してきた。

2) 幼少時期の理想的な靴

乳幼児の足は柔らかく鍛え易いが、変形もし易く、急速に成長する特徴がある。日本の男児の足は15歳まで、女児で11歳頃までは足長が毎年1cm前後ずつ大きくなり、その後も成長停止期までに少しずつ大きくなる。足囲も足長が大きくなるにつれて、毎年0.7cm前後ずつ太くなり、興味ある現象として、小児の足は男子で8歳まで、女子で6歳までは足囲が足長を上回っている。すなわち、小児の足は横幅のあるふっくらと丸みを帯びた形をしており、それ以後は足長が急速に長くなり、大人の足に近づく。

従って、子供靴は半年ごとにチェックして、成長に合わせて新調することが極めて大切である。

また、底の薄い靴はToe-off時に足の巻き上げ機現象（Windlass system）を利用して小児の縦アーチを高めて、足を強くする効果がある。そのため、靴底の厚いものより薄いものが推薦される。その極端な例として「裸足保育」が一時に一世を風靡し、強い足作りに貢献したが、運動中の外傷発生の懸念から最近はあまり施行されていない。

さらに靴の中で足が前後しないように、紐付きで中足部をしっかり固定するものが理想的である。

3) 思春期の理想的な靴

思春期ではスポーツシューズが中心となり、行動や運動が激しいために破損や摩耗が短期間に起こるので、早め早めに新調することが大切である。また、基本的には靴紐で中足部をしっかり固定し、足が靴の中で前後に移動しないことが重要になる。

この時期になると運動も高度になり、スポーツの種類にあったシューズの選択も大切である。少々贅沢ではあるが、練習用と試合用を準備することも奨められる。

4) 成人期の理想的な靴

この時期に発生しやすい外反母趾や扁平足の発生を予防するために、足囲部や中足部でしっかり足が固定され、前後に移動しないものが推薦される。外反母趾などでは、外反変形した母趾のMTP関節が靴に当たって疼痛が生じるので、しばしば足囲のゆったりしたものを求めがちで、理想的な靴の選択からは異なる。

また、つま先に余裕がないと、母趾の爪が靴で圧迫されて陥入爪を来すこともあり、先端には0.5cm程度の余裕が必要である。

踵の高い靴は荷重が前足部に集中し、外反母趾や陥入爪などの原因になるので避けるべきである。

すでに疾患や変形を有する足に対しては、適切な足底挿板を作製して靴内に装着して使用することも大切である。

日常に履く靴下では、5趾が分かれたものは着脱に不便であるが、足趾の運動には最適であり、推奨したい。

5) 理想的な靴を求めて

近年、足袋屋が足袋のように母趾が分かれたランニングシューズを作製し、マラソン選手に着用させて話題になっている。また、ファイブフィンガーシューといって、5趾が分かれたシューズが発売されており、著者も購入し、5趾が分かれた靴下を着用のもとに使用している。現在のものは靴底が薄く、凹凸がある地面では違和感がある。

理想的なスポーツシューズはスポーツ種目によって異なり、軽量性、緩衝性、屈曲性、通気性、グリップ性、耐久性を兼ね備えたうえで、さらにフィット性に富んだものを理想としている。

一般的な靴に関して、究極の理想靴の結論には到達出来なかったが、理想的には年齢、体格、筋力、変形の有無、職種、運動種目や運動能力に対応したものが求められることが判明した。

このような条件を兼ね備えた理想的な靴の出現が待たれるところである。

観察による歩行分析を用いた足底挿板の作製方法

—内側アーチ高の設定について—

How to create a shoe-insole Using Observational gait analysis

—For height setting of the medial arch pad—

¹⁾戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院 整形外科

³⁾NPO オーソティックスソサエティー

¹⁾Department of Rehabilitation, Totsuka Kyoritsu Rehabilitation Hospital

²⁾Department of Orthopedic Surgery, Totsuka Kyoritsu Rehabilitation Hospital

³⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

東 佳徳¹⁾, 笠原 知子¹⁾, 金森 輝光¹⁾, 久保 実²⁾, 内田 俊彦²⁾³⁾

Yoshinori Higashi¹⁾, Tomoko Kasahara¹⁾, Terumitsu Kanamori¹⁾,

Minoru Kubo²⁾, Toshihiko Uchida²⁾³⁾

Key words : 足底挿板 (shoe-insole), 内側アーチ (medial arch), 観察による歩行分析 (gait analysis by observation), DYMOCO インソール (DYMOCO insole)

要 旨

足底挿板の作製方法において動的足型は採取できない。ギブス採型や足型採取などの方法があるが、それらは静的状態における足型を採取したものである。従来の足底挿板作製においては内側アーチ高の設定に明確な指標はなく製作者に一任されており、非常に曖昧である。基本アーチパッドでの歩行を基準として歩行を比較しながら逸脱した歩行を補正し対称性を整える方法（以下、DYMOCO インソール）が、簡便で効果判定が容

易である。

緒 言

足底挿板の作製方法には、ギブス採型や足型採取（トリッシュム採型他）などの方法があるが、これらは静的状態における足型を採取したものであり、動的足型は採取できない。また、従来の足底挿板作製においては、内側アーチ高の設定に関する明確な指標がなく製作者に一任されているため、非常に曖昧である。さらに、足底挿板の効果判定をする際に、患者さんの主訴（主に疼痛）以外に指標となるものが少ないため、効果判定が難しい。

我々は足サイズ別に既製パッドを作製し、装着した際の歩行姿勢を観察して内側、外側、横の各アーチの高さを調整している^{1)~6)}。このような歩行

(2015/12/02 受付)

連絡先：東 佳徳 〒245-0016 神奈川県横浜市泉区
和泉町 4259-1 戸塚共立リハビリテーション
病院 リハビリテーション科
TEL 045-800-0320 FAX 045-800-0321
E-mail nw-qinglong-nw@power.odn.ne.jp

分析に関連付けた標準化の報告はまだない。

歩行分析の方法には機械等を用いた分析が盛んに行われているが、三次元動作分析装置は高額かつ、計測時間や場所、経営上採算が取れない等の制約が多い為、臨床現場で直接的に患者治療の為に用いることは少ない。その為、臨床では観察による歩行分析法が多く用いられている。それだけに手順は多様化され、観察の信頼性には限界がある。しかし、いかに優れた機器による分析が望ましいといえども、観察による分析にとって変わるとは考えられない。高い精度で異常動作を測定するよりも、ある程度の水準で異常を検出し、総合して特殊化した現象に対して原因を推理することが要されているからである^{8)~11)}。

今回、観察による歩行分析を用いた内側アーチ高の設定方法に関して検討したので報告する。

対象と方法

当院の足と靴の専門外来を受診した平成26年6月から27年7月の間で扱った症例は654例である。これらの中で歩行に際して動画を用いた観察による歩行分析が可能であった外反母趾103例、変形性膝関節症44例、中足骨痛26例、計173例を対象とした。対象者の属性は男性8名、女性165名、平均年齢62.6歳であった。本研究は当院倫理委員会の承認を得て、各対象者に測定方法および本研究の目的を説明した後、同意を得たうえで行った。

我々が行っているDYMOCOインソール作製の手順は、以下のとおりである。まず始めに足長や荷重・非荷重での足幅、足囲を計測し、フットプリントを採取する。(図1)なかでも特に非荷重での計測値を参考にして靴を処方し、さらに履き方の指導によるフィッティングを行う。このようなフィッティングを“DYMOCOフィッティング”と称している。DYMOCOフィッティングを行った靴を装着した上で、10m往復の自然歩行を指示、前額面上をビデオカメラにて撮影した。足部の回内・回外は三平面上での動きと定義し動画を

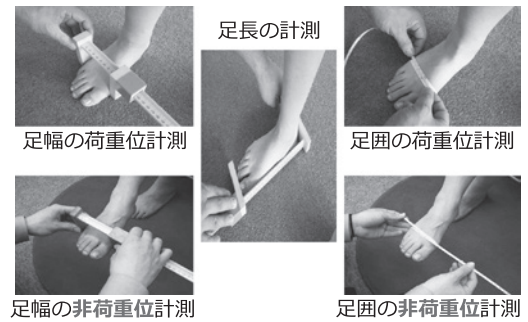


図1. 足の計測方法 (NPO Orthotics Society 推奨)

もとに足部の動きと身体各部の運動連鎖から足関節の過回外・過回内を観察による歩行分析手法を用いて二人の検者にて判断した。

過回外、過回内の定義は、踵骨の外反角度が何度といった角度での定義はしていない。観察によって歩行中に何度足部が動いたかを見極めるのは困難である。たとえ三次元動作分析装置を用いても足部は誤差範囲であり正確な分析は困難である。それ故、歩行姿勢の観察結果より以下のとおりに定義した。

過回外は、足圧中心が足部外側を通過し小趾方向に移動するため、足部は回外し、下腿は外旋してニーアウトとなる。身体の動きは骨盤帯の外側スウェー、体幹・肩甲帯の側方スウェーの動きを呈するものとした。

過回内は、足圧中心が足部内側を通過し母趾方向に移動する動きで、足部は回内し、下腿は内旋してニーインとなる。これに伴い身体の動きは、骨盤帯の内側スウェー、体幹の側屈と肩甲帯の下制の動きを呈するものとした。膝・骨盤帯・体幹といった足部から遠位の動きのブレの方が確認しやすい。我々が捉えてきた足部の動きと身体各部の逸脱運動を図に示す。(図2) 先行研究により^{1)~6)} 足底挿板によって身体各部の特徴的な逸脱運動の改善、つまり身体歩行バランスの改善を確認している。

今回、内側アーチの高さは基本アーチパッドを装着し歩行観察を行ったうえで決定する。この際、

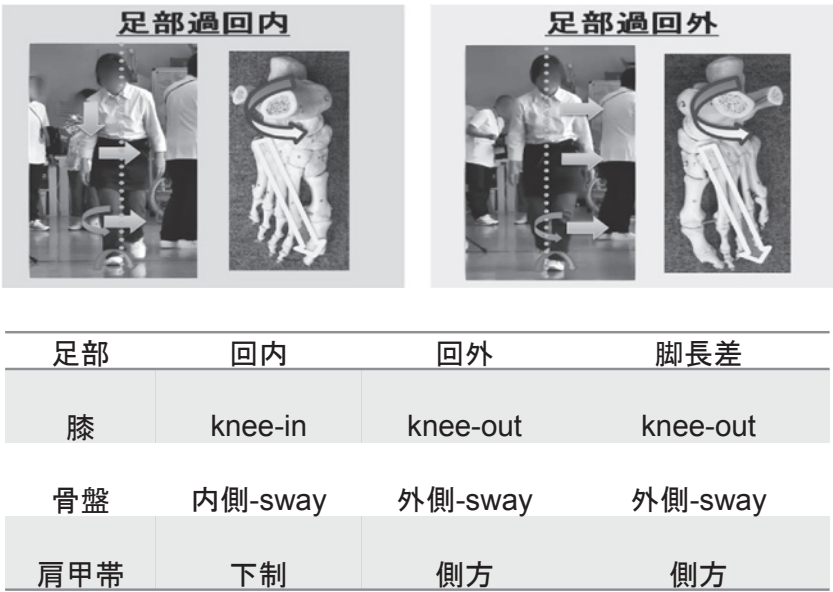


図 2. 足部の動きと身体各部の逸脱運動

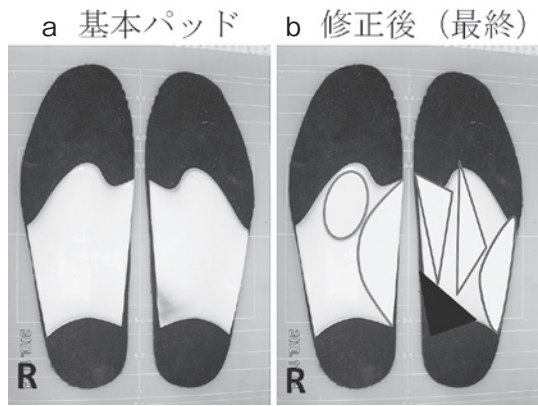


図 3. 基本アーチパッドと付加パッド

過回内の特徴的な動きの減少ないし消失が確認できる高さで決定する。

結 果

過回内の動きを呈した疾患はもちろん、過回外の動きを呈する症例においても全例内側アーチの調整が必要であった。内側アーチ高の設定に関しては観察者によって多少のばらつきはみられたが、効果判定はすべてその場で可能であり、全例

で歩行バランスの改善を確認している。

症例供覧

右外脛骨の 12 歳男性。3 ヶ月ほど前から右母趾の MTP 関節と後脛骨筋に沿って疼痛と腫脹が出現。他院を受診するも原因が分からず、当院の足と靴の専門外来受診となった。

＜靴のみの歩行分析＞

右荷重応答期（Loading Response：LR）から右立脚後期（Terminal Stance：TSt）の体幹の右側屈と右肩甲帯の下制，前方推進性が失われ前遊脚期の終わり（Pre-Swing：PSw）での足関節底屈（Take Off）が減弱。足部は過回内の動きが大きい。左立脚期の骨盤の後方回旋が目立つ。

＜基本アーチパッド装着後の歩行分析＞

足底挿板形状は左右同じ形状で 3 つのアーチをサポートしている、既成のパッドを使用した。（図 3a）足底挿板装着後の歩行は右 LR から右 TSt の右の体幹側屈と、肩甲帯の下制は軽減があるものの残存しており逸脱運動の修正が不十分で非対称性を認めた。（図 4a）（図 4b）その結果、右内側アー

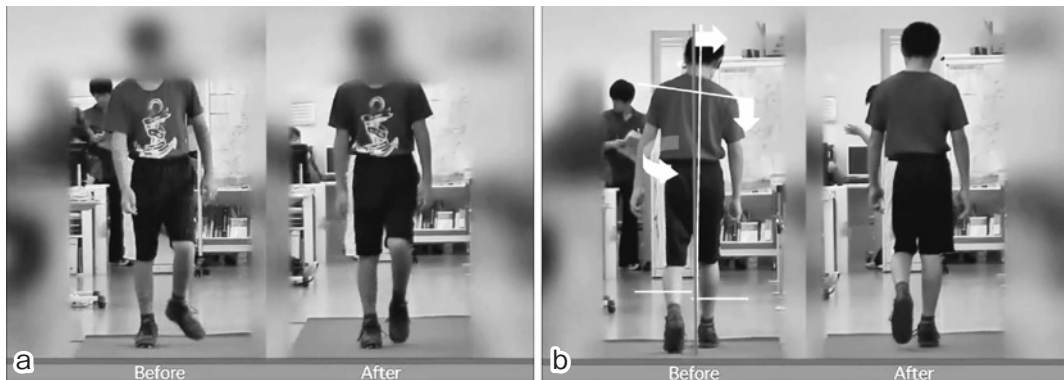


図 4. 歩行分析

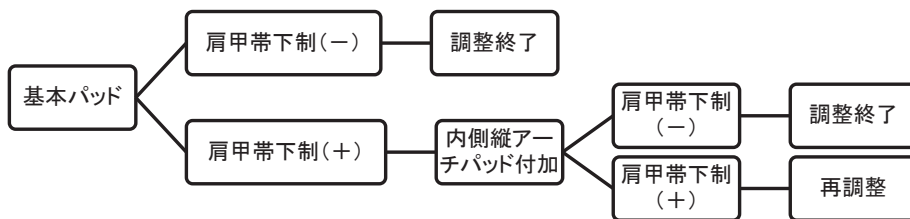


図 5. 内側アーチ高の設定方法

チの高さは不十分であると判断した。そこで、体幹の右側屈と右肩甲帯の下制、足部過回内の動きに対して、右内側アーチ部全体にパッドを付加し、回外誘導した。また横アーチ部にパッドを加え2-4趾の屈曲を強めた。左足部は左載距突起部を削り、左外側アーチを付加し回内誘導を強めた修正を加えた。(図 3b)

<最終調整後の歩行分析 (初診時)>

右 LR から右 TSt の右の体幹側屈と、肩甲帯の下制、左骨盤の後方回旋が軽減し前額面上の左右の非対称性が明らかに改善した。(図 4b) その結果、歩幅と歩行速度が向上、痛みはその場で消失した。

考 察

一般的に外反母趾の場合、Leg Heel Alignment や外反膝 (X 脚) などの静的評価から歩行を診ずに過回内障害と考え、内側縦アーチと中足骨パッ

ドを付加し回外誘導するという方法が用いられている。同様に変形性膝関節症においても、FTA や内反膝 (O 脚) などの静的評価から過回外障害と考え外側楔状板で回内誘導というように、その形状はマニュアル化され、左右の形状も同一な物が多い。

足底挿板の作製方法にはギプス採型や足型採取 (トリッシャム採型他) などがあるが、動的足型は採取できない。すべて静的状態における足型を採取したものである。アーチの高さの決定もギプス採型であればモールドの仕方では一定には作製出来ない。トリッシャム採型などでもどの程度にするかの基準はないのが現状であろう。このような従来の静的な作製方法では、アーチ高の設定に確立した基準がなく作製者に一任されており非常に曖昧である。さらに、足底挿板の効果判定をする際に、患者さんの主訴 (主に疼痛) 以外に指標となるものが少ないため、効果判定が難しい。

変形性膝関節症、外反母趾などの下肢の障害は基本的に足部の逸脱運動（過回外、過回内の動きに加え、脚長差など）に由来し、特定部位にこの逸脱運動によるメカニカルストレスが一番集中するか否かで、痛みの出る場所が違うだけだと考える。なぜなら同様の手法で作製した足底挿板によって治療結果が出ているからである。つまり、我々は健常歩行から逸脱した歩行姿勢のアンバランスが痛みや変形を助長する原因と考え、根本にあるその歩行をバランスの取れた方向へ変化させる目的でアプローチすることが最も重要だと考えている。逆に、歩行姿勢が変化しなければその足底挿板は効果がないと判断して良い⁷⁾。

DYMOCO インソールの作製方法は基本アーチパッドでの歩行分析を基準とし、観察による歩行分析を用いて逸脱運動の分析を行う。逸脱運動によって引き起こされたアンバランスな動きを止められる高さまでパッドを付加したり削ったりして調整をする方法である。その後、数回にわたり調整を繰り返し完成に至る。しかし、一般的な装具と同様に使用していれば靴の踵削れや靴の緩み、パッドの劣化などの靴や足底挿板自体の不具合が必ず発生する。さらに身体の様々な要因により歩容は変化する。その為、長期にわたる継続的なフォローが必要となる。我々の内側アーチ高の設定方法の一例をフローチャートに示す。（図5）

観察による歩行分析は、専門的な観察力や経験によって分析される特徴があるため、経験に委ねる面もあるが基準や観察ポイントが明確になるため作製者による効果の差は少なくなるものと考えられる。

さらに、DYMOCO インソールは靴のフィッティングと付加パッドによって回内誘導であろうが回外誘導であろうが、短時間でその場で何度でも意図する動きに変化を与えることが可能である。採型手技の標準化をめざした報告もあるが、

静的採型から作製される静的足底挿板作製方法よりも極めて簡便で可変性と再現性が高い作製方法である。

結 語

・内側アーチ高の設定方法を観察による歩行分析を用いて紹介した。

・内側アーチ高の設定方法においては歩行バランスの崩れ、つまり対称性を整えることが重要である。

・内側アーチ高を決めるためには歩行を観察し比較しながら、逸脱した歩行バランスを補正する方法が効果的であり、簡便かつ効果判定が容易である事が示唆された。

文 献

- 1) 東 佳徳他. Dynamic Move Control 理論に基づく足底挿板の作製方法について—観察による歩行分析を用いて—. 靴の医学 2011; 25: 31-5.
- 2) 内田俊彦他. 歩行リハビリテーションにおける我々の足底挿板療法—足底挿板の処方に関して—. 靴の医学 2010; 24 (2): 66-71.
- 3) 内田俊彦. 体幹と歩容について. 運動療法と物理療法 2010; 2 (3): 229-35.
- 4) 内田俊彦他. 下肢障害に対する足底挿板療法—我々の考え方と作製方法の紹介—. 日本義肢装具学会 1994; 10 (1): 1-7.
- 5) 佐々木克則他. ダイナミック・シュー・インソール・システムについて. 靴の医学 1997; 10: 31-4.
- 6) 金森輝光他. 下肢障害に対する足底挿板療法—変形性膝関節症を対象として—. 靴の医学 2013; 26 (2): 153-7.
- 7) Perry J. ベリー歩行分析. 正常歩行と異常歩行. 医歯薬出版; 2007.
- 8) 江原義弘. 機器を使わない歩行分析. 理学療法京都 2007; 36: 45-9.
- 9) 畠中泰彦. 歩行分析の基礎と臨床. 理学療法京都 2009; 38: 5-9.
- 10) 対馬栄輝. 変形性股関節症患者における歩行分析について. 理学療法研究 2005; 22: 15-9.
- 11) NEUMANN, K.G.. 観察による歩行分析. 医学書院; 2005.

市販ヒールパンプスにおけるトースプリング角度と ヒールシート角度の靴型設計基準の検証

Verification of the last design standard of a toe spring angle and the heel seat angle in the market heel pumps

シューマート アミーホタカ店

Shoemart Amyhotaka shop

佐野 生子

Ikuko Sano

Key words : パンプス (pumps), トースプリング角度 (toe spring angle), ヒールシート角度 (heel seat angle)

要 旨

パンプスにおいてヒールが高くなるとトースプリング角度は小さくなり、ヒールシート角度は大きくなる。一般的に市販されているヒールパンプスのサイズ 23cm 右足のみ 117 足を、ハイトゲージを用いてヒール高を計測、375mm の距離からデジタルカメラを用いてパンプスを撮影し、A4 サイズで印刷し作図によってトースプリング角度を、靴内部の踵部上にてデジタル角度計を用いてヒールシート角度を計測した。ヒール高とヒールシート角度は $r=0.85$ の高い相関が認められ一定の参考値を得た。ヒール高とトースプリング角度は $r=0.42$ となり相関が認められたが、靴型のトースプリング角度の基準値を靴の外側からの計測により検証することは難しく、トースプリング本来の目的である歩行を考えると、パンプスのつま先先端の床からの鉛直距離を求めるべきと考えた。

緒 言

パンプスの靴型設計において、ヒール高 (HH) とトースプリング (TS) 角度、ヒールシート (HS) 角度との関係に明確な基準はない。ヒールシートとは靴の中の踵部が載る部位のこと、あるいは、靴踵部の底面、靴のヒールが取り付けられる底面のことである。本計測では前者とし、パンプスを置いた水平な床面とパンプスの中の踵部との成す角度を HS 角度とした。一般的にヒールが高くなれば TS 角度は小さく、HS 角度は大きくなると考えられているが、店頭にて異なるものが散見された。先行研究においてヒール UP 時の足趾の変化¹⁾や足部の形状変化^{2)~4)}、足圧の変化について⁵⁾の研究はされているが、市販されている靴について検証したものは見当たらない。そこで市販ヒールパンプス (パンプス) の HH と TS 角度、HS 角度を計測し、その関係性と靴型の基準値を検証した。

(2016/10/31 受付)

連絡先: 佐野 生子 〒399-8303 長野県安曇野市穂高
2450 シューマート アミーホタカ店
TEL 0263-82-8508 FAX 0263-81-1071
E-mail atoa@vesta.ocn.ne.jp

対象と方法

1. パンプスの計測

対象は一般的に市販されている国内取引先パン



図 1a. HS 角度の求め方

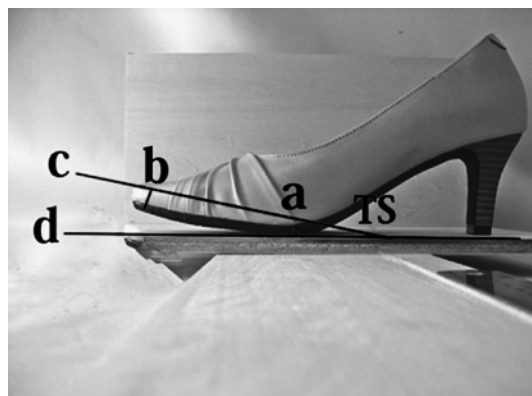


図 1b. TS 角度の求め方

プスサイズ 23cm の右足のみ 117 足とした。

HH はパンプス最後部にて床面からヒール取り付け部までの鉛直距離をハイトゲージ（足と靴と健康協議会製）にて計測し、HS 角度は靴内部の踵部最後部にデジタル角度計（Model NO.WR300type2 Wixey）を置いて計測した。（図 1a）TS 角度はパンプスとデジタルカメラ（IXYDIGITAL201S Canon 製）の距離を 375mm と定め、一足ずつ矢状面にて撮影し、画像を A4 サイズで印刷し作図した。床と本底の接地面の鉛直距離 1cm の点 a と、つま先部の本底から 1cm の点 b とを結ぶ直線を c とし、床の淵の水平な直線を d とした。直線 c と d の成す角度を TS 角度とし（図 1b）、分度器を用いて計測した。

2. 市販ヒールパンプスを扱っている国内メーカー 5 社に以下の 9 項目についてアンケートを行った。

- ①最もよく売れるヒールの高さ。
- ②最も開発に力を入れているヒールの高さ。
- ③ヒールの高さとトースプリング角度において自社独自の数値の有無。

④同一靴型で異なる素材で靴を作る時、トースプリング角度の復元性（釣りこんだアッパーが元に戻ろうとすることにより、トースプリング角度が増加する）に対する対策の有無または考慮していること。

⑤ヒール高とはどこからどこまでの高さか。

⑥売れ筋の靴型の応用の有無。

⑦釣りこんだ後の靴の中に靴型を入れている時間（生産効率が悪くなるが、時間が長いほどパンプス全体の形が安定し美しくなる。）

⑧パンプスを作る上で最も気を遣っていること。

⑨その他。

3. パンプス着用時の歩行について

23 歳女性 A が形状の異なる 20 足のパンプスを着用して 14m を歩行し、その中間の 10m の歩数計測を実施した。その結果得られた 1 歩の距離分前方に左足を置き荷重し、右足を蹴り出し肢位にしたときのパンプスのトースプリング状況をデジタルカメラを用いて撮影した。

成人女性（20 代～50 代）の 5 名が足に合った（上級シューフィッターが認めた）パンプスを着用し自由歩行した時のパンプスのつま先最先端を撮影した。

4. アッパーのトー部に 1cm 間隔の升目を書いて靴に仕上げた時、釣りこみによって一辺 1cm の正方形が変形した箇所とその大きさを確認し、経時変化との関係を検証した。

結 果

1. HH23～86mm とし、計測結果を表 1 に示す。HS 角度は足の保持と踵の安定に重要な技術の一

表 1. パンプスの HH と HS 角度と TS 角度の関係

		単位 mm	単位 度	単位 度					
no	色	HH	HS 角度	TS 角度	no	色	HH	HS 角度	TS 角度
1	LBG	49.0	22.8	12.5	61	VG	60.0	15.0	9.0
2	BG/C	62.0	18.8	8.5	62	BL	60.0	18.5	11.5
3	BL/C	63.0	15.2	8.5	63	BL	50.0	21.8	7.5
4	BGE	40.0	11.7	5.5	64	BL	52.0	16.2	11.5
5	BL/C	58.0	15.4	8.0	65	BL	63.0	24.4	7.0
6	BL	45.0	12.8	9.5	66	BL	45.0	9.0	8.0
7	BL	52.0	11.5	10.5	67	BL	45.0	8.3	9.0
8	BL	60.0	16.0	8.0	68	BL	37.0	8.0	7.0
9	BL	55.0	15.5	6.5	69	BL/C	60.0	16.5	6.0
10	BL	55.0	15.8	7.0	70	GD	62.0	15.6	7.0
11	BL	55.0	15.6	7.0	71	BL/C	61.0	18.2	5.5
12	BL	50.0	13.1	11.5	72	BL	61.0	14.6	8.5
13	BG/E	74.0	23.3	8.5	73	BL	47.0	14.2	10.0
14	BG キジ	75.0	22.4	8.0	74	BL	47.0	15.7	9.0
15	NVPK	55.0	14.1	8.5	75	BL/C	23.0	9.7	15.0
16	BL	75.0	23.0	7.5	76	BL	40.0	8.0	8.5
17	BL	53.0	15.1	7.0	77	BL	40.0	11.6	7.5
18	BL	53.0	13.2	6.0	78	BL	37.0	15.5	7.0
19	BL	60.0	16.0	12.0	79	BL	42.0	9.6	6.5
20	PBGE	86.0	23.0	3.0	80	BL	65.0	13.2	9.0
21	BG/E	74.0	21.8	6.5	81	BL	53.0	12.2	11.0
22	BL	44.0	13.1	5.0	82	BL	43.0	11.0	9.5
23	BL/E	74.0	23.4	7.0	83	BL	54.0	16.8	8.5
24	BL	50.0	15.7	6.5	84	BL	42.0	12.0	9.0
25	BG	65.0	18.8	9.0	85	GRG	55.0	15.3	10.0
26	BL	66.5	17.5	7.0	86	BL	43.0	11.5	8.5
27	BL	52.5	11.5	9.0	87	BL	50.0	13.0	9.0
28	BL	53.0	12.1	10.0	88	BL	50.0	13.2	10.5
29	BL	60.0	14.4	8.5	89	BL	57.0	13.9	9.5
30	BL	29.0	13.4	8.5	90	BL	55.0	13.5	9.0
31	BL	65.0	13.0	8.0	91	BL	39.0	10.3	10.0
32	BL	25.0	4.1	9.5	92	BL	54.0	16.4	10.5
33	BL	42.0	8.4	6.5	93	BL	40.0	9.8	10.5
34	BL	43.0	11.1	8.5	94	BL	45.0	11.7	12.5
35	BL	48.0	14.4	10.0	95	BL	65.0	19.3	11.0
36	BGE	80.0	22.5	9.5	96	BL	71.0	21.0	7.0
37	GD	80.0	22.9	7.0	97	BL	71.0	18.8	7.0
38	BU	80.0	24.9	8.0	98	BL	72.0	21.6	5.0
39	BL	80.0	23.1	7.5	99	DGYE	50.0	9.6	6.5
40	BL	86.0	22.2	5.5	100	DGYE	72.0	17.7	3.5
41	BLE	85.0	23.3	5.5	101	WI スバック	85.0	23.5	9.0
42	BLE	86.0	25.3	5.5	102	BL	60.0	16.7	8.0
43	BL	54.0	12.6	5.5	103	BL	41.0	7.4	6.0
44	BL クロコ	70.0	24.0	6.0	104	BL	48.0	16.8	7.0
45	BL	59.0	18.8	8.0	105	BL	56.0	17.2	7.0
46	NV	70.0	17.8	6.5	106	BL	44.0	11.5	10.5
47	BL	55.0	17.3	8.0	107	BZ パール	61.0	14.8	6.5
48	BGE	86.0	28.4	5.0	108	BL	64.0	18.9	7.0
49	BL	40.0	8.0	11.5	109	BL	48.0	15.9	7.0
50	BL	45.0	13.9	6.0	110	BL	47.0	13.6	6.0
51	BL	50.0	10.4	10.5	111	パール DOK	29.0	8.5	13.0
52	BL	45.0	13.3	7.5	112	グリーン型押し E	42.0	10.3	9.5
53	BL	40.0	9.4	7.0	113	BL/BL スバック	57.0	13.2	6.5
54	BL	49.0	17.3	6.5	114	ORE/OR スバック	39.0	7.8	7.0
55	BGE	70.0	17.6	6.5	115	BL	66.0	20.0	6.5
56	BGE	70.0	23.0	6.0	116	BL	53.0	12.4	10.0
57	BL	49.0	19.0	12.5	117	OK	70.0	18.7	4.5
58	BL	75.0	23.3	7.5					
59	PBG/E	75.0	20.5	8.0					
60	BL	75.0	21.6	6.5					

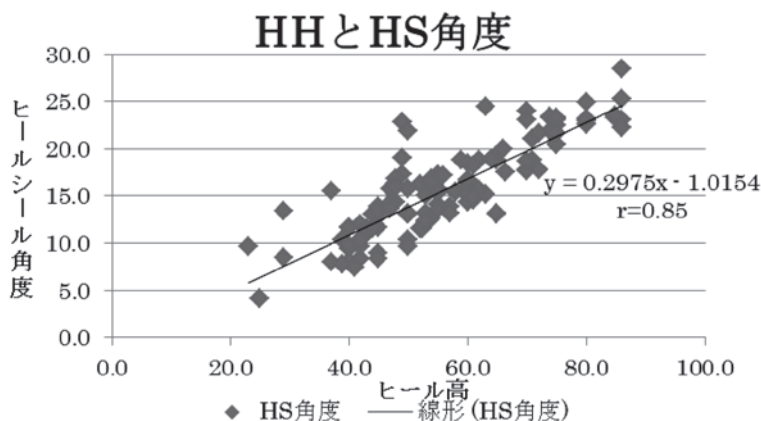


図 2a. HH と HS 角度の相関性

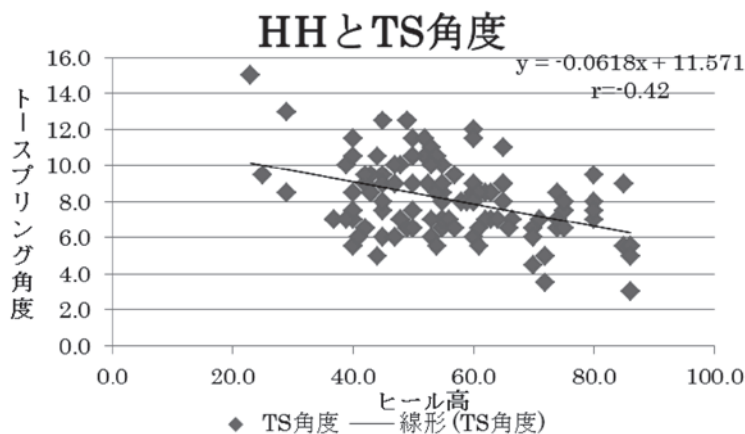


図 2b. HH と TS 角度の相関性

つであるが、同一の HH でも TS 角度や HS 角度はパンプスにより差が生じた。同一品番、同一素材のパンプスでも TS 角度や HS 角度に差が生じた。

Spearman の順位相関分析を用いて、HH と HS 角度を検討した結果、 $r=0.85$ で高い相関を認めた。(図 2a) HH と TS 角度は $r=0.42$ で相関はあった(図 2b)が、HH と HS 角度との相関係数より低い数値となった。

2. 革パンプスメーカー 5 社にアンケートを実施した。回答をまとめると次のとおりであった。

①よく売れるヒールの高さは 3~5.5cm.

②開発しているヒールの高さは 3~7cm.

③ HH と TS 角度について各社明確な基準はなく、HH7cm 以上は TS の高さ(角度ではなくつま先の床からの高さ) 8mm まで、それ以下は職人やデザイナーによってパンプス全体のバランスを見て決定していた。

④アッパーの素材によって復元性が異なることに対しては、本底や中底、インソールの形や硬度、裏貼りで調整していた。また、釣りこむ力を変えろという回答を得た。

⑤ヒールの高さとは床から踵部最後方のヒールの取り付け部までの鉛直距離のことで各社同一



図3. 右足の蹴りだし肢位 つま先遠位端は接地していない

だった。

⑥売れ筋の靴型で、設計されたヒールの高さをパンプス全体のバランスを見て変更することもあるとの回答が5社中3社あった。

⑦アッパーの釣り込み後靴型を入れている時間に4時間から2日間という開きがあった。

⑧踵底面の納まりと前すべりしにくいアーチ設計、踵全体のホールド感、左右同一形チェック、ト一部の足趾の当たり、靴型を抜いてからのヒール接地、商品としてのチェック（縫製、釣りこみ、中敷きのよれ、傷、汚れなど）。

⑨各社履き心地とデザインの融合に掛ける思いが書かれていた。

3. 足に合ったパンプスのヒールの高さ別に、23歳女性Aが14m歩行しその中間の10mの歩数を調べた。HH7cm以上で18歩、それ以下は17歩であった。ただし甲や足首にストラップのついたHH7cmのパンプスでの歩行は17歩であった（足

に合ったスニーカーでも17歩であった。）。18歩の場合1歩は約56cm、17歩の場合は59cmとなった。ヒールの高さやストラップの有無に合わせて左足を1歩前に出し荷重し、右足の蹴りだしの肢位を撮った。（図3）足趾より先端の捨て寸の部分は接地していなかったが、成人女性5名が自由に歩行したときのつま先最先端はすべて接地していた。（図4）運動エネルギーが加わりパンプスの底をローリングさせて歩行していることが認められた。

4. アッパーに1cm間隔の升目を書き靴に仕上げた。アッパーはつま先部内側外側も引き伸ばされていたが、つま先遠位端が強く釣り込まれているのが明らかであった。（図5）

考 察

アンケート結果③～⑧を考察に加味した。

1. HHはアンケート結果⑤よりメーカー5社と

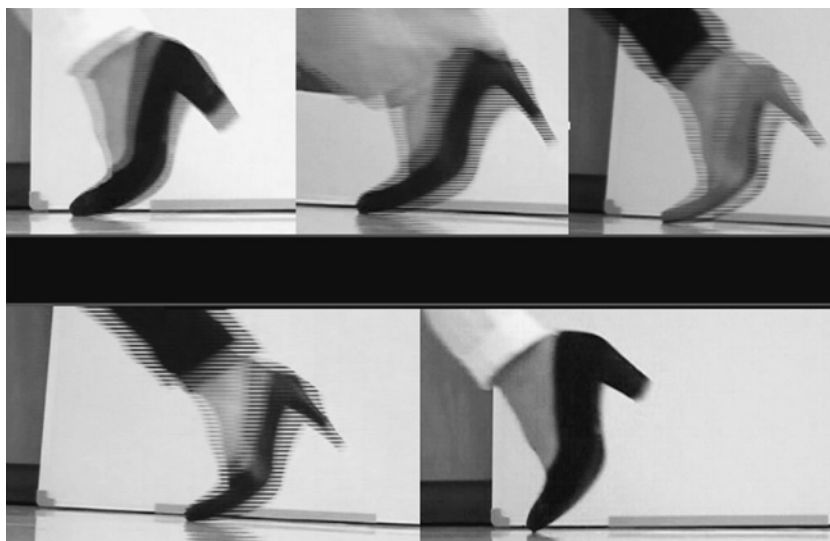


図4. 通常歩行の蹴りだし時 つま先遠位端は接地している



図5. 釣り込みによるアッパーの変化

本計測方法が同一だった。ヒールの高さが同じでもパンプスによってTS角度に差があったが、アンケート結果③⑥により、各社独自に職人さんやデザイナーさんがパンプス全体のバランスを見てTS角度を決定していたこと、靴型の設定されたヒールの高さを変更することもあったことに起因

すると思われた。それに加えて製品個体差も発生すると考えられた。

TS 角度の静的変化

トー部の釣り込み時のアッパーの引っ張りすぎや、元に戻る復元性の強いアッパー素材（エナメル、柔らかく薄い革）の場合TS角度は増加する



図6. トラスター

と考えられた。メーカーによっては中底や本底の硬さによりトーの反り返りを加減しているとアンケート④に答えていた。生産過程でトラスター(図6)へのアップパーのかぶせ具合(トラスターとは靴型を機械にセットし、アップパーを手でかぶせ、トー部に圧をかけ一度に釣りこみと同様に底側にアップパーを畳み込める機械)や、ヒートセット(図7)に要する時間(ヒートセットとは底面に接着剤を塗り、温めることで均一化し底材が正しく強く接着できるためのもの)によって底材の張り合わせ具合が異なるため、同一の靴型を使用してもTS角度に差が生じると考えられた。アップパーの素材(エナメル、スモース、生地など)によっても、また、製法によっても差が生じると考えられた。

計測したパンプスに同一品番、同一アップパー素材にもかかわらずHHが1mm異なるものがあった。パウンディング(図8)のかけ具合(パウンディングとはヒールを取り付ける前の靴を機械に固定し、円盤のようなものがヒール取り付け部の周りを回って角を整え、ヒールの取り付けを正しく強く美しくさせるもの)によりヒールの取り付けが異なり、HHが変化し、TS角度やHS角度に



図7. ヒートセット



図8. パウンディング

影響が出ると考えられた。

トースプリングの役割とは歩行を円滑にするためと、アップパーを傷つけず長持ちさせるためである。つま先が地面にぴったり接地していると踵を上げた時甲部アップパーに大きなしわが出る。つま先が上がっていることによりアップパーの屈曲しわが少なく、屈曲による靴の痛みは軽減される。

トー部に1cmの升目を引いて仕上げた靴を検証すると、トー部の内側と外側でアップパーが引き伸ばされていたが、つま先遠位端が最も強く釣り込まれていた。このことは釣りこんだ後の靴型を入れている時間(アンケート⑦)が短いと、TS角度に経時変化がおきやすいと考えられた。(本底の素材においてゴム質が多いと平らに戻ろうとする性質から、TS角度は少なくなる。)また、全体の形が安定せず、美しいパンプスにはならないと思われた。

表 2. HS 角度参考値

HH 単位 mm	HS 角度 単単位
30	7.9
35	9.4
40	10.9
45	12.4
50	13.9
55	15.3
60	16.8
65	18.3
70	19.8
75	21.3
80	22.8
85	24.3

TS 角度の動的変化

23cm のパンプスを床面に置いて計測したが、着用して歩行することが目的であり、着用することで TS 角度は減少する。パンプスの底を矢状面から観察するとき底面は一直線ではなくアールがあり、特に 7cm 以上の HH の場合足は踵、母趾球、小趾球とも同時に接地するためあおり歩行はせず、ローリングによって蹴りだすと考えられた。

一般社団法人足と靴と健康協議会の主催するシューフィッター（プライマリー）養成講座テキストにもあるように足と靴の脛側ボールの位置によって TS 角度は変わる。足よりも靴のボールの位置が前にある場合、前足部に余裕があれば足は靴のボールと一致するまで前方に滑り踵後部に隙間ができる。ヒール下部は後方に跳ね上がる。また前足部に余裕がない場合は靴のアーチの前端を踏みつけることによりトースプリングは反りあがりトップライン（履き口）が開く。逆に靴に対して足の脛側ボールが前方の場合、トースプリングを踏みつけるため TS 角度は減少し、甲部が圧迫される。着用する人の内踏まず長によって TS 角度は異なると考えられた。

HH と TS 角度についてパンプスの外側からの計測によって関係性や基準値を見出すのは困難であり、トースプリングはその本来の目的である歩行を考えると、角度では表現できないと思われ

た。

TS 角度の正しい数値は各メーカーの靴型そのものを計測したとき得られるものである。ヒールの高さとトースプリングの関係は角度ではなく、メーカーへのアンケート③の返信にみられるように、つま先遠位端の床からの鉛直距離と定義しこれを計測したとき、相関係数がどう変わるか今後検証したい。

2. HH と HS 角度について、 $r=0.85$ の高い相関が認められ、一般的にヒールが高くなると HS 角度は大きくなるが、HH が同じでも HS 角度は異なった。アッパーとカウンター（踵周りの芯材）と裏材の違いによって釣りこんだ厚みが異なり、中底や中敷きの厚みや形状の違いによっても差が出ると考えられた。

しかし、アンケート結果⑧にあるように、靴型において踵部を安定させ、足の前滑りを防止することはパンプスを作る上での各社独自の偉大な技術であり、企業努力によるものと考えられた。したがって、靴型製作時の経験に基づく一定の基準があると考え、一つの参考値を試作した。（表 2）図 2a の近似曲線（直線の）方程式 $y=0.2975x-1.0154$ の x に HH の数字を挿入し、 $y=HS$ 角度を求めた。

今後、同じヒールの高さで、HS 角度の大小でどれほど足が前に滑りやすいか否か、さらにどの角度が前に滑りにくく踵が安定するかを実際に履いてみて検証したい。さらにその数値を（表 2）の値と比較検討したい。

結 語

HH と TS 角度は明らかな基準がなく、各社の職人さんやデザイナーさんが靴のバランスを見ながらトースプリングの高さを決定していることや、素材の違い、機械の使い方、人の手による個体差や、製品に経時変化が生じ、パンプスを外からの計測によって靴型の基準値を見出すことは難しいと考えられた。

HH と HS 角度は各社が靴型から考えた技術を

要し，経験に基づく一定の基準があると考えられた。

文 献

- 1) 酒井健夫. プロメテウス解剖学アトラス解剖学総論/運動器系. 第2版. 松村譲児監訳. 東京：医学書院；2011. 463.
- 2) 赤石恒一，阿部 薫. 靴ヒール高別の足部の形状変化の検討 Windlass action を靴設計に適応するために. 新潟医療学会誌 2011；10（1）：32.
- 3) 大塚 斌，近藤麻里，菊田文雄他. 靴ヒール挙上に伴う足の計測値の変化. 日本家政学会誌 1994；45（9）：845-56.
- 4) 千葉麻里子，市川 将，西脇剛史. ヒールの高さの影響を考慮したパンプス中敷きの設計. シンポジウム：スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス講演論文集 2014；A-19：1-6.
- 5) 鈴木隆雄，河内まき子，楠本彩乃他. 足の事典. 山崎信寿編. 東京：朝倉書店；1999. 137-42.

靴のフィッティングが片脚立位や歩行, 自覚的变化に及ぼす影響について

The effects of the shoe fitting for single stepladder position and gait and subjective change

¹⁾リハビリデイサービス 太陽のリゾート加賀

²⁾NPO 法人オーソティックスソサエティー

¹⁾Rehabilitation & Day Care Service Taiyo no Resort Kaga

²⁾NPO Orthotics Society

要明 元気¹⁾, 佐々木克則²⁾

Motoki Youmei¹⁾, Katsunori Sasaki²⁾

Key words :靴のフィッティング (Shoe Fitting), 歩行速度 (Walking Speed), 行動変容 (Behavior modification), 転倒予防 (Fall prevention)

要 旨

通所介護の現場において歩行に不安や障害を持つものは少なくないが, その足元を見るとぶかぶかな靴を履き, きちんと靴を履いている者はほとんどいないのが現状である。

自立歩行が可能な要支援・要介護者 (23 名) に対し, NPO オーソティックスソサエティーが推奨する靴のフィッティングを行い, その前後での片脚立位保持時間, 歩行時間そして歩きやすさの自覚的变化を評価した。靴のフィッティング後は, 全ての項目において有意に改善を認める結果となった。自覚的变化の向上は今後の靴のフィッティングに対する動機づけとして行動変容を生む可能性がある。また歩行速度の向上は転倒リスク

を下げる報告もあり, 転倒予防につながることが示唆された。

緒 言

平成 27 年度介護保険制度改正にあたり, 要支援 1 や 2 の軽度者については通所介護の予防給付の対象から除外される方針となった。しかしながら歩くことに不安や障害を持つ者は少なくない。我が国では少なくとも高齢者の 5 人に 1 人は転倒を経験している現状¹⁾があり, 転倒予防が社会的課題となっている。

靴を脱ぎ履きする日本文化の影響からか, 足元をみると足入れしやすいぶかぶかな靴を履き, 靴の踵を踏み, 紐やマジックベルトで調整することなく靴を履いているなど, 靴を適切に履いている者は殆どいないのが現状である。また, ひもやベルトなどの調整具がない靴を履いている²⁾, ヒモ靴であっても, ヒモをきちんと結ばずにそのまま脱ぎ履きをしている³⁾との報告もある。

転倒の外的要因のひとつが靴⁴⁾であるとの報告

(2015/12/01 受付)

連絡先: 要明 元気 〒922-0424 石川県加賀市小菅波町 2-54 リハビリデイサービス 太陽のリゾート加賀
TEL 0761-75-7461 FAX 0761-75-7462
E-mail r-kaga@sunwels.jp



図1. 靴のフィッティング

はあるが、正しい履き方や紐を結ぶことが歩行や転倒にどう影響しているかの報告は過去にあまりなく、これらを明らかにすることは今後、転倒を防止する上で重要な情報をもたらすことにつながると考える。

今回我々は、正しい靴の履き方と紐の結び方を指導し、それが片脚立位や歩行、歩きやすさの自覚的变化にどのような変化を及ぼすのかを検討することを目的とした。

対象と方法

1. 対象

当施設の利用者が普段使用している靴を調査した。その内、紐やマジックテープなどの調整具や月形芯（カウンター）があり、靴の本底の明らかな片減りや摩耗の見られない靴を履いている利用者でかつ、自立歩行が可能な要支援者6名、要介護者17名の計23名（男性16名、女性7名）を本研究の対象とした。平均年齢は76（SD9.6）歳であった。靴の表記サイズ平均は24.8（SD0.94）cmであり、平均足長は236（SD10.7）mmであった。靴のフィッティングは、まずその知識がないため、正しく靴を履き、紐を結ぶことができていない者は

23名中0名であった。

2. 方法

まず、靴を普段のように履いた状態で下記評価を行った。次に、正しい靴のフィッティングを指導し、その後同様の評価を行った。靴のフィッティングのポイントは、①靴紐やマジックベルトを緩め足入れしやすくし、②靴を履いたら靴と踵をしっかりと合わせるように、踵をとんとんと軽く地面に打ち付け、③NPO オーソティックスソサエティーの推奨に従い、靴紐やマジックベルトを足根中足関節部分で締める（図1）こととした。また、足関節付近の紐を締めすぎると歩行中（立脚中期～推進期）に背屈制限が出る可能性があるため、足先を上げた（背屈5～10°）肢位でフィッティングした。

3. 評価項目

以下、全ての項目を同一検者による評価とし、各施行間には十分な休息を取って測定した。

①片脚立位保持時間

片脚立位保持（開眼）を指示し、転倒に十分配慮した環境にて実施した。挙上する脚は支持する脚に接触させず、自然な状態で浮かせるように指示した。検者はストップウォッチを用いて片脚立位を保持できた時間を左右2回ずつ計測した。途中でバランスを崩して支持側下肢が大きく動いた場合はそれまでの時間として計測した。小数点第1位までを計測し（同第2位を四捨五入）、採用値は左右いずれかの最大値とした。

②10m歩行時間

予備路として前後2mを設けた14mの歩行路を「できるだけ速く歩く」よう指示した最大歩行速度にて実施した。遊脚相にある足部が測定区間始まりのテープ（2m地点）を越えた時点から、測定区間終わりのテープ（12m地点）を遊脚相の足部が越えるまでの所要時間をストップウォッチにて小数点第1位まで計測した（同第2位を四捨五入）。2回計測し、最大値を採用した。

③自覚的变化

10m歩行後にフェイススケールを参考にした質

現在の歩きやすさは、いかがですか？

当てはまるものをお選びください



図2. 歩きやすさの質問票

表1. 各評価項目の結果

	靴のフィッティング前	靴のフィッティング後	P 値
片脚立位保持時間 (秒)	6.0±4.5	12.4±7.5	P<0.05
10m 歩行時間 (秒)	17.2±10.8	15.5±10.7	P<0.01
歩きやすさの自覚的变化 (0～5)	3.0±0.9	3.8±1.0	P<0.01

問票を提示し即座に回答を得た。質問票の内容は、歩きやすさを泣き顔（スコア0）から笑顔（スコア5）まで6段階で評価（数値が大きいほど歩きやすい）した。（図2）

4. 統計学的解析

統計学的解析は、片脚立位保持時間を対応のあるt検定で、10m歩行時間と歩きやすさの自覚的变化をWilcoxon検定で比較した。また、有意水準5%未満を統計学的有意とした。

結 果

靴のフィッティング前後の片脚立位保持時間、10m歩行時間、そして靴のフィッティング後の歩きやすさの自覚的变化、全ての項目において有意差がみられた（ $P<0.05$ ）。各評価項目の平均値と標準偏差を表1に示す。

考 察

我々の指導した正しい靴のフィッティングにより、歩行時間が短縮され歩行速度が向上した。

歩行速度はActivities of Daily Living (ADL) や手段的ADL、転倒、死亡リスクなど密接な関係があるとされており¹⁾、太田尾らは、5m歩行時間において1秒遅くなると転倒リスクが1.51倍高くなると報告している⁵⁾。今回の研究における10m歩行時間の短縮は、転倒予防因子のひとつとしての可能性があることが示唆された。

また自覚的变化の向上は、靴のフィッティングにより、靴と足がより適合性が改善された結果、靴内での足のブレが抑制され歩行速度がアップしたためと推察された。この自覚的变化は、今後の靴のフィッティングに対する動機づけとして行動変容を生む可能性がある。岡は行動の変容段階には、無関心期、関心期、準備期、実行期、維持期の5段階からなるとしており⁶⁾、靴のフィッティングの効果として実感した「歩きやすさ」を動機づけとし、関心期から維持期に向かうことが今後の課題である。

靴のフィッティングが維持期を迎えるためには転倒しないことを実感し、6ヶ月以上継続される



図3. 靴のフィッティング継続への取り組み
(パンフレットの活用)

必要がある。ただし、通所介護の現場のみで行動変容全てを賄うことは困難である。また、身体機能や認知機能の低下により、正しく靴を履くことが困難な場合もある。正しい靴のフィッティングを家族、地域を含めた啓蒙、システム作りが不可欠であろうと考える。当施設では、靴のフィッティングを継続する取り組みとして、一目してわかるようなパンフレット（図3）を玄関に貼ることや家族への情報共有ツールとして「かわらばん」を毎月1部発行し、足と靴に関する記事を掲載している。また、地域のケアマネージャーに対して足と靴の勉強会等を開催している。

誰にでも簡単にできるこの方法（靴のフィッティング）が今一度周知されることによって、転倒予防や生活範囲の拡大につながることを期待している。

介護度悪化予防の観点から、継続した研究が必要であると考え、今後さらに精度を上げるため

に対象者を増やすことや靴の種類の設定、靴サイズと足長の差もバランスや歩行速度、歩きやすさの自覚的变化に影響を及ぼすことも考えられることから、どの範囲が効果的か検討することも課題である。

結 語

靴のフィッティングにより、片脚立位時間、10m歩行時間、そして歩行後の歩きやすさの自覚的变化、全ての項目において有意に改善を認める結果となった。自覚的变化の向上は今後の靴のフィッティングに対する動機づけとして行動変容を生む可能性がある。また歩行速度の向上は転倒リスクを下げる報告もあり、転倒予防につながることが示唆された。簡単にできるこの方法が周知され、転倒予防や生活範囲の拡大につながることを期待し、今後も足元の重要性を伝える活動を継続していきたい。

文 献

- 1) 新井智之, 柴喜 崇, 渡辺修一郎他. 10m 歩行における歩行周期変動と運動機能, 転倒との関連—小型加速度計を用いた測定—. 理学療法学 2015; 38 (3): 165-72.
- 2) 金森輝光, 東 佳徳, 久保 実他. 変形性膝関節症患者が履いている靴に対する検討. 靴の医学 2014; 28 (2): 60-4.
- 3) 内田俊彦. 靴合わせ, 靴選びのウソ・ホント. 靴の医学 2014; 28 (2): 176-9.
- 4) 望月 久. 高齢者の転倒予防のためのスクリーニングテスト. 理学療法 2010; 27 (5): 630-5.
- 5) 太田尾浩, 八谷瑞紀, 井原彦彦他. 要介護高齢者における一年間の転倒予測因子. 日本理学療法学術大会. 2015.
- 6) 岡浩一郎. 中年者における運動行動の変容段階と運動セルフ・エフィカシーの関係. 日本公衆衛生雑誌 2003; 50: 208-15.
- 7) 林 悠太. 通所介護サービスを利用する要介護高齢者の ADL 低下に関連する運動機能. 理学療法学 2013; 40 (6): 407-13.

短下肢装具に装着した DYMOCO インソールの影響 ～Gait Judge System での筋電図データに着目して～ Influence of the DYMOCO insole loaded on posterior spring ankle-foot orthosis ～Aim at the EMG data in-Gait Judge System～

¹⁾医療法人ひまわり会札幌病院 リハビリテーション療法部

²⁾NPO オーソティックスソサエティー

³⁾札幌山形整形外科病院 リハビリテーション科

¹⁾Department of Rehabilitation, Sasson Hospital,

²⁾NPO Orthotics Society,

³⁾Department of Rehabilitation, Sapporo Maruyama Orthopedic Hospital

今井 大樹¹⁾, 三上英里子¹⁾, 佐々木克則²⁾, 仲澤 一也³⁾
Daiki Imai¹⁾, Eriko Mikami¹⁾, Katsunori Sasaki²⁾, Kazuya Nakazawa³⁾

Key words : 脳血管障害 (Cerebrovascular accident), 短下肢装具 (Ankle-foot orthosis), DYMOCO インソール (DYMOCO Insole), Gait Judge System (Gait Judge System), 表面筋電図 (electromyography)

要 旨

脳卒中治療ガイドラインでは、歩行のために短下肢装具を用いることが勧められており、脳血管障害患者には近年、油圧制御を付加した Gait Solution 付短下肢装具を使用することがある。今回、装具に DYMOCO インソールを装着した際の影響について、健康成人を対象に表面筋電図データに着目し、傾向を探った。前脛骨筋、腓腹筋、中殿筋の表面筋電図は、DYMOCO インソール装着時に増大がみられ、特に片麻痺により影響を受けや

すい遠位部の前脛骨筋、腓腹筋の筋活動は双方とも同程度の増大がみられた。この結果から、脳血管障害患者への応用の可能性が示唆された。

緒 言

脳血管障害（以下 CVA）患者は片麻痺により、異常歩容や歩行速度・効率の低下¹⁾を示すことが多く、足の機能と環境が運動連鎖に影響を及ぼす²⁾と言われている。さらに、非麻痺側はバランス維持のために本来もつ柔軟性や融通性に欠ける³⁾ことも報告されている。また、脳卒中治療ガイドラインでは、脳卒中片麻痺で内反尖足がある患者に、歩行改善のために短下肢装具を用いることが勧められる（グレード B）、とされている。

近年使用される、Gait Solution 付き短下肢装具（以下装具）は、足関節底背屈を油圧で制御する装

(2015/12/02 受付)

連絡先 : 今井 大樹 〒047-0261 北海道小樽市銭函3-298 医療法人ひまわり会札幌病院 リハビリテーション療法部
TEL 0134-62-5851 FAX 0134-62-5007
MAIL sasson-reha@solid.ocn.ne.jp

表 1. 各項目の結果と統計処理

計測項目	インソール非装着	インソール装着	差	p 値
前脛骨筋 (μV)	73.64 $\pm$ 21.35	89.98 $\pm$ 23.28	21.52 $\pm$ 18.32	0.07
腓腹筋 (μV)	38.88 $\pm$ 20.02	57.67 $\pm$ 28.03	19.16 $\pm$ 22.84	<0.05
中殿筋 (μV)	23.52 $\pm$ 12.89	25.10 $\pm$ 13.29	2.26 $\pm$ 2.50	0.13

具だが、「回内・回外」の制御までは難しい。そこで、装具に対し足部の調整も視野に入れることで、CVA 患者に、より効果的なアプローチができるのではないかと考えた。

本研究は、健康成人を対象に、装具に DYMOCO インソール（以下インソール）を装着し、装着・非装着における表面筋電図の傾向を探り、CVA 患者への応用の可能性を検討することを目的とした。

対象と方法

1. 対象

事前に足サイズを計測し、足長が 23.5~24.5cm, 25.0~26.0cm に該当する男女比を合わせた計 12 名の健康成人（男性 6 名、女性 6 名）とした。

2. 使用物品

右足には装具 (Pacific Supply 社製 Gait Solution 付短下肢装具)、左足には V-Step (Moonstar 社製) を使用。どちらも 24cm と 26cm の 2 つのサイズを用意し、対象者の足長に合わせて選択した。装具足継手の油圧は最も低い 1 に設定し、ダブルクレンザック継手による、足関節底背屈角度制限は行わなかった。

インソールは、NPO オーソティックスソサエティの提唱する DYMOCO インソールの方法に準じて、三進興産社製ソルボ DSIS3 軸アーチパッドとヒールウエッジパッドを貼付した。

計測には Gait Judge System (Pacific Supply 社製) を使用した。

3. 手順

被験者の足長に合わせ上記、使用物品の通りに選択、準備条件は、インソール装着、非装着の 2 条件とし、装着から開始した群、非装着から開始

した群をランダムに分け、10m 歩行テストを 3 回ずつ実施し、歩行時の表面筋電を採取した。Gait Judge System は装具にアタッチメントを装着し、専用アプリケーションで筋電データの分析を行った。データは足関節モーメント、角度、筋電、動画が同期されており、その中で今回は筋電データに着目し、被験筋として①前脛骨筋、②腓腹筋、③中殿筋の 3 筋を 1000Hz にて計測した。解析方法は、各筋が最も働くと思われる歩行周期に着目し、前脛骨筋は Initial Contact~Loading Response、腓腹筋は Terminal Stance、中殿筋は Initial Contact~Mid stance 後期の振幅を整流化後、平均振幅を求めて定量化した。そして、対象者 12 名のうち、筋電処理が可能であった 6 名を対象に、3 回の歩行の平均値に最も近い値を示した筋電データを採用し、装着・非装着の 2 条件で比較した。統計処理は Microsoft excel 2013 で対応のある t 検定を用い、有意水準 5% 未満を有意とした。

結 果

表 1 に結果を示す。

①前脛骨筋：装着群が非装着群に比べ、6 人中 5 人増大し、その平均値は 21.52 μV であった ($P=0.07$)。

②腓腹筋：装着群が非装着群に比べ 6 人中 5 人増大し、その平均値は 19.16 μV であった ($P<0.05$)。

③中殿筋：装着群が非装着群に比べ 6 人中 4 人増大し、その平均値は 2.26 μV であった ($P=0.13$)。前脛骨筋、腓腹筋に比べ増加量は少ない結果であった。

考 察

①前脛骨筋：3軸アーチパッドの外側縦アーチ部によって、距骨下関節は回内方向に誘導され外がえし位となり、内がえし筋である前脛骨筋が伸張され、より強い遠心的な活動が要求されたために、増大したと推測する。

②腓腹筋：立脚中期～終期において、内側縦アーチの上昇と、距骨下関節回外により中足部が安定し、この安定性は腓腹筋とヒラメ筋の力を伝達するために使用される⁴⁾と言われている。3軸アーチパッドの内側縦アーチと横アーチ部が中足部の安定に寄与したことで、増大したと推測する。

③中殿筋：股関節の内転モーメントに拮抗し、遠心的に活動すると言われている⁵⁾。Loading Responseで距骨下関節が回内に誘導されることで、股関節の内転モーメントが強まり、それに拮抗するため、増大したと推測する。しかし、他の2筋に比べ増加量が小さかったのは、衝撃吸収力に優れたソルボセインを用いた3軸アーチパッドを用いたこと、内側縦アーチ部がサポートされ、舟状骨付近からの過度な回内が起きなかったことが関与していると推測する。

※CVAとの関連：CVA患者は片麻痺により、特に遠位の動きが失われやすく、前脛骨筋に加え、腓腹筋の低下も生じることがわかっている。また、腓腹筋の低下は、装具だけでは改善できず、追加トレーニングの必要性が示唆されている¹⁾。足底へのパッド等の付加による、足関節背屈筋の筋活動増大は種々の報告があるが、今回装具にインソールを装着することで、足関節底背屈筋双方の筋活動が同程度増加していた。統計学的有意は腓腹筋のみで得られる結果となったが、前脛骨筋の示し

た電圧は腓腹筋に近い数値が得られる結果となった。今回の結果は健常者ではあるが、CVAの筋活動を発揮しにくい状況を改善することに繋がると考えられ、活用できるものと推測する。今後、実際のCVA患者で麻痺の状況や油圧の調整を含めた調査が必要である。

※本研究の限界：今回の結果は健常者を対象としており、CVA患者に同様の結果が得られるか、調査する必要がある。

結 語

CVA患者に使用される装具に、インソールを使用した際の影響について健常者を対象に筋電データに着目し調査した。インソールの装着により、前脛骨筋、腓腹筋、中殿筋の筋活動は増大し、特に足関節底背屈筋双方の筋活動が増大したことが特徴として認められた。この結果はCVA患者への応用に繋がる可能性が示唆され、今後はCVA患者を対象とした調査を行い、その結果について、健常者との比較を行い、検証していきたい。

文 献

- 1) 大畑光司. Gait Solution 付短下肢装具による脳卒中片麻痺の運動療法とその効果. 理学療法ジャーナル 2011; 45 (3): 217-24.
- 2) 吉尾雅春. 荷重連鎖と理学療法. 理学療法MOOK2 脳損傷の理学療法2. 第1版. 吉尾雅春編. 東京: 三輪書店; 2000. 52-60.
- 3) 富田昌夫. 片麻痺の運動障害と姿勢調整. 理学療法MOOK2 脳損傷の理学療法2. 第1版. 吉尾雅春編. 東京: 三輪書店; 2000. 19-28.
- 4) Neumann DA. 足関節と足部. 筋骨格系のキネシオロジー. 第1版. 嶋田智明他訳. 東京: 医歯薬出版; 2012. 501-45.
- 5) Götz-Neumann K. 歩き方—ヒトの歩容の生理学. 観察による歩行分析. 第1版. 月城慶一他訳. 東京: 医学書院; 2005. 5-80.

Foot posture index-6 の検者内信頼性・誤差範囲の検討 Assessment of intra-rater reliability and range of the error in scoring by used Foot Posture Index-6

¹⁾ 公立七戸病院 リハビリテーション科

²⁾ 弘前大学大学院保健学研究科

³⁾ 弘前大学大学院医学研究科

⁴⁾ 大館市立総合病院 リハビリテーション科

⁵⁾ 弘前市立病院 リハビリテーション科

¹⁾ Department of Rehabilitation, Shichinohe Public Hospital

²⁾ Hirosaki University Graduate School of Health Sciences

³⁾ Hirosaki University Graduate School of Medicine

⁴⁾ Department of Rehabilitation, Odate Municipal General Hospital

⁵⁾ Department of Rehabilitation, Hirosaki Municipal Hospital

澤田 徹平¹⁾, 尾田 敦²⁾, 成田 大一³⁾, 石川 大瑛⁴⁾, 高橋 信人⁵⁾
Teppey Sawada¹⁾, Atsushi Oda²⁾, Hirokazu Narita³⁾,
Takaaki Ishikawa⁴⁾, Nobuto Takahashi⁵⁾

Key words : 検者内信頼性 (Intra-rater reliability), 測定誤差 (Scoring error)

要 旨

Foot posture index-6 (以下, FPI-6) の検者内信頼性および得点の誤差について検討した. 検者は理学療法士 1 名, 対象者は健常成人 11 名 22 足とし, 検者は事前に FPI-6 ユーザーガイドマニュアルを熟読し, 各対象者を同日中に FPI-6 の基準に基づき 2 回ずつ評価を実施した. この際, 対象者をブラインドし, 評価結果に影響が生じないように配慮した. 得られた FPI-6 の合計得点に対し, ICC (1,1) の算出, Bland-Altman 分析, 測定の誤

差範囲の推定により検者内信頼性を検討した. FPI-6 合計得点の平均は 6.75 ± 0.45 点, ICC (1,1) は 0.91 (0.79-0.96) であった. Bland-Altman 分析では, 固定誤差, 比例誤差ともになしと判定され, MDC_{95} は 0.382 であった. FPI-6 の評価値において, ± 0.38 点は誤差範囲とみなせ, 1 点以上の変化は有意に変化したものとする.

緒 言

足部アーチ形態や下肢アライメントはスポーツ障害・外傷との関連性が高いことが報告されており¹⁾²⁾, 様々な方法が開発されている. 一方でその多くは妥当性や信頼性に乏しいこと, 定量的な評価において基準値が定められていないこと, 信頼性に乏しく誤差が大きいたことが指摘されている³⁾.

Foot posture index-6 (以下, FPI-6) は, ①距

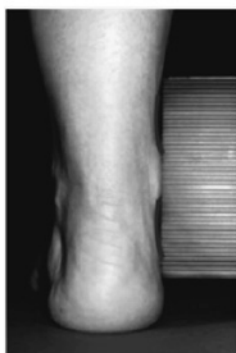
(2015/12/01 受付)

連絡先: 澤田 徹平 〒039-2595 青森県上北郡七戸町
字影津内 98-1 中部上北広域事業組合 公立
七戸病院 リハビリテーション科
TEL 0176-62-2105 FAX 0176-62-6964
E-mail sitbyor@jomon.ne.jp

後足部



1.距骨頭の触診



2.外果上下のカーブ



3.踵骨内・外反

前・中足部



4.距舟関節の隆起



5.内側縦アーチの高さ



6.前足部の内外転

図1. FPI-6の評価項目(文献⁴⁾より)

骨頭アライメント (Talar head palpation), ②外果上下のカーブ(Supra and infra lateral malleolar curvature), ③踵骨内・外反 (Calcaneal frontal plane position), ④距舟関節周囲の突出 (Prominence in the region of the talonavicular joint), ⑤内側縦アーチの形状 (Congruence of the medial longitudinal arch), ⑥前足部の内・外転 (Abduction/adduction of the forefoot on the rearfoot), の6項目より構成される評価項目である。(図1)従来の評価方法と比較し, 三平面上から足部領域全体(後足部, 中足部, 前足部)を評価可能であり, 簡便性も考慮し開発された評価ツールである⁴⁾⁵⁾。FPI-6の評価項目(図1)は, 6項目より構

成され, 左右それぞれを独立して評価し, この分野では数少ない基準値に関する報告⁶⁾がされており, 臨床的上有用とされている。

FPI-6の信頼性に関する先行研究では級内相関係数 (Intraclass correlation coefficients: 以下, ICC) を用いた報告⁷⁾⁸⁾が存在し, 同一検者において高い信頼性を有するとされている。しかし, FPI-6に関する研究は考案者である Redmond を中心にオーストラリアに集中しており, 本邦においては渉猟しえない。評価の基準を和訳した際に, その解釈の違いが信頼性に影響することもあるため, 臨床場面で経時的に評価を実施するためには再現性の検討が必要となる。

またFPI-6は6項目の合計得点を算出した後に、判定基準にもとづき、①回内、②正常、③回外と判定する評価ツールであるため、境界値における誤差の有無が問題となりうる。そこで本研究は、FPI-6の検者内信頼性および測定誤差について検討することを目的とした。

方 法

1. 対象

FPI-6の検者は、臨床において足底挿板療法を5年以上経験している理学療法士1名とした。FPI-6の評価対象となる被検者は、健常成人11名（男性9名、女性2名）の両側下肢22肢とした。平均年齢 21.6 ± 0.8 歳、平均BMI $22.1 \pm 2.1 \text{ kg/m}^2$ であった。過去6ヵ月以内に下肢に整形外科疾患の既往のある者は事前に除外した。

被検者には本研究の趣旨と方法について事前に説明し、研究協力への同意を得た後、本研究を開始した。弘前大学大学院医学系研究科倫理委員会の承認を得て行った。

2. 評価方法

FPI-6評価を実施する前に検者は和訳したThe Foot Posture Index[®] User Guide and Manual⁴⁾を熟読し評価手順を事前学習した。FPI-6の基準に基づき各対象者を同日中に2回ずつ評価した。計測は日内変動を考慮し1時間程度の間隔をあけて計測した。評価順序は検者と異なる記録係がランダムに選択し、対象者を記憶することで結果に影響が生じないように、ブラインドを用いて検者は対象者の足部のみ観察可能となるよう環境設定した。

3. 統計学的解析

得られたFPI-6の合計得点値を用いて、ICCの算出、Bland-Altman分析を行い、さらに、測定の誤差の範囲を推定することで検者内信頼性を検討した。

統計解析において、ICCの算出にはSPSS 16.0 J for Windows、Bland-Altman分析、測定誤差の範囲の推定にはMicrosoft Office Excel 2013を使用した。

1) ICC (1,1) の算出

得られた合計得点を用いて、検者内信頼性としてICC (1,1) を求めた。

2) Bland-Altman 分析

合計得点において、1回目と2回目の測定値の差(d)をy軸、1回目と2回目の測定値の平均値をx軸とする散布図(Bland-Altman plot)を作成した。(図2)次に、1回目と2回目の合計得点の固定誤差の有無を判断するため、1回目と2回目の合計得点の差の平均の95%信頼区間(confidence interval: CI)を求めた。同区間が0を含まない場合、測定値が一定の方向に分布しているとして、固定誤差が存在すると判断した。

1回目と2回目の合計得点の差(d)と平均値の2変数の相関係数を算出し、相関の有意性の検定(無相関検定)により有意な相関が認められた場合、比例誤差があると判断した。また、固定誤差、比例誤差のいずれも認められなかった場合、評価の信頼性を低下させる誤差は、測定誤差であると判断した。

3) 誤差の範囲の推定

Bland-Altman分析により合計得点に混入している系統誤差の有無を確認したあと、最小可変変化量の95%信頼区間(MDC₉₅)を算出した。

$$\text{MDC}_{95} = \text{SEM} \times 1.96 \sqrt{2}$$

結 果

1. FPI-6 合計得点の検者内信頼性について

FPI-6合計得点のICC (1,1)、Bland-Altman分析の結果を表1に示す。

FPI-6合計得点の平均は 6.75 ± 0.45 点、1回目と2回目の得点の差は -1.045 ± 1.527 点であった。ICC (1,1)は0.91であり、95% CIは下限値0.79、上限値0.96であった。Bland-Altman分析の結果、固定誤差、比例誤差ともになしと判定された。またMDC₉₅は0.382であった。

考 察

同一検者によるFPI-6合計得点のICC (1,1)は

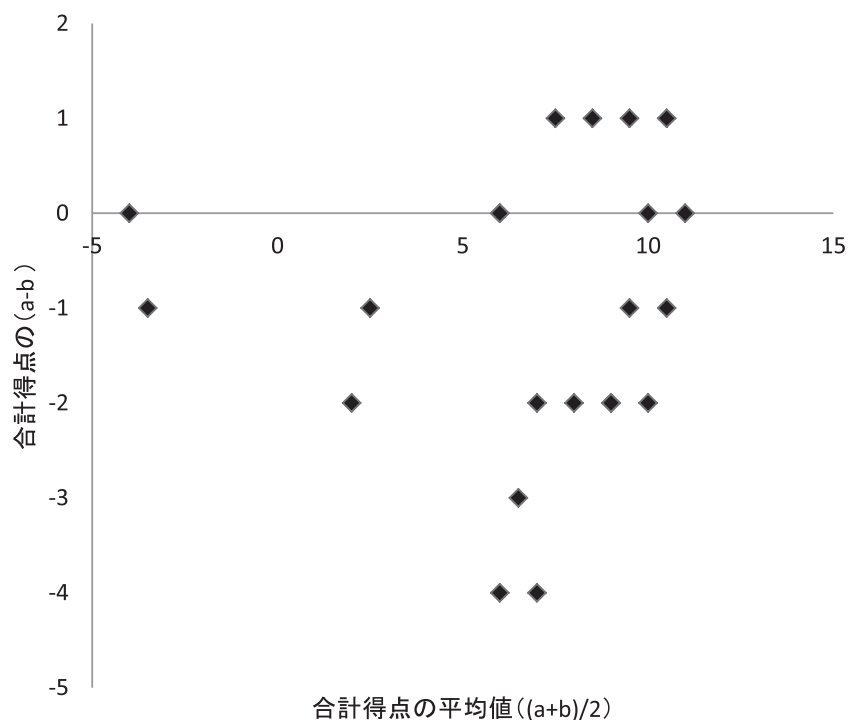


図 2. FPI 合計得点の Bland-Altman plot

表 1. FPI-6 合計得点の検者内信頼性

	係数値	ICC (1,1) 95%CI		誤差の種類と量 Bland-Altman 分析		MDC ₉₅
		下限値	上限値	固定誤差	比例誤差	
合計得点	0.91 *	0.79	0.96	なし	なし	0.382

* : $p < 0.05$

比較的良好な結果が得られ、先行研究の結果を支持するものであり、評価の再現性は高いものと考えた。FPI-6 の信頼性に関する先行研究については、Cain ら⁷⁾は経験が異なる検者 3 名での検者内信頼性は 0.91, 0.81, 0.92 と高いが、検者間信頼性は 0.69 と低い結果を示した。Cornwall ら⁸⁾は同じく検者を 3 名に設定した場合の信頼性を検討したところ 0.93, 0.93, 0.94 と高い検者内信頼性を示すが、検者間信頼性は 0.53, 0.66, 0.53 と低かったとしている。他方、Morrison ら⁹⁾は同程度の経験を有する 2 名を検者とした場合では、高い検者

間信頼性 (κ 係数 0.86) を示したと報告しており一定の見解は得られていない。

固定誤差は、測定値（真の値）の大小にかかわらず、特定方向に生じる誤差である。このため、固定誤差がある場合、Bland-Altman plot 上では、真の値の予測値として設定した 2 つの測定値の平均 (x 値) に関わらず、測定値の差 (y 値) が一様に分布する。統計学的には、2 つの測定値の差の平均の 95% CI が 0 を含まない場合、測定値が一定方向に分布しているとして、固定誤差が存在すると判断される。本研究の結果から固定誤差、

比例誤差ともに認められなかった。また最小可変変化量 (MDC) は、再テストなどの繰り返し測定により得られた 2 つの測定値の変化量が、測定誤差によるものであるという限界を示したものであり、一般的に MDC の 95% 信頼区間である MDC_{95} が用いられる。 MDC_{95} が 0.382 であることから、FPI-6 の評価値において、 ± 0.38 点は誤差範囲とみなせる。FPI-6 は得点が 1 点ごとの間隔尺度であることから、合計得点に変化が生じた場合、有意に変化したものと判断可能と考える。

本研究の課題

本研究では、FPI-6 の検者内信頼性は実施しておらず、検者の習熟度による影響については今後の課題となる。また FPI-6 の評価項目の中には基準が曖昧な部分もあるため、和訳することで解釈に違いが生じうる可能性がある。今後更なる検討を進めることで臨床上有用な評価方法になりうるものとする。

結 語

FPI-6 の同一検者における信頼性および得点の誤差を検討した。FPI-6 合計得点の ICC (1,1) は、0.91 と同一検者内では高い再現性が確認された。

また FPI-6 合計得点の誤差範囲は ± 0.38 点であり、得点に変化があれば、有意に変化したとみなすことが可能であった。

文 献

- 1) Pfeiffer M, Rainer Kotz R. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. PEDIATRICS 2006 ; 118 (2) ; 634-9.
- 2) Dahle LK, et al. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. JOSPT 1991 ; 14 (2) : 70-4.
- 3) Kirby KA. Evolution of foot orthoses in sports, athletic footwear and orthoses in sports medicine, 2010. Jam Podiatr Med Assoc 2000 ; 90 (1) : 19-35.
- 4) Redmond AC. The Foot Posture Index : User Guide and Manual. 2005.
- 5) Redmond AC, Crosbie J, et al. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture : The Foot Posture Index. Clin Biomech 2006 ; 21 : 89-98.
- 6) Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. J Foot Ankle Res 2008 ; 1 : 6.
- 7) Cain LE, Nicholson LL, et al. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. J Sci Med Sport 2007 ; 10 : 311-9.
- 8) Cornwall MW, McPoil TG, et al. Reliability of the modified Foot posture index. J Am podiatry Med Assos 2008 ; 98 : 7-13.
- 9) Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. J Foot Ankle Res 2009 ; 2 : 26.

足底潰瘍のある糖尿病患者にインソールとロッカーソールを用いた 免荷状態と歩容解析

The analysis of pressure relief and walking for a diabetic patient with planter ulcer by a custom made insole and rocker sole

¹⁾バン産商株式会社フスウントシュー インスティテュート

²⁾江戸川病院

¹⁾Fuss und Schuh Institut, VANSAN-SHO. Inc.

²⁾Edogawa Hospital

小井戸雄太¹⁾, 新城 孝道²⁾

Yuta Koido¹⁾, Takamichi Shinjo²⁾

Key words : 糖尿病 (diabetes), 潰瘍 (ulcer), インソール (insole), ロッカーソール (rocker sole)

要 旨

糖尿病性神経障害を有し、内反足矯正の目的で他院にて製作した右プラスチック短下肢装具（遊動継手）を使用していた患者の足底の潰瘍部位の免荷を図るために、試行錯誤の後に厚みのある10mm厚のサンドイッチ構造のインソールを製作し、さらに履いていた靴に10mmのロッカーソール加工を施した。

素足、装具装着時、インソールとロッカーソール適用靴の3パターンの歩行時の足底圧を足底圧分布計測システム（Fスキャン：ニッタ株式会社）を用いて計測し潰瘍部位の免荷度合及び経過時間を分析した。インソール使用により潰瘍部局所への圧力の軽減が見られたが、ロッカーソールを用

いたことで、負荷のかかっている時間が軽減された。

さらに4週間後患者にVASを用いてアンケートを実施し、歩容の満足度についても高い評価が得られた。

緒 言

足部に障害を有する糖尿病患者は何らかの装具などを装着することが多いが、使用法が不適切であったり、装具の適合性が不良であったりして足底部に難治性潰瘍ができ、歩行状態も不良となる例が散見される。今回、足底潰瘍が発生してしまった足趾切断術後の糖尿病患者に、適合性を重視したインソールと靴底にロッカーソール加工を施し、歩行時の圧力分布の改善と、患者満足度の向上が得られた症例を経験した。過去の文献では保存的治療にインソールを用いた発表があるが¹⁾、今回の研究により回復的治療にインソールを用い、その効果を数値化したので報告する。

(2015/12/01 受付)

連絡先：小井戸雄太 〒111-0043 東京都台東区駒形2-5-7 バン産商株式会社フスウントシュー インスティテュート
TEL 03-3843-6541 FAX 03-3841-1167
e-mail y.koido@vansan.co.jp

症 例

対象は44歳男性，身長177cm，体重85kg. II型糖尿病，網膜症，腎症及び糖尿病性の神経障害で痛みの主訴はなかった．(図1) インスリンを使用し，血糖値はほぼ正常範囲内．壊疽による右足趾全切断，左足趾第2，3趾切断予後，術後，関節の拘縮，変形が見られるが，杖を使用せず歩行可能である．

内反足の矯正を目的として他院で製作した右ブ



図1. 対象者患側足底部

ラスチック製の短下肢装具を使用していたが，足先がこすれ傷ができてしまうため，装具の前足部を掘り込み空洞を作って使用を続けていた．しばらく短下肢装具を使用していたが，第5中足骨底の足底面に潰瘍ができてしまったため，治療目的として来院した．難治性潰瘍であったため，医師の指示のもと潰瘍部位の除圧加工をすることとなった．

短下肢装具との併用を考え，装具の中に入る8mm厚のインソールを製作したが，インソールの厚みで補高され，他部位に靴擦れを発生させていた．

方 法

顕著な内反足が見られなかったため，装具との併用を中止し，既存の靴で利用できるインソールを製作した．(図2) インソールは採型から成型した陽性モデルを元に製作した．潰瘍部位にかかる圧の分散を考えクッション性のある素材を用いるが，インソール全体の形状維持と強度を増すために複数の素材をサンドイッチ状に重ねた10mmの厚みを持った構造となっている．

また，履いていた靴の靴底は，中足骨頭の1cm後方に10mmの厚みを持たせ，そこから靴先にかけて薄くしたロッカーソール加工を施した．

計測方法は3種類である．まず，Fスキャン(図



図2. サンドイッチ構造インソール(左)
ロッカーソール(右)



図 3. 素足歩行（左）と靴歩行（右）

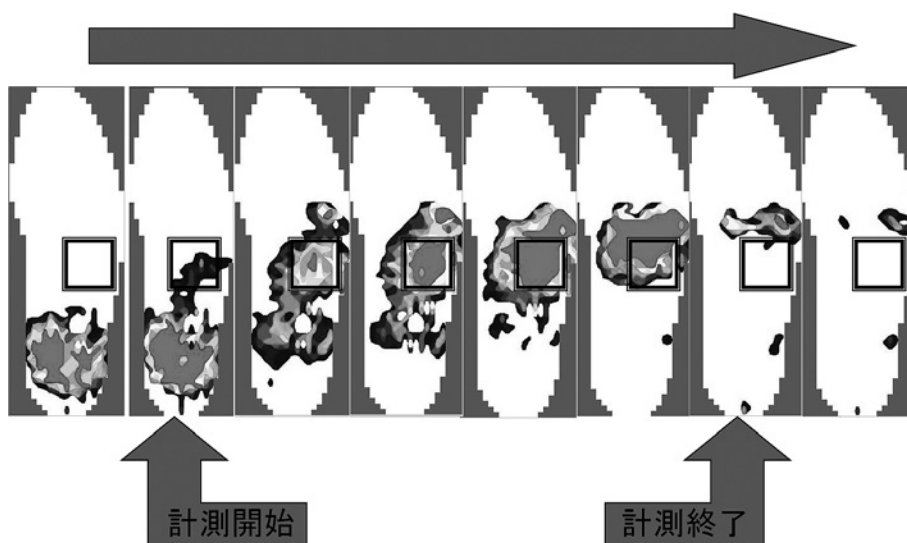


図 4. 枠内に圧力がかかっている時間を計測した

3) を用いて 30 秒間歩行した右立脚期の 5 か所をランダムに抽出したデータを元にし、潰瘍部位を中心とした $3 \times 3 \text{ cm}^2$ の範囲において歩行時にかかる圧力を素足及び装着時の 3 パターンを計測し比

較した。

次に同様の 3 パターンを同じ計測範囲内において、僅かでも体重がかかってから完全に圧がかからなくなるまでの時間をフレームの枚数を数える

表 1. 潰瘍部局所（四角枠内）の平均圧力及び経過時間

					
			素足	短下肢装具	インソール ロッカーソール
潰瘍部局所	圧力	平均値	5.3kg/cm ²	2.7kg/cm ²	1.0kg/cm ²
		標準偏差	0.210	0.301	0.126
	経過時間	平均値	0.650秒	0.960秒	0.595秒
		標準偏差	0.016	0.051	0.019
患側立脚期	経過時間	平均値	0.775秒	1.030秒	0.905秒
		標準偏差	0.022	0.062	0.024

※1 フレームは 0.025 秒である。

表 2. VAS を用いたアンケート

	素足	短下肢装具	インソール ロッカーソール
装着感	-	5	10
重量感	-	3	10
歩行のしやすさ	5	3	9
満足度	5	3	9

※0 が最も悪く、0 から 10 までで評価した。

ことで経過時間を計測した。（図 4）

また、装着後 4 週間で患者に VAS を用いてアンケートを実施し歩容の満足度について調査した。

結 果

素足での歩行では今回の計測範囲である潰瘍部への圧が強くなっており、平均圧力は 5.4kg/cm² となった。短下肢装具装着時では 2.6kg/cm²、サ

ンドイッチ構造のインソールでは、1.0kg/cm² となっていた。（表 1）

次に経過時間について、1 フレームは 0.025 秒であるので、フレームの枚数により経過時間を算出すると、素足では 0.7 秒（立脚期内の潰瘍部局所荷重時間の時間比率：83.9%，以下同様）、短下肢装具装着時は 0.9 秒（93.2%）、インソールとロッカーソール適用靴では 0.575 秒（65.7%）という結果となった。VAS を用いたアンケート（表 2）では、短下肢装具での下腿を支持するパーツが無くなったことにより、装着感及び重量感が改善した。また、ロッカーソール加工による蹴り返しのスムーズさ、階段の下りづらさが改善されたことにより、歩行のしやすさにおいて高い満足度を得られた。

考 察

3つのFスキャン結果を比較し、前足部と潰瘍部位に着目して考察する。

素足では前足部、潰瘍部ともに非常に高い圧がかかっている。

短下肢装具では素足と比べ前足部と潰瘍部の除圧も見られる結果となった。しかし、前足部は掘り込んで空洞になっているため、支持面積が減少している上、踏み返し時にかかる圧が潰瘍部位に近くなっている。さらに、除圧部とその周りの支持部に圧の差ができ剪断力が働いてしまい、潰瘍部位の周辺に高い圧力がかかっている。それに比較し、インソールとロッカーソールの併用靴では、平均圧力において、素足と比較して約80%、短下肢装具と比較して約60%もの負荷を軽減させる結果となった。経過時間についても、素足と比較して約10%、短下肢装具と比較すると約40%の時

間を短縮させる結果となった。また、潰瘍部位のみではなく足底全体の負荷が減っている結果となった。この結果は10mmの厚みをもったサンドイッチ構造のインソールを製作したことで設置面積が増え圧の分散がされ、また、ロッカーソールを用いたことにより、靴底が踏み返しの代償を行ったことで、潰瘍部位への負担時間が短くなるとともに前足部への圧力も減ったと考えられる。

結 語

今回製作したインソールとロッカーソールにより潰瘍部位の除圧が十分に行われたことが、Fスキャンの解析により数値としても見ることができた。

文 献

- 1) 金森 見他. 糖尿病性足病変患者に対する足底圧分布測定に基づいた整形外科的矯正靴の作製と評価—F-SCAN システムの有用性—. 糖尿病 1997; 40 (9): 589-98.

足関節ブレースが歩行時の足関節キネマティクスに与える影響

The effect of ankle brace on ankle kinematics during walking

¹⁾早稲田大学スポーツ科学研究科

²⁾早稲田大学スポーツ科学学術院

¹⁾Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

²⁾Faculty of Sport Sciences, Waseda University

大澤 健介¹⁾, 干場 拓真¹⁾, 深野 真子²⁾, 福林 徹²⁾

Kensuke Osawa¹⁾, Takuma Hoshiba¹⁾, Mako Fukano²⁾, Toru Fukubayashi²⁾

Key words : 足関節ブレース (ankle brace), 動作解析 (motion analysis), 歩行 (gait)

要 旨

本研究の目的は、2種類の足関節ブレース着用による歩行時の足関節キネマティクス変化を明らかにすることとした。その結果、裸足条件と比較しブレース2種類の着用条件において足関節最大底屈角度、足関節最大内反角度が有意に減少した。これより、異なる種類のブレース着用による歩行時の足関節底屈及び内反角度の減少が認められ、ブレースの着用が足関節捻挫予防の一助となる可能性が示唆された。

1. 緒 言

足関節捻挫は、スポーツ活動時において最も多く発生する外傷・障害の一つである。全スポーツ外傷・傷害の約10—30%が足関節の外傷・障害とされ、その内の約70%が足関節捻挫である¹⁾。足関節捻挫の大半は、足関節を内側にひねる内反捻挫²⁾であり、一般的に過度の足関節底屈・内反位で発生する³⁾と考えられている。

足関節捻挫の予防法として、一般的にテーピングやブレースが用いられる。ブレースとはスポーツを行う際に足関節の固定を目的とした外的装具を指す⁴⁾。近年では従来の圧迫固定タイプに加え、両側にプラスチック性のステーや内反制動ストラップが付属されたタイプなど、制動効果が期待される様々なタイプの製品が発売されている⁵⁾。これまでに、異なるタイプのブレースの制動効果を検証する実験が行われている⁶⁾⁷⁾。足関節3軸方向に定量的な負荷をかけた際の足関節角度を検証した研究では、裸足時と比較しブレース着用時において足関節底背屈、内外反角度に有意な減少が認められた⁶⁾。また、足関節内反捻挫の受傷場面を再現したトラップドア実験では、最大内反角度が裸足時と比較してブレース着用時において有意に減少していた⁶⁾。これらより、荷重及び非荷重位において足関節のブレースの制動効果が明らかにされている。しかし、足関節底背屈、内外反を伴う動作時における底屈、内外反方向へのブレースの制動効果については未だ明らかになっていない。

そこで本研究では、ブレース着用による歩行中の足関節キネマティクスの変化を検証することとした。

(2015/12/28 受付)

連絡先：大澤 健介 〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島
2-579-15 早稲田大学スポーツ科学研究科福林
研究室

Tel 04-2947-6879 Fax 04-2947-6879

E-mail osawa-kensuke@ruri.waseda.jp



図1. 使用ブレース (左：タイプ1, 右：タイプ2)

2. 方 法

被験者

対象は日常的にスポーツ活動を行っている男子大学生18名18脚（年齢： 20.7 ± 1.6 歳，身長： 173.7 ± 5.3 cm，体重： 63.8 ± 6.3 kg）とした。過去に足部の骨折歴を有さず，測定前3ヶ月以内に捻挫の既往がない脚を検査脚として採用した。その内訳は，右10脚，左8脚であった。

実験に際して早稲田大学ヒトを対象とする研究に関する倫理審査委員会の承認を得た。対象者には，研究の目的，方法，倫理的配慮等に関する説明を十分に行った後，文書にて参加の同意を得た。

測定条件及び使用ブレース

測定条件は裸足と市販されているブレースの2種類を用いた全3条件とした。ブレースタイプ1（以下；タイプ1）は，伸縮性のあるブレース本体に伸縮性の異なる素材を組み合わせたタイプのブレース（日本シグマックス社製）であった。（図1）ブレースタイプ2（以下；タイプ2）は，伸縮性のあるL字型のブレース本体両果部に樹脂ステーが埋め込まれ，スターアップストラップ，2

つの内反制動ストラップが付属されたタイプのブレース（日本シグマックス社製）であった。（図1）

被験者ごとのサイズ選択及び装着方法は製品の説明書に従った。ブレースは裸足に直接装着し，ブレース装着は同一検者が行った。

装置

使用装置は，赤外線カメラ8台（Eagle, Motion Analysis 社製）及び床反力計1枚（AMTI 社製）を用いた。赤外線カメラのサンプリング周波数は200Hz，床反力計のサンプリング周波数は1000Hzに設定した。反射マーカの貼付位置は，膝関節外側裂隙，膝関節内側裂隙，内・外果，第1・2・5中足骨頭，踵骨の計8カ所とした。（図2）

ブレース着用条件時においてはブレースによって内・外果が覆われてしまう為，ブレース装着前に内・外果に厚さ1mmの磁石を貼付した。ブレースを装着した後，反射マーカに取り付けた厚さ1mmの磁石を用いてブレース上から内・外果の位置を特定した。

試技

運動課題は，6mの至適速度下における自然歩



図2. マーカーセット

行とした。測定前，歩行開始から5歩目に検査脚が埋め込み式床反力計上へ接地するよう被検者にはスタート位置を調節させた。

検査脚の足部全体が床反力計に収まった試技を成功試技とし，計5回の成功試技を記録した。裸足とブレース2種類を用いた計3条件の試技の順番は，ランダムとした。

データ解析

解析区間は，検査脚足部の床反力計への初期接地（以下：IC）の100msec前から，検査脚足部の離地までとした。床反力計の鉛直方向成分が10Nを超えた時点を接地，下回った時点を離地と定義した。

3次元空間座標値データはVisual 3D ver.4（C-Motion社製）を用いて12Hzのローパスフィルタ処理を行った後，各マーカーの座標値データから下腿セグメントと足部セグメントを構築し，オイラー角の定義に基づき下腿セグメントに対する足部セグメントの矢状面の動きを足関節底背屈角度，前額面上の動きを内外反角度として算出した。

解析項目は，解析区間における足関節最大底・

背屈角度，最大内・外反角度とした。上記項目の5試技の平均を各被検者の代表値として算出した。

統計処理

SPSS ver.22（IBM社製）を用いて統計解析を行った。裸足条件，タイプ1条件及びタイプ2条件の3条件における各解析項目を比較する為，対応のある一元配置の分散分析を行った。有意差が認められたものについてはBonferroni法を用いて多重比較検定を行った。有意水準は5%未満とした。

3. 結 果

図3に歩行立脚中の足関節底背屈，内外反角度の変化を示す。最大底屈角度，最大内反角度では，裸足条件と比較しタイプ1，タイプ2条件で有意に各角度が減少した（最大底屈角度：F(2,34) = 18.55, $p < 0.01$ ，最大内反角度：F(2,34) = 7.54, $p < 0.01$ ）。また，最大外反角度は，裸足条件と比較しタイプ1条件のみで有意に減少した（F(2,34) = 6.43, $p < 0.01$ ）。

最大背屈角度において3条件間に有意な差は認められなかった。（図4）

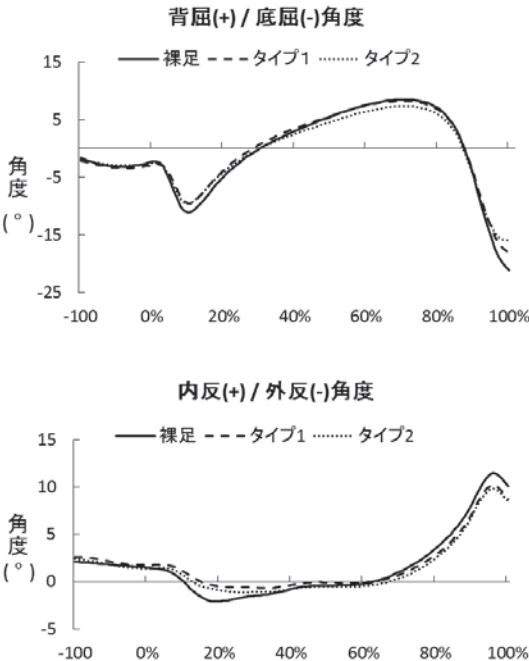
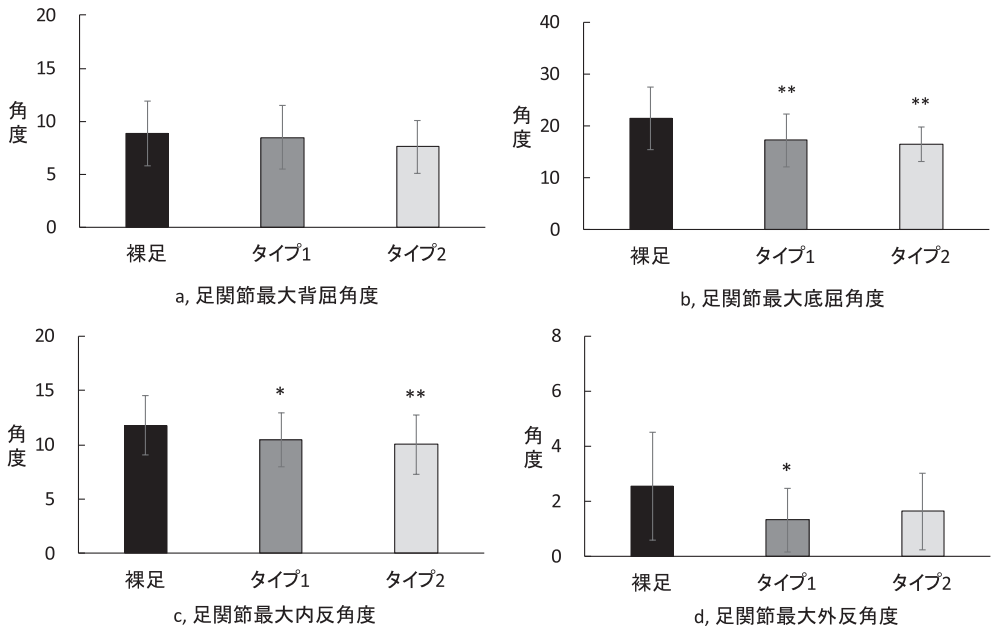


図 3. 歩行時 (IC 前 100msec ~ 離地) の足関節底背屈及び内外反角度変化



* vs 裸足 $p < 0.05$, **vs 裸足 $p < 0.01$

図 4. 3 条件下での足関節最大背屈角度 (a), 足関節最大底屈角度 (b), 足関節最大内反角度 (c), 足関節外反角度 (d) の比較

4. 考 察

本研究は、ブレース着用による歩行時足関節キネマティクスへの変化を明らかにすることを目的とした。その結果、裸足条件時と比較し、ブレース着用時では足関節最大底屈角度、最大内反角度の減少が認められた。

歩行は一方の脚の踵接地から同側脚の足指離地までの立脚相、足指離地から次の踵接地までの遊脚相に分けられる。さらに立脚相は踵接地、足底接地、立脚中期、踵離地、足指離地に細分化される⁸⁾。歩行において足関節は、踵接地後底屈制御によって円滑な体重支持を可能にし、立脚中期において脛骨の足部上部への移動に伴い最大背屈が生じる⁸⁾とされている。その後、最大底屈が生じる足指離地までの区間において推進力を獲得する役割を担う。また足関節は、荷重受容貢献の為に矢状面動作に加えてわずかに前額面上の動きを伴う⁹⁾。本研究においても同様の足関節運動を呈した。(図3)

本研究で使用したタイプ1及びタイプ2はどちらも本体が伸縮性のある素材でできており、内反方向の制動を目的に開発された製品である。タイプ1においては、制動効果の向上を目的として、足関節内・外側に位置する場所に伸縮性の低い素材を配している。タイプ2ではブレース本体の内・外側に樹脂ステーが内蔵され、これにスターアップストラップと足部外側を内果方向へ牽引するストラップが付属し、足関節前額面上の動きを制動している。このように、タイプ1及びタイプ2に共通する本体の素材の伸縮性はブレースが伸張される底屈方向への動きおよび最大内反を制動したと推察される。

一方で足関節背屈方向に対しての制動効果は認められなかった。歩行においては荷重時に最大背屈が観察されることから、ブレースの素材や構造が荷重によって達成される最大背屈に影響を与えなかった可能性がある。

内反捻挫は一般的に、過度な足関節の底屈及び

内反強制されることで発生すると考えられている³⁾。今回使用した2種類のブレース条件では、裸足条件時と比較し歩行時の最大底屈及び内反角度が有意に減少した。以上よりタイプ1及びタイプ2の使用は、内反捻挫受傷肢位である過度な足関節底屈及び内反角度を減少させることによって内反捻挫予防に役立つ可能性が示唆された。

本研究ではタイプ1とタイプ2の着用により足関節の関節運動を制動する結果が得られたが、ブレース間における有意な差は認められなかった。タイプ1は圧迫固定タイプであるのに対し、タイプ2は圧迫固定に加え前額面方向への制動を高めるための付属品が使用されている。この構造の違いから、足関節の動きに対する制動効果がブレース間で異なると考えられた。しかし、歩行の運動強度下では、タイプ1の着用においても足関節運動が制動され、ブレースの付属品が制動力に影響を与えない可能性が示唆された。

本研究の限界点として、内外果マーカーをブレース上に装着していることが挙げられる。本研究同様にブレースの効果を検証した専攻研究において、ブレース上にマーカーを貼付して内・外果の位置を特定している¹⁰⁾。本研究では、内外果特定の精度を高めるため磁石を用いてブレース上から内外果の位置を特定しているが、必ずしも実際の内外果の動きを表しているとは言い切れない。また自然歩行のみを運動課題としたためダイナミックな運動時におけるブレース着用の効果は不明である。今後はカッティング動作など大きな関節運動を伴う課題動作でのブレースの制動効果を検証する必要がある。

5. 結 語

裸足条件とタイプ1及びタイプ2ブレースの着用条件による歩行時の足関節動作解析を行い、以下の結果を得た。

1. 裸足条件と比較し2種類のブレース着用条件において、足関節最大底屈角度及び足関節最大内反角度が減少した。

2. タイプ1条件とタイプ2条件の比較では、足関節最大底屈角度及び足関節最大内反角度への制動効果の違いは認められなかった。

利益相反 本研究は、日本シグマックス株式会社との受託研究の一部として行った。

文 献

- 1) Fong, D.T., et al. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med* 2007 ; 37 (1) : 73-94.
- 2) Yeung, M.S., et al. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med* 1994 ; 28 (2) : 112-6.
- 3) Wolfe, M.W., et al. Management of ankle sprains. *Am Fam Physician* 2001 ; 63 (1) : 93-104.
- 4) 岩崎 由. スポーツ用装具の実際—膝・足関節について—: スポーツ用足装具: トレーナーの立場から. *臨床スポーツ医学=The journal of clinical sports medicine* 2000 ; 17 (12) : 1489-92.
- 5) 小柳 好. 足関節ブレース—私の選び方 (特別企画 スポーツ用装具を考える)—(シンポジウム 足関節再発予防ブレース—私はこれを使っている). *臨床スポーツ医学* 2005 ; 22 (5) : 601-8.
- 6) Alfuth, M., et al. Biomechanical comparison of 3 ankle braces with and without free rotation in the sagittal plane. *J Athl Train* 2014 ; 49 (5) : 608-16.
- 7) Siegler, S., et al. The three-dimensional passive support characteristics of ankle braces. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997 ; 26 (6) : 299-309.
- 8) Neumann, D.A. カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版. 医歯薬出版 ; 2012.
- 9) Cornwall, M.W., McPoil T.G. Three-dimensional movement of the foot during the stance phase of walking. *J Am Podiatr Med Assoc* 1999 ; 89 (2) : 56-66.
- 10) Greene, A.J., et al. The effect of external ankle support on the kinematics and kinetics of the lower limb during a side step cutting task in netballers. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2014 ; 6 (1) : 42.

裸足と裸足に類似したシューズでジョギング時の衝撃力変数の比較

Comparison of impact force variables between barefoot and barefoot shoes during jogging

桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部

Department of Sport Technology, Tooin University of Yokohama

小山 桂史

Keiji Koyama

Key words : ベアフットシューズ (barefoot shoes), 受動的衝撃力 (passive peak force), 能動的衝撃力 (active peak force), 負荷の割合 (rate of loading), 力積 (vertical impulse)

要 旨

本研究では、裸足に類似したシューズ（以下、ベアフットシューズ）と裸足でジョギングに作用する衝撃力を比較して、ベアフットシューズの着用が衝撃力に及ぼす効果を検討した。男性8名が走路10mのジョギングを裸足とベアフットシューズの2条件で実施し、その時の鉛直方向の地面反力をフォースプレートで計測し、接地時間、受動的衝撃力、能動的衝撃力、負荷の割合および力積を算出した。ベアフットシューズを着用したジョギングは裸足のジョギングと比較して、受動的衝撃力と能動的衝撃力が高値を示し、衝撃変数の一部を増大させることが示唆された。

a) 緒 言

ジョギングは健康の維持増進のために取り組ま

れる高い人気の運動である。その一方で、着地時には体重の2倍から3倍の衝撃力が継続的に作用するため、足底筋膜炎、使いすぎ症候群、アキレス腱炎や腸脛靭帯炎といったランニング傷害を引き起こすことが懸念されている¹⁾。一般的にジョギングの地面反力は着地初期に起こる急激な衝撃力（Passive peak force：受動的衝撃力）と、その後、足部全体が着地して身体を推進させる力も含めた衝撃力（Active peak force：能動的衝撃力）とに区別される²⁾。また受動的衝撃力が作用した時間を考慮した変数（Rate of loading：負荷の割合）についても傷害の要因の一つとして考えられている³⁾。

ランニング傷害の予防策には着地時の衝撃力を軽減させることが考えられ、その一つの方法がランニングシューズの衝撃緩衝機能である。ランニングシューズのソールはその機能を高める様々な工夫が成されており、ソールが走動作時の衝撃力に及ぼす効果については検討されてきた⁴⁾。ランニングシューズは本来、ジョギングを含めた身体運動時に作用するこれらの衝撃変数を軽減することを目的として開発されている。しかしながら、ランニングシューズの着用はジョギングの着地を後

(2016/03/07 受付)

連絡先：小山 桂史 〒225-8503 神奈川県横浜市青葉区鉄町1614 桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部
TEL 045-974-5832 (内線 7846)
FAX 045-974-5832
E-mail koyakei@toin.ac.jp

足部着地にさせ、裸足の走行における前足部着地よりも受動的衝撃力を増加させることが報告されている⁵⁾。そのため、裸足のトレーニング（以下、ベアフットトレーニング）が推奨されることや、各シューズメーカーでは出来る限り裸足に類似した形状および感覚のランニングシューズ（以下、ベアフットシューズ）が開発されている。ベアフットシューズの明確な定義は決まっていないが、市販されているそれらの多くはシャンクやカウンターの構造が無く、ソールを薄くして靴底ソール全体の屈曲性が高く、形状を平らにしたランニングシューズである。

足趾を鍛える裸足のトレーニングを実施した効果については、足趾の把持筋力を高め、移動運動や跳躍運動での離地直前の中足趾節関節の力発揮を高めて、パフォーマンスを向上させる可能性が示唆されてきた⁶⁾。その一方で、裸足でのトレーニングやベアフットシューズの着用がジョギングにおける衝撃力に及ぼす効果については知られていない。そこで本研究では、ベアフットシューズを着用したジョギング時と裸足でのジョギング時の衝撃力を比較することによって、ベアフットシューズの着用が衝撃力に及ぼす効果について検討することを目的とした。

b) 対象と方法

1) 被験者

健康な成人男性 8 名（年齢 21.2 ± 0.7 歳，身長 1.70 ± 0.07 m，体重 62.4 ± 9.6 kg [平均値 $\pm$ 標準偏差]）が本研究に参加し，下肢に傷害が 1 年以上にわたって無い者であった。被験者には本研究の目的，内容，危険性およびデータ保管方法等について口頭で十分に説明し，データ発表時には個人が特定されないように配慮する旨も伝え，研究への参加の同意を得た。本研究は桐蔭横浜大学の倫理委員会の承認（I-10-1）を得て，ヘルシンキ宣言を遵守して実施された。

2) 実験プロトコル

被験者は実験開始前にストレッチやウォーキン



図 1. 本研究に使用したベアフットシューズ

グを含めた 15 分間のウォーミングアップを実施した。その後，走路 10m のジョギングを裸足とベアフットシューズの 2 条件で実施した。本研究で使用したベアフットシューズ（図 1：New balance 社製）はシャンクやカウンターの構造が無く，中足趾節関節に相当する部分の屈曲性が高く，アウトソールも非常に柔らかい構造であった。またソールの厚さは 10mm で，ソールの形状は前足部から後足部にかけて平らであった。被験者は走路に埋設されたフォースプレート（Kistler 社製）に右足で自然に着地するように指示された。またジョギングの速度を両条件で等しく規定するために，スタートからゴールまでの通過時間をストップウォッチで計測して，その時間を被験者にフィードバックして各条件でのジョギング速度を統一した。各条件でのジョギングは，フォースプレート内に右足全体が自然に接地して，不自然なストライドもしくはピッチにならず，スタートからゴールまでの通過時間が条件間で逸脱しなかった場合を成功試技として，成功試技が 3 回得られるまで実施した。

3) 鉛直方向の地面反力の測定と分析

各条件の接地中の鉛直方向の地面反力は走路上の中間地点に埋設されたフォースプレートによって計測された。鉛直方向の地面反力は 1kHz のサンプリング周波数で A/D 変換ボード（DKH 社製）を介して，パーソナルコンピュータ（DELL 社製）に取り込まれた。鉛直方向の地面反力から接地時

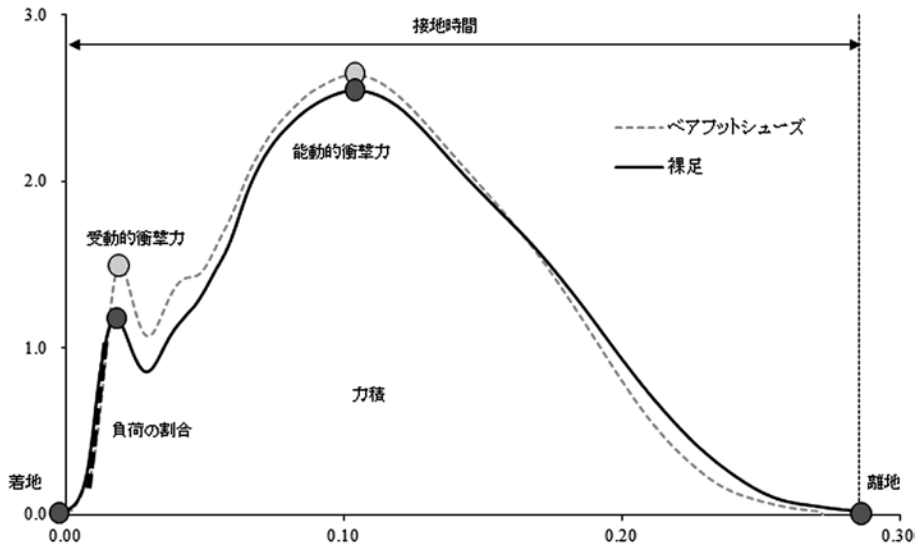


図 2. 各条件でジョギング時の鉛直方向の地面反力

表 1. 各条件でジョギング時の分析項目の比較

分析項目	裸足	ベアフットシューズ	
速度 (km/h)	7.96 ± 1.31	8.13 ± 1.08	p = 0.164
接地時間 (s)	0.31 ± 0.07	0.30 ± 0.05	p = 0.177
受動的衝撃力 (BW)	1.12 ± 0.11	1.33 ± 0.23	p = 0.022*
能動的衝撃力 (BW)	2.33 ± 0.46	2.40 ± 0.42	p = 0.059
負荷の割合 (BW/s)	120.0 ± 49.4	100.0 ± 18.8	p = 0.199
力積 (BW · s)	0.38 ± 0.03	0.38 ± 0.02	p = 0.620

* : p < 0.05

間、受動的衝撃力、能動的衝撃力、負荷の割合および力積が算出された。(図2) 負荷の割合は着地から受動的衝撃力までの傾きとし、着地から受動的衝撃力までの時間を100%として標準化して、時間20%から時間80%までの傾きとした³⁾。力積は接地中に作用した鉛直方向の地面反力の面積として、質量、加速度と接地時間の積によって算出された。受動的衝撃力、能動的衝撃力、力積および負荷の割合は体重で標準化した後、条件間で比較した。

4) 統計処理

速度、接地時間、受動的衝撃力、能動的衝撃力、力積および負荷の割合は平均値 ± 標準偏差で示さ

れ、対応のあるt検定によって差の検定が行われた。その際に、危険率は5%未満で有意水準と判断された。

c) 結 果

裸足とベアフットシューズを着用した各ジョギングにおける速度、接地時間、受動的衝撃力、能動的衝撃力、力積および負荷の割合を表1に示した。速度および接地時間は、条件間に有意な差は認められなかった(速度：p = 0.164, 接地時間：p = 0.177)。負荷の割合および力積についても、条件間に有意な差は認められなかった(負荷の割合：p = 0.199, 力積：p = 0.620)。一方、受動的衝

撃力は、ベアフットシューズでのジョギングは裸足でのジョギングと比較して高値を示し、有意な差が認められた（ベアフットシューズ： $1.33 \pm 0.23\text{BW}$ ，裸足： $1.12 \pm 0.11\text{BW}$ ， $p=0.022$ ）。また能動的衝撃力についても、ベアフットシューズでのジョギングは裸足でのジョギングと比較して高値を示し、有意な差が認められる傾向にあった（ベアフットシューズ： $2.40 \pm 0.42\text{BW}$ ，裸足： $2.33 \pm 0.46\text{BW}$ ， $p=0.059$ ）。

d) 考 察

本研究ではベアフットシューズと裸足でのジョギングにおける衝撃力変数を比較し、ベアフットシューズの着用が衝撃力に及ぼす効果を検討した。その結果、ベアフットシューズを着用したジョギングでは裸足と比べて、i) 力積および負荷の割合は変化しなかったが、ii) 受動的衝撃力および能動的衝撃力が高値を示し、時間を考慮した衝撃力の変数は裸足時と類似したが、それ以外の衝撃力の変数は増大することが明らかとなった。

力積や負荷の割合といった力の変数を時間で除した相対値は両条件に相違が認められなかった。これはベアフットシューズのソールが裸足と類似するため、足部と地面との接触する接地時間や、衝撃力がソールを介して足底面に伝達されるまでの時間が裸足の条件と類似したと考える。したがって、ベアフットシューズを着用した時の負荷の割合は裸足と類似する結果となった。負荷の割合は、脛骨の疲労骨折やランニング傷害の関係因子であることが予測されている⁷⁾。またベアフットシューズのソールは足部保護のために最低限の構造ではあるが、衝撃力の調節に適していることが示唆されている⁸⁾。これらのことから、ベアフットシューズを着用したジョギングでは、負荷の割合によって引き起こされる傷害リスクは裸足と同等の範囲内であることが示唆された。

これらの変数が類似する一方で、受動的衝撃力および能動的衝撃力は、ベアフットシューズを着用時では裸足時と比べて増大する傾向が示唆され

た。これらの衝撃力が増大する要因の一つとしては、ベアフットシューズでは足部の固有感覚受容器の働きを制限したことが考えられる。裸足で移動運動を実施する利点として、着地時に足底部が衝撃力を予測して軽減させる機能が働くことを示唆している⁹⁾。ベアフットシューズはソールが足底部を覆うためにその機能を低下させることが考えられる。したがって、ベアフットシューズを着用した時では、これらの衝撃力の変数が増大する傾向になったかもしれない。次に、ベアフットシューズと裸足による着地方法の相違が考えられる。ベアフットシューズを着用した場合では、その他のランニングシューズを着用するよりも前足部や中足部で着地する確率が高まるものの、その確率は裸足時と比べると低いことが示唆されている⁸⁾。したがって、ベアフットシューズはその他のランニングシューズよりも着地方法は裸足と類似するかもしれないが、被験者によって異なる可能性もあり、その相違がこれらの衝撃力の変数に影響を及ぼした可能性が考えられる。本研究ではベアフットシューズと裸足での着地動作については比べていないため、今後の研究として、ベアフットシューズを着用したジョギング時の特徴を動作と衝撃力との両方の視点から明らかにする必要がある。

ベアフットシューズは裸足の構造や感覚に類似させて開発されている。しかしながら、本研究の結果はジョギング時の衝撃力の変数の一部を裸足よりも増大させ、ベアフットシューズでジョギングを開始した際には傷害のリスクを増す可能性が考えられる。ただ、本研究の被験者はベアフットシューズの着用習慣が無いため、ベアフットシューズへの慣れが本研究の結果となったかもしれない。今後はベアフットシューズの着用習慣による衝撃力変数の変化や、動作の順応等も検討して、ベアフットシューズの長所や短所を明らかにし、傷害リスクを低くさせるシューズ開発に活かす必要があるかもしれない。

e) 結 語

本研究はベアフットシューズを着用したジョギング時と裸足でのジョギング時の衝撃力を比較して、ベアフットシューズの着用が衝撃力に及ぼす効果について検討した。その結果、ベアフットシューズを着用した時では裸足時と比べて受動的および能動的衝撃力が高値を示し、特に時間の要素を考慮しない衝撃力の変数が裸足と必ずしも類似しないことが明らかとなった。

文 献

- 1) Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, et al. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med* 2002 ; 36 : 95-101.
- 2) Divert C, Mornieux G, Baur H, et al. Mechanical comparison of barefoot and shod running. *Int J Sports Med* 2005 ; 26 : 593-8.
- 3) Kluitenberg B, Bredeweg SW, Zijlstra S, et al. Comparison of vertical ground reaction forces during overground and treadmill running. A validation study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2012 ; 13 : 235.
- 4) O'Leary K, Vorpahl KA, Heiderscheid B. Effect of cushioned insoles on impact forces during running. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008 ; 98 : 36-41.
- 5) Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, et al. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature* 2010 ; 463 : 531-5.
- 6) Goldmann JP, Brüggemann GP. The potential of human toe flexor muscles to produce force. *J Anat* 2012 ; 221 : 187-94.
- 7) Zadpoor AA, Nikooyan AA. The relationship between lower-extremity stress fractures and the ground reaction force : a systematic review. *Clin Biomech* 2011 ; 26 : 23-8.
- 8) Larson P. Comparison of foot strike patterns of barefoot and minimally shod runners in a recreational road race. *J Sport Health Sci* 2014 ; 3 : 137-42.
- 9) Robbins SE, Gouw GJ. Athletic footwear and chronic overloading. A brief review. *Sports Med* 1990 ; 9 : 76-85.

ハイヒール側方変位における下肢への影響

—前額面を中心に—

The influence on lower limbs in the high-heeled shoes of lateral displacement

—Focusing on the Frontal plane—

¹⁾東京工科大学 医療保健学部 理学療法学科

²⁾新潟医療福祉大学 大学院 医療福祉学科

¹⁾Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Tokyo University of Technology

²⁾Graduate School, Major Health and Welfare, Niigata University of Health and Welfare

石黒 圭応¹⁾, 中山 孝¹⁾, 阿部 薫²⁾

Keio Ishiguro¹⁾, Takashi Nakayama¹⁾, Kaoru Abe²⁾

Key words : ハイヒール (high-heeled shoes), 側方変位 (lateral displacement), 床反力計 (Force Plate)

要 旨

ヒールの中心を側方へ変位させ、身体にどのようにに影響するか調べることを目的に三次元動作解析装置 (VICON Nexus) を使用し実験を行った。健常女性7名に赤外線反射マーカー35箇所を装着する方法 (Plug in gait model) を使用。実験靴は6mm 高のハイヒール (外側 3mm, 踵骨中央, 内側 3mm, 内側 6mm の4種類の形状) を使用し、無理のないスピードで歩行計測を行なった。分析は右立脚期の足関節内外反角度に注目し、立脚期の始まりから足関節の最大内反位までを「反応相」、足関節の最大内反位から回内外最終位を「立

ち直り相」と分類し、「立ち直り相」における右下肢関節可動域、右下肢関節モーメントおよび床反力の平均値を解析した。その結果、床反力の左右 (X) 成分において踵骨中央と外側 3mm にて有意差が得られ、これは重心線から足関節回転中心までのレバーアームが長くなり、床反力の右方への成分が増加したと考えた。

緒 言

ハイヒールの原点は17世紀のパリが発端であり、ヒールの高い靴を履いたのは専ら高貴な男性であった。近年街中で、ファッション性を重視したヒールの高い靴を履く若い女性を目にすることが多い。しかしハイヒール靴着用によって足首を捻り、転倒することなく、そのまま歩いていることを良く見かける。ファッション性の優れているヒールは様々あるが、足部の機能を考慮して作られてはいない。そこで今回は、ヒール位置を前額

(2016/10/31 受付)

連絡先 : 石黒 圭応 〒144-8535 東京都大田区西蒲田 5-23-22 東京工科大学医療保健学部理学療法学科

TEL・FAX 03-6424-2132 (研究室直通)

E-mail ishigurok@stf.teu.ac.jp



図 1. 実験靴（外側 3mm, 踵骨中央, 内側 3mm, 内側 6mm の 4 種類の形状）

面上, 側方に変化させることが歩容にどのような影響を与えるかを力学的に解析した.

対象と方法

(1) 対象

今回の実験に対してインフォームドコンセントを受けた整形外科の疾患の既往が無い, 健常女子学生 9 名 (年齢 19.8 ± 1.2 歳, 足長 23.5~24.0cm, 身長 158.1 ± 4.5 cm, 体重 50.6 ± 4.3 Kg) とした. 被験者はいずれもハイヒール靴経験者であった.

(2) 方法 (手順)

①測定機器: 赤外線カメラ 6 台を含む三次元動作解析装置 (VICON Nexus, Oxford Metrics 社製), 床反力計 (OR6-6-2000, AMTI 社製) 4 台を用いた.

②使用靴: ヒール靴のヒール高は 6cm で, 図 1 で示す通り, 踵骨中央から外側 3mm・踵骨中央・内側 3mm・6mm の 4 種類を使用した.

③測定条件: ヒール高 0.0cm, 3.0cm, 6.0cm・9.0cm の靴着用歩行の 4 種を, 3 回ずつ試行し, 最も安定した代表値を採用した. 全条件とも靴は裸足で着用した. 測定に先立ち, 被験者には各靴を着用しての歩行練習を十分に行なわせ, 歩行速度は無理のないスピードで行った.

④測定項目: 赤外線カメラ 6 台を含む三次元動作解析装置 (VICON Nexus, Oxford Metrics 社製), 床反力計 (OR6-6-2000, AMTI 社製) を 4 面に設置し, 赤外線反射マーカー (9mm, 14mm 2 種類) を頭部に 4 つ (マーカー付きヘアバンドを装着), 肩峰・上腕骨外側上顆・尺骨茎状突起・橈骨茎状突起・第二中手指節関節・第七頸椎棘突起・第十胸椎棘突起・右肩甲骨下角・胸骨切痕・剣状突起・上前腸骨棘・上後腸骨棘・膝関節・膝と上前腸骨棘を結んだ線上の任意の部位・膝関節点 (大腿骨外側上顆の高さで膝蓋骨を除いた膝の前後径の中央)・外果を結んだ線上で任意の部位・外果・第 2 中足趾節関節・踵骨隆起にそれぞれ 1 つ (踵骨隆起は, 裸足立位時に第 2 中足趾節関節と同じ高さを確認しハイヒール着用時にはその踵骨隆起に相当する部位に貼付), 合計 35 箇所 (Plug in gait model) に装着し, 三次元動作解析装置にて測定を行なった. (図 2) なお, 各対象者が実際にハイヒールでの歩行計測前に行う静止立位での身体キャリブレーション計測を行い, その時の踵骨回内外角度を基準 (ゼロ) としている. 体幹座標系の原点は剣状突起マーカーとし, 第十胸椎棘突起マーカーから剣状突起マーカーに向かうベクトルを Y 軸とした. また原点から右側肩峰マ

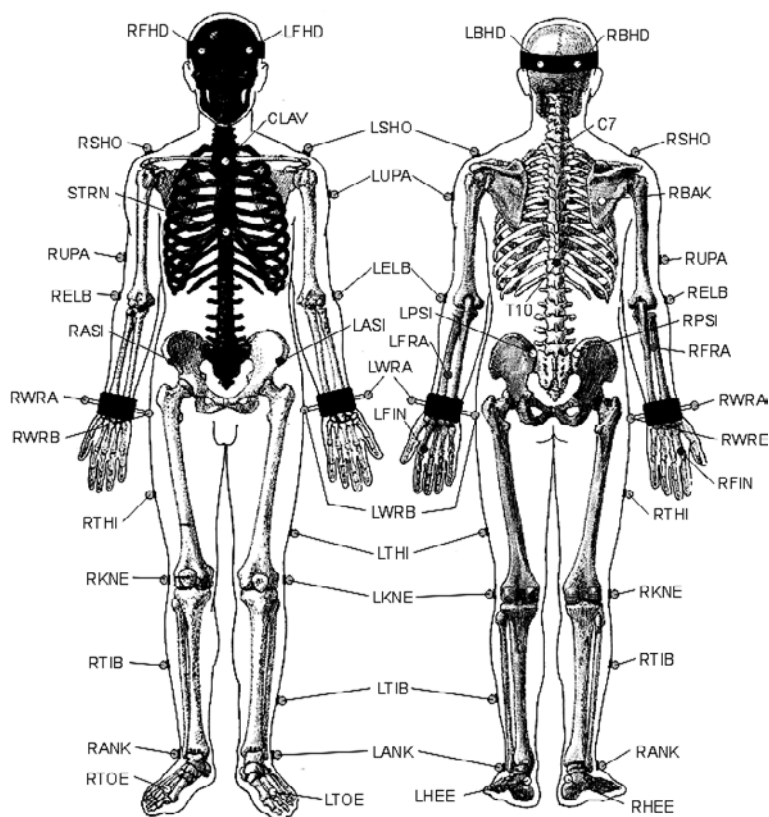


図2. Plug in gait model

カーに向かうベクトルとY軸との外積をZ軸として、Z軸とY軸との外積をX軸とした。骨盤座標系の原点は、両側の上前腸骨棘の midpoint とし、両側上後腸骨棘の midpoint から両側上前腸骨棘 midpoint に向かうベクトルをY軸とした。また原点から右側の上前腸骨棘マーカーへ向かうベクトルとY軸との外積をZ軸として、Z軸とY軸との外積をX軸とした。絶対座標系における上部体幹座標系の角度を「上部体幹角度」、骨盤座標系の角度を「骨盤角度」と定義した。各平面上角度は、足部ではX軸回りを足関節底背屈角度、Y軸回りを踵骨回内外角度と定義した^{1)~4)}。

⑤使用機器の設定：VICON Nexus の設定は、床反力計を 1000Hz に設定し、赤外線カメラは 100Hz に設定した。周波数を一致させるために床反力の周波数を間引きソフトにて赤外線カメラの

100Hz に調律した。

⑥統計分析：統計分析には、各条件にて被検者毎の床反力計の鉛直成分のデータを参考に、立脚期のデータを抽出し、さらに立脚期の始まりから足関節の最大内反位までを「反応相」、足関節の最大内反位から回内外中間位を「立ち直り相」と分類し³⁾(図3)、「立ち直り相」における右下肢関節可動域、右下肢関節モーメントおよび床反力を解析し平均値を求めた。その後、バートレット検定、一元配置分散分析を行い、さらに多重比較検定 (Bonferroni の変法) を行った。

結 果

表1に下肢関節角度平均値、表2には下肢関節モーメント平均値を示す。

下肢関節角度、および関節モーメントには有意

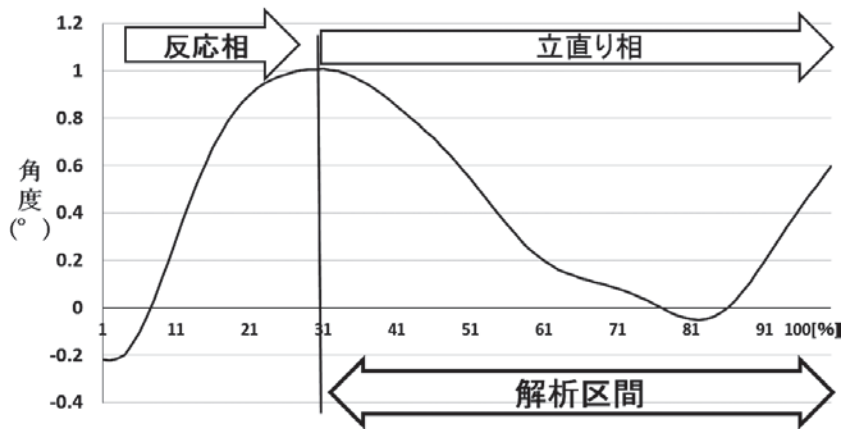


図3. 足関節内外反角度（立脚期）

表1. 関節角度平均値（右下肢立脚期）

股関節屈曲角度

ヒールの位置	平均値(°)	SD			
外側3mm	4.21	± 5.48	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	2.86	± 5.68	N.S.	N.S.	
内側3mm	3.87	± 5.91	N.S.	N.S.	
内側6mm	3.65	± 5.46	N.S.	N.S.	

股関節外転角度

ヒールの位置	平均値(°)	SD			
外側3mm	1.4	± 3.39	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	1.69	± 3.07	N.S.	N.S.	
内側3mm	2.19	± 2.97	N.S.	N.S.	
内側6mm	2.11	± 3.04	N.S.	N.S.	

膝関節屈曲角度

ヒールの位置	平均値(°)	SD			
外側3mm	7.33	± 5.03	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	7.27	± 5.56	N.S.	N.S.	
内側3mm	6.99	± 5.77	N.S.	N.S.	
内側6mm	7.49	± 4.74	N.S.	N.S.	

足関節底屈角度

ヒールの位置	平均値(°)	SD			
外側3mm	8.74	± 5.82	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	9.44	± 5.91	N.S.	N.S.	
内側3mm	7.96	± 3.041	N.S.	N.S.	
内側6mm	8.22	± 6.02	N.S.	N.S.	

足関節内反角度

ヒールの位置	平均値(°)	SD			
外側3mm	1.21	± 3.7	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	1.29	± 3.2	N.S.	N.S.	
内側3mm	1.12	± 4.04	N.S.	N.S.	
内側6mm	1.51	± 3.95	N.S.	N.S.	

*: p<0.05, **: p<0.01 N.S.: Not Significant

表2. 関節モーメント平均値（右下肢立脚期）

股関節屈曲モーメント

ヒールの位置	平均値(Nm)	SD			
外側3mm	257.75	± 293.04	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	246.55	± 318.28	N.S.	N.S.	
内側3mm	265.83	± 277.07	N.S.	N.S.	
内側6mm	258.22	± 288.54	N.S.	N.S.	

股関節内転モーメント

ヒールの位置	平均値(Nm)	SD			
外側3mm	752.2	± 298.84	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	746.55	± 285.68	N.S.	N.S.	
内側3mm	756.92	± 289.68	N.S.	N.S.	
内側6mm	738.53	± 282.99	N.S.	N.S.	

膝関節伸展モーメント

ヒールの位置	平均値(Nm)	SD			
外側3mm	37.23	± 259.1	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	61.59	± 284.63	N.S.	N.S.	
内側3mm	48.08	± 240.32	N.S.	N.S.	
内側6mm	27.9	± 250.99	N.S.	N.S.	

足関節底屈モーメント

ヒールの位置	平均値(Nm)	SD			
外側3mm	586.07	± 256.99	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	539.11	± 239.41	N.S.	N.S.	
内側3mm	596.2	± 247.93	N.S.	N.S.	
内側6mm	580.21	± 232.7	N.S.	N.S.	

足関節内反モーメント

ヒールの位置	平均値(Nm)	SD			
外側3mm	119.91	± 108.55	N.S.	N.S.	N.S.
踵骨中央	127.79	± 117.37	N.S.	N.S.	
内側3mm	127.84	± 129.76	N.S.	N.S.	
内側6mm	145.07	± 128.5	N.S.	N.S.	

*: p<0.05, **: p<0.01 N.S.: Not Significant

表 3. 床反力分力平均値 (右下肢立脚期)

X(右分力)			
ヒールの位置	平均値(N) SD		
外側3mm	0.49 ± 0.17	**	N.S
踵骨中央	0.46 ± 0.17	N.S	N.S
内側3mm	0.47 ± 0.17	N.S	N.S
内側6mm	5.33 ± 16.13	N.S	N.S
Y(前後分力)			
ヒールの位置	平均値(N) SD		
外側3mm	0.32 ± 0.14	N.S	N.S
踵骨中央	0.29 ± 0.14	N.S	N.S
内側3mm	0.32 ± 0.14	N.S	N.S
内側6mm	0.34 ± 0.13	N.S	N.S
Z(鉛直分力)			
ヒールの位置	平均値(N) SD		
外側3mm	8.09 ± 2.71	N.S	N.S
踵骨中央	8.1 ± 2.72	N.S	N.S
内側3mm	8.16 ± 2.74	N.S	N.S
内側6mm	8.03 ± 2.7	N.S	N.S

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$ N.S : Not Significant

差を得ることができなかった。表3には床反力計の結果を示す。X(左右)成分において、外側3mmに位置したヒールが踵骨中央よりも右成分が有意差に増加した($p < 0.01$)。

考 察

床反力計のX(左右)成分において、外側3mmに位置したヒールが踵骨中央よりも右成分で有意差に増加したことは、図4で示す通り、外側に位置したヒールを使用し安定した歩行をするためには、歩行中片足支持にて重心線を床面に対して垂直に落とす必要がある。外側3mmに位置したヒールを使用した場合、踵骨中央に位置するヒールと比較し、前額面上の重心線から足関節回転中心までのレバーアーム(力の作用線から重心におろした垂線の長さ)が長くなる。その結果、足関節外反モーメントが増大し、床反力X成分の右方向(外側成分)が大きくなったと考えた¹⁵⁾。Butlerら⁶⁾の研究では、“外側ウエッジにて足関節外反モーメントが有意に増大した”との報告がある。ヒールやウエッジの位置を踵骨中央よりも外側に位置することで、重心線が外側に移動するため、

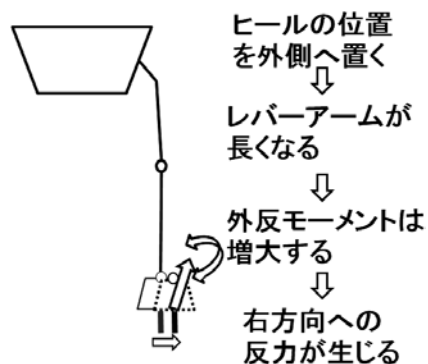


図 4. 床反力左右(X)成分増加の運動モデル

足関節外反モーメントが増大し、床反力の外側成分が増加したものと考えた。

結 語

若い女性がよく履いているハイヒール靴に着目し、そのヒールの側方変位が歩容にどのような影響を与えるかを力学的に解析した。評価機材としてVICON Nexusを使用し、ヒール靴4種類(外側3mm, 踵骨中央, 内側3mm, 内側6mm)の条件にて下肢の関節角度、関節モーメント、床反力を測定し、解析した。その結果、踵骨中央と外側3mmにおいて床反力右方成分が有意に増加した。これは重心線を床面に垂直に落とすために重心線から足関節回転中心までのレバーアームが長くなり、床反力の右方への成分が増加したと考えた。この研究を通して、足部の機能の基礎研究の一助となれば幸いである。

文 献

- 1) 江原義弘, 山本澄子他. 関節モーメントによる歩行分析. 東京: 医歯薬出版; 1997. 3-24.
- 2) 江原義弘, 山本澄子他. 臨床歩行計測入門. 東京: 医歯薬出版; 2008. 85-94.
- 3) 石黒圭広, 中山 孝, 武藤友和. ハイヒール歩行における足関節内反からの立ち直り戦略. 日本福祉工学会誌 2016; 18 (1): 7-11.
- 4) 内山 靖他. 計測法入門. 東京: 協同医書出版; 2001. 156-88.
- 5) 月城慶一, 江原義弘, 山本澄子他. 観察による歩行分析. 東京: 医学書院; 2005. 5-21.

- 6) Butler RJ, et al. Effect of laterally wedged foot orthoses on rearfoot and hip mechanics in patients with medial knee osteoarthritis. Prosthet Orthot Int 2009 ; 33 : 107-16.

横アーチパッドの位置と足趾握力との関係

Relationship between the position and the toes of the Grasping power of the transverse arch pad

¹⁾北海道科学大学 保健医療学部

²⁾三仁会 あさひ病院

³⁾愛知ブレース

⁴⁾名城大学院 総合学術研究科

¹⁾Hokkaido University of Science Faculty of Health Sciences

²⁾Sanjinkai Asahi Hospital

³⁾Aichi Brace

⁴⁾Meijo University Graduate School of Environmental and Human Sciences

清水 新悟¹⁾, 昆 恵介¹⁾, 花村 浩克²⁾, 佐橋 政次³⁾, 加藤 幸久⁴⁾

Shingo Shimizu¹⁾, Keisuke Kon¹⁾, Hirokatu Hanamura²⁾, Seizi Sabashi³⁾, Yukihiisa Katou⁴⁾

Key words : 横アーチ (transverse arch), 横アーチパッド (transverse arch pad), 足趾の握力 (Grasping power of the toes)

要 旨

スポーツの中のバレエダンスの動作の中の一つとして、つま先で立つ「ルルベ」という動きがある。この動きをはじめとし、足部、足趾が担う役割は多く、足内在筋のトレーニングをすることは必須となっている。また横アーチは、中足骨部から舟状骨付近まで観察され、足底挿板を製作するうえで、横アーチパッドの装着位置が本当に正しいのか不明な点もある。そこで本研究の目的は、装着位置を基に第2・第3中足骨間の中足骨前方から舟状骨付近の後足部までの横アーチ部を4つに分けて、パッドの位置が足趾筋力にどの程度、影響を及ぼしているか検討することである。足幅

と足長を計測し、足幅を足長で除した値に100を掛けて開張率として算出した値が40.9%以上は、開張足の可能性がある被験者として対象から除外する。またバレエの経験者も足内在筋のトレーニングを行っている可能性があるため除外した。男女50名の内、開張足およびバレエ経験者を除く42名に対して、厚さ10mmの横アーチを中足骨前部、中足骨後部、楔状骨部、後足部の4つに分類した箇所横アーチパッド装着し、(株)ブレインズリンク社製の手と足の握力計エコルを使用して足趾の握力を計測した。その結果、横アーチパッド非装着に比べて、中足骨後部が有意に足趾握力が向上した。また後足部横アーチパッドを装着すると足趾の握力が低下する傾向がみられた。中足骨後部に横アーチパッドを装着することで転倒防止や歩行速度の向上、バレエダンスなどの前足部を使用するスポーツのパフォーマンス向上に適しているとおもわれた。

(2016/10/28 受付)

連絡先 : 清水 新悟 〒006-8585 北海道札幌市手稲区
前田7条15-4-1 北海道科学大学 保健医療学部
TEL 011-688-2308 FAX 011-681-3622
E-mail shimizu-s@hus.ac.jp

1. 緒 言

スポーツの中のパレエダンスには、いくつかの特徴的な動きがある。その中の一つとして、つま先で立つ「ルルベ」という動きがある。この動きをはじめとし、パレエでは特に足部、足趾が担う役割は多く足内在筋のトレーニングをすることは必須となっている¹⁾²⁾。また横アーチは、中足骨部から舟状骨までの間に横アーチ構造が観察されるため、足底挿板を製作するうえで、横アーチパッドの装着位置が本当に正しいのか不明な点もある。そこで本研究の目的は、装着位置を基に第2・第3中足骨間の中足骨前方から舟状骨付近の後足部までの横アーチ部を4つに分けて、パッドの位置が足趾筋力にどの程度、影響を及ぼしているか検討する。パレエダンスは、今競技者は40万人を超え注目の競技となっている。今や世界でもパレエ大国になっている。現在パレエ人口が年々どんどん増え続けている中で、最良のパッドの位置を調べ、パッドにて足内在筋の向上が実現できれば、パレエのダンス動作においてパフォーマンスの向上を可能にするのではないかと推察する¹⁾²⁾。

2. 対 象

被験者は、骨折などの特記すべき既往歴がない20代の男性25名、女性25名の計50名を対象とした。対象は平均年齢 23.4 ± 2.3 歳、平均身長 162.9 ± 4.6 cm、平均体重 56.5 ± 7.5 kgであった。なお実験実施に際しては、事前に北海道科学大学倫理審査委員会の承認（許可番号第31号）を受けており、被験者には口頭ならびに書面にて承認が得られている。

3. 方 法

足幅と足長を計測し、足幅を足長で除した値に100を掛けて開張率として算出した値が40.9%以上は、開張足の可能性がある被験者として対象から除外する³⁾。またパレエの経験者も足内在筋のトレーニングを行っている可能性があるため除外す



図1. 横アーチパッド

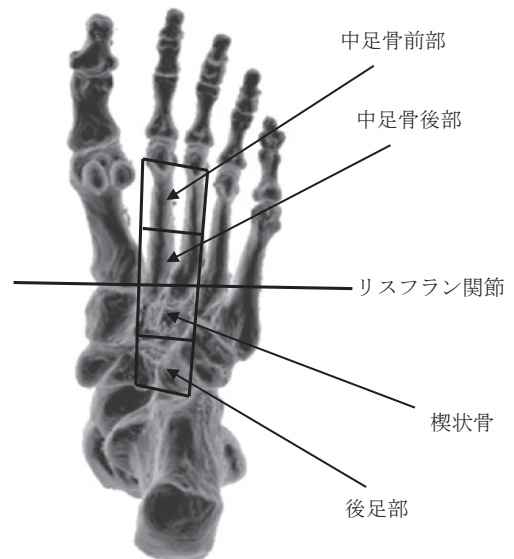


図2. 横アーチの位置設定

る。

実験に使用する横アーチパッドは、図1のように涙型、素材は5mm厚のPEライトを2枚重ねにした10mm厚である。10mm厚のパッドを選択した理由は、座位で計測するため半荷重となり、5mm厚のパッドでは横アーチ部をしっかりと押すことが出来なかったためである。また、パッドの裏に両面テープを張り、パッドと足趾握力の計測機器がずれないように固定できるものとした。

横アーチの位置は入谷式の横アーチの設定位置を参考にして図2のように楔状骨と中足骨との関節であるリスフラン関節を基準として中足骨前部、中足骨後部、楔状骨部、後足部の4つに分類



図 3. 足内在筋の評価

表 1. 対象の結果

	男性	女性
年齢	21.7±0.46	25.0±7.1
平均身長 (cm)	169.9±4.1	155.9±5.1
平均体重 (kg)	64.3±10.5	48.7±4.5

した⁴⁾.

足趾筋力の計測は、(株)ブレインズリンク社製の
手と足の握力計エコルを使用した。(図3)で
きるだけ足内在筋を計測したいため足外来筋を出来
るだけ緩ませる肢位として座位で膝関節伸展、足
関節底屈位とした。また足関節の角度設定は底屈
45度に統一した。(図3) 厚さ 10mm の横アーチ
パッドを横アーチの第2 第3 中足骨間のライン上
4か所に装着して足趾筋力を各2回計測し、横アー
チパッド非装着と横アーチパッド装着4か所を比
較する。計測時の注意点として踵中心と第2趾と
第3趾間を握力計に記載した中心線に合わせ、握
力バーの調節位置を足趾の近位趾節間関節に設定
した。(図2) また、足が計測時にずれないように、
またパッドの効力に差が生じないように計測

を行った。統計は、統計ソフト JSTAT にて一元
配置分散分析の多重比較検定を使用した。

4. 結 果

男女 50 名の内、開張率 40.9% 以上は男性 3 名、
女性 4 名であった。バレエダンスの経験者は 1 名
であり、合計 8 名を本研究の被験者から除外した。
したがって 42 名を対象に実験を行った。(表1) 結
果、横アーチパッド非装着に比べ、中足骨前部、
中足骨後部、楔状骨部が、足趾握力が向上する傾
向が得られた。(表2, 表3) また横アーチパッド
を後足部に装着すると足趾筋力が低下する傾向が
みられた。(表2, 表3) さらに中足骨後部が最も
足趾握力が向上し、有意差が得られた ($p<0.05$)。
したがって中足骨後部に横アーチパッドを装着す
ると足趾筋力が最も向上した。

5. 考 察

男女 42 名の計測を行った結果、裸足時に比べ、
中足骨後方にパッドを置くことで平均して 1kg 程
の握力向上が得られた。また後足部にパッドを置
いた場合は足趾握力が低下する傾向が得られ、後

表 2. 男性の足趾握力 (2 回の平均)

	非装着	中足骨前部	中足骨後部	楔状骨部	後足部
右足 (kg)	6.34	7.24	7.74*	6.85	6.20
左足 (kg)	6.58	7.11	7.71#	6.74	5.98

非装着と比べて有意差あり *P<0.05

後足部と比べて有意差あり #P<0.05

表 3. 女性の足趾握力 (2 回の平均)

	非装着	中足骨前部	中足骨後部	楔状骨部	後足部
右足 (kg)	5.87	6.60	6.90*#	5.93	5.59
左足 (kg)	6.15	6.68	6.93*#	6.24	5.61

非装着と比べて有意差あり *P<0.05

後足部と比べて有意差あり #P<0.05

足部に横アーチパッドを装着することは、足趾の筋力を低下させる可能性があると思われた。中足骨部が比較的、握力が向上した理由としては、母趾内転筋の横頭の走路であり、ここにパッドを当てることで、母趾内転筋の機能が高まった可能性があると思われた。また中足骨後方が最も握力が向上したのは、内在筋の短趾屈筋腱、外在筋の長母趾屈筋腱と長趾屈筋腱を足底から圧迫して腱長を短縮させて筋収縮力を強めたという結論とも思われる。さらに第2中足骨は横アーチ中足骨部の頂点でもり、横アーチ挙上による、足趾の機能効果が期待できると推察する。今回の結果より、中足骨後方に横アーチパッドを装着することで足趾の屈筋力の向上が得られることが示唆され、足趾の屈筋力が向上することは、床を足趾で把持する力の向上とも考えられ、転倒防止や歩行速度の向上などにも使用可能と考えられる。またバレエダンスなど主に前足部を使用する動作において、パフォーマンスを向上させる横アーチパッドの位置は中足骨後方が適していると思われた。

6. 結 語

男女50名の内、開張足およびバレエ経験者を除く42名に対して、横アーチを中足骨前部、中足骨後部、楔状骨部、後足部の4つに分類した箇所に厚さ10mmの横アーチパッド装着し、(株)ブレインズリンク社製の手と足の握力計エコルを使用して足の握力を計測した。その結果、横アーチパッド非装着に比べて、中足骨後部が有意に足趾握力が向上した。中足骨後部に横アーチパッドを装着することで転倒防止や歩行速度の向上、バレエダンスなどの前足部を使用するスポーツのパフォーマンス向上に適している可能性がある。

文 献

- 1) バレエ教室【NOA バレエスクール】のバレエの歴史. <http://www.noaballet.jp/balleteffect/>
- 2) レッスンでよく使われるクラシックバレエの基礎用語を知りましょう | 大人と子供のバレエ教室. http://ballet.diy-style.com/about_ballet/505.html
- 3) 清水新悟, 長井 力, 元田英一他. 開張率と開帳角の信頼性と開張足の診断基準値障害予防の検討. スポーツ産業学研究 2013; 23 (1): 11-7.
- 4) 入谷 誠. 結果の出せる整形外科理学療法. 第1版. メジカルビュー社; 2011. 178-99.

知覚入力型インソール開発のための基礎的研究 —足底知覚を用いた動作指導がランニング動作中の 下肢アライメントにおよぼす影響—

Study on the development of the “perceptual stimulus insole” and the effect of its plantar facilitation on lower extremity alignment during running

¹⁾県立広島大学

²⁾県立広島病院

³⁾新潟医療福祉大学

¹⁾Prefectural University of Hiroshima

²⁾Hiroshima Prefectural Hospital

³⁾Niigata University of Health and Welfare

長谷川正哉¹⁾, 梶川菜津美²⁾, 阿部 薫³⁾, 島谷 康司¹⁾, 田中 聡¹⁾
Masaki Hasegawa¹⁾, Natsumi Kajikawa²⁾, Kaoru Abe³⁾, Koji Shimatani¹⁾, Satoshi Tanaka¹⁾

Key words : 知覚入力型インソール (Perceptual Stimulus Insole), アライメント (Alignment),
ランニング動作 (Running)

要 旨

足底に設置した突起を用いて動作中の足底圧軌跡を教示する知覚入力型インソールを開発している。本研究では突起を踏み分けながら走行するよう指示した際の下肢アライメントの変化を調査した。その結果、知覚入力型インソール使用時には脛骨および踵骨の傾斜角度, Leg Heel Angle が変化した。着用者が突起の位置を知覚しながら足底の荷重部位を制御した結果、下肢の動的アライメントの変化に至ったものと考ええる。従来のイン

ソールは他動的にアライメントを矯正する目的で使用されているが、知覚入力型インソールを用いた動作指導は着用者の能動的なアライメント制御を可能にするため、運動指導やフォーム習得などトレーニング場面への応用が期待できる。

1. 緒 言

足部は立位・歩行時において地面と唯一の接点となる部位であり、緩衝や荷重支持を担う運動器としての役割と路面情報を中枢に伝達する感覚器としての役割をあわせ持つ。そのうち、インソールや整形靴などのフットウェアは、足部の運動器としての役割を支援する目的で製作されており、静的・動的アライメントの矯正、緩衝、荷重分散などその用途は多岐に渡る。しかし、これらの運

(2016/10/31 受付)

連絡先：長谷川正哉 〒723-0053 広島県三原市学園町
1-1 県立広島大学
電話・FAX 0848-60-1230
E-mail m-hasegawa@pu-hiroshima.ac.jp

動器への介入を目的としたフットウェアは、対象者が「無意識」かつ「他動的（受動的）」にアライメントや姿勢、動作を矯正「される」状態にある。これに対し、身体機能や動作能力そのものの改善を目指す臨床場面やフォーム修正を目指すトレーニングの場面においては、対象者が「意識的」かつ「能動的（主体的）」にアライメントや姿勢、動作を修正「する」過程が重要と考える。

これらの理由から、我々の研究グループでは対象者の足底感覚を利用し動作指導をおこなうためのデバイスとして、知覚入力型インソール（Perceptual Stimulus Insole, 以下 PSI）の開発を進めている。PSI は 1~3 点の突起が設置されたインソールであり、この突起を踏み分けながら動作させることで、着用者に足底圧の移動軌跡や動作中の足底接触部位を教示し、姿勢や動作を「意識的」「能動的（主体的）」に変容させる。これまでに先行研究を行い、踵後外側部 1 点に突起を設置した PSI を踏みながら歩くよう指示することで、歩行中の足関節背屈角度やトゥクリアランスの増大につながることを確認しており、足底感覚を用いた動作指導法の有効性について報告している¹⁾。

本研究では PSI の応用可能性を探るべく、ランニング障害に着目し検証を進めた。ランニング障害は走行に伴い発生するさまざまな障害の総称であり、腰部や股関節、膝関節、足関節、足部とさまざまな場所に発生する²⁾。また、ランニング障害の発生要因の一つとして足部の過回内や過回外といった前額面上のアライメント異常が上位肢節に影響を与えることが知られており、現在はこれらのアライメント異常を矯正する目的でアーチサポートやウェッジ、パッドなどを用いた「他動的（受動的）」な介入が行われている³⁾。

しかし、先述のとおりこれらの介入手法には対象者の「意識的」かつ「能動的（主体的）」なアライメント制御につながらないという限界がある。また、インソールが持つ矯正力により、下肢アライメントの制御に必要な筋活動などが代償されてしまうため、ヒトが本来持つアライメント制御の

ための身体機能をトレーニングすることはできない。一方、PSI 使用時には突起の位置に合わせて着用者自身が「能動的（主体的）」に動作を遂行する必要があると考えられ、下肢アライメントの制御に必要な身体機能のトレーニングにつながる可能性が示唆される。そこで本研究では PSI の使用がランニング動作中の下肢アライメントにおよぼす影響について調査し、ランニング障害に対する新たな介入手法としての応用可能性について検討する。

2. 対象と方法

対象は現在整形外科的疾患、神経学的疾患を有さない健康女性 23 名（平均±標準偏差：年齢 21.1 ± 1.0 歳，身長 159.8 ± 4.8 cm，体重 53.3 ± 4.0 kg）とした。実験に先立ち研究内容およびデータの取得方法などについて説明を加え、紙面による同意を得た後に実験を行った。なお、本研究は県立広島大学倫理委員会の承認（承認番号：第 14MH035 号）を得て実施した。

次に、知覚入力型インソールのモデルと実験条件について、知覚入力型インソールのモデルとして先行研究¹⁾と同様に、足底にプラスチック製の半球シール（直径 5 mm，高さ 3 mm）を貼付し実験を行った。突起の貼付位置は踵、後足部外側、後足部内側、小趾球、母趾球とした。まず、踵の突起位置は走行中に自然に接地する位置を被験者ごとに設定した。また、後足部内側、後足部外側の突起の貼付位置の決定方法として、ピドスコップ上で立位姿勢をとらせ外側・内側荷重を指示した際の接地面から、荷重可能な位置を確認し被験者ごとに設定した。次に、小趾球、母趾球の突起位置は、中足骨頭の底面を基準とし、接地時に痛みのない位置とした。最後に、各突起の貼付後、被験者が接地時に全ての突起を知覚できることを確認した。

なお、実験条件は、①突起物を何も貼付しないコントロール条件、②踵・後足部外側・小趾球の順で突起を踏みながら走行するよう指示をする外

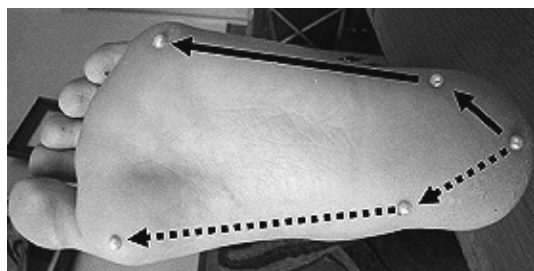


図 1. 突起位置と実験条件
(実線が外側突起条件, 点線が内側突起条件)

側突起条件, ③踵・後足部内側・母趾球の順で突起を踏みながら走行するよう指示をする内側突起条件の3つとした。(図1)なお, 実験条件順は無作為とした。

実験環境と方法について, トレッドミル (AR-200, ミナト医科学社製) の2 m 後方にハイスピードカメラ (MEMRECAM GX8, ナックイメージテクノロジー社製) を設置し, 各被験者の走行をサンプリング周波数 500 Hz にて撮影した。走行速度は歩行から走行に切り替わり心地よく走行できる速度 (平均走行速度: 4.5 ± 0.8 km/h) を被験者ごとに規定し, 条件間で統一した。なお, 二次元解析に用いる身体指標として, 下腿長軸中央に2点, 踵骨長軸中央に2点, 計4点の反射マーカーを貼付し, 各条件下での走行時におけるマーカー位置を計測した。また画像解析ソフトである ImageJ (National Institute of Health 製) を用い, 走行時立脚中における Leg Heel Angle (以下, LHA) のピーク値を抽出した後, 同時期の脛骨傾斜角度, 踵骨傾斜角度を測定した。なお, 角度の定義は以下の通りとした。下腿中央と踵骨隆起からなる線分および踵骨中央と踵骨隆起からなる線分からなる LHA (外反/回内で+), 下腿長軸の2点を結んだ線と前額水平線のなす角を表す脛骨傾斜角度 (接地面に対する下腿の傾斜角, 内側傾斜で+), 踵骨長軸の2点を結んだ線と前額水平線のなす角を表す踵骨傾斜角度 (接地面に対する踵骨の傾斜角, 内側傾斜で+) とした。(図2) なお,

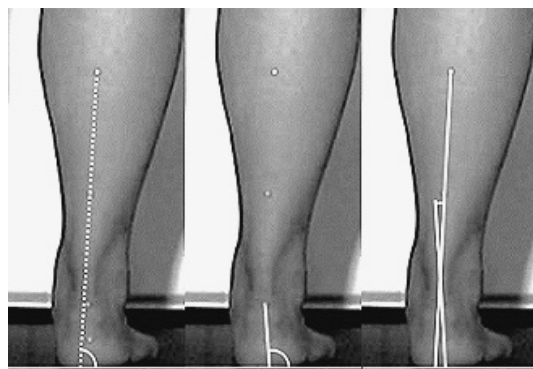


図 2. 角度の計測方法
(左: 脛骨傾斜角度, 中: 踵骨傾斜角度, 右: LHA)

本研究では実験前に両脚静止立位および左右片脚静止立位の静止画を後方より撮影し, LHA の角度変化が大きい肢を被験側とした。統計処理には一元配置分散分析および Fisher の多重比較法を用い, 各計測項目におけるコントロール条件・外側突起条件・内側突起条件間の比較を行った。なお, 有意水準は5%とした。

3. 結 果

まず脛骨傾斜角度について, コントロール条件 82.9 ± 0.6 度, 外側突起条件 81.8 ± 0.6 度, 内側突起条件 84.0 ± 0.9 度となり, 内側突起条件と比較し外側突起条件にて有意な減少を認めた ($p=0.033$)。

次に踵骨傾斜角度について, コントロール条件 87.5 ± 0.8 度, 外側突起条件 83.9 ± 0.7 度, 内側突起条件 91.2 ± 1.0 度となり, コントロール条件と比較し外側突起条件 ($p=0.004$), 内側突起条件と比較し外側突起条件 ($p<0.001$) にて有意な減少を認めた。またコントロール条件と比較し内側突起条件にて有意な増加 ($p=0.003$) を認めた。

最後に LHA について, コントロール条件 4.7 ± 0.8 度, 外側突起条件 2.2 ± 0.8 度, 内側突起条件 7.2 ± 1.1 度となり, 内側突起条件と比較し外側突起条件で有意な減少を認めた ($p<0.001$)。

なお, 左下肢を後方から観察した代表1例の結果を図3に示す。コントロール条件と比較し, 外



図3. 各条件における代表1例の下肢（左）アライメント（左：外側突起条件，中：コントロール条件，右：内側突起条件）

側突起条件では脛骨および踵骨が外側に傾斜，LHAは内反/回外方向に偏移しており，内側縦アーチのレリーフが確認できる。一方，内側突起条件では脛骨および踵骨が内側に傾斜，LHAは外反/回内方向に偏移しており，内果下の膨隆が確認できる。

4. 考 察

ランニングフォームの差異は走行中の足底圧軌跡に影響をおよぼし，これらの足底圧軌跡の差異が走行時の緩衝能や駆出力に影響することが報告されている⁴⁾。一方，これらのランニングフォームに対する介入として，渡會は足底の荷重点を意識した際の走行方法の変化について言及しているものの⁵⁾，これまで荷重点に注意を向けさせる具体的手法やその運動学的影響についての報告は皆無であった。また，Haimらは，アウトソールの形状を操作し，強制的に足底圧を制御することで，歩行中の運動学的，運動力学的パラメーターが変化する事を報告しているが⁶⁾，被験者が能動的（主体的）に足底圧軌跡を制御した際の影響についての研究は見られない。ここで，本研究の結果を要約すると，外側突起条件では脛骨および踵骨が外側方向に傾斜，内側突起条件では脛骨および踵骨が内側方向に傾斜し下肢アライメントが変化してい

る。すなわち，PSI上に設置した突起を用いて足底圧軌跡を具体的に教示することで，着用者の注意を足底の荷重点に向けさせることが可能となり，「能動的（主体的）」なランニングフォームの修正につながる可能性が示唆された。

次に，ランニング動作中における前額面上の足部動態について小林ら⁷⁾は，回外位で着地した後，荷重応答期に回内することで衝撃吸収を行い，立脚中期以降に再び回外することで足部の剛性を高め，蹴り出しを行うこと報告している。一方，Danielらによる前方視的研究では前額面上における足部アライメント異常を有するランナーでは障害発生頻度が高いことが報告されている⁸⁾。そのためアライメント異常に対する介入がランニング障害発生予防にとって重要となる。先述したとおりアライメントの修正方法として現在，インソールを用いた介入が行われており，インソールによるLHAの矯正角度は0.6～1.7度と報告されている⁹⁾。同様の計測方法を用いた本研究ではコントロール群と比較し，内側・外側突起条件ともに約2.5度の角度変化を認めており，PSIがランニング障害予防のための新たな介入手法につながる可能性が示唆された。

最後に，PSIを用いたランニングの動作指導の意義について検討を進める。PSI使用時には「突起位置に荷重する」という課題が与えられるため，被験者は足底下での感覚変化に注意を向けながら，「意識的」「能動的（主体的）」に下腿部と足部の空間位置を制御する能力が求められる。すなわち，神経系と筋骨格系の機能を賦活させながら動作を遂行する必要がある，足部や下肢アライメントに対するトレーニングにつながる可能性がある。

なお，本研究の限界と課題について，本研究では後足部の二次元動作解析により運動学的な評価を実施した。そのため，運動力学的な影響や三次元的な足部動態変化について言及することはできない。加えて，ImageJを用いた我々の先行研究¹⁰⁾ではICC (1.1) 0.97，ICC (2.1) 0.98と高い信頼性を得ているが，回旋を含む動作では信頼性が低

下するという報告もあることから、今後三次元動作解析装置や筋電計を用いて、実際の下肢関節負担や他関節への影響も踏まえながら精査していく必要がある。また、健常者を対象としているため実際のランニング障害例に対する影響については調査を重ねる必要がある。

5. 結 語

PSI を用いた動作指導がランニング動作中の下肢アライメントに与える影響について調査した。PSI を装着した条件ではいずれも下肢アライメントが変化しており、ランニングフォームや下肢アライメントの修正を目的とした介入手法の一助となる可能性が示唆された。また、PSI は足部のアライメント制御能力の向上を目的としたトレーニングツールとして応用可能と考える。

※注釈

なお、本研究の一部は平成 28 年度科学研究費助成（若手研究 B：課題番号 No. 16K21297）を受け実施した。

文 献

1) 長谷川正哉, 後藤拓也, 島谷康司他. 知覚入力型イン

ソールを用いた後足部への感覚入力と選択的注意が歩容に与える影響. 靴の医学 2015; 28: 30-4.

- 2) 今井 寛, 原 邦夫, 森原 徹他. 市民ランニングチームにおけるランニング障害の疫学調査. 日本臨床スポーツ医学会誌 2010; 18: 13-9.
- 3) McMillan A, Payne C. Effect of foot orthoses on lower extremity kinetics during running: a systematic literature review. J Foot Ankle Res 2008; 13. 186/1757-1146-1-13 (open access).
- 4) 横江清司. バイオメカニクスからみたランニング損傷の予防. 臨床スポーツ医学 2001; 18: 7-12.
- 5) 渡會公治. スポーツバイオメカニクスからみる運動障害. 運動障害 2000; 10: 39-49.
- 6) Haim A, Rosen N, Samuel D, et al. Control of knee coronal plane moment via modulation of center of pressure: A prospective gait analysis study. J Biomech 2008; 41: 3010-6.
- 7) 小林寛和, 岡戸敦男. スポーツ理学療法の考え方と実際—ランニング障害への対応を例に一. 静岡理学療法ジャーナル 2013; 27: 16-9.
- 8) Daniel JK, Max RP, Shelby AP, et al. Comparison of ankle kinematics and ground reaction forces between prospectively injured and uninjured collegiate cross country runners. Hum Mov Sci 2016; 47: 9-15.
- 9) 横江 清司. leg-heel alignment とスポーツ傷害. 臨床スポーツ医学 1997; 14: 511-6.
- 10) 前岡 浩, 福本貴彦, 坂口 顕他. 画像解析ソフト ImageJ 信頼性の検証. 理学療法科学 2008; 23: 529-33.

足底挿板療法による浮き趾の推移に関する検討

Study on the transition of the float toe by shoe insole therapy

¹⁾戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院 整形外科

³⁾NPO オートティックスソサエティー

¹⁾Department of Rehabilitation, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

²⁾Department of Orthopedic Surgery, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

³⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

横田 裕樹¹⁾, 金森 輝光¹⁾, 東 佳徳¹⁾, 久保 実²⁾, 内田 俊彦³⁾

Yuuki Yokota¹⁾, Terumitsu Kanamori¹⁾, Yoshinori Higashi¹⁾,

Minoru Kubo²⁾, Toshihiko Uchida³⁾

Key words : 足底挿板 (shoe insole), フットプリント (footprint), 歩行観察 (gait observation), 浮き趾 (floating toe)

要 旨

当院では足底挿板療法を実施しており、フットプリント採取や歩行観察などから情報を収集している。近年、フットプリントでみられる浮き趾と歩行との関係が注目され、原因や特色を知ることによって歩行能力の向上が見込まれる。今回、浮き趾と歩行中の距骨下関節の動きとの関係、足底挿板療法による浮き趾は法で浮き趾は消失するのかを検討した。結果、単趾では距骨下関節回外傾向、多趾では回内傾向に多くみられた。足底挿板療法実施後で浮き趾が消失したのは約15%であった。歩行中の距骨下関節の動きは浮き趾と関係していることが示唆された。また、足底挿板療法により浮き趾が消失するとは限らず、足底挿板の処方時は注意が必要である。

緒 言

下肢に障害を持つ人の歩行姿勢は健常歩行から逸脱した動きを必ず呈している。我々は、この逸脱した動きに対し歩行観察を用いて確認し、足底挿板の処方・作製を行っている¹⁾。介入時は問診、足サイズ計測、フットプリント採取、立位姿勢観察、歩行観察から情報を収集しており、今回はフットプリントでみられる浮き趾に着目した。浮き趾は支持基底面の減少、重心位置の後退、歩行中の蹴り出しの低下、感覚出入力情報の減少、アーチ機能不全などが生じ姿勢制御にとって不利であるとされている²⁾³⁾。また、重心位置の後退では腰痛を発症しやすくなるなど身体への悪影響も考えられている²⁾。しかし、実際に浮き趾と歩行とを関連づけた報告は少ない。

前述したように下肢に障害を持つ人の歩行姿勢は健常歩行から逸脱した動きを必ず呈している。歩行観察では、身体全体の動きから距骨下関節(以下足部)の動きを判断することが可能である。足底挿板は歩行中に足部の回外傾向・回内傾向の防

(2016/11/01 受付)

連絡先: 横田 裕樹 〒245-0024 神奈川県横浜市泉区
和泉中央北1-40-34 戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科
TEL 045-800-0320 FAX 045-800-0321
E-mail yukisoccer2816@gmail.com

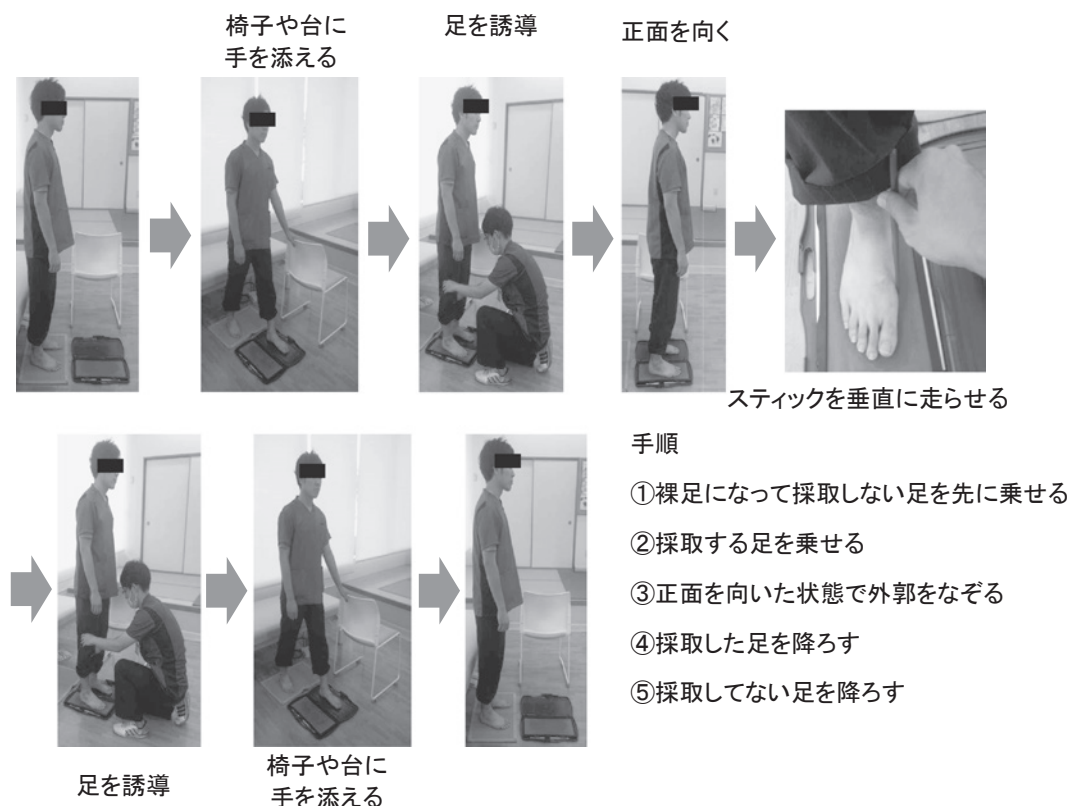


図1. フットプリント採取の手順

止や足趾の屈曲効率を高める作用があり、回外傾向は外側縦アーチ部に、回内傾向は内側縦アーチ部に足底挿板を挿入することでそれぞれ回内方向・回外方向に誘導される。また、横アーチ部に挿入することで足趾の屈曲作用向上が生じる。これにより歩行バランスは改善され、痛みの軽減ないし消失を図ることができる¹⁾。

そこで、今回は浮き趾と歩行中の足部の動きとの関係を検討した。また、足底挿板療法を実施し歩行の足趾作用を向上させることで浮き趾の消失がみられるかについても検討した。今回は浮き趾を「フットプリント採取において足趾が完全に浮いている状態」と定義する。

対象と方法

対象者は、足底挿板療法を実施しており、フッ

トプリントに浮き趾のみられた女性38名、男性3名、年齢は41歳から78歳までの平均59.3歳である。さらに、41例82足のうち浮き趾のある64足を対象とした。

方法はフットプリント採取(図1)から浮き趾の有無を評価し、歩行中の足部の回外傾向、回内傾向の動きと比較した。フットプリントはフットゲージを使用。歩行中の足部の動きは運動連鎖に準じ、下腿外旋, knee-out, 骨盤帯側方スウェー, 肩甲帯側方移動の動きを回外傾向の基準とし、下腿内旋, knee-in, 骨盤体内側スウェー, 肩甲帯下制, 体幹側屈の動きを回内傾向の基準とした⁴⁾。(図2)

また、足底挿板療法実施前と再評価時のフットプリントから浮き趾の有無を比較した。再評価までの期間は1~13年であり、その間は定期的に足

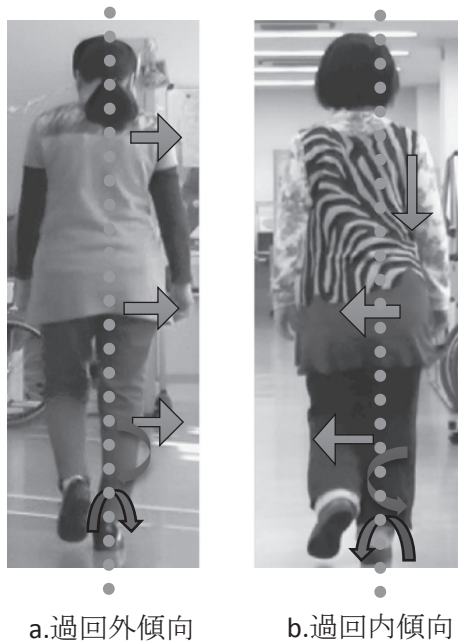


図 2. 足部の動き

底挿板の修正を行っている。

結 果

浮き趾は第2趾、第5趾の単趾にみられるものと、第4・5趾、第2・3・4・5趾と多趾にみられた。(図3) 単趾にみられたのは第2趾1足、第5趾51足の計52足であった。(図4) 単趾の浮き趾では回外傾向34足で65.4%、回内傾向18足で34.6%と回外傾向に多くみられた。多趾にみられたのは第4・5趾6足、第2・3・4・5趾6足の計12足であった。多趾の浮き趾では回外傾向5足41.7%、回内傾向7足58.3%と回内傾向に多くみられた。(図5) 足底挿板療法実施前後で浮き趾が消失したのは10足であり全体の約15%だった。全体の約85%に消失はみられなかった。(表1)

考 察

フットプリントは足の変形や荷重状況を把握することのできる、簡易的な手段の一つである。今回は浮き趾と我々の行っている足底挿板療法との

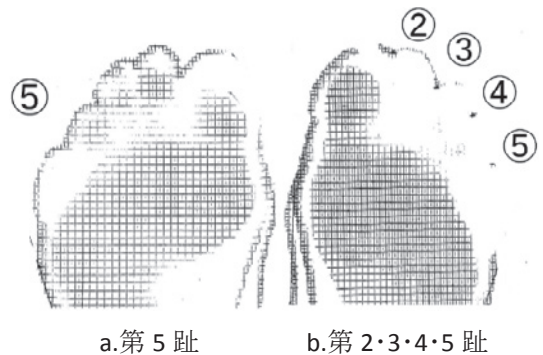


図 3. 浮き趾の部位

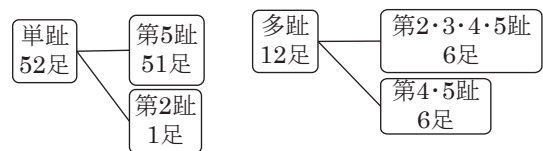


図 4. 浮き趾の発生部位

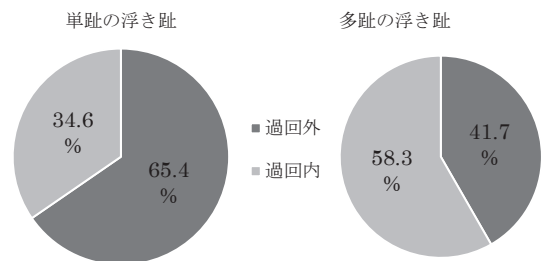


図 5. 浮き趾の部位と足の動き

関係を知ること、新たな知見が発見できる可能性があると考えた。今回の調査の目的は、浮き趾と足部の動きとの関連、足底挿板療法による浮き趾の変化について検討することでありそれぞれについて考察する。

1. 浮き趾と歩行中の足の動きとの関係

浮き趾は単趾にみられるものと多趾にみられるものが存在した。単趾にみられた浮き趾例では回外傾向に多くみられた。各足趾ごとの浮き趾発生について内田ら⁵⁾⁶⁾は、外側の足趾ほど浮き趾の発生率が高く、単趾にみられる場合や多趾にみられる場合でも第5趾の浮き趾が伴うことを報告して

表 1

	経過年数													
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	
初期評価時に 浮き趾がみられた足数	12	13	4	8	6	9	3	4	2	1	－	－	2	初期評価で浮き趾あり 計 64 足 足底挿板挿入後再評価 で浮き趾あり 54 足 ⇒ 10 足の浮き趾が消失
足底挿板挿入後に 浮き趾が残った足数	12	9	3	5	6	9	3	4	1	0	－	－	2	
浮き趾が消失した足数	0	4	1	3	0	0	0	0	1	1	－	－	0	

※単位：足

いる。また、浮き趾の原因として重心位置の後退、靴下や履き物などが関係していると報告している^{3)5)~7)}。つまり、足部回外傾向に浮き趾が多いことと、浮き趾の原因が重心位置の後退であることに関連がある可能性がある。

多趾にわたる浮き趾例では回内傾向に多くみられた。福山ら⁸⁾は内側縦アーチ、横アーチが低下することで、後脛骨筋や長母趾屈筋、長趾屈筋による距骨下関節の外反抑制が低下し内反が減少するとしている。回内傾向では内側縦アーチの扁平化が生じやすく、つまり内側縦アーチ、横アーチの低下により長母趾屈筋、長趾屈筋の作用が低下することが、多趾にわたる浮き趾例が回内傾向に多いことに影響していると考えられる。

2. 足底挿板療法が浮き趾に与える影響

足底挿板の作用の1つとして歩行時に足趾の屈曲効率向上があり、足底挿板療法を継続することで重心移動の前進や足趾の屈曲作用が増加により、静的立位でも足趾が接地し浮き趾が消失するのではないかと考えた。しかし、今回の調査では約85%に消失はみられなかった。前述したように浮き趾の原因として重心位置の後退、靴下や履き物などが関係していると言われている。靴のフィッティングや足底挿板挿入を実施してもフットプリントで浮き趾が消失するとは限らないことが示唆された。これは、足底挿板療法実施時とフットプリント採取時は、動的と静的、靴装着と裸足等、環境が異なる状態にあった為だと考えられる。今回は、フットプリントという簡易的な手段で荷重状

況を評価しており、実際の歩行場面で浮き趾が生じているかは確認できていない。しかし、今回の検討から足底挿板療法では浮き趾を治療対象とすることはできないことが示唆された。

結 語

- 浮き趾は足部の回外傾向・回内傾向ともにみられ、単趾では回外傾向、多趾では回内傾向に多くみられた。
- 歩行中の足部の動きは浮き趾と関係している可能性があることが示唆された。
- 足底挿板療法では浮き趾を治療対象とすることができない。

文 献

- 1) 内田俊彦他. 歩行リハビリテーションにおける我々の足底挿板療法. 靴の医学 2010; 24: 66-71.
- 2) 矢作 毅, 根本光明, 福山勝彦. 草履を中心とした浮き趾の治療および腰痛の改善について. 靴の医学 2004; 18 (2): 65-71.
- 3) 大貫延子, 鷲田隆康, 成田麻実他. 幼児の浮き趾の特徴. 作業療法ジャーナル 2005; 39 (3): 261-8.
- 4) 内田俊彦他. フットプリントから歩容は推測出来るか. 靴の医学 2015; 29 (2): 71-5.
- 5) 内田俊彦, 藤原和朗, 佐々木克則他. 幼稚園児の足型計測. 靴の医学 2002; 16: 96-9.
- 6) 内田俊彦, 藤原和朗, 高岡 淳他. 小学校5, 6年生の足型計測. 靴の医学 2001; 15: 19-23.
- 7) 原田碩三. 幼児の1980年と2000年の足について. 靴の医学 2001; 15: 14-8.
- 8) 福山勝彦. フォースプレートを用いた浮き趾例における歩行の検討. 理学療法科学 2014; 29 (4): 639-44.

糖尿病足病変に対する履物の Rigidity に関する臨床的検討—第2報—

Clinical examination about Rigidity of the footwear for the diabetes foot lesions—2nd report—

メディカルプラザ篠崎駅西口

The Medical Plaza Shinozaki Station Western Exit

新城 孝道

Takamichi Shinjyo

Key words : 糖尿病足病変 (Diabetic Foot Lesions), 足潰瘍・壊疽 (Foot ulcer・gangrene), 変形足 (The deformed feet), 治療用履物 (Footwear for treatment), 靴底の硬さ (The rigidity of the shoe sole)

要 旨

71名の糖尿病足病変患者の治療前後の靴底の Rigidity (以下 R, 単位 N) を測定した。足のびらん・潰瘍・壊疽例では治療前の履物の R が 42 ± 30 N で, 174 ± 7 N に増強したら治癒を含む改善例が 32 例中 22 名 (69%) と増加した。角質増殖例では前値 R は 39 ± 26 N で治療後 R を 145 ± 94 N と増強すると 16 例中 14 例 (87%) に改善がみられ, 足の変形性は前値 R が 47 ± 34 N より R を 192 ± 193 N に増強すると 17 例中 15 例 (88%) に新たな足病変がみられなかった。足の有痛例の治療前の R は 49 ± 27 N で, 206 ± 187 N に増強後の結果 9 例中 8 例 (88%) に改善がみられた。爪病変に対しては前値 R が 34 ± 9 N より 98 N に増強した結果 3 例中 2 例 (66%) に改善がみられた。靴底の R が足病変治療に重要な要因であった。

緒 言

糖尿病足病変の治療に対して必要な履物の構造として, 足底圧異常と分布異常に対応する免荷目的での特殊中敷が必要である¹⁾²⁾。この中敷は厚みを有するため市販の靴への挿入はできないことが多い。そのためこの厚い中敷を収納できる深底構造 (Extradepth Shoes³⁾) が必要となる。また歩行メカニズム解析より靴底はロッカー底形状が有用とされてきた⁴⁾。このロッカー底は更に硬さが必要であるとの長年の経験で応用されてきた (Rigid Rocker Sole)^{5)~9)}。この靴底の硬さに関して筆者の文献的検索では客観的な定量的評価基準がない事が判明した。そこで国内で作製されている器具を応用し世界に先駆け「Rigidity—以下 R (単位 Newton 以下 N)」を用い測定した。この R を用いて糖尿病患者と非糖尿病患者の靴底の硬さの評価を行い前回の靴学会で報告した¹⁰⁾。糖尿病患者では足病変の治療及び予防目的での靴底の R を市販靴より高めに設置することが重要であるとの知見を得た。

今回糖尿病患者の症例を増やし, 治療前と履物の R を増強させその有用性を検討した。

(2016/10/31 受付)

連絡先: 新城 孝道 〒133-0061 東京都江戸川区篠崎町 7-17-12SK ビル メディカルプラザ篠崎駅西口
TEL 03-5879-7121 Fax 03-5666-3010
E-mail asi931@outlook.com

対象と方法

対象は71名の糖尿病患者で種々の糖尿病合併症と足病変を有していた。(表1)糖尿病足病変は多彩のため4群に大別(びらん・潰瘍・壊疽, 角質異常, 変形, 有痛, 爪病変)し比較した。履物は治療前が市販紳士靴・婦人靴(35名以下略), 運動靴(16), サングル(6), リハビリシューズ(4), 靴底加工(ロッカー底)(4)で, 治療後は免荷中敷作製(5), 靴底加工(ロッカー底, 補高)(15), 市販リハビリシューズ加工(ロッカー底, 補高)(12), 市販運動靴加工に免荷中敷の組み合わせ(5), 外国製既製装具(6)及び免荷中敷内臓の靴型装具作製(15)(短靴10とChukka靴5)であった。方法は(株)今田製作所(愛知県豊橋市)製電動計測スタンド(EMX)付き荷重-変位測定ユニットFSAシリーズでフオースゲージ(ZTA-2500N)を用い, 4隅に支柱を有する平行な金属板

表 1. 対象：糖尿病患者の病態, 合併症及び足の状態

対象	
糖尿病 (71 名)	
糖尿病分類 I 型 / II 型	1 / 70
性 (男 / 女)	53 / 18
年齢 : 男 / 女 (歳) (平均)	39 ~ 87 (61) / 37 ~ 86 (67)
糖尿病合併症	
神経障害 (シャルコー関節)	69 (5)
網膜症	45
腎症 (血液透析 / 腎移植)	55 (29 / 2)
足切断 (足趾 / 前足部 / BK)	16 (6 / 2 / 8)
下肢閉塞性動脈硬化症	15
足病変	
びらん / 潰瘍 / 壊疽	4 / 26 / 5
陥入爪・爪周囲炎	7
角質異常	14
疼痛	6
足の変形	
外反母趾	15
ハンマートウ	38
前足部凸型変形	23
壊疽治療後変形	29

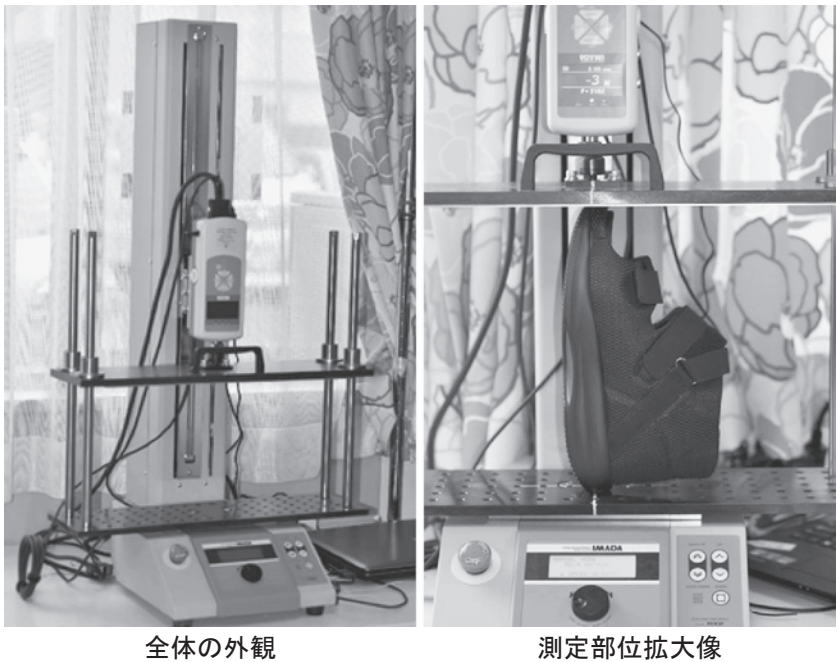


図 1. 方法：市販の過重・変位測定器に一部特殊装置を加えた機器を使用(図左は外観)。検査する履物を垂直に立て, 一定速度で加圧する(右拡大図)。先端部位が経時的に屈曲する。屈強に要する圧力が最高に達したら, 圧力を解除。

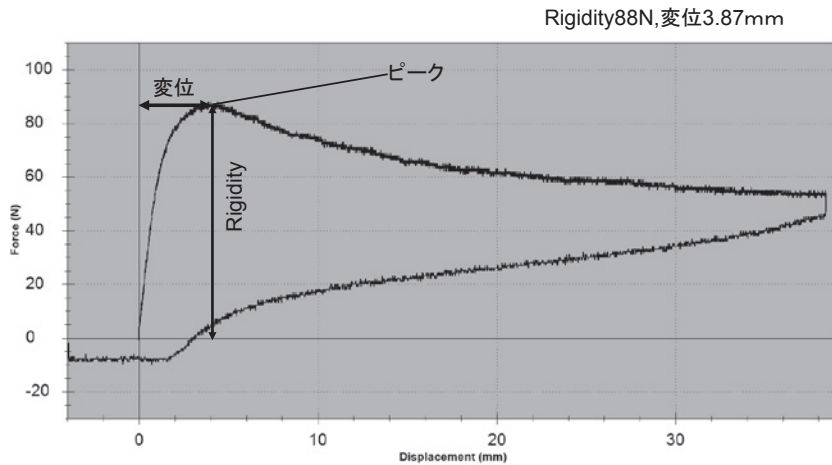


図 2. 加重圧と履物の移動距離を経時的にコンピューターで計測. 加重圧がピークに達した圧を Rigidity (単位ニュートンで N と略) とし, それまでに移動した距離を変位とした (mm で表示).

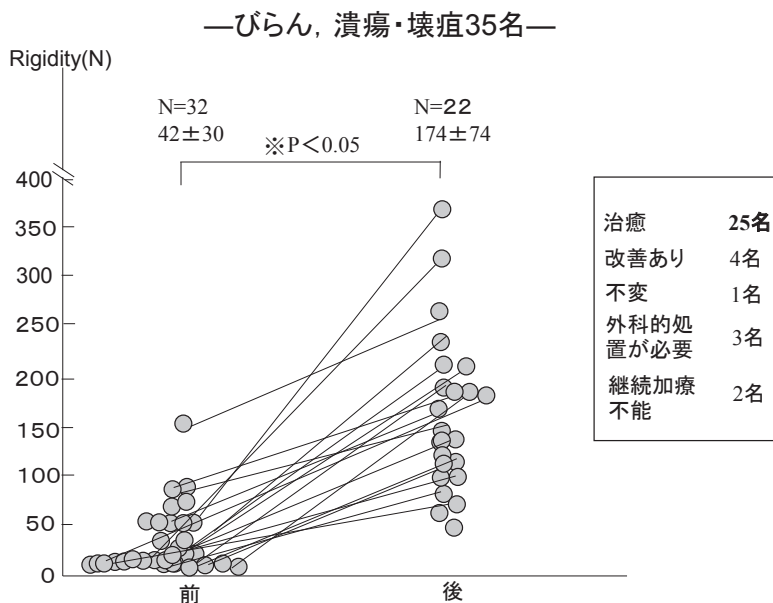


図 3. 履物の Rigidity 変化に関する経過—びらん・潰瘍・壊疽例: 治療前に比し Rigidity の増強後は治癒及び改善例が統計的に優位に増加した.

を特別に取り付けた機器を使用した。(図 1) 本装置は 2500N までの荷重測定が可能である。装置内に履物を立てる。測定器と履物の足尖から踵まで荷重のかかる方向と一直線になるように測定装置に設置固定して、一定の電動速度 (50 mm/分) で

荷重する。経過とともに履物が屈曲変形し、荷重がピークに達し、その後ピーク荷重より低下傾向がみられたら荷重を解除する。筆者は靴底が屈曲する際の最高の荷重を要する点を“rigidity”とし単位はニュートン (以下 N と略) とした。またそ

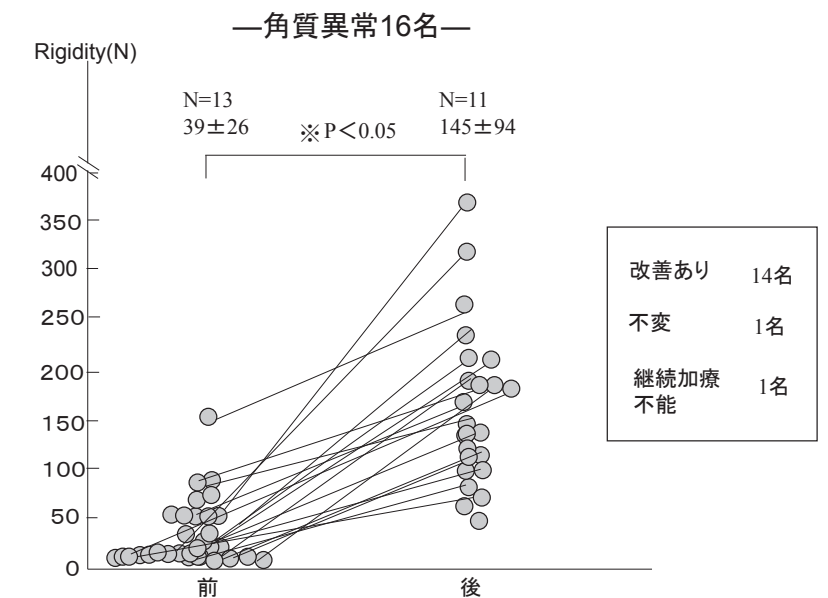


図4. 履物の Rigidity 変化に関する経過—角質異常：治療前に比し Rigidity の増強後は治癒及び改善例が統計的に優位に増加した.

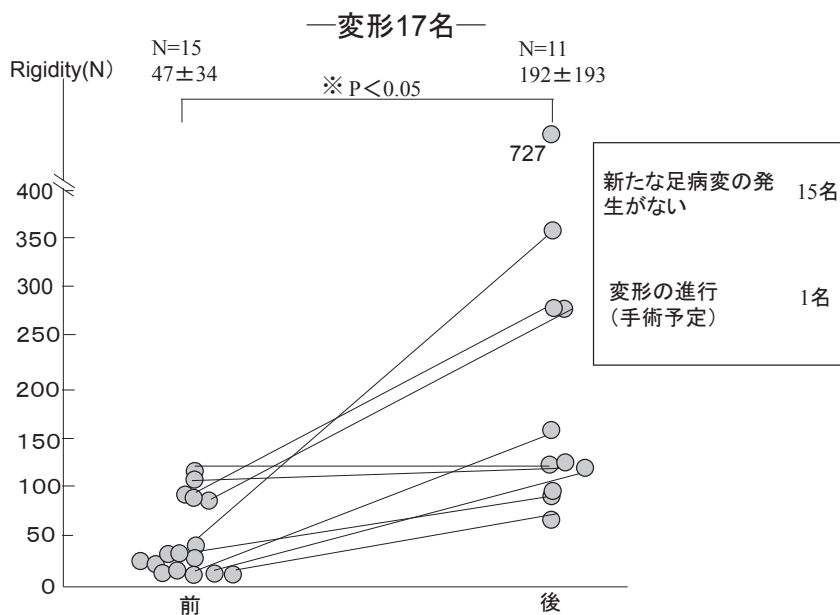


図5. 履物の Rigidity 変化に関する経過—足の变形：治療前に比し Rigidity の増強後は治癒及び改善例が統計的に優位に増加した.

の際最初の時点より最高の荷重を要する点までの移動距離を“変位”とし単位は mm とした. (図2) 荷重と変位はコンピューターで経時的に処理し

た¹⁰⁾. 足病変に対しては一般的な治療を継続し, 対応する履物を変更し 1~6 か月経過観察した.

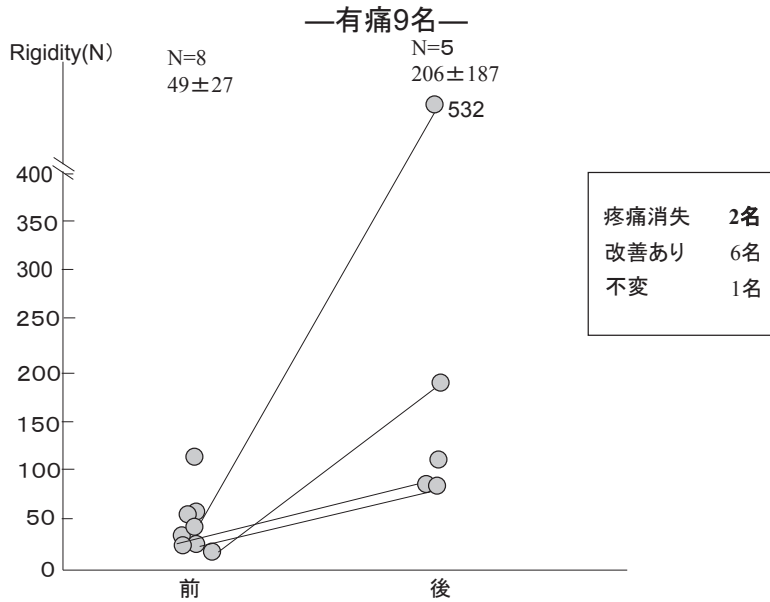


図6. 履物の Rigidity 変化に関する経過一有痛例：治療前後で測定したのは5例であったが、全体では疼痛の消失及び改善傾向がみられた。

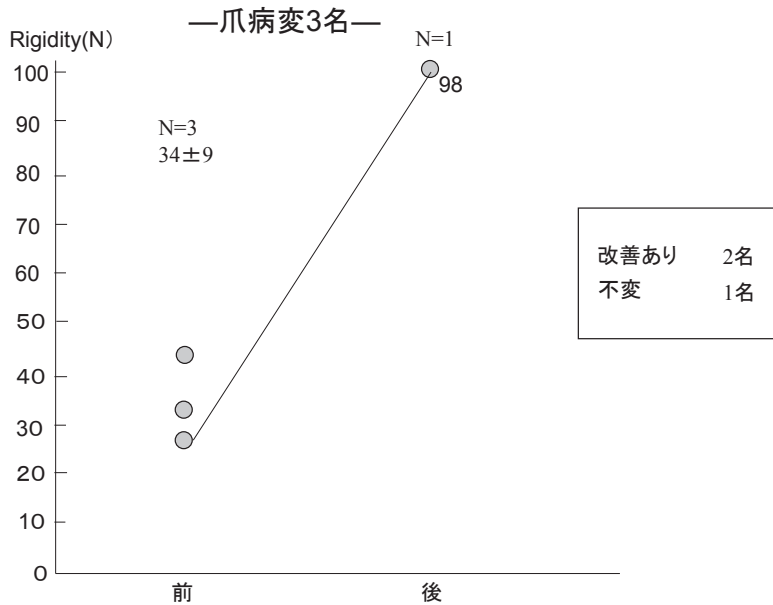


図7. 履物の Rigidity 変化に関する経過一爪病変：治療前後での測定は3名中1名で改善がみられた。

結 果

足のびらん・潰瘍・壊疽例では治療前の履物の

R が $42 \pm 30\text{N}$ で、 $174 \pm 7\text{N}$ に増強したら治癒を含む改善例が32例中22名(69%)と増加した(図3). 角質増殖例では前値Rは $39 \pm 26\text{N}$ で治療後R

を $145 \pm 94\text{N}$ と増強すると 16 例中 14 例 (87%) に改善がみられ (図 4), 足の変形性は前値 R が $47 \pm 34\text{N}$ より R を $192 \pm 193\text{N}$ に増強すると 17 例中 15 例 (88%) に新たな足病変がみられなかった (図 5). これらの 2 群間に統計的優位差があった ($P < 0.05$). 足の有痛例の治療前の R は $49 \pm 27\text{N}$ で, $206 \pm 187\text{N}$ に増強後の結果 9 例中 8 例 (88%) に改善がみられた (図 6). 爪病変に対しては前値 R が $34 \pm 9\text{N}$ より 98N に増強した結果 3 例中 2 例 (66%) に改善がみられた (図 7). R の平均値は対応のある 2 群では足の変形, びらん・潰瘍・壊疽, 角質異常の順で高値を示した. R のばらつきは足の変形, 有痛でみられた. 爪病変に関しては症例数が少なく比較困難であった. R が 727 (変形) と 532 (有痛) の高値例は高強度であった外国製既製装具を使用した結果であった.

考 察

糖尿病足病変を有する 71 名の患者を対象として, 従来のフットケアおよび治療を行い, 履物での対応による治療効果の判定を行った. 履物では免荷用中敷き効果で足底圧異常の改善がはかられ, 中敷きが入る深底靴 (Extra Depth Shoe) が以前より糖尿病患者に使用されてきた. 靴底の形状は船底型 (Rocker と称す) でかつ靴底が固い材料を用いた構造 (Rigid) にすると (Rigid Rocker Sole 構造), 歩行での踵の接地時の身体への負荷の減弱がみられ, 立脚期より蹴りだしの際の足趾, 中足部の足底圧の減少効果がえられ, 角質病変, 潰瘍病変, 疼痛, 足の変形等に好影響をおよぼすとの知見があり, 臨床の現場で使用されてきた. 従来靴底の R に関して定量的な評価法がないため, 新たな測定法を開発した. 靴の R の低値例は足病変が回復不良で, R 高値例は足病変の治療成果が上がる事を前回の靴学会で報告した¹⁰⁾. 今回更に治療目的に R を増強させ, 足病変の治療経過を評価した. 急性活動性の足病変であるびらん, 潰瘍, 壊疽例は創部の免荷・保護・安静を含めた集約的治療が必要である. 自宅での歩行や通院時

の使用のため意識して R の増加を図った. 前回の報告で $R50 \sim 60\text{N}$ 例は $90 \sim 100\text{N}$ 以上の増強が有用であるとの見地より対応した. 高齢者で肥満の無い例は R の増強度は比較的低くし, 肥満や活動力のある例はより増強した. 活動性足病変の治療での被覆材や包帯等の使用で足の容積が増大する. そのため着脱が容易で, 固定性があり移動での歩行に支障のない履物が要求される. 欧米の専用の免荷装具の使用や加工した市販のリハビリサンダル等を使用した. 足壊疽例は手術の治療前の履物として加工した履物を使用した. 角質増殖病変, 疼痛, 高度の変形足は靴の加工や靴型装具を使用し, 爪病変例は免荷サンダルを多用した. シャルコー関節, 足切断後変形その他を含む変形例は R 高値が要求された. R を増強した履物の使用で約 1~6 か月の臨床経過を観察した. 壊疽で手術が必要な例は 1 か月前後で入院加療となった. 実際の臨床での使用機会が少なく, 創部の安静・保護・免荷が最優先された. 足のびらん・潰瘍例は局所的治療と並行した結果, 多数例で創部の閉鎖を得た. 角質増殖例, 足の変形例, 有痛例は治療後改善例が増加し, 悪化例はなかった. 爪病変では対象例が少なく 1 例のみ改善がみられた. 本研究では履物の R の上限に関して言及できず継続研究が必要である.

結 語

糖尿病患者の治療目的での靴底の R はびらん・潰瘍・壊疽例, 角質増殖例, 足の変形例, 有痛, 爪の変形等に対して異なっていたが, 前値よりの増強が有用であった.

文 献

- 1) Chatzistergos PE, Naemi R, Chockalingam N. A method for subject-specific modelling and optimisation of the cushioning properties of insole materials used in diabetic footwear. Med Eng Phys 2015 ; 37 : 531-8.
- 2) Guldmond NA, Leffers P, Schaper NC, et al. The effects of insole configurations on forefoot plantar pressure and walking convenience in diabetic

- patients with neuropathic feet. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2007 ; 22 : 81-7.
- 3) Striesow F. [Special manufactured shoes for prevention of recurrent ulcer in diabetic foot syndrome]. Med Klin (Munich) 1998 ; 93 : 695-700.
 - 4) Frykberg RG, Bailey LF, Matz A, et al. Offloading properties of a rocker insole. A preliminary study. J Am Podiatr Med Assoc 2002 ; 92 : 48-53.
 - 5) van Schie C, Ulbrecht JS, Becker MB, et al. Design criteria for rigid rocker shoes. Foot Ankle Int 2000 ; 21 : 833-44.
 - 6) Janisse DJ. Prescription insoles and footwear. Clin Podiatr Med Surg 1995 ; 12 : 41-61.
 - 7) Crincoli MG, Trepman E. Immobilization with removable walking brace for treatment of chronic foot and ankle pain. Foot Ankle Int 2001 ; 22 : 725-30.
 - 8) Mueller MJ, Strube MJ, Allen BT. Therapeutic footwear can reduce plantar pressures in patients with diabetes and transmetatarsal amputation. Diabetes Care 1997 ; 20 : 637-41.
 - 9) Janisse DJ, Janisse E. Shoe modification and the use of orthoses in the treatment of foot and ankle pathology. J Am Acad Orthop Surg 2008 ; 16 : 152-8.
 - 10) 新城孝道. 履物の底の Rigidity を配慮した糖尿病患者の履物の選択に関するガイドライン—第1報. 靴の医学 2015 ; 29 (2) : 7-12.

外反母趾の靴選びに関する検討

Study on election of shoes for hallux valgus

¹⁾戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院 整形外科

³⁾NPO オートティックスソサエティー

¹⁾Department of Rehabilitation, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

²⁾ Department of Orthopedic Surgery, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

³⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

笠原 知子¹⁾, 金森 輝光¹⁾, 東 佳徳¹⁾, 久保 実²⁾, 内田 俊彦³⁾

Tomoko Kasahara¹⁾, Terumitsu Kanamori¹⁾, Yoshinori Higashi¹⁾,

Minoru Kubo²⁾, Toshihiko Uchida³⁾

Key words : 靴 (shoes), 外反母趾 (hallux valgus), 足底挿板 (shoe insole)

要 旨

靴は一般的に荷重位の足囲サイズをもとに選ぶことが多い。しかし足サイズは非荷重位・荷重位で大きく変化し、外反母趾は荷重位でより変形が強まる。当院では外反母趾の保存療法に靴合わせと足底挿板療法を行っており、適していないと判断した場合は靴を変更している。今回、我々の行っている外反母趾に対する靴合わせについて検討した。結果、靴を変更した例は96%であった。変更後の靴を足囲サイズでみると、荷重位足囲よりも太い靴は3.3%、一致する靴は9.8%、細い靴は86.9%であった。外反母趾患者が履いている靴はサイズが大きいこと、外反母趾には非荷重位に近いサイズが適していることが示唆された。

緒 言

靴は一般的に荷重位の足囲サイズをもとに選ぶことが多い。しかし足サイズは非荷重位・荷重位で大きく変化し、特に外反母趾患者においては荷重位でより変形が強まる。(図1)そこで今回、我々の行っている外反母趾に対する靴合わせについて検討したので報告する。

対象と方法

対象は、X線画像で計測できた例は外反母趾角20°以上、フットプリントで計測した例は第一趾側角度15°以上の外反母趾患者104名とした。全例女性で年齢は20~84歳、平均60歳である。

足長、足囲、足幅は立位荷重位で、足囲、足幅は非荷重位で計測した。足長・足幅はフットゲージ、足囲はメジャーを使用した。足囲・足幅は母趾MTP関節部で計測し、JIS規格にて示した。靴はあらかじめ足囲サイズが確認できるものを使用した。靴は基本的に非荷重位の足サイズに近いものを基準として試し履きし、痛みがなく履けるものに変更した。また痛みがあっても、部位が母趾

(2015/12/02 受付)

連絡先 : 笠原 知子 〒245-0016 神奈川県横浜市泉区
和泉町 4259-1 戸塚共立リハビリテーション
病院 リハビリテーション科
TEL 045-800-0320 FAX 045-800-0321
E-mail ussopyo-n@royal.ocn.ne.jp

MTP 関節部や亜脱臼部などであれば、サイズを大きくすることよりも靴を部分的に伸ばして対応することを優先した。

結 果

足長は 209～251mm, 足囲は非荷重位 199～252mm, 荷重位 215～268mm であり, 非荷重位と荷重位の差は 9mm～36mm, 平均 18.5mm であった。足幅は非荷重位 79～109mm, 荷重位 89～115mm で非荷重位と荷重位の差は 2～23mm, 平均 11mm であった。(表 1) 全ての例において, 足囲・足幅は非荷重位よりも荷重位の方が大きかった。



図 1. a. 非荷重位, b. 荷重位

足囲を JIS 規格で算出したサイズにて示すと, 非荷重位では C が 17.8%, D が 18.2%, E が 20.2%, 荷重位では E が 12.5%, 2E が 23.1%, 3E は 19.7% であった。(図 2)

靴を変更した例は 96% であった。変更後の靴サイズと荷重位足囲を比較すると, 荷重位足囲よりも太い靴は 3.3%, 一致する靴は 9.8%, 細い靴は 86.9% であった。その中で, 荷重位足囲 3E 以上の例は全て荷重位足囲よりも細い靴であった。(表 2)

考 察

日本の靴選びでは足計測をする場が少なく, 自身の感覚をもとに選ぶことが多い。計測の場は増えてきているものの, 実際には荷重位のサイズのみを提示されることがほとんどである。今回調査した患者の中に非荷重位で足計測をした経験のある者はいなかった。内田らは, 足囲の大きい靴は

表 1. 足サイズ

	非荷重位 (平均)	荷重位 (平均)	非荷重位と 荷重位の差
足長		209 ~ 251 (230.5)	
足囲	199 ~ 252 (221)	215 ~ 268 (239)	9 ~ 36 (19)
足幅	79 ~ 109 (90)	89 ~ 115 (101)	2 ~ 23 (11)

単位: mm

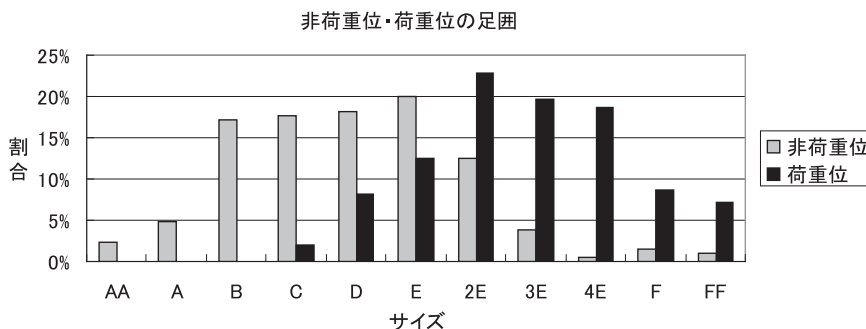


図 2. 非荷重位・荷重位の足囲

表2. 変更後の靴サイズと荷重位足囲

荷重位足囲									
	B	C	D	E	2E	3E	4E	F	FF
B			1	1	3				
C			2	5	3	2			
D			4	4	14	10	7	3	2
E				1	4	3	1	1	0
2E				2	7	6	13	7	2
3E				1	1	0	3	2	3
4E							0	0	4
F								0	0

n : 122

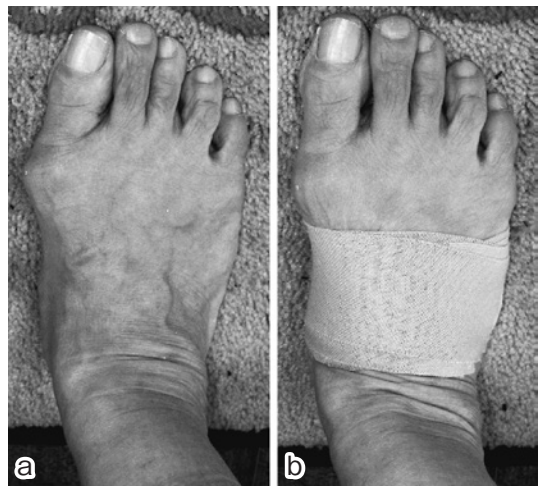


図3. a. 荷重位, b. 中足骨部を細くした状態

踵部分も一緒に大きくなり、足を安定させず、荷重位での足囲表示だけでなく非荷重での足囲表示も参考にして靴を選ぶことが大切であると述べている¹⁾。接地期の安定がその後の歩行安定性を左右することは言うまでもないだろう。また井上らは立位 X 線測定にて後足部荷重時と前足部荷重時を比較すると、足幅は前足部荷重時に平均2～3mm, 最大6mmの増大がみられたと報告している²⁾。今回の結果96%の例に靴を変更し、86.9%は荷重位足囲よりも細い靴が適していた。

外反母趾は荷重位でより変形が強まる。(図1)



図 4

これは荷重により距骨下関節の回内に伴い中足骨部の開張が出現することで、外反母趾変形が増大するためである。しかし中足骨部を細くすると、荷重位であっても非荷重位とはほぼ同じ状態を再現することができる。(図3) 市販されているいわゆる外反母趾用の靴の多くは幅広で柔らかい。井口は、幅広い靴を履けば横からの支持がなくなり、開張足や外反母趾を増加させると述べている³⁾。田中らは、自分の足囲より広い靴を履いているとヒールカウンターの補助機能が全く期待できず、さらに足囲が広がり、後脛骨筋や長母趾屈筋の負担を増加させ、開張足や外反母趾を引き起こすと報告している⁴⁾。

今回、外反母趾であっても細い靴が履けることが示唆された。非荷重位に近い靴サイズを選び、中足骨部を抑えることが変形の助長を防止することに繋がると言える。同時に踵の安定性を得ることで、距骨下関節の回内から起こる偏平足を軽減できると考える。したがって変形を抑える目的と母趾 MP 関節が靴内側に当たりにくくすること、踵の安定性を得るためにも、外反母趾には非荷重位に近い足囲サイズを選ぶことが重要であると考ええる。

しかし細い靴を選択しても痛くて履けなければ意味はない。靱帯の緩みや前足部の形、第二趾亜脱臼の有無などにより、サイズの大小だけでは言い切れない部分があるのは事実である。またそれ

まで緩い靴を履いてきた患者に細い靴への変更を強いると、抵抗感や痛みを訴えることも多く経験する。しかし非荷重位に近いサイズをすすめ、当たって痛い場合にはその部分を伸ばしたり、中敷を薄くしたりなどの工夫はできるだろう。(図4)このことから、適した靴を選ぶためにはさまざまなサイズの靴を用意しておき、試し履きすることが必要である。足部の形や柔らかさ、着用感などは個人個人で違うため、実際に履いてみないとわからないことも多いと考える。

市販靴はサイズ表示がないものが多い。さらにサイズのバリエーションが少なく、特に細い靴が少ないというのが現状である。また軽くて柔らかい靴も数多く販売されている。先行研究により、靴の固定性の低下が動作時の不安定性や靴内での足のすべりを増加させ、運動パフォーマンスの低下を引き起こすことも報告されている。靴指導の重要性はもちろんのこと、市販靴はもっとサイズのバリエーションを増やすべきであるし、少なく

ともサイズ表示は全てにおいて必要だろう。

結 語

一般的に靴選びは荷重位の足サイズや自身の感覚をもとに選ぶことが多い。特に外反母趾患者はそれまでの経験や当たって痛いとの思いから、太い靴を選びがちである。しかし今回の結果から、外反母趾には非荷重位に近いサイズが適していることが示唆された。靴選びの今後の課題として、足計測の場を増やす、市販靴のサイズバリエーションを増やすことなどが挙げられる。

文 献

- 1) 内田俊彦他. 外反母趾角の計測. 靴の医学 2002; 16: 47-50.
- 2) 井上敏生他. 足部X線の前足部幅計測値の荷重位置による変化. 靴の医学 2003; 17 (2): 89-91.
- 3) 井口 傑. 正しい靴の選び方. 靴の医学 2004; 18 (2): 118-21.
- 4) 田中尚喜. 足に適した靴の選び方は?. 下肢痛のための靴選びガイド. 1版. 日本医事新報社; 2004. 31-7.

外反母趾術後に使用するシューカバーについての検討

Consideration about the shoe cover for the patients after Hallux Valgus Surgery

¹⁾医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 看護部, ²⁾整形外科

¹⁾Dept. of Nursing, ²⁾Dept. of Orthopaedic Surgery, Hitsujigaoka Hospital

杉澤 千秋¹⁾, 松本 佳奈¹⁾, 佐藤 千尋¹⁾, 倉 秀治²⁾

Chiaki Sugisawa¹⁾, Kana Matsumoto¹⁾, Chihiro Sato¹⁾, Hideji Kura²⁾

Key words : 外反母趾 (hallux valgus), シューカバー (shoe covers)

要 旨

現在, 外反母趾術後に使用しているシューカバーに関して, 患者は冬季間は寒さや雪が入るなどの不満を訴えていた. そこでシューカバーに関して, 冬季間における有用性と問題点について調査した. 対象は冬季間に外反母趾手術をした患者28名, 平均年齢は59.5歳であった. アンケート調査の結果, 防寒性とデザイン性に対する不満が多く, 外出の頻度も減っていた. 足関節と足背部に構造的に生じている隙間が存在し, 防寒性と防水性に欠けていることが原因と思われる.

緒 言

当院では外反母趾術後患者に対し, 術後5日目から2ヵ月間前足部免荷装具(図1)を使用している. 外出時には装具の上からシューカバーを装着する. 通年同様のものを使用しており, 冬季は靴底を加工して滑り止めが施されている.(図2, 3) このカバーは足背部分を面ファスナー2本のみ

で固定している為, 隙間が生じる事があり, 患者から冬季は寒い, 雪が入る, 見栄えが悪いという不満が聞かれていた. そこで我々は冬季に既存のシューカバーを使用していた術後患者に対し, その有用性と問題点について調査したので報告する.

対象と方法

対象者は平成27年11月~28年3月の冬季間に外反母趾手術をした全患者28名で, 男性2名, 女性26名, 平均年齢59.5歳であった. 書面にて①着脱の容易さ, ②シューカバー内での装具の安定性, ③シューカバーの防寒性, ④外出の頻度の変化, ⑤雪道での歩行状況, ⑥デザイン性についてアンケート調査を実施した.

結 果

アンケートは回収率46%. 設問への回答内容は以下の通りである.(図4. a-f)

①着脱の容易さは「着脱しやすかった」42%, 「どちらでもない」42%, 「着脱しにくい」16%.

②シューカバー内での装具の安定性は「安定していた」50%, 「どちらでもない」34%, 「不安定だった」16%.

③防寒性は「暖かった」17%, 「どちらでもない」50%, 「寒かった」33%.

(2016/10/31 受付)

連絡先: 杉澤 千秋 〒004-0021 北海道札幌市厚別区
青葉町 3-1-10 医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 看護部
TEL 011-351-2211 FAX 011-351-2210
E-mail nsst2@hitsujigaoka.com



図 1. 前足部免可装具の側面から見た写真



図 2. 既存のシューカバーを足背からみた写真

④外出頻度は「減った」92%、「変わらない」8%。外出頻度が減った理由は、装具の見た目・防寒性・防水性によるものが82%、術後の活動性低下によるものが18%であった。

⑤雪道の歩行状況は、「満足」17%、「どちらでもない」58%、「不満足」25%。その理由は「寒かった」「雪や水が入ってきて濡れた」「思ったほど滑らなかった」。

⑥デザイン性は、「満足」17%、「どちらでもない」25%、「不満足」58%。その理由は「装具だか



図 3. 既存のシューカバーの靴底

ら仕方がないが不細工」「恥ずかしかった」「もう少し細身のデザインが良い」であった。

考 察

札幌市は、2015年度の積雪深の平均が22 cm、累計降雪量の平均が581 cmの豪雪地域である。当院では、季節を問わず外反母趾手術をおこなっているため、前足部免荷装具のシューカバーに対する冬季の防寒・防水への対策が必要である。

今回の調査結果から、着脱についての問題はなかったが、防寒性やデザイン性に問題がある事が判明した。その原因は、足関節と足背部分に隙間が生じ、そこから隙間風や雪や水が中へ入る。靴中での足部の皮膚温について大江らは「低い外気温の影響によりすべての趾が均一に趾先から低下する」と述べており、足背部分の隙間への対策が必要である。

これらの問題点を解決する為に、私達はこれらの調査結果を踏まえ、面ファスナーではなくファスナーを使用し、隙間のない構造にする事や内側にボア等温かい素材を追加する事を検討し、防寒性、デザイン性に優れたシューカバーの作製を試みる予定である。防寒性、防水性、デザイン性に

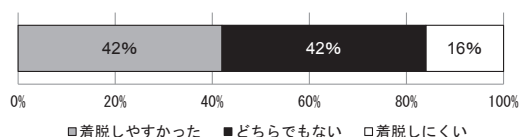


図 4a. 着脱の容易さ

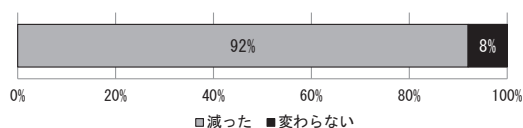


図 4d. 外出頻度

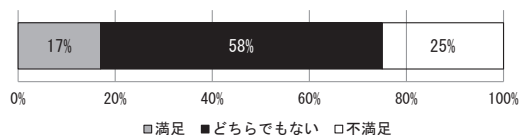


図 4b. シューカバー内での装具の安定性

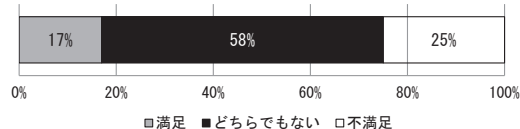


図 4e. 雪道の歩行状況

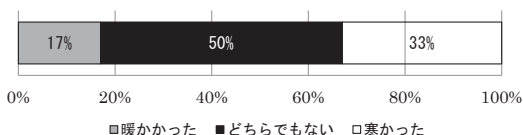


図 4c. 防寒性

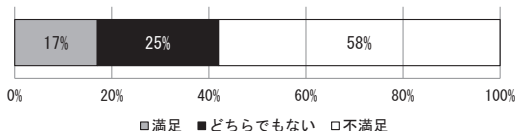


図 4f. デザイン性

優れたシューカバーは、寒冷地のみならず、雨対策や若年層に向けた装具など、汎用性の向上へもつながると期待する。

結 語

既存のシューカバーは冬期間における有用性が乏しく、構造的な問題がある事が判明した。

これらに対し、調査点に基づいた改良をおこない、滑る雪道でも安全に歩行ができ、防寒に優れ

た寒冷地対応のシューカバーの作製を予定している。

文 献

- 1) 大江真琴他. 靴の種類による足部皮膚温のパターンの比較—非糖尿病患者における検討—. 日本創傷・オストミー・失禁管理学会誌 2012; 16 (1): 9-14.
- 2) 麻生保子他. 片麻痺障害患者に向けた外出用の靴の試作と評価. 日本公衛誌 2009; 56: 232-41.
- 3) 金城利夫. 装具をつけたまま退院する患者への生活指導. 臨牀看護 1996; 22: 340-4.

姿勢の違いによる母趾爪の形状変化 —ひずみゲージによる評価—

Measuring amount of change of the hallux-nail with strain gauge in different postures

¹⁾バン産商株式会社フスウントシュー インスティテュート

²⁾メディカルプラザ篠崎駅西口

¹⁾Fuss und Schuh Institut, Vansan-sho, Inc.

²⁾Medical Plaza Shinozaki

斉藤 裕貴¹⁾, 新城 孝道²⁾, 遠藤 拓¹⁾

Hiroki Saito¹⁾, Takamichi Shinjo²⁾, Hiraku Endoh¹⁾

Key words : 爪 (nail), ひずみゲージ (Strain Gauge), 爪の湾曲の変化量 (amount of nail deformation)

要 旨

巻き爪の原因として足指の負荷不足が挙げられているが、その詳細については明らかでない。立位とつま先立ちの二肢位において、ひずみゲージを用いた爪ひずみの計測と F-scan を用いた母趾の荷重値の計測を行い、荷重負荷が爪の形状に及ぼす影響について検討した。対象は足部疾患・爪疾患・巻き爪・陥入爪の既往歴を有していない男性 7 名・女性 3 名の計 10 名、平均年齢 39.3 歳である。立位からつま先立ちへ姿勢を変える事により母趾の荷重が $292.4\text{g}/\text{cm}^2$ から $925.2\text{g}/\text{cm}^2$ へ有意に増加し、爪ひずみは $2295.6\mu\text{strain}$ から $2214.3\mu\text{strain}$ へ有意に減少した。足指へ負荷を加える事により爪のカーブが緩やかになることが示唆された。

緒 言

これまで我々は、主に陥入爪や巻き爪といった爪変形における爪形状の客観的な評価法の確立を目的として、ひずみゲージを用いた計測システムの検証¹⁾と、靴着用の歩行による爪への影響²⁾を、同計測システムにより検証を行い本学会において報告した。ひずみゲージを用いた計測システムの検証では、計測システムの有用性を確認でき、靴着用時における爪変形量の検証では、爪ひずみ量の増加が確認できた。

巻き爪の原因として足指の負荷不足が挙げられる³⁾が、その関係性については明らかでない。今回我々は、爪変形量計測システムを使用し、姿勢の違いにおける母趾の爪ひずみとその際の荷重値を計測し、荷重負荷が爪の形状に及ぼす影響について検討した。

対象と方法

1) 対象

対象は全例とも足部疾患・爪疾患・巻き爪・陥入爪の既往歴を有してなく、爪の形状が背側凸

(2015/12/01 受付)

連絡先：斉藤 裕貴 〒111-0043 東京都台東区駒形1-7-11 バン産商株式会社フスウントシューインスティテュート
TEL 03-3843-6541 FAX 03-3841-1167
E-mail saito@vansan.co.jp

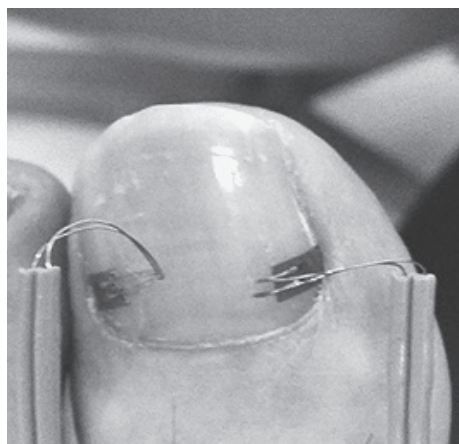


図 1. ひずみゲージ

カーブしている男性7名・女性3名の計10名, 平均年齢 39.3 ± 8.4 歳とした. 対象者の身長平均 $166.4\text{cm} \pm 6.5$, 体重平均 $64.6\text{kg} \pm 6.5$, BMI 平均 23.3 ± 1.3 であった. 対象者全員に研究内容を説明し, 同意を得た後に2015年4月から5月にかけて実験を行った.

2) 方法

靴の適合による爪の形状変化を避けるため裸足の状態で, 母趾爪の内側近位爪甲側縁と外側近位爪甲側縁の2か所へひずみゲージ(東京測器研究所製 FLA-3-11)を貼り付けた.(図1)計測肢位は, 基準とする立位と, 母趾に一番荷重がかかる状態であるヒールオフ時を再現するため, 被験者に出来る限り踵を地面から離れるよう依頼したつま先立ちの2肢位を採用した. 爪先の開いたニュートラルシューズを装着後, F-scan を用いて立位時の荷重値を計測し, 母趾部の計測時間中の平均圧力を算出した.(図2)同時にひずみ計測器(東京測器社製 TC-32K)を用いて爪ひずみの計測を1秒ごとに合計5秒行い平均を算出した. その後, 手すりを利用した爪先立ちで同様の計測を行った.

3) 統計

立位時・つま先立ち時の爪ひずみを比較するため, 立位時とつま先立ち時の2群間においてウィル



図 2. F-SCN による母趾荷重値の抽出

ルコクソンの順位和検定を行った. 立位時・つま先立ち時の母趾荷重値についても同様にウィルコクソンの順位和検定を行った. なお, 有意水準は5%未満とした.

爪ひずみ変化量と母趾荷重値の変化量の相関を確認するため, 立位時とつま先立ち時の差を求め, CORREL 関数を用いて相関係数を算出した.

結 果

爪ひずみにおいては, 立位時平均 $2295.6 \pm 724.2\mu\text{strain}$ に対し, つま先立ち時平均 $2214.3 \pm 736.0\mu\text{strain}$ となり, ひずみ量の有意な減少が認められた ($p \leq 0.01$). (表1) 20足中16足においては0.01~16.6%の減少がみられ, 4足においては0.6~5.3%の増加が確認できた. 内訳として, 爪先立ちをする事によってひずみが両側とも減少する例が7名, 片側のみ増加する例が3名, 両側とも増加する例が1名であった. また, 爪の両側のひずみ量が減少したものの, 爪の内側と外側の変化量の差が $180\mu\text{strain}$ 以上と大きく異なる例が3名あった.

母趾荷重値においては, 立位時平均 $292.4 \pm 137.1\text{g/cm}^2$ に対し, つま先立ち時平均 $925.2 \pm$

表 1. 立位時と爪先立ち時の爪ひずみ量

対象者	貼付位置*	ひずみ (μstrain)	
		立位	爪先立ち
A	M	1457	1422
	L	3646	3316
B	M	2237	2066
	L	2905	2740
C	M	2908	2905
	L	2730	2856
D	M	1697	1575
	L	1816	1514
E	M	2819	2794
	L	2625	2537
F	M	2285	2190
	L	1422	1398
G	M	1552	1634
	L	3067	3103
H	M	2688	2492
	L	1035	920
I	M	2071	1951
	L	3533	3655
J	M	1456	1465
	L	1962	1753
平均		2295.6	2214.3
標準偏差		724.2	736

*貼付位置 M：母趾の爪内側

貼付位置 L：母趾の爪外側

表 2. 立位時と爪先立ち時の母趾荷重値

対象者	母趾荷重値	
	立位	爪先立ち
A	371	1231
B	515	1796
C	248	299
D	0	566
E	229	499
F	402	1088
G	184	1449
H	303	534
I	255	407
J	417	1383
平均	292.4	925.2
標準偏差	137.1	498.7

498.7g/cm²と有意な増加が認められた ($p \approx 0.001$)。 (表2) 10足全てに母趾荷重値は20.6から687.5%の増加が確認できた。

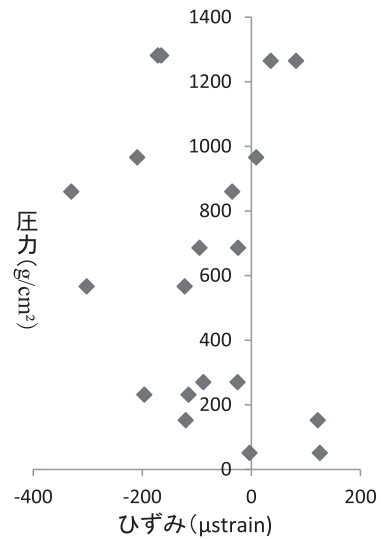


図 3. 爪ひずみ変化量と母趾荷重値変化量の相関

爪ひずみ変化量と母趾荷重値の変化量との相関においては、相関係数 $r = -0.166$ ($P \approx 0.46$) と有意な相関はなかった。(図3)

考 察

ひずみゲージは、貼り付けた対象物の伸縮に合わせて伸縮しひずみ量を計測する。ひずみゲージへ圧縮応力が加わるによりひずみ量は低下する、また引張応力が加わった際はひずみ量が上昇する。爪の動きをシミュレートするため、背側凸形状の爪を模した上方凸カーブの試験片を用意し、ひずみゲージを貼り付けたのちに (図4)、試験片の形状変化におけるひずみ量の変化を確認した。(図5) 図5上から図5下へと湾曲が緩やかになる事により、ひずみ量の減少が確認できた。

本研究では、対象物を爪とし計測を行った。爪ひずみの減少は、爪のカーブが平面へ近づく事によって圧縮応力が発生し、即時ひずみゲージへ伝達した結果である事が考えられる。

今回の結果より、立位からつま先立ちへ姿勢を変えることによって、母趾への荷重が有意に増加し、爪ひずみの有意な減少が確認できた。これは、

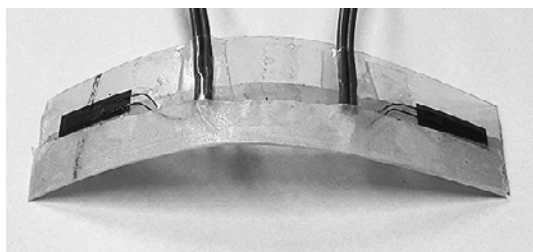


図4. 上方凸カーブの試験片にひずみゲージを貼付

姿勢を変える事により鉛直方向への母趾の荷重が増加し、母趾への荷重増加によって爪の形状が平面に近づいた結果であると考えられる。このことから、足指への荷重増加は爪のカーブを緩やかにすることが示唆された。

しかし、爪ひずみの変化量と母趾荷重値の変化量の相関においては、ほとんど相関を確認できなかった。母趾荷重値の変化量が大きい対象ほど爪に影響が大きくなり、爪ひずみの変化量が大きくなるといったことは確認できなかった。

また、爪ひずみにおいて、爪の片側のみ増加した例が10名中3名確認できた。さらに、爪の両側のひずみ量が減少したものの、爪の内側と外側で変化量が大きく異なる例が3名見られた。爪ひずみの片側増加・内外側での変化量の差が大きい対象については、母趾の前額面上の回旋や爪先立ちの際足部の内側または外側へ荷重が偏ったことにより、爪への荷重が片側へ大きく掛かった可能性が考えられる。

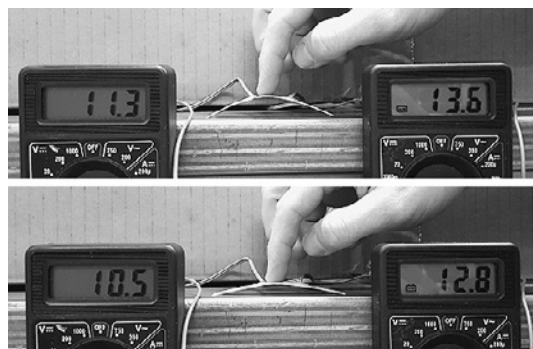


図5. 試験片の形状変化によるひずみ量の変化 圧力負荷を掛けることにより、上方凸カーブが緩やかになりひずみ量の減少が確認できた

結 語

今回我々は、巻き爪と足指への荷重との客観的な因果関係を評価するため、立位とつま先立ちの姿勢の違いにおいて母趾に掛かる荷重が異なる点に着目し、ひずみゲージを用いて爪ひずみの計測と圧力センサを用いて母趾の荷重値の計測を行った。その結果、立位からつま先立ちへ姿勢を変える事により母趾の荷重が増加し、爪ひずみ量は減少した。足指への荷重増加により爪のカーブが緩やかになることが示唆された。

文 献

- 1) 齊藤裕貴他. ひずみゲージを用いた爪変形量計測システムの開発と検証. 靴の医学 2012;26 (2):111-3.
- 2) 遠藤 拓他. 靴装用時における爪の変形量の検証. 靴の医学 2013;27 (2):73-7.
- 3) 塩野谷香. 足のトラブルは靴で治そう ようこそ 足と靴の外來へ!. 東京:中央法規出版;2005. 113-4.

裸足ランニング支持期における足部運動

Foot-motion during Stance Phase of Barefoot Running

¹⁾中京大学大学院 体育学研究科

²⁾中京大学 スポーツ科学部

¹⁾Graduate School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

²⁾School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

吉永竜斗志¹⁾, 湯浅 景元²⁾

Tatsutoshi Yoshinaga¹⁾, Kagemoto Yuasa²⁾

Key words : マルチセグメント足部モデル (Multi-segment foot model), 足部運動 (Foot-motion), 裸足ランニング (Barefoot running), 走速度 (Running velocity)

要 旨

本研究の目的は複数のセグメントから成る足部モデルを用いて、ランニングにおける走速度と足部運動との関係を明らかにすることであった。足部を後足部、中足部、内側前足部および外側前足部の4セグメントに分けてモデル化した。ランニングは裸足で行わせた。走速度は被験者の主観的努力度の20%、30%、40%、60%および80%の5段階とした。セグメント間の角度変化をカルダン角で求めた。主観的 effort 度ごとに比較した結果、有意差が認められた箇所についても効果量が小さいことが認められた。この結果から、走速度が支持期中の足部のセグメント間の角度変化に与える影響は大きくないことが明らかとなった。

1. 緒 言

スポーツ・バイオメカニクスの分野では、ランニングを基本として、身体をいくつかの体節に分けて動作分析が行われてきた。この分野では、一

般的に足部は1つあるいは2つの剛体として扱われている¹⁾²⁾。その理由は、足部の運動が全身の運動に与える影響は小さい、あるいは足部は足趾と足関節しか動かない、と捉えられてきたと考えられる。ランニング時に足関節以外の足部の各関節がどのような運動をするかを確認した研究は未だ少ないが、足部を1つの剛体として扱うことに関しては検証と議論が必要である。

臨床歩行研究の分野では、足部を機能解剖学的に複数の体節に分ける方法が用いられる。例えば、臨床歩行の研究で多く用いられるのは3セグメントの足部モデル³⁾である。このモデルは、中足骨5本で1つのセグメントを構成している。しかし、中足骨は遠位端同士の結合がゆるいという特徴を持つため、支持期中にねじれが生じやすいセグメントになるという問題があった。この問題を解消している研究として、足部に骨ピンを挿入し、ランニング中の足部の骨同士の運動を観察している報告がある⁴⁾。

骨ピン法は測定の精度が高いとされているが、侵襲的な手法であるため実施は困難である。被験者への負担を軽減する非侵襲的な手法として体表マーカー法が挙げられる。骨ピンを用いた方法、プラスチックのプレートに反射マーカーを貼付す

(2016/01/19 受付)

連絡先: 吉永竜斗志 〒355-0156 埼玉県比企郡吉見町
長谷 1961 株式会社 村井 吉見工場
TEL 0493-54-6581 (代表番号)
E-mail yoshinaga@e-murai.jp

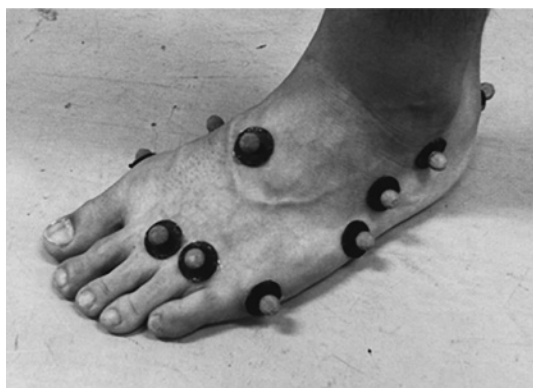


図 1. 実験時の足部のマーカー配置

る方法そして体表マーカー法という 3 種類の方法で得たデータ間に統計的な有意差がないという報告⁵⁾があるが、同様の足部モデルを用いて歩行以外の身体運動について報告している例は少ない。

本研究では、複数のセグメントから成る足部モデルを用いて、スポーツの基本動作の 1 つであるランニングにおける走速度と足部運動との関係を明らかにすることを目的とした。

2. 対象と方法

本研究は中京大学大学院体育学研究科の「ヒトに関する研究倫理指針」に基づいて倫理申請し、倫理審査委員会の承認（承認番号：No. 2015-6）を経て実施された。

被験者は C 大学スポーツ科学部および C 大学大学院体育学研究科に在籍する健康かつ下肢に障害のない成人男子学生 6 名（身長： 1.70 ± 0.04 m，体重： 63.81 ± 7.78 kg，年齢： 24.00 ± 2.83 year）であった。

実験は屋内の 30m 直走路で行った。被験者の左足部に 12 点（図 1）および骨盤に 4 点の合計 16 点の反射マーカーを貼付し、裸足ランニングを行わせた。走速度と足部運動との関係を明らかにするために、試技は各被験者の主観的努力度で全力の 20%、30%、40%、60%、80% の 5 段階とした。本研究では裸足でランニングを行わせるため、安

全に留意して、最大の強度は主観的努力度の 80% とした。

試技は被験者の安全のために努力度の低いものから順に 80% まで行わせた。各努力度で成功試技が 3 本得られるまで試技を行わせた。試技の成功条件は 1) 撮影範囲内に左足を接地、2) 撮影範囲前後で急な加減速をしないこととし、両条件を験者が目視で確認した。成功試技は両条件を満たすものとした。試技はモーションキャプチャシステム（VICON MX-T20S×10 台，MX-13×6 台；Vicon Motion Systems, UK）を用いて 250fps で撮影した。

2. 1. 座標系定義

本研究では左足部および骨盤を分析対象とした。足部モデルは測定値に骨ピン法との差がないと報告している先行研究⁵⁾を参考にしたうえで、一部を改変して作成した。

先行研究⁵⁾では中足部が立方骨、舟状骨とそれらの間の点として記載されており、同様のモデルを用いた他の報告⁴⁾では距骨に骨ピンを挿入していた。距骨は距骨頭の触診が可能だが、触診可能な肢位が限られている。本研究では距骨を含まず、なおかつ触診可能な部位に貼付できるように配慮し、貼付箇所を中間楔状骨とした。

前足部のマーカー位置は遠位側のみ改変した。先行研究では中足骨の中央当たり、という表現がされているが、触診による判断を容易にするため遠位端に貼付することとした。解剖学的に後足部、中足部と前足部に分け、さらに前足部を機能解剖学的に内側と外側に分けて定義した。

本研究で用いた足部モデルを図 2 に示し、各セグメントの移動座標系定義を以下に示した。

後足部では載距突起から腓骨筋結節へ向けたベクトルを X 軸（Rear_X'）とし、載距突起と腓骨筋結節の midpoint から踵骨隆起へのベクトルを Y 軸（Rear_Y）とした。Z 軸（Rear_Z）は X 軸と Y 軸の外積とし、Y 軸と Z 軸の外積により X 軸を再定義（Rear_X）した。

中足部では第五中足骨粗面と第一中足骨近位端

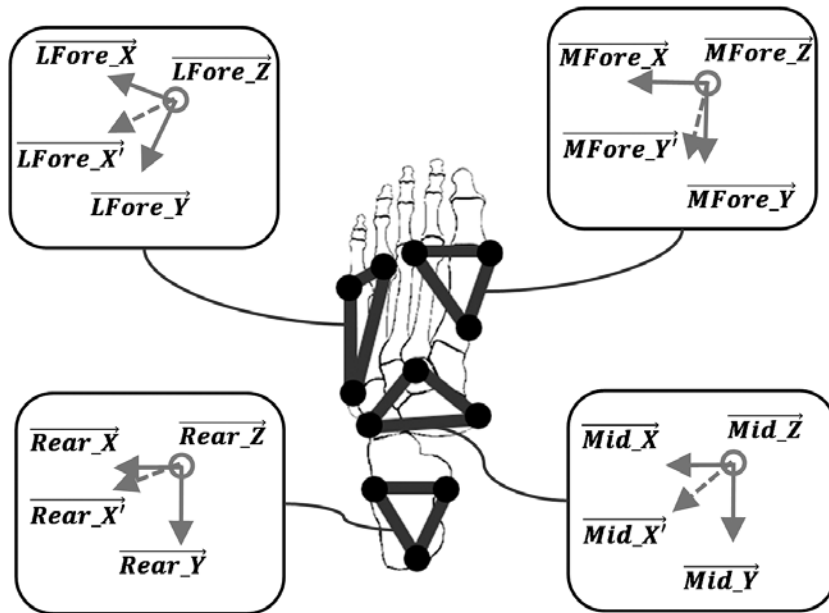


図2. 足部モデルと移動座標系の定義
●は反射マーカの貼付位置を示す。

の中心から立方骨と舟状骨の中心へのベクトルを Y 軸 (Mid_Y) とし、第五中足骨粗面から第一中足骨近位端へのベクトルを X 軸 (Mid_X') とした。Z 軸 (Mid_Z) は X 軸と Y 軸の外積とし、Y 軸と Z 軸の外積により X 軸を再定義 (Mid_X) した。

内側前足部では第一中足骨遠位端から近位端へのベクトルを Y 軸 ($MFore_Y'$)、第三中足骨遠位端から第一中足骨遠位端へのベクトルを X 軸 ($MFore_X$) とした。Z 軸 ($MFore_Z$) は X 軸と Y 軸の外積とし、Z 軸と X 軸の外積によって Y 軸を再定義 ($MFore_Y$) した。

外側前足部では第五中足骨遠位端から第五中足骨粗面へのベクトルを Y 軸 ($LFore_Y$) とし、第五中足骨遠位端から第四中足骨遠位端へのベクトルを X 軸 ($LFore_X'$) とした。Z 軸 ($LFore_Z$) は X 軸と Y 軸の外積とし、Y 軸と Z 軸の外積により X 軸を再定義 ($LFore_X$) した。

骨盤中心は左右の上前腸骨棘の中心と左右の上後腸骨棘の中心を求め、それらの中心とした。

2. 2. データ処理

分析対象とする試技は、足部に貼付した12点のマーカから得られるデータに欠損がないものとした。全被験者から得られた90試技のデータのうち、分析対象となったのは84試技であった。収集した座標データから各セグメント間の角度を算出した。角度はカルダン角として算出し、座標系の回転順序は Y-X-Z とした。得られた角度の最大値と最小値の差から得られる角変位量を運動範囲とした。

走速度は各試技における被験者の骨盤中心の座標を時間微分し、撮影区間である4mの平均速度として求めた。

統計処理には SPSS for windows ver. 23 (IBM, USA) を使用し、主観的努力度間での角変位量の差に Kruskal-Wallis の検定を行い、事後比較検定には Mann-Whitney の U 検定を用いた。有意水準は5%以下とした。差の検定では統計学的に有意な差がある確率を判定しているだけであるため、本研究では差の大きさの判定基準に効果量 (r) を

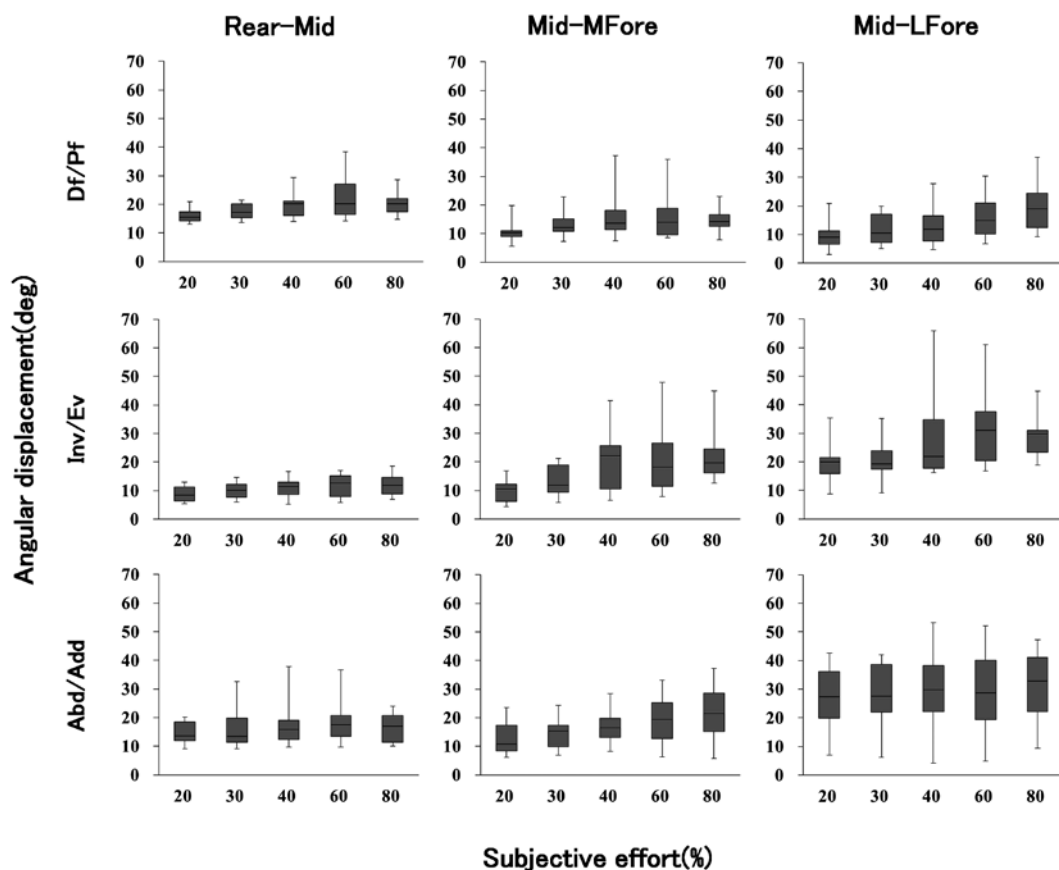


図3. 各セグメント間の運動範囲の分布を運動の方向および主観的努力度ごとに示した。

用いた。

3. 結 果

走速度によって足部の運動に変化が生じるかを明らかにするために、主観的努力度ごとの運動範囲の分布を求めた。(図3)いくつかの変数間に有意差が認められた。(表1)有意差は認められたが、有意差の有無にかかわらず全ての変数間において効果量は0.5以下であった。(表1)

大きな効果量が得られなかったので、主観的努力度に関わらず支持期中の足部の運動の有無を確認するために時系列でセグメント間角度を求めた。全てのセグメント間で、裸足ランニング支持期中に足部の運動が起きていることが認められた。(図4)いずれのグラフにおいても接地直後と

離地直前に標準偏差が大きくなる傾向が見られた。

主観的努力度に関わらず、平均の運動範囲を求めると、後足部—中足部間では底屈と背屈方向に 19.2 ± 4.7 度、内反と外反方向に 10.7 ± 3.4 度そして外転と内転方向では 16.5 ± 6.0 度であった。中足部—内側前足部では底屈と背屈方向に 14.3 ± 6.6 度、内反と外反方向に 17.2 ± 9.3 度そして外転と内転方向に 16.8 ± 7.4 度であった。中足部—外側前足部では底屈と背屈方向に 14.0 ± 7.0 度、内反と外反方向に 26.1 ± 11.3 度そして外転と内転方向では 28.9 ± 12.6 度であった。

分析対象となった試技の平均走速度は主観的努力度ごとに、20%では2.22m/sec, 30%では2.81m/sec, 40%では3.36m/sec, 60%では4.28m/secそして80%では5.25m/secであった。

表 1. 事後比較検定として行った Mann-Whitney の U 検定の結果と効果量 (r)

	Rear-Mid			Mid-MFore			Mid-LFore		
	Df/Pf	Inv/Ev	Abd/Add	Df/Pf	Inv/Ev	Abd/Add	Df/Pf	Inv/Ev	Abd/Add
	p ES	p ES	p ES	p ES	p ES	p ES	p ES	p ES	p ES
20% vs. 30%	0.21	0.15	0.07	* 0.25	0.21	0.10	0.06	0.06	0.06
40%	* 0.29	0.20	0.08	* 0.31	* 0.30	0.19	0.15	0.18	0.05
60%	* 0.33	* 0.23	0.17	* 0.23	* 0.34	* 0.30	* 0.24	* 0.30	0.04
80%	* 0.34	* 0.25	0.13	* 0.36	* 0.45	* 0.25	* 0.35	* 0.38	0.12
30% vs. 40%	0.16	0.08	0.01	0.11	* 0.22	0.13	0.04	0.14	0.02
60%	* 0.22	0.15	0.13	0.08	* 0.21	* 0.25	0.19	* 0.29	0.03
80%	* 0.22	0.17	0.09	0.15	* 0.30	* 0.23	* 0.31	* 0.34	0.10
40% vs. 60%	0.08	0.10	0.10	0.01	0.03	0.14	0.12	0.13	0.01
80%	0.05	0.09	0.06	0.04	0.08	0.14	* 0.23	0.14	0.06
60% vs. 80%	0.05	0.00	0.02	0.02	0.08	0.07	0.13	0.01	0.06

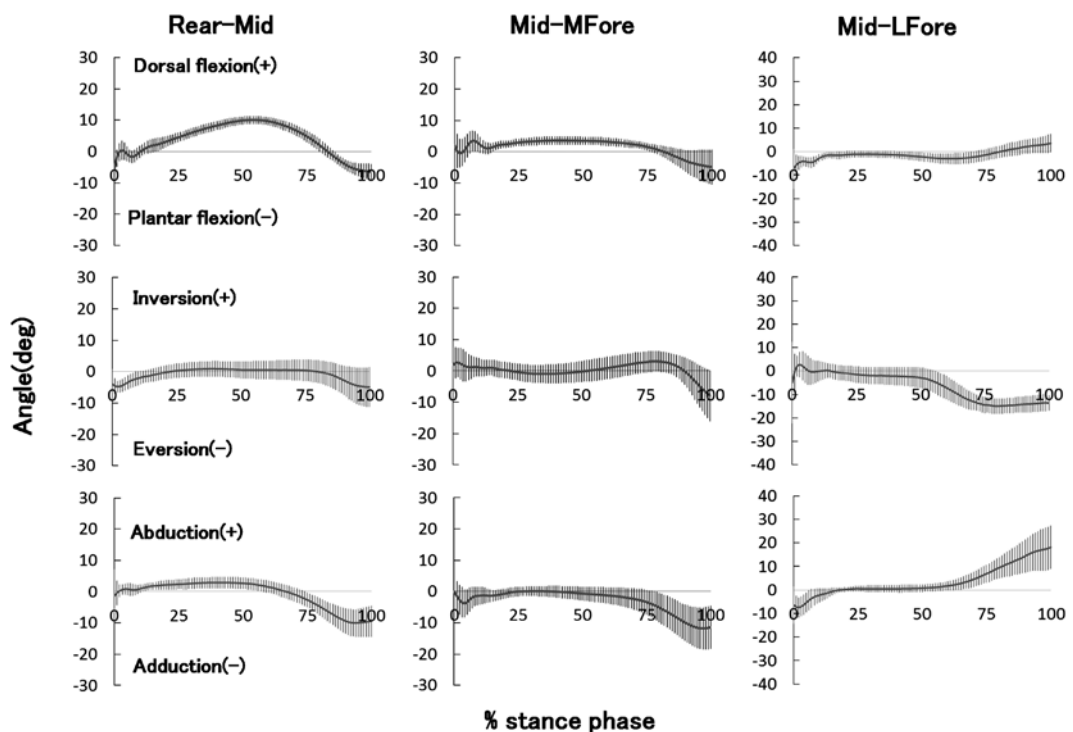
* : $p \leq 0.05$ 

図 4. 支持時間を 100% として各セグメント間角度の平均値と標準偏差を示した。Rear-Mid は後足部と中足部間, Mid-MFore は中足部と内側前足部間そして Mid-LFore は中足部と外側前足部間の角度をそれぞれ示した。運動の方向は足関節の運動の方向に合わせて表記した。全ての角度は解剖学的立位姿勢での静止立位試技を基準位 (0 度) として示した。

4. 考 察

4. 1. 角度変化

本研究の結果、効果量による判断はその差が大きくないことを示していた。つまり、運動範囲に対して走速度は大きく影響しないことを示唆している。走速度が高くなることは接地時に足部が受ける負荷も大きくなることを意味するため、足部の運動が大きくなる可能性も考えられた。そのようにならなかった理由として、解剖学的な可動限界に達していた可能性が考えられる。

本研究の結果では後足部—中足部間では底屈と背屈方向に 19.2 ± 4.7 度の運動が見られた。X 線を用いて徒手法での距舟関節の可動域を測定した研究⁷⁾では、距舟関節の可動域は伸展と屈曲方向に 13 度、内転と外転方向に 23 度であったと報告している。本研究で得た運動の範囲は、先行研究⁷⁾の結果よりも大きかった。このことから、裸足ランニング中は足部にかかる負荷により徒手よりも大きな運動を行っていたと考えられる。

本研究で用いた足部モデルは、後足部—中足部間が関節ではショパール関節、中足部—前足部間がリスフラン関節に該当するモデルとなっている。ショパール関節やリスフラン関節の可動域については測定法が定義されていない⁶⁾。これらの関節は複合関節であることに加えて、足部という比較的小さな身体部位に骨と関節が密集しているため、徒手による可動域測定も難しいと考えられる。先行研究⁷⁾においても内反と外反の可動域は測定されていない。したがって、本研究のように動作分析を通して、身体運動中に起こりうる足部の関節の運動を測定することがシューズのフィット性向上に貢献するのではないかと考える。ただし、関節可動域は個人差が大きいものであるため、例数を増やした更なる検討も必要である。

時系列データ (図 4) は、ランニング時にも足部の運動は起きていることを示した。角度の算出方法が異なるため、直接の比較はできないが、先行研究⁴⁾同様にランニング時にも足部の運動は認

められた。接地後 (0–25%) と離地前 (75–100%) に標準偏差が大きくなることから、踵あるいはつま先のみで支持している際にセグメント間の運動が大きくなり、足部全体で支持している際には足部の運動は小さくなる傾向にあると考えられる。

中足部に対する内側前足部と外側前足部の運動は支持期の 50% 以降で逆の位相を示した。この中足部と両前足部間での内反と外反方向および外転と内転方向の運動には、中足骨遠位端同士の結合が緩いという解剖学的な特徴が影響していると推察される。接地時に中足骨の遠位端によって形成されている横アーチが変形し、離地に向けてアーチ構造が復元されるという過程が反映されたと推察する。

4. 2. 今後の課題

本研究では走速度と足部運動の関係を明らかにすることを目的としたため、足部の各セグメントの運動同士の関係については考慮していない。今後、走速度の他に各足部セグメントの相互の関係性も含めたモデルの見直しが必要と考える。

本研究では接地パターンを考慮しなかった。接地パターンは足長を 100% として 33% ごとに後足部、中足部あるいは前足部のどこで最初に接地したかを判断するもの⁸⁾である。踵部での接地とつま先での接地では力を受ける位置が変わるため、足部の運動は接地パターンごとに異なる可能性が考えられる。しかし、本研究の足部モデルの定義と接地パターンの定義が異なるため、本研究では考慮していない。今後、足長の単純な 3 分割ではなく、関節面の位置に沿う分割方法での接地パターンも考慮する必要性があると考えられる。

5. 結 語

本研究は、複数のセグメントから成る足部モデルを用いて、スポーツの基本動作の 1 つであるランニングにおける走速度と足部運動との関係を明らかにすることを目的として実施された。本研究で得た結果からは、

1) 走速度は足部の運動範囲に影響しないことの

示唆

2) 足部の各セグメント間の運動範囲と波形パターンの例示

という上記2つの成果が得られた。

文 献

- 1) Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. New York : John Wiley & Sons ; 2009. 75-7.
- 2) Robertson G, Caldwell G, Hamill J, et al. Research Methods in Biomechanics. 2nd Edition. Champaign : Human Kinetics ; 2004. Part I, 35-59.
- 3) Carson MC, Harrington ME, Thompson N, et al. Kinematic analysis of a multi-segment foot model for research and clinical applications : a repeatability analysis. Journal of Biomechanics 2001 ; 34 (10) : 1299-307.
- 4) Arndt A, Wolf P, Liu A, et al. Intrinsic foot kinematics measured in vivo during the stance phase of slow running. Journal of Biomechanics 2007 ; 40 (12) : 2672-8.
- 5) Nester C, Jones RK, Liu A, et al. Foot kinematics during walking measured using bone and surface mounted markers. Journal of Biomechanics 2007 ; 40 (15) : 3412-23.
- 6) 日本整形外科学会身体障害委員会, 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会. 関節可動域表示ならびに測定法. リハビリテーション医学 1974 ; 11 (2) : 127-32.
- 7) 吉永竜斗志, 清水卓也, 湯浅景元. X線撮影による距舟関節可動域の測定. 中京大学体育学論叢 2014 ; 55 (1) : 109-13.
- 8) Cavanagh PR, LaFortune MA. Ground reaction forces in distance running. Journal of Biomechanics 1980 ; 13 (5) : 397-406.

身長からみた幼児の土踏まず形成と形態学的比較 —接地足蹠画像の分析—

A comparison of the arch of preschool children's feet and
morphological characteristics from the perspective of body height
—An analysis of contact surface images—

¹⁾新潟県立看護大学

²⁾静岡産業大学

³⁾パテラ研究所

¹⁾Niigata College of Nursing

²⁾Shizuoka Sangyo University

³⁾Patella-Institute of Posture Science

加城貴美子¹⁾, 塚本 博之²⁾, 釜中 明³⁾

Kimiko Kashiro¹⁾, Hiroyuki Tsukamoto²⁾, Akira Kamanaka³⁾

Key words : 土踏まず形成 (arch of the foot), 接地足蹠画像 (contact surface images), 形態学的 (morphological characteristics), 幼児 (preschool children), 身長 (body height)

要 旨

【目的】身長からみた接地足蹠画像から幼児の土踏まず形成と形態学的比較をして、幼児の接地足蹠を形態学的に明らかにすることである。

【研究方法】同意の得られた3幼稚園と11保育園の幼児5031名を対象とした。自由な立位で前方2mの指標を注視させ、重心動揺が安定した状態でデジカメカメラを用いpedoscopeにおける接地足蹠を撮影した。接地足蹠画像(1.9~0.7倍)に

印刷し、形態学的分析(母趾角度、小趾角度、足角度、土踏まず形成の趾、 α 角度)をして5cm間隔で区切った身長層で比較検討した。統計処理は統計学パッケージSPSSを使用した。

【結果】幼稚園と保育園の園児5,031名のデータを分析した。その結果、幼児の母趾角度と小趾角度はともに低身長層ではばらつきがみられ、高身長層ではばらつきが減じ、有意差は認めなかった。幼児の足角度は身長層で変化はみられなかった。幼児の土踏まず形成の趾は、第2趾以降で身長層(80.0~84.9cm)から形成されていた。幼児の α 角度は、身長層が低いほどばらつきがみられるが、身長層(80.0~84.9cm)から次第に広がっていた。幼児の土踏まず形成が第2趾以降とすると α 角度は28度といえる。

(2015/12/25 受付)

連絡先: 加城貴美子 〒943-0147 新潟県上越市新南町
240番地 新潟県立看護大学
電話 025-526-2811(代表) 携帯電話 090-
3576-0473 FAX 025-526-2815(代表)
E-mail kashiro@niigata-cn.ac.jp

緒 言

幼児期は発育過程において成長が著しい時期であるが、幼児期の接地足蹠の形態学的なデータについての報告は少ない。根本¹⁾や新谷ら²⁾の報告もかなりの年代を経ている。足の土踏まずの形成は運動や活動に重要と考えられているが、成長過程のどの時期に形成されるかは不明な点がある。最近では社会環境の影響で土踏まず形成が遅れているという報告がみられるが、その根拠となる計測結果は示されていない。原田³⁾は、1980年と2000年の幼児の足の形態で、外反母趾、内反小趾と浮き趾についても比較検討しており、1980年と比較して2000年の方が増加していると検定しているが、出現割合についての記載はみられない。

そこで本研究は、幼児の接地足蹠の形態学的分析からその特徴を明らかにすることである。

研究方法

1. 対象者

保護者の同意の得られた、3幼稚園と11保育園(N県、S県とE県)の幼児(男児2654名、女児2377名)5031名であった。

2. 研究内容

1) 測定内容：身長、体重、足長、足幅 2) 接地足蹠画像 3) 足に関する質問紙調査(保護者の記載) 4) 属性：性別

3. 研究方法

幼児の身長、体重、足幅・足長を測定後、ピドスコープ上に自由な立位でたたせ、前方2mの指標を注視させ、重心動揺が安定した状態(5~10秒)で接地足蹠をデジタルカメラで撮影した。デジタルカメラで撮影した接地足蹠画像(1.9~0.7倍)に印刷して接地足蹠画像の形態学的測定をした。

4. 測定期間

2008年7月~2015年5月であった。

5. 分析方法

1) 接地足蹠画像(1.9~0.7倍)を印刷して、形

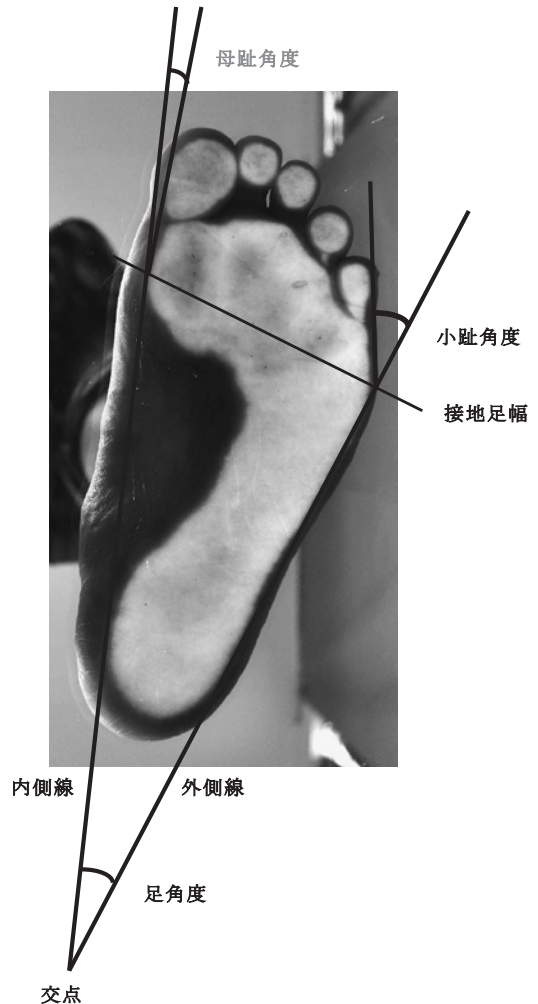


図1. 母趾角度・小趾角度・足角度の形態学的分析

態学的測定をした。

2) 接地足蹠の形態学的分析(母趾角度、小趾角度と足角度を図1、土踏まず形成の趾を図2、 α 角度を図3に示した)。

3) 形態学的測定をした母趾角、小趾角、足角、接地足長、接地足幅と接地足長との割合、身長を以下に示した5cm間隔に区切りにした層で記述統計した。

65.0~69.9cmをA、70.0~74.9cmをB、75.0~79.9cmをC、80.0~84.9cmをD、85.0~89.9cmをE、90.0~94.9cmをF、95.0~99.9cmをG、100.0

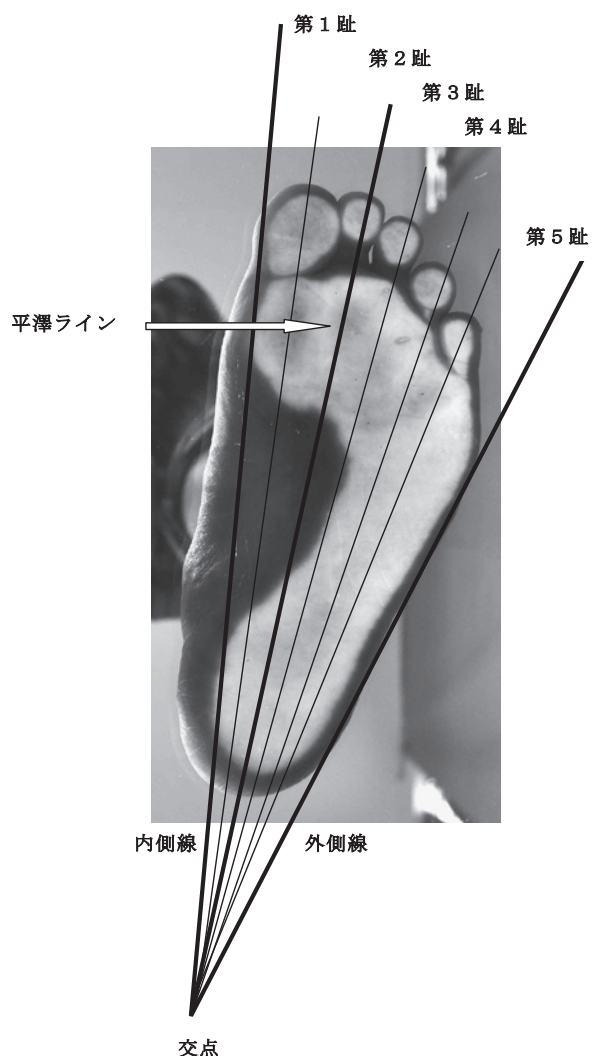


図2. 形態学的分析からの土踏まず形成趾

～104.9cmをH, 105.0～109.9cmをI, 110.0～114.9cmをJ, 115.0～119.9cmをK, 120.0～124.9cmをL, 125.0～129.9cmをM, 130.0～134.9cmをN.

4) 統計処理は, 統計学パッケージ SPSS ver.23を用いた.

6. 倫理的配慮

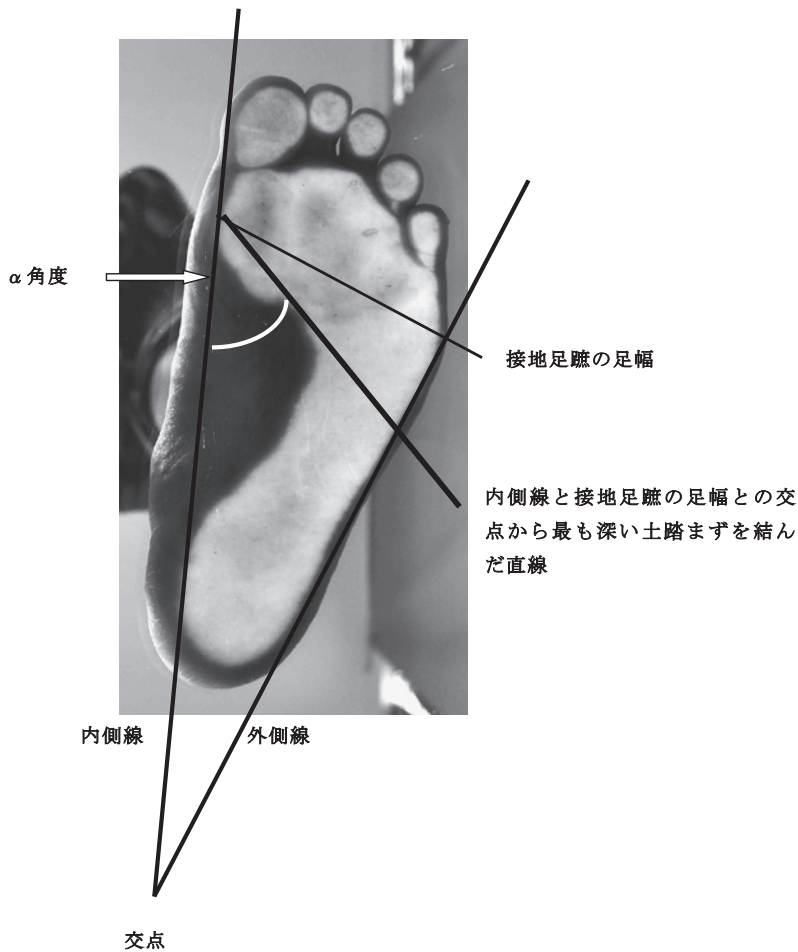
各幼稚園と保育園の園長に研究協力の説明をして研究協力が得られた後, 保護者に研究についての協力のお願いを園長の文書と同時に渡した. 保護者の同意が得られた後同意書に署名をしても

らった. 調査は幼児の測定可能な状態になるまで待って測定をした. 測定の参加を断った場合, 中断した場合, 対象者の不利益をこうむることがないようにした. 研究計画は, 新潟県立看護大学倫理審査委員会の承認を得て行った.

結 果

1. 対象者のカウプ指数について

カウプ指数の男児の平均は17.3 (SD3.2) (範囲: 7.0～28.4), 女児の平均は17.0 (SD3.3 (範囲: 7.8

図3. 形態学的分析の α 角度

～28.5)であった。男児と女児のカウプ指数では、身長層のIでは男児の方が、Kでは女児の方の平均が高く有意差 ($p < 0.01$) がみられた。

2. 身長層と男児・女児の母趾角度について

身長層と男児・女児の母趾角度について図4に示した。男児の左足の母趾角度の平均は3.8 (SD2.6) 度 (範囲: -5.0～4.4度), 右足は3.0 (SD6.5) 度 (範囲: -7.5～4.4度), 女児の左足の母趾角度は2.6 (SD6.6) 度 (範囲: -1.9～7.5度), 右足は10.6 (SD6.4) 度 (範囲: -2.5～14.3度)であった。身長層のAからD, LからNは母趾角度が散在して一定していないが, 身長層EからKまでは角度が0度から5度の範囲であり, 有意差は

みられなかった。男児と女児とも母趾角度の平均は右足より左足の角度が広がったが有意差はみられなかった。

3. 身長層と男児・女児の小趾角度について

身長層と男児・女児の小趾角度について図5に示した。男児の左足の小趾角度の平均は10.1 (SD6.3) 度 (範囲: -14.0～21.0度), 右足は11.1 (SD6.5) 度 (範囲: 7.3～19.0度), 女児の左足の小趾角度は9.9 (SD6.2) 度 (範囲: 6.0～12.3度), 右足は10.6 (SD6.4) 度 (範囲: -32.5～14.3度)であった。身長層のAからD, LからNは小趾角度が散在して一定していないが, 身長層EからKまでは角度が0度から5度の範囲であり, 有意差

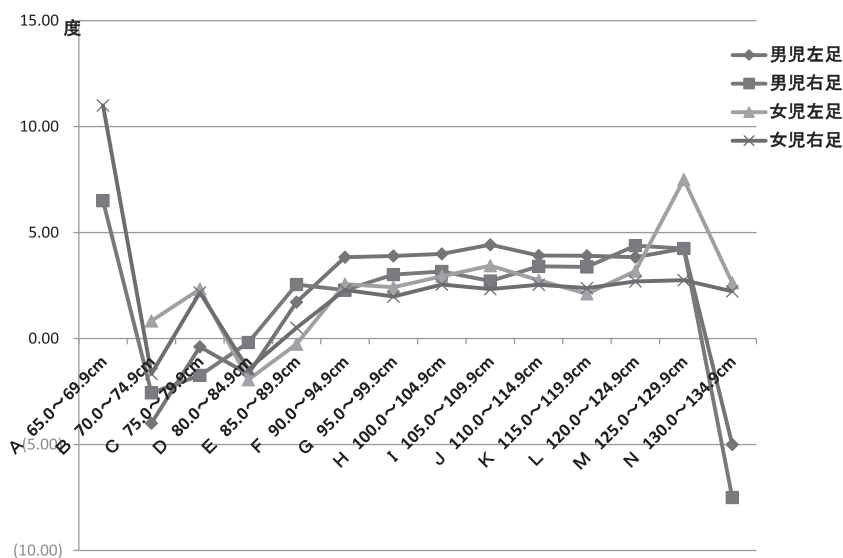


図 4. 身長層と男児・女児の母趾角度

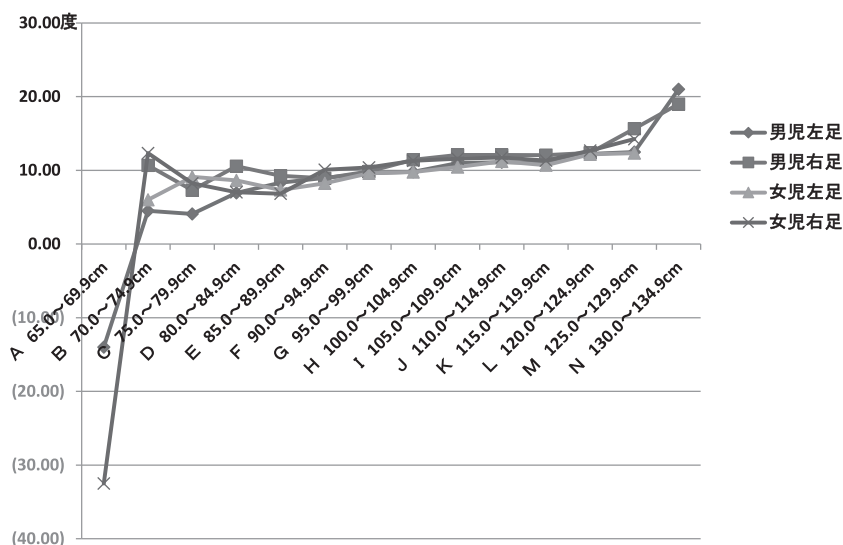


図 5. 身長層と男児・女児の小趾角度

はみられなかった。男児と女児とも小趾角度の平均は右足より左足の角度が広がったが有意差はみられなかった。

4. 身長層と男児・女児の足角度について

身長層と男児・女児の足角度について図 6 に示した。男児の左足の足角度の平均は 18.7 (SD2.7)

度 (範囲: 17.1~21.5 度), 右足の平均は 18.7 (SD2.7) 度 (範囲: 15.7~21.5 度), 女児の左足の平均は 18.2 (SD2.5) 度 (範囲: 15.0~21.8 度), 右足の平均は 18.3 (SD2.4) 度 (範囲: 17.9~27.0 度) で, 男児と女児との右足の足角度が広がったが有意差はみられなかった。身長層 A から C まで

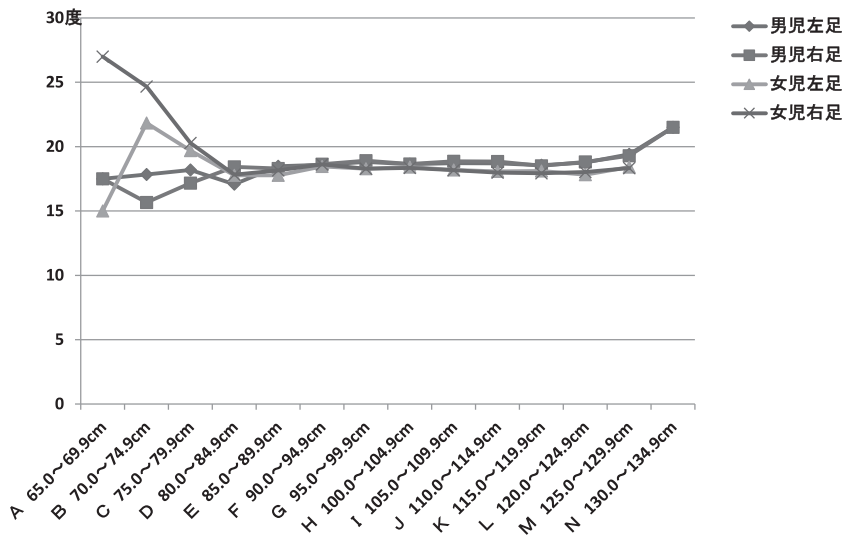
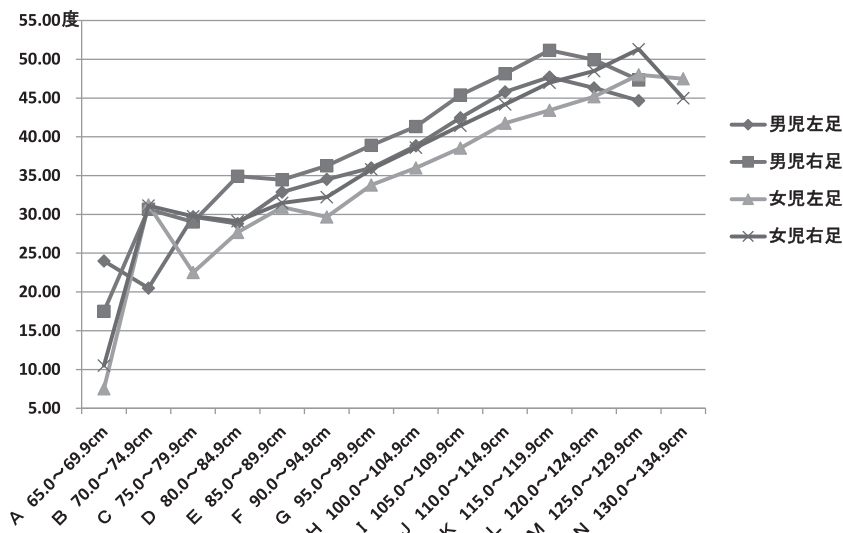


図 6. 身長層と男児・女児の足角度

図 7. 身長層と男児・女児の α 角度との関係

は角度が散在しているが、身長層 D から M までは 15~20 度の範囲であった。

5. 身長層と男児・女児の α 角度について

身長層と男児・女児の α 角度との関係について図 7 に示した。身長層 A から C までは α 角度は散在しているが、男児と女児とも左足より右足の α 角度が広く D から M まで同様であった。男児

の α 角度左足の平均は 40.2 (SD11.6) 度 (範囲: 20.5~47.7 度), 右足の平均は 42.9 (SD12.2) 度 (範囲: 17.5~51.2 度), 女児の左足の平均は 37.0 (SD12.9) 度 (範囲: 7.5~48.0 度), 右足の平均は 39.8 (SD13.3) 度 (範囲: 10.5~51.3 度) であった。男児と女児, 左右での有意差はみられなかった。

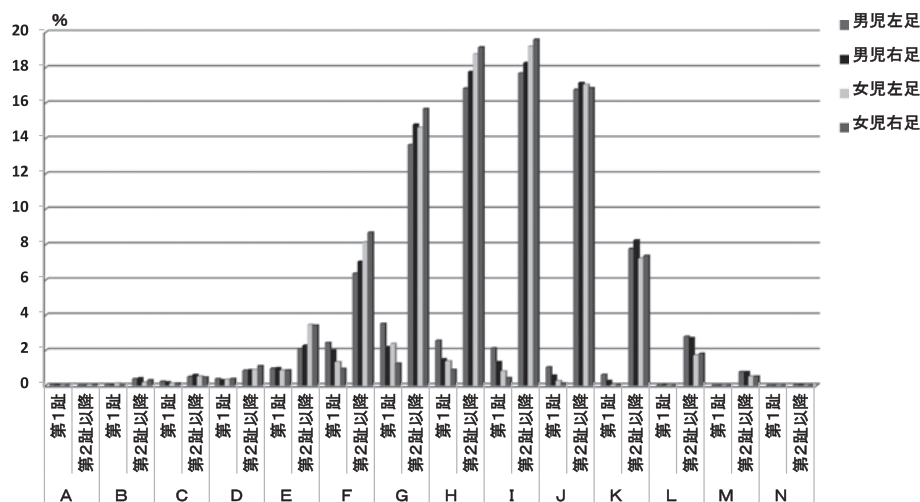


図8. 身長層と男児・女児の左右の足の土踏まず形成の趾

6. 身長層と男児・女児の左右の足の土踏まず形成の趾について

身長層と男児・女児の左右の足の土踏まず形成の趾について図8に示した。身長Bからは、土踏まず形成の趾は第2趾以降が第1趾より多かった。身長Lからは土踏まず形成の第1趾はほとんど0であった。男児と女児とも左足より右足の土踏まず形成の趾が多かった。土踏まず形成の趾が第2趾以降とすると1%未満は男児と女児ともに身長層がK以降であった。

7. 土踏まず形成の趾と α 角度について

土踏まず形成の趾と α 角度について図10に示した。第1趾の α 角度の平均は19.2度(18.0~19.8度)、第2趾の平均は28.2度(27.7~28.5度)、第3趾の平均は41.3度(40.3~42.65度)、第4趾の平均は50.89度(49.36~52.52度)、第5趾の平均は57.3度(55.2~59.7度)で、全体の平均は39.8度であった。

考 察

1. 対象者について

身長層におけるカウプ指数は幼児の発育相応の体格であり、接地足跡の形態学的分析に影響する

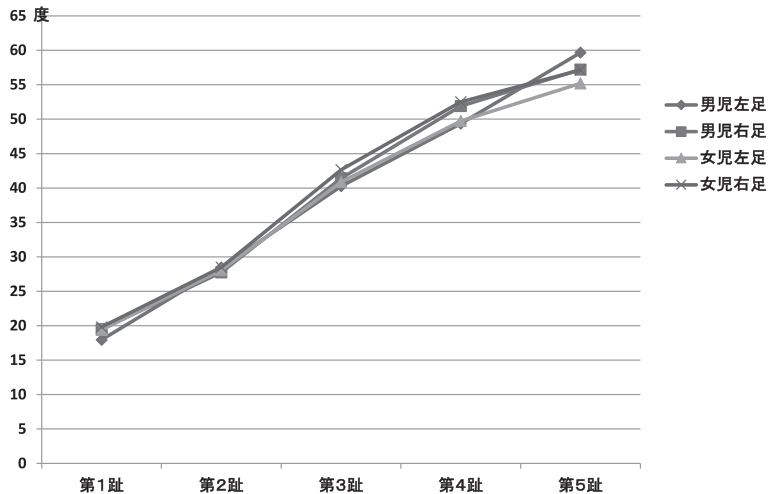
集団でないと判断した。

2. 身長層と男児・女児の母趾角度について

男児と女児とも身長層が低いほど(A~E)母趾角度にばらつきがみられるが、身長層がF~Lまではほぼ一定の角度であった。男児と女児の左足の母趾角度は4度弱、右足は3度弱であり、身長層との間に有意差はみられていない。身長が低い層では母趾角度が広く、身長が高い層に母趾角度がマイナスと目立っていた。これは母指球の発達との関係があると思われる。身長が90.0cm以上になると母趾角度は一定になるといえる。根本¹⁾の報告では、2才児の男児の左右の母趾角度の平均は-1.8度、女児は-2.5度、3才児の男児の母趾角度の平均は0.5度、女児は-0.9度、4才児の男児は1.5度、女児は3.5度であり、身長層での報告でないので比較はできないが、4才児は4度未満という報告と本報告とは一致していた。

3. 身長層と男児・女児の小趾角度について

男児と女児との身長層が低いほど小趾角度はマイナスで身長層が高いと小趾角度が大きかった。身長層がBからMまで男児と女児の左右の足の平均小趾角度は10度であった。新谷ら²⁾の男児における5年間の報告では、1996年の小趾角度は11

図9. 土踏まず形成の趾と α 角度

度未満, 1997年と1998年は12度, 1999年と2000年では14%未満であった. 本研究では, 年度の推移は出していないが, 新谷ら²⁾の報告とやや一致しているといえる.

4. 身長層と男児・女児の足角度について

男児と女児の身長層が低いAからCまでは足角度にばらつきがみられるが, 身長DからMまでは足角度は一定であり, 男児と女児とも足角度の平均は18度であった. 新谷ら²⁾の5年間の足角度の推移も1996年18.5度未満, 1997年から2000年では足角度は18度前後と報告がされている. 本データは身長層の足角度であるが, 新谷ら²⁾の報告より足角度は狭い. 新谷ら²⁾の調査データの年代と本データとは10年以上の開きがあり, 踵の角度が狭くなり, 足長になっていると推測される.

5. 身長層と男児・女児の α 角度について

男児と女児とも身長層が低いほど(A~C)ばらつきがみられるが, DからKまでは α 角度は右上がりになっている. 身長層LからNは右下がりになっている. 男児の左足の α 角度の平均は40度, 右足は43度, 女児の左足は37度, 右足は39度と, 右足の α 角度が広い. 根本¹⁾の報告でも, 男児と女児とも右足の足角度が広いと報告している. また, 女児の方が男児より α 角度は年齢が高

くなるにしたがって大きいと報告している. これは, 男児に比べて女児の方の α 角度が広い, つまり土踏まず形成が早いといえる.

6. 身長層と左右の足の土踏まず形成の趾について

土踏まず形成の趾は, 身長層がB以降, 第2趾以降が第1趾より多かった. 土踏まず形成の趾が第2趾以降とすると, 身長層がK以降で土踏まずの形成がされているといえる. 土踏まず形成の趾は男児と女児ともに右足の方が多い. 男児よりも女児の方が土踏まずの形成は早いといえる. 土踏まずの形成の趾についての報告はみあたらない.

7. 土踏まず形成の趾と α 角度との関係について

身長層がAからCまではバラつきがみられるが, 身長層DからKまでは α 角度は広がっている. 根本¹⁾の報告では, 土踏まず角の平均は男児が2才から4才で27度から33度以上, 女児は31度以上35度未満となっており, 男児より女児の方が土踏まず角が広い. 本データは身長層で分けているので比較できないが, 女児より男児の方の α 角度が広がっている. これは女児の方が男児より土踏まず形成が早いといえる. A. N. Onodera, ら⁴⁾は, ALFA ANGLEでは3歳で26%以上, 4歳

で26%, 5歳で32%, 6歳で32%以上, 7歳と8歳で38%未満, 9歳と10歳で44%と報告しており, 土踏まず形成のALFA ANGLEは40~45度と提案している. 本データは身長層での提示であるが, 男児では身長層がJ以降, 女児はK以降といえる. 日本人の幼児の方が早く土踏まずの形成ができると推測される. 第2趾以降で土踏まず形成ができているとすると α 角は28度ということになる.

結 語

幼稚園と保育園の園児5,031名のデータを分析した. その結果下記のことが明らかになった.

1. 幼児の母趾角度と小趾角度はともに低身長層ではばらつきがみられ, 高身長層ではばらつきが減じ, 有意差は認めなかった.
2. 幼児の足角度は身長層で変化はみられなかった.

3. 幼児の土踏まず形成の趾は, 第2趾以降で身長層(80.0~84.9cm)から形成されていた.

4. 幼児の α 角度は, 身長層が低いほどバラツキがみられるが, 身長層(80.0~84.9cm)から次第に広がっていた.

5. 幼児の土踏まず形成が第2趾以降とすると α 角度は28度といえる.

文 献

- 1) 根本芳明. 幼児の接地足跡発育変化に関する研究. 体育学研究 1996; 11 (2): 110-5.
- 2) 新谷幸憲, 溝畑 潤, 白井永男他. 4歳児の運動発達重心動揺および足底面の関連性—5年間の推移から—. 子どもと発育発達 2004; 1 (5): 353-6.
- 3) 原田碩三. 幼児の1980年と2000年の足について. 靴の医学 2001; 15: 14-8.
- 4) Onodera AN, Sacco IC, Morioka EH, et al. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? Foot 2008; 18: 142-9.

幼児の足型計測方法の違いによる計測値の検討

The comparison of three-method measurement values of the foot in preschool child

¹⁾子どもの足と靴を考える会

²⁾神戸大学大学院人間発達環境学研究科

³⁾湊川短期大学

¹⁾Study Association Child Foot and Shoe

²⁾Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

³⁾ Minatogawa College

上田 恵子^{1)~3)}, 渡辺 祐子¹⁾, 柴田 祥江¹⁾, 國土 将平²⁾, 大野 貞枝¹⁾

Keiko Ueda^{1)~3)}, Yuko Watanabe¹⁾, Yoshie Shibata¹⁾, Shohei Kokudo²⁾, Sadae Ono¹⁾

Key words : 足長 (foot length), 足幅 (foot width), 幼児 (preschool children), 足 (部) 計測方法 (foot measurement methods), 2次元足型計測器 (2D foot scanner)

要 旨

本研究では、幼児の足型計測を短時間で簡易かつ正確に実施するため、直接計測、間接計測、2次元計測の各計測方法の違いによる計測値について検討することを目的とした。4~5歳の幼児のべ168名（男児75名、女児93名）を対象に、直接計測、間接計測、2次元計測による計測値について検討した結果、足長については差が見られなかったが、足幅については間接計測と2次元計測の相関は良好な値を示した。3つの計測方法の内、計測の簡便性、計測値の正確性および再現性、情報量の多さを鑑みた場合、2次元計測が幼児の足型計測に適していることが示唆された。

a) 緒 言

荻原らによれば、人体は物理的には「粘弾性体 (viscoelasty)」であるといわれており、その計測は基本的に極めて困難な問題である¹⁾。

足型計測の分類には、大別すると、直接計測、間接計測、機械計測による計測方法がある。(図1)直接計測による計測方法では物差しで計測するため、その場ですぐに計測値を確認できるという長所がある。しかし、接触型のため、形状が柔らかいものを計測する場合には、計測者の力の入れ具合で数値が変化する可能性がある。また、足と靴と健康協議会製のフットゲージは木製であり、計測点には面で触れることに加え、計測者が計測値を読む際の固定が難しく、計測誤差が+に出る傾向がある。間接計測による計測方法では、スクライバーで足の外郭投影図を描き、その投影図をもとに計測を行うため、再現性が高く、外形寸法から多くの情報を得られるという長所がある。しかし、外郭線を描く際に計測者が足側面の接触圧

(2015/12/10 受付)

連絡先: 上田 恵子 〒669-1342 兵庫県三田市四ツ辻
1430 湊川短期大学 幼児教育保育学科
TEL/FAX 079-568-1858
E-mail kueda@live.minatogawa.ac.jp

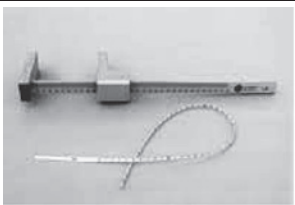
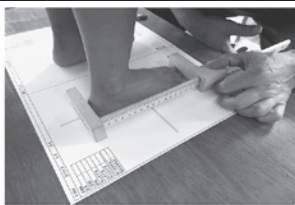
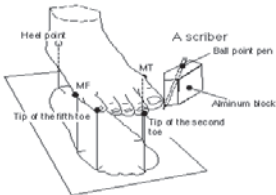
計測方法	特性	使用器具(機器)	計測の様子
直接計測	接触型	フットゲージ 	
間接計測	接触型	スクライバー 	
2次元計測	非接触型	FootLook 	

図 1. 足型計測方法 (直接計測・間接計測・2次元計測)



図 2. FootLook の足裏画像

力を一定にすることが難しく、柔らかい人体の計測には経験が必要である。特に、乳幼児の足は未熟な骨格を保護するために厚い脂肪で覆われており、柔らかい。加えて、幼児は計測時に周囲や計測が気になって、下を向いたり、周りを見たりと直立姿勢での静止が難しく、成人と比較して外郭線を描きにくい。また、小さい子どもは尖った計

測器の先端を怖がるなどの理由から、計測器の先端にはとくに注意するなど、安全に配慮する必要がある²⁾。

近年、スキャン技術の開発により、2次元および3次元の足型計測器が開発されている。2次元計測による計測方法では、足裏面をスキャンした画像をもとにパソコン上で足裏の解析および外形寸法を計測する。(図2)非接触型のため、柔らかい対象物の計測に適しており、短時間で簡易に計測できるという長所がある。しかし、画像を解析する際に、足長および足幅に目視のみで計測点をつける必要があり、成人の足は骨格が完成しているために計測点を特定しやすいが、幼児の足は骨格が完成しておらず、特に低年齢の幼児の場合には足幅の計測点の特定が難しい。

これまでの足型計測の信頼性に関する先行研究を概観すると、成人を対象にした研究では、ひとりの検者が同一被検者を複数回計測する検者内信頼性を調べた報告、経験の豊富な複数の検者が計

表 1. 調査時期と対象者の性別

(人)				
調査時期	クラス	男児	女児	合計
2013 年 6 月	4～5 歳	18	19	37
2013 年 9 月	4～5 歳	19	24	43
2013 年 11 月	4～5 歳	17	24	41
2014 年 6 月	4～5 歳	21	26	47
合計		75	93	168

表 2. 計測方法別計測結果

(mm)		
	足長	足幅
直接計測	171.7 ± 10.6	72.1 ± 4.5
間接計測	171.1 ± 10.5	70.8 ± 4.3
2 次元計測	171.5 ± 10.7	70.5 ± 4.2

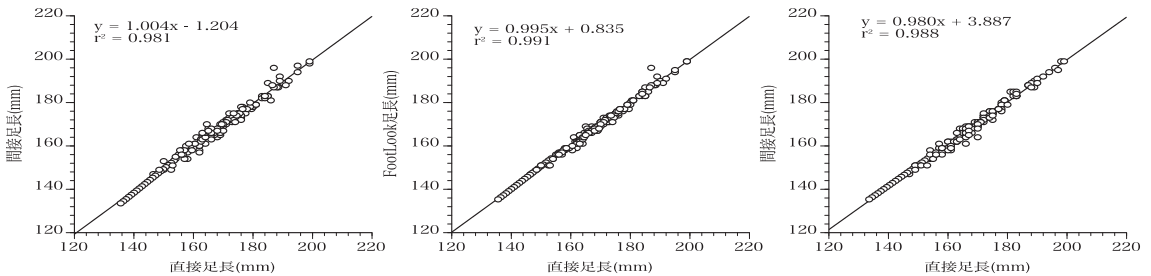


図 3. 足長の計測方法別計測値の散布図

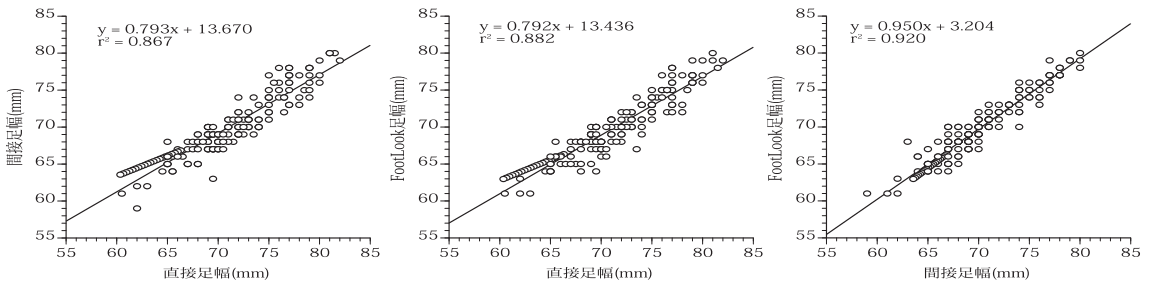


図 4. 足幅の計測方法別計測値の散布図

測する検者間信頼性を調べた報告があり、検者の経験値の多さに関わらず、高い検者間信頼性が得られることが報告されている^{3)~5)}。

しかし、荻原らが幼児の足型計測方法の違いによる計測値を検討した研究では、足長の直接計測と間接計測の数値を比較すると直接計測の数値が大きく、最大 6mm 近くの差がみられたと報告している¹⁾。

以上のことから、幼児の足の計測には、従来の手計測（直接計測、間接計測）による計測方法よりも、機械計測による計測方法が適しているの

はないかと考えた。

従って、本研究では、幼児の足型計測を短時間で簡易かつ正確に実施するため、直接計測、間接計測、2 次元計測の各計測方法の違いによる計測値について検討することを目的とする。

b) 対象と方法

調査対象は、兵庫県神戸市の私立 S 保育園に通園する 4～5 歳の健常園児で、直接計測・間接計測・2 次元計測の全ての計測方法で計測できた、のべ 168 名（男児 75 名、女児 93 名）とした。（表

1) 調査時期は、2013年6月、9月、11月、2014年6月で午前中に計測を行なった。

計測方法は、JIS S 5037[®])により、足長は踵後点から最も長い足指の先端までの距離、足幅は第1中足骨点と第5中足骨点の計測点間の距離を求めた。直接計測値はフットゲージを用いて計測点間の距離を計測した計測値から求めた。間接計測値はスクライバーで描いた外郭投影図上に計測点より垂直におとした計測点間の距離から求めた。2次元計測値は足裏バランス測定器「FootLook」(株式会社フットルック社製)による足裏面画像から輪郭図の計測点間の距離を求めた。また、計測値については全て右足の数値を用いた。計測は、足の計測経験10年以上の計測者2名が、間接計測、直接計測をそれぞれ単独で行い、FootLookについては、計測経験3年の計測者1名が行った。

分析方法は、足長と足幅の直接計測、間接計測、2次元計測(FootLook)による各計測値の平均値と標準偏差を算出した。また、直接計測値と間接計測値、直接計測値とFootLook計測値、間接計測値とFootLook計測値の関連を散布図によって示し、回帰分析を用いて計測方法別に計測値の比較を行った。統計解析はSPSS package 23 for Macを用いた。

c) 結 果

表2に計測方法別の足長と足幅の平均値と標準偏差を示す。足長の計測方法別の平均値と標準偏差は、直接計測値が $171.7 \pm 10.6\text{mm}$ 、間接計測値が $171.1 \pm 10.5\text{mm}$ 、FootLook計測値が $171.5 \pm 10.7\text{mm}$ であった。足幅の計測方法別の平均値と標準偏差は、直接計測値が $72.1 \pm 4.5\text{mm}$ 、間接計測値が $70.8 \pm 4.3\text{mm}$ 、FootLook計測値が $70.5 \pm 4.2\text{mm}$ であった。

次に、足長の各計測方法間の散布図からそれぞれの回帰直線を求めた結果では、各計測方法間の相関係数は、直接計測と間接計測は0.981、直接計測とFootLookは0.991、間接計測とFootLookは0.988であった。(図3)足幅の各計測方法間の散

布図からそれぞれの回帰直線を求めた結果では、各計測方法間の相関係数は、直接計測と間接計測は0.867、直接計測とFootLookは0.882、間接計測とFootLookは0.920であった。(図4)

d) 考 察

足長の計測方法別の平均値と標準偏差については、直接計測値が $171.7 \pm 10.6\text{mm}$ 、間接計測値が $171.1 \pm 10.5\text{mm}$ 、FootLook計測値が $171.5 \pm 10.7\text{mm}$ であり、いずれの計測方法でも計測単位以下の数値に収まっていた。足長の各計測方法間の相関係数については、直接計測と間接計測は0.981、直接計測とFootLookは0.991、間接計測とFootLookは0.988といずれも高い値であった。また、グラフ上の外れ値をみたところ、直接計測にいくつかの計測ミスが見られた。このようなミスは、間接計測および2次元計測では外郭投影図や画像が残るため、後で確認することが可能なので再現性が高いが、直接計測はその場でしか計測できないために再現性が低いといえる。

足幅の計測方法別の平均値と標準偏差については、直接計測値が $72.1 \pm 4.5\text{mm}$ 、間接計測値が $70.8 \pm 4.3\text{mm}$ 、FootLook計測値が $70.5 \pm 4.2\text{mm}$ であり、直接計測の平均値は他の計測方法の平均値と比べて1mm以上あった。直接計測では、フットゲージを使用して計測するため、点ではなく面での計測となり、他の計測方法よりも数値が大きく出る傾向が示唆された。

足幅の各計測方法間の相関係数については、直接計測と間接計測は0.867、直接計測とFootLookは0.882、間接計測とFootLookは0.920となっており、足長よりも計測方法間の相関が低い結果であった。同じ幼児の足を計測していることから、0.9以上の相関係数が望ましいが、このようなデータの乖離がなぜ起こるのかを検討する必要があると考える。また、足長と同様、グラフ上で直接計測に計測ミスが確認できる。

この結果は、足長の直接計測と間接計測の平均値の違いを比較した場合、直接計測値の方が間接

計測値よりも大きかったという荻原らの報告と同様の結果が得られた。しかし、直接計測値から間接計測値を引いた平均値は足長が0.6mm、足幅が1.3mmであり、足長においては、直接計測値と間接計測値の平均値の差が1.66mmであったという荻原らの報告とは異なる結果であった¹⁾。

幼児の足型調査においては、その時期が土踏まず形成期にあたるため、足長、足幅等の計測数値以外に、土踏まず形成の有無および形成状況を把握する必要があると考える。その点においては、足裏の画像情報が得られる2次元計測は他の計測方法と比較した場合に有用であるといえる。

また、本研究では、数人の計測者で計測を実施したにも関わらず、各計測値の差は計測単位以下に収まっていた。幼児の足型計測では幼児を静止させることが難しく、迅速に正確な計測を行うことが必要だが、計測者が異なる場合でも各計測方法で正確な計測が実施できることが示唆された。

以上のことから、直接計測、間接計測、2次元計測による計測方法の各計測値を比較した結果、計測の簡易性、計測値の正確性および再現性、また、土踏まず形成期の足裏情報が得られるという情報量の多さを鑑みた場合、幼児の足型計測には2次元計測による計測方法が適していることが示唆された。

e) 結 語

4～5歳の幼児を対象に、直接計測、間接計測、2次元計測による計測方法の各計測値について検

討した結果、足長については差が見られなかったが、足幅については間接計測と2次元計測が良好な値を示した。計測の簡易性、計測値の正確性および再現性、情報量の多さを鑑みた場合、幼児の足型計測には2次元計測による計測方法が適していることが示唆された。

謝辞：調査に協力していただいた保育士の方々、園児の皆様、子どもの足と靴の研究会の皆様深く御礼を申し上げます。

文 献

- 1) 荻原一輝, 城戸正博, 南 哲他. 幼稚園児の足の計測結果. 靴の医学 1992 ; 5 : 130-3.
- 2) 持丸正明, 山中龍宏, 西田佳史他. 子ども計測ハンドブック. 初版. 東京: 朝倉書店 ; 2013. 21.
- 3) 仲澤一也, 吉田伸太郎, 鍋田拓也他. 足サイズ計測法の検者内および検者間信頼性. 靴の医学 2014 ; 28 (2) : 10-3.
- 4) Mall NA., Hardaker W.M, Nunley JA., Queen RM.. The reliability and reproducibility of foot type measurements using a mirrored foot photo box and digital photography compared to caliper measurements. Journal of Biomechanics 2007 ; 40 : 1171-6.
- 5) Reel S, Rouse S, Vernon W, Doherty P. Reliability of a two-dimensional footprint measurement approach. Science and Justice 2010 ; 50 : 113-8.
- 6) Waseda A, Suda Y, Inokuchi S, et al. Standard growth of the foot arch in childhood and adolescence—Derived from the measurement results of 10,155 children. Foot and Ankle Surgery 2014 ; 20 : 208-14.
- 7) Barton CJ, Bonanno D, Menz HB. Development and evaluation of a tool for the assessment of footwear characteristics. Journal of Foot and Ankle Research 2009 ; 2 (10) : 1-12.
- 8) 日本工業標準調査会. 靴のサイズ JIS S 5037 : 1998. 第2版. 日本規格協会 ; 1998. 1-13.

外反母趾術後のプラスチック粘土で作製したトウスペーサーの検討

Evaluation of Postoperative Toe Spacer Made by Plastic Clay for Hallux Valgus Surgery

¹医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 看護部, ²整形外科

¹Department of Nursing, ²Department of Orthopaedic Surgery, Hitsujigaoka Hospital

佐藤 千尋¹, 松本 佳奈¹, 杉澤 千秋¹, 米谷ももか¹, 倉 秀治²
Chihiro Sato¹, Kana Matsumoto¹, Chiaki Sugisawa¹,
Momoka Kometani¹, Hideji Kura²

Key words : 外反母趾 (hallux valgus), おゆまる (Oyumaru), トウスペーサー (toe spacer)

要 旨

作製が簡便なプラスチック粘土の“おゆまる[®]”で外反母趾術後に使用するトウスペーサーを作製し、その有用性を従来使用していた趾間ガーゼと比較して検討した。ガーゼ使用患者には約半数に不安や違和感等の問題が生じていた。“おゆまる”を使用することで不安の訴えはなくなり、コスト面では、“おゆまる”はガーゼよりも安価であった。さらに、“おゆまる”使用患者は2ヵ月後も目標の外反母趾角15°以内を確保可能であった。“おゆまる”の使用によりガーゼによる問題点が改善した。

“おゆまる”によるトウスペーサーは外反母趾術後の矯正位を保持する方法として有用と考える。

緒 言

外反母趾は、足に合わない靴が原因で起こる事が多いため女性に多く、母趾の外反変形・母趾内

側の痛み・第2中足骨々頭の有痛性胼胝が三大症状である¹⁾。

当院では外反母趾手術時の入院期間が10日前後であり、術後2ヵ月間、トウスペーサーとして第1趾・2趾間にガーゼを折りたたんで使用している。現在のガーゼを使用した方法で、退院後も矯正位を保っているのか、フィット感はどうか、作製の手間やコストの負担があるのではないかとという疑問があった。

本研究の目的は、型取りが簡便で安価なプラスチック粘土のおゆまる[®]でトウスペーサー（以下“おゆまる”）を作製し、退院後も患者が継続して、適切な矯正位を保持できるか否かを調査し、その有用性を検討する事である。

“おゆまる”の素材は熱可塑性樹脂で、大きさは58mm×15mm×8mmである。当院で当スペーサーとして作製する場合は、1本半を目安としている。作製方法は、80℃以上のお湯に1～2分ひたし、軟らかくなってから、矯正位を保持できるよう趾間に挟め、形を調整する。型取り後は水に1～2分ひたすと固まる。作製後は主治医が適切な矯正位が保持できているか確認をし、修正が必要な場合は、再度80℃以上のお湯にひたして作製する。“おゆまる”を趾間に挟み、前足部免荷装具を

(2015/12/04 受付)

連絡先：佐藤 千尋 〒004-0021 北海道札幌市厚別区
青葉町3丁目1-10 医療法人社団 悠仁会 羊
ヶ丘病院 看護部
TEL 011-351-2211 FAX 011-351-2210
E-mail hsst2@nitsujigaoka.com



図1. ガーゼ症例と“おゆまる”症例
a ガーゼ症例 b “おゆまる”症例

装着し歩行をしても形がくずれることはない。

対象と方法

調査期間は平成26年10月～平成27年2月で対象は、入院中の外反母趾術後“おゆまる”使用患者で男性1名1足，女性14名18足であった。平均年齢65歳（17歳～86歳）であった。また，対照群は趾間ガーゼ使用患者，男性3名3足，女性7名7足とした。平均年齢は65歳（51歳～86歳）であった。

趾間ガーゼと“おゆまる”を使用した症例の写真を図1a, bに示す。

調査項目は①ガーゼ及び“おゆまる”の使用状況（使用感・交換頻度），②コスト面，③術直後・1ヵ月後・2ヵ月後の外反母趾角をレントゲン写真で比較した。

データ分析は術後の外反母趾角15°以内を目標とし，矯正位0～5°以内を「優」，6～10°以内を「良」，11～15°以内を「可」，16°以上を「不可」と評価した。また，統計学的解析には，ガーゼ群とおゆまる群の術後の矯正位を対応のないt検定で比較した。

なお，倫理的配慮に関しては本研究の目的・方法について文書を用いて説明した。また，研究に関しては参加拒否の権利，途中辞退の権利，プライバシーを保護すること，研究結果を公表することを説明し同意を得た。

結 果

<ガーゼ使用患者の調査結果>

「ガーゼの使用感はどうか」という質問に対し，「問題ない」と回答したのが5名（50%），「きちんと当てられているか不安」2名（20%）「趾間の付け根にあたって痛い」1名（10%），「もう少し広げた方がいいと思っていた」1名（10%），「ガーゼでは徐々に母趾が外反してくる」1名，（10%）であった。

「ガーゼの交換頻度はどのくらいか」という質問に対し，「毎日交換している」と回答したのは6名（60%），「3日置きに交換している」3名（30%），「6週間1度も交換していない」1名（10%）であった。

コスト面では，薬局でガーゼを購入すると，1枚平均32円で2ヵ月毎日交換すると約1920円で

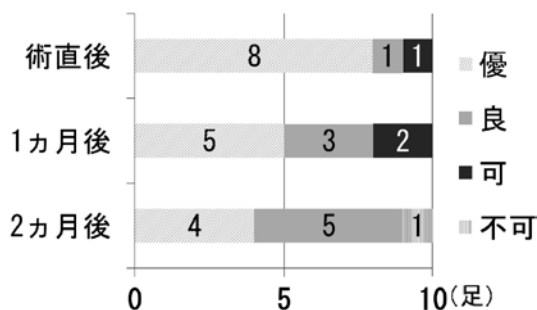


図2. ガーゼ使用患者の矯正位の評価

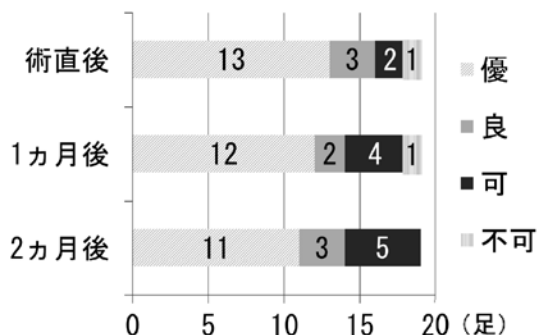


図3. “おゆまる”使用患者の矯正位の評価

あった。ガーゼ使用患者の術直後・1ヵ月・2ヵ月後の矯正位の評価を図2に示す。

＜“おゆまる”使用患者の調査＞

「“おゆまる”の使用感はどうか」という質問に対し、「毎日作らなくても良いから楽」と回答したのは13名(87%)、「つけている感覚がない程フィットする」と回答したのは11名(73%)、「市販の物はフィットしなかったから良い」と回答したのは2名(13%)であった。

“おゆまる”は、作成時から洗浄・形態変更が可能であるため交換不要である。

コスト面では、“おゆまる”は1個50円で作製が可能であった。“おゆまる”使用患者の術直後・1ヵ月・2ヵ月後の矯正位の評価を図3に示す。

ガーゼ群と“おゆまる”群の術後の矯正位が統計的に有意かを確かめるために、有意水準5%で対応のないt検定を行ったところ、 $t=0.371$ $P \geq 0.05$ であり有意差はみられなかった。しかし、平均値を比べると、ガーゼ群は3.24 “おゆまる”群は1.14であり、“おゆまる”群の方が矯正損失が小さい傾向にあった。

考 察

当院の外反母趾術後は10日前後で退院となるため、患者は自宅で矯正位を保つケアをしなければならない。在宅ケアを可能にする条件として、松村は「治療・処置の継続が必要な場合は、退院後も確実に実施されるような方策があること」と

述べている²⁾。“おゆまる”の使用に関して「使用感がない程フィットする」、「毎日作らなくても良いから楽」という意見があった。趾間の大きさや形状には個体差があるが、“おゆまる”を使用することで違和感を解消し個々にフィットしたトウスペーサーを作製できた事が、結果に反映したと考える。

外反母趾術後の矯正位の保持は、初期成績に対して重要であり、MannはBulky dressing³⁾を推奨している。当院ではより簡便なシーネ固定と趾間ガーゼ法をおこなっているが、今回の研究から、約半数の患者に何らかの問題が生じていることが判明した。

術後のトウスペーサーの工夫として、Nikifosら⁴⁾は3M社製の板状のスポンジから、患者の趾間に合わせて切り取り6～8週間使用する方法を調査している。利点として容易に作製できること、低コストであること、矯正位の保持が可能であることを述べている。しかし、患者の使用感・コスト面・矯正位等の詳細についての記載はされていない。

当院では、ガーゼやスポンジよりも容易に形態の変更が可能である“おゆまる”の特性を生かし、術後1～2日目にトウスペーサーを作製し、入院中は患部の腫脹の軽減に伴いその都度形状を修正した。また、退院後は外来受診時やリハビリ通院時に適宜形状を修正することで、個々の趾間に合わせて使用することができ、フィット感の向上につ

ながつたと考える。

ガーゼを使用していた患者の約半数が毎日ガーゼを交換できていなかったが、入院中から毎日“おゆまる”を洗浄するように指導したことで、清潔感の向上にもつながったと考える。また、コスト面では薬局でガーゼを購入するよりも、“おゆまる”を作成した方が安価であり、退院後の患者の経済的負担の軽減につながった。

“おゆまる”使用患者の術直後・1ヵ月後・2ヵ月後のレントゲン写真の外反母趾角を比較した結果、対象者全員が目標範囲内の矯正位を確保できた。対応のないt検定の結果、ガーゼ群と“おゆまる”群に有意差はなかったが、コスト面や清潔感等の観点から、“おゆまる”は簡便に適切な矯正位を保持する方法として有用である。

当院では外反母趾手術と、2趾の外反脱臼やLesser toeの矯正手術も併用して行っている。その場合も、“おゆまる”を使用しており、本研究においても併用した例が含まれている。従って、外反母趾術後の矯正保持の観点からは“おゆまる”

は2趾の外反脱臼やLesser toe変形に対しても有用と考える。

結 語

1. “おゆまる”によりフィット感が向上した。
2. “おゆまる”は、ガーゼよりも安価である。
3. 術後2ヵ月間は矯正位の保持が可能であった。
4. “おゆまる”は、外反母趾術後のトウスペーサーとして有用である。

文 献

- 1) 井口 傑. 足のクリニック II. 東京：南江堂；2008. 148-9.
- 2) 村松静子. 生活の場と在宅看護. 在宅看護論. 東京：メヂカルフレンド社；2012. 25.
- 3) Mann RA. Hallux Valgus. In : Mann's SURGERY OF FOOT AND ANKLE. 9th ed. Coughlin MJ., et al, editors. America : ELSEVIER SAUNDERS ; 2007. 155-311.
- 4) Saragas NP. Clinical Tip : Postoperative Dressinnng for Hallux Valgus Surgery. Foot & Ankle intemational 2005 ; 26 : 899-900.

足関節に対する徒手抵抗エクササイズが動的姿勢制御及び 主観的足関節安定性に及ぼす影響

Effects of Manual Resistance Exercise of Ankle Joint on Dynamic Postural Control and Subjective Ankle Stability in Healthy Individuals

九州共立大学 スポーツ学部

Department of Sports Science, Kyushu Kyoritsu University

篠原 純司

Junji Shinohara

Key words : エクササイズ (exercise), 足関節 (ankle joint), 安定性 (stability)

要 旨

足関節に対する徒手抵抗エクササイズは、アスレチックトレーナーなどによりテーピングを巻く前に選手の足関節周辺筋群の筋力強化および神経筋コントロールの向上を目的に実施されることがある。徒手抵抗エクササイズ実施後の選手からのフィードバックとしてバランス感覚や足関節の安定感の向上が挙げられることが多いが、その効果を検証した研究報告は限られている。したがって、本研究では足関節に対する徒手抵抗エクササイズが動的姿勢制御と主観的足関節安定性に及ぼす影響について検証した。検証の結果、足関節に対する徒手抵抗エクササイズは、動的姿勢制御には影響を及ぼさないが、主観的足関節安定性を向上させることが示唆された。

緒 言

足関節捻挫はスポーツで最も発生頻度の高い傷害の一つである¹⁾。足関節捻挫は、跳躍着地を繰り返すスポーツで多く発生する傾向があり、バスケットボールでは79%²⁾、バレーボールでは87%³⁾の選手が足関節捻挫を経験していると報告されている。また、足関節捻挫の再受傷率は70%以上に上るとの研究報告がなされている他¹⁾、初回捻挫を経験後、足関節が慢性的に不安定になる慢性足関節不安定症 (Chronic Ankle Instability : CAI) の発症率は40-75%に上るとされている⁴⁾。

Hertel⁵⁾は、CAIを構成する要因について構造的不安定性と機能的不安定性を挙げている。構造的不安定性とは、足関節構成体の損傷による病的弛緩性、関節可動域制限、関節の変性、滑液の変化などから構造的な不安定性が残存している状態であり、機能的不安定性とは、固有感覚の障害、神経筋コントロールの障害、筋力低下、姿勢制御の障害などから足関節の不安定感が残存している状態である⁵⁾。

(2016/10/31 受付)

連絡先 : 篠原 純司 〒807-8585 福岡県北九州市八幡
西区自由ヶ丘 1-8 九州共立大学 スポーツ学
部
TEL 093-693-3240 FAX 093-693-3432
E-mail jshinoha@kyukyo-u.ac.jp

CAIを有する足関節に対して構造的不安定性を補う外的介入として、足関節テーピングが挙げられる。足関節テーピングはスポーツにおいて一般的に使用されており、足関節捻挫の予防や再発リスクの低下に有効であることが多くの研究で証明されている⁶⁾。一方、機能的不安定性を改善する可能性のある外的介入の一つとして、足関節に対する徒手抵抗エクササイズが挙げられる。この徒手抵抗エクササイズは、アスレティックトレーナーなどの専門家によりテーピングを巻く前に選手の足関節周辺筋群の筋力強化および神経筋コントロールの向上を目的に実施されることがある。徒手抵抗エクササイズ実施後の選手からのフィードバックとしては、足関節の安定感やバランス感覚向上が挙げられることが多く、徒手抵抗エクササイズは、足関節の機能的不安定性の改善に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

しかしながら、このようなエクササイズが足関節の安定感やバランスの向上にどの程度影響しているのかについての研究報告は限られている。したがって、本研究の目的は、足関節に対する徒手抵抗エクササイズが動的姿勢制御及び主観的足関節安定性に及ぼす影響について検証することとした。

対象と方法

1. 被験者

被験者は、定期的運動習慣を持ち下肢に整形外科的疾患のない大学生男女27名（男子24名、女子3名、身長 170.6 ± 6.6 cm、体重 65.1 ± 6.3 kg、年齢 20.1 ± 1.1 歳）とし、すべての被験者は、足・膝・股関節においての怪我の経験がない、下肢の骨折や脱臼の経験がない、神経筋系の疾患がない、三半規管の疾患がない、脳震盪を6ヶ月以内に起こしていない、その他、姿勢制御に影響を及ぼす疾患を有していない者とした。定期的運動習慣とは、最低30分の継続的な運動を週に3回以上行っていることとした。なお、本研究は九州共立大学ヒトを対象とする研究に関する倫理審査委員会の

承認を得て実施した。

2. 測定方法

「徒手抵抗エクササイズ有り (Manual Resistance : MR)」と「徒手抵抗エクササイズ無し (Control : CON)」の2条件に分け測定を実施した。CONとMRの順番はランダム化し、1回目の測定をいずれかの条件下で実施後、1週間の間隔を空けもう一方の条件下にて2回目の測定を実施した。MRは、測定脚（ボールを蹴る際の軸足）の足関節に対して行い、パターン①a（底屈、内転、回外位から背屈、外転、回内位）(図1)、パターン①b（背屈、外転、回内位から底屈、内転、回外位）(図2)、パターン②a（背屈、内転、回外位から底屈、外転、回内位）(図3)、パターン②b（底屈、外転、回内位から背屈、内転、回外位）(図4)の4方向に対して実施した。被験者はそれぞれのパターンにおいて最大筋力を発揮するように指示された。

MRは、各パターンにおいて10回1セットずつとし、最初にパターン①a、パターン①bを実施後、30秒の休憩を挟み、パターン②aとパターン②bを行った。なお、被験者は各パターンの動きの説明を受けた後、実際の動作に慣れるまで練習を行った上でMRを実施した。

MR終了後、直ちにStar Excursion Balance Test (SEBT)⁷⁾による動的姿勢制御の測定を実施した。(図5) SEBTでは、3本のテープメジャーをそれぞれの角度が 120° となるよう床に固定し、被験者は、0cmの位置に測定脚の足の中央が来るように両脚立位姿勢をとり、両手を腰に当てた状態から測定を開始した。次に被験者は、測定脚にて片脚立位姿勢にて、バランスを保ちながらも片方の足をテープメジャーに沿って最大限遠くにリーチし、つま先でテープメジャー上を軽くタッチした。タッチをしたらバランスを崩さないように元の両脚立位姿勢に戻った⁷⁾。被験者が動作中にバランスを崩したり、手が腰から離れたり、立位脚の踵が浮いたり、立位脚の足がずれたり、リーチ脚のつま先が最大リーチする前に床に触れた場



図1. 徒手抵抗エクササイズ パターン① a: 足関節の底屈, 内転, 回外位から背屈, 外転, 回内位への動きに対して徒手抵抗を実施した.



図2. 徒手抵抗エクササイズ パターン① b: 足関節の背屈, 外転, 回内位から底屈, 内転, 回外位への動きに対して徒手抵抗を実施した.

合は測定をやり直した⁷⁾.

被験者は, 前方, 後内側, 後外側の3方向に張られたテープメジャー上での最大リーチをそれぞれ3回ずつ行い, 測定者はその距離を記録し平均化した⁷⁾. 平均化された測定値は, 被験者の脚長で除し標準化し, その値をPercent Maximum Reaching Distance (% MAXD) とし, 動的姿勢

制御の指標とした⁷⁾. 脚長は被験者の上前腸骨棘から足首の内果までの距離とした. 被験者は測定前に各方向6回ずつの練習をし, 測定動作に十分に慣れてから測定を行なった.

主観的足関節安定性の評価は, SEBT 前方, 後内側, 後外側への最大リーチ動作時の足関節の安定性を, 被験者自身が5段階 (1. 不安定である,



図3. 徒手抵抗エクササイズ パターン②a: 足関節の背屈, 内転, 回外位から底屈, 外転, 回内位への動きに対して徒手抵抗を実施した.



図4. 徒手抵抗エクササイズ パターン②b: 足関節の底屈, 外転, 回内位から背屈, 内転, 回外位への動きに対して徒手抵抗を実施した.

2. やや不安定である, 3. どちらとも言えない, 4. 安定している, 5. とても安定している) で評価することにより測定した.

3. 統計処理

動的姿勢制御の指標である % MAXD と主観的

足関節安定性について MR と CON の値を平均及び標準偏差で表し, 対応のある t 検定を行なった. 有意水準は 5% 未満とした.

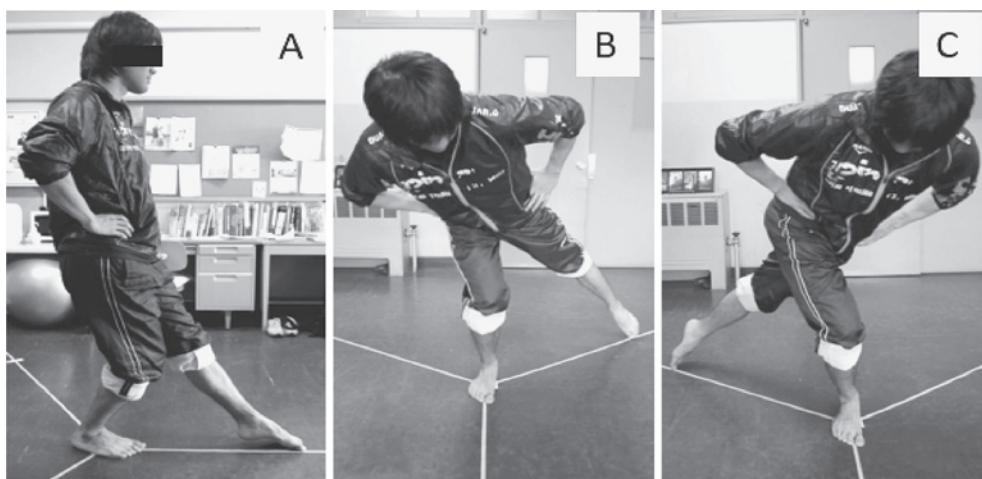


図5. SEBT (A: 前方, B: 後内側, C: 後外側)

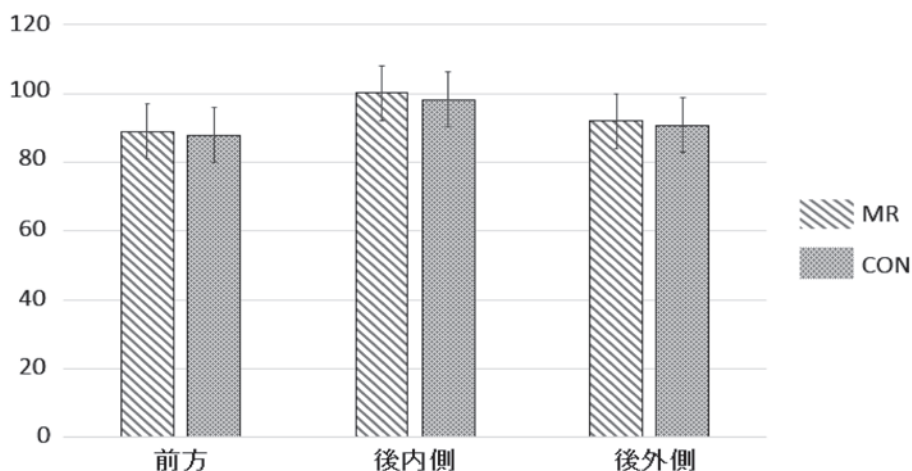


図6. 動的姿勢制御測定 (%MAXD)

結 果

動的姿勢制御において、MR（前方：88.9±9.0%MAXD，後内側：100.0±5.6%MAXD，後外側：91.9±7.4%MAXD）とCON（前方：87.9±8.1%MAXD，後内側：98.2±6.2%MAXD，後外側：90.7±9.1%MAXD）の間に有意差は認められなかった。（図6）主観的足関節安定性においては、前方，後内側，後外側のすべての方向で、MR（前方：3.4±1.0，後内側：4.0±0.7，後外側：3.9±

0.8）がCON（前方：2.8±0.9，後内側：3.3±0.8，後外側：3.2±0.7）と比較し有意な向上を示した。（図7）

考 察

本研究は、足関節に対する徒手抵抗エクササイズが動的姿勢制御及び主観的足関節安定性に及ぼす影響について検証することを目的とした。検証の結果、足関節に対する徒手抵抗エクササイズは、動的姿勢制御には影響を及ぼさないが、主観的足

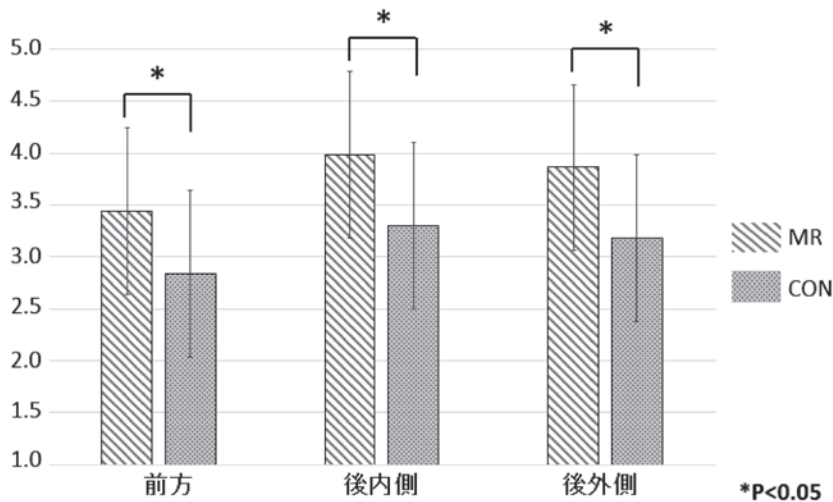


図7. 主観的足関節安定性測定

関節安定性を向上させることが示唆された。

足関節に対する徒手抵抗エクササイズは、選手の足関節周辺筋群の筋力強化および神経筋コントロールの向上を目的に実施される。徒手抵抗エクササイズがテーピングを巻く前のルーティンワークとして継続的に実施される場合は、その効果として足関節周辺筋群の筋肥大による筋力の向上と運動単位の動員やインパルスの発射頻度の増加による神経筋コントロールの向上などの効果が期待される。本研究では、徒手抵抗エクササイズ直後の効果検証であったため、筋肥大による筋力の向上は考えられない。しかしながら、徒手抵抗エクササイズによる筋力の発揮は神経筋コントロールの向上を促し、結果として足関節の主観的安定性の向上に繋がったのではないかと考える。

本研究では、スポーツ現場で徒手抵抗エクササイズ実施後に選手からのフィードバックとして聞かれる足関節の安定感を再現できた。しかしながら、本研究は、下肢に機能障害を有していない被験者を対象としたため、徒手抵抗エクササイズの効果が発揮されにくかったかもしれない。

SEBTによる動的姿勢制御の測定は、CAIを対象とした研究に広く用いられており、CAIを有する者は動的姿勢制御が低下することが知られてい

る⁷⁾。また、近年の報告では、SEBTは、下肢傷害の発症リスクの予測にも活用できる可能性があることが報告されており⁷⁾、動的姿勢制御の測定においてSEBTの有用性は高いといえる。今後の研究では、CAIを有する被験者に対して徒手抵抗エクササイズがSEBTの結果にどのような影響を及ぼすかについて検証したい。また、CAIの特徴的な症状として、“giving way”と呼ばれる足関節の不安定感が挙げられる⁸⁾。この不安定感は選手にとって捻挫を再発するかもしれない「怖さ」に繋がり、競技力にも悪影響を及ぼす可能性があることから、CAIを有する者を被験者とした研究においては、動的姿勢制御などの客観的指標に加え主観的足関節安定性などの主観的指標を測定する意義は高いと考える。

CAIを有する被験者における足関節周辺筋群の筋力変化についてWillems⁹⁾らは、足関節外反筋群の筋力低下と最大内反位近くでの関節位置覚の低下を指摘し、Ryan¹⁰⁾は、足関節内反筋群の筋力低下を指摘している。また、CAIを有する者の神経筋コントロール障害は、腓骨筋や前脛骨筋の筋反応時間の遅延や、中脛筋や大脛筋などの筋反応時間の遅延が報告されている⁵⁾。足関節捻挫の予防に関しては、テーピング等による足関節の構造的な

安定性の改善を図ると共に、リハビリテーションによる筋力や神経筋コントロール等の改善, また, バランストレーニングや競技種目を意識した複合的なトレーニングを継続的に行うことが重要である⁵⁾.

本研究にて検証した足関節に対する徒手抵抗エクササイズは, 足関節捻挫予防に寄与する可能性がある外的介入の一つであると考えられる. 今回の研究では, 徒手抵抗エクササイズの実施による主観的足関節安定性の向上は見られたが, 動的姿勢制御への影響は見られなかった. 今後の研究では, CAIを有する被験者を対象とし, 徒手抵抗エクササイズを継続的に実施した際の効果について検証を行う必要がある.

結 語

徒手抵抗エクササイズは, アスレティックトレーナーなどの専門家によりテーピングを巻く前に, 選手の足関節周辺筋群の筋力強化および神経筋コントロールの向上を目的に実施されることがあるが, その効果の検証はほとんどされていなかった. 本研究での検証の結果, 足関節に対する徒手抵抗エクササイズは, 動的姿勢制御には影響を及ぼさないが, 主観的足関節安定性を向上させることが示唆された.

文 献

- 1) Yeung M, Chan K, So C, et al. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med.* 1994; 28 (2) : 112-6.
- 2) Sitler M, Ryan J, Wheeler B, et al. The efficacy of a semirigid ankle stabilizer to reduce acute ankle injuries in basketball. A randomized clinical study at West Point. *Am J Sports Med.* 1994; 22 (4) : 454-61.
- 3) Tropp H, Askling C, Gillquist J. Prevention of ankle sprains. *Am J Sports Med.* 1985; 13 (4) : 259-62.
- 4) Gerber J, Williams G, Scoville C, et al. Persistent Disability Associated with Ankle Sprains: A Prospective Examination of an Athletic Population. *Foot Ankle Int.* 1998; 19 (10) : 653-60.
- 5) Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train.* 2002; 37 (4) : 364-75.
- 6) Wilkerson G. Biomechanical and Neuromuscular Effects of Ankle Taping and Bracing. *J Athl Train.* 2002; 37 (4) : 436-45.
- 7) Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012; 47 (3) : 339-57.
- 8) Bernier JN, Perrin DH, Rijke A. Effect of unilateral functional instability of the ankle on postural sway and inversion and eversion strength. *J Athl Train.* 1997; 32 (3) : 226-32.
- 9) Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, et al. Proprioception and Muscle Strength in Subjects With a History of Ankle Sprains and Chronic Instability. *J Athl Train.* 2002; 37 (4) : 487-93.
- 10) Ryan L. Mechanical stability, muscle strength and proprioception in the functionally unstable ankle. *Austr J Physiother.* 1994; 40 : 41-7.

モートン病に対する保存療法の成績

Results of the conservative treatment for Morton disease

¹⁾至誠会第二病院 足の外科センター

²⁾NPO オーソティックスソサエティー

¹⁾Orthopaedic Foot and Ankle Center, Shiseikai Daini Hospital

²⁾NPO Orthotics Society

泉 恒平¹⁾, 野口 昌彦¹⁾, 佐々木克則¹⁾²⁾

Kohei Izumi¹⁾, Masahiko Noguchi¹⁾, Katsunori Sasaki¹⁾²⁾

Key words : モートン病 (Morton disease), DYMOCO インソール (DYMOCO insole), 治療成績 (Treatment result)

要 旨

至誠会第二病院足の外科センターにてモートン病と診断した症例の発症部位、罹病期間、また罹病期間と治療成績との関係について調査を行った。

発症部位は第2・3趾間が47%、第3・4趾間が53%と発症部位に大きな差は認めなかった。罹病期間は1ヵ月～25年で平均は3年3ヵ月であった。また発症から5年以上経過した症例のSAFE-Q(痛み・痛み関連)は平均46.7点から81.3点と改善が見られた。この結果より罹病期間が長い症例に対しても保存療法を試みる価値があると考えた。

はじめに

モートン病は総底側趾神経が横中足骨間靱帯によって圧迫を受ける絞扼性神経障害である。発症部位は第3・4趾間に多いという報告がある¹⁾一方で、第2・3趾間、第3・4趾間の発生頻度はほぼ同等であるとの報告もある²⁾³⁾。また罹病期間と保

存療法については早期に治療した方が保存的に治癒しやすい⁴⁾とされるが、発症してから長期間経過後に受診する患者も多い。

今回、発症部位と罹病期間、また罹病期間と治療成績について調査を行ったので報告する。

対象と方法

対象は平成24年5月から28年4月の間にモートン病と診断した39例45足(女性36例41足、男性3例4足)で、平均年齢は56.4歳(30～84歳)であった。

発症部位はMulder's sign(図1)により圧痛部位で判断、罹病期間は質問表を用いて調査をした。痛みの評価にはVisual analogue Scale(VAS)、自己記入式足部・足関節評価質問表(SAFE-Q)を使用した。SAFE-Qでは5年未満と5年以上の症例に分けて痛み軽減の程度を比較した。なお、保存療法を行った患者のうち経過観察のできた11例13足(女性10例12足、男性1例1足)、片側9例9足、両側2例4足を対象とした。

保存療法は1)適切な靴合わせ+DYMOCOインソール、2)1)+注射療法(デカドロロン1.65mg+1%キシロカイン1cc)を行った。靴合わせでは、荷重位および非荷重位における足のサイズ計

(2016/11/01 受付)

連絡先: 泉 恒平 〒157-8550 東京都世田谷区上祖師谷5-19-1 至誠会第二病院
TEL 03-3300-0366
E-mail kou0921hei@yahoo.co.jp



図1. Mulder's sign の確認



図2. 足と靴の踵の合わせ方

測により足サイズにあった適切な靴サイズに関する助言と靴の履き方を指導した。履き方の指導は、靴の中で足が前すべりしないこと、足を安定させることを目的とし、靴に足を入れた際に足の踵と靴の踵部分をしっかり合わせ（図2）、足根中足関節部分を中心に靴ひもをしっかりと締めるように指導した。（図3）

なお、VASおよびSAFE-Qの治療前と経過観察時、また、SAFE-Qでは発症から5年未満と5年以上をT検定で比較し、有意水準5%未満を統計学的に有意とした。

結 果

発症側は全39例中、右が11例、左が22例、両側が6例であった。（図4）

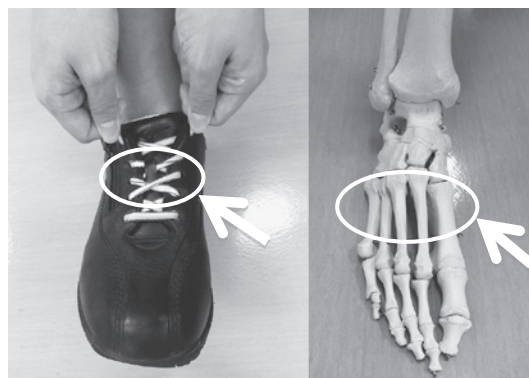


図3. 靴ひもの締め方

発症部位は全39例45足中、第2・3趾間が21足、第3・4趾間が24足であった。（図5）

罹病期間は平均3年3ヵ月（1ヵ月～25年）で、発症より1年以上経過した症例は全体の61%、2年以上経過した症例は38%であった。（図6）

痛みの変化についてVASで評価した4例5足では、治療前平均83mm（50～100mm）が経過観察時30mm（10～80mm）となり有意に低下した（ $P=0.014$ ）。（図7）

SAFE-Qで評価した7例8足では、治療前平均

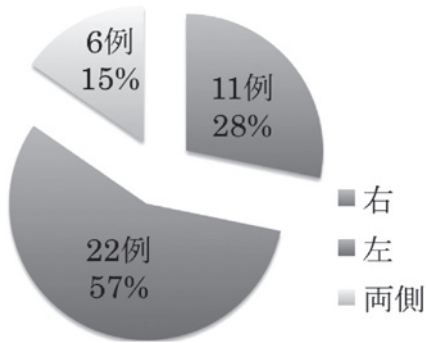


図4. 発症側

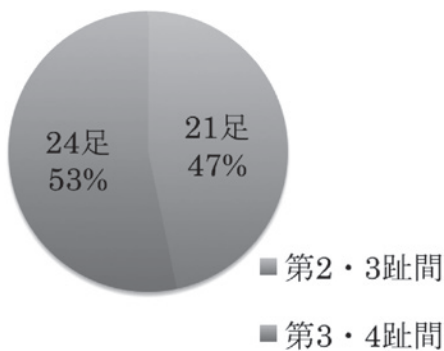


図5. 発症部位

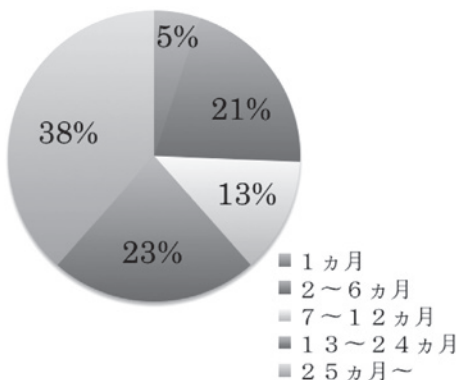


図6. 罹病期間

48.7点(29.8～52.9点)が経過観察時75.7点(47.2～87.7点)となり有意に低下した($P=0.0003$). (図8)

5年未満の症例(4例4足)では, 治療前平均

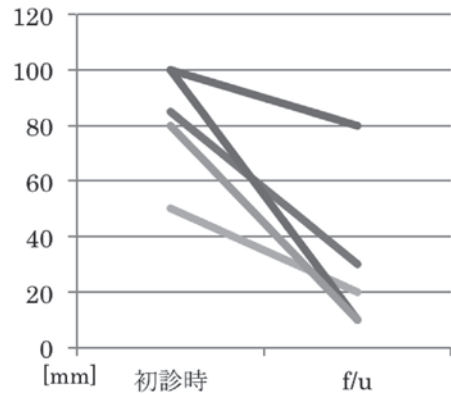


図7. VAS

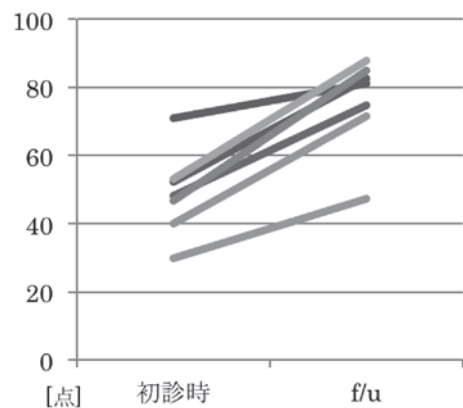


図8. SAFE-Q

50.4点(29.8～71点)が経過観察時71.4点(47.2～82.6点)に, 5年以上経過した症例(3例4足)では, 治療前平均46.7点(39.9～52.9点)が経過観察時81.3点(71.4～87.7点)となった. 5年未満と5年以上の症例間では痛みの軽減の程度に有意差を認めなかった($P=0.74$).

考 察

モートン病は一般的に中年以降の女性に多く発生し, 発症部位は第3・4趾間がもっとも多く, 次いで第2・3趾間が多いとされる. 発症部位については様々な報告があり第2・3趾間9%, 第3・4趾間74.4%といった報告⁵⁾や, 第2・3趾間と第3・

4趾間の発生頻度はほぼ同率であるといった報告²⁾³⁾がある。また磯本らの報告においては欧米に比べ第2・3趾間の発生頻度が多かったと報告している⁴⁾。今回われわれの調査において第2・3趾間、第3・4趾間の発生頻度はほぼ同等であった。

一方、罹病期間についての報告は少なく、今回の調査では平均罹病期間は3年3ヵ月で発症から1年以上経過した症例は全体の61%であり、当センター受診まで複数の医療機関を受診している患者が多かった。Gaynor ら⁶⁾、磯本らは保存療法の効果は罹病期間に関連し、早期に治療を開始した方が治癒しやすいと報告している。その理由としては発症初期には可逆的な状態であり保存療法に反応し治癒する可能性があるのに対し、罹病期間の長い症例では非可逆的な変化が起きているために保存療法では治癒することが困難となると述べている⁶⁾。

東らはDYMOCO インソールにより健常歩行から逸脱した歩行姿勢のアンバランスが痛みや変形を助長する原因と考え、根本にある歩行をバランスの取れた方向へ変化させる目的でアプローチすることが最も重要と述べている⁷⁾。今回、保存療法として行った適切な靴合わせ+DYMOCO インソールにより歩行中の第2・3趾間、あるいは第3・4趾間にかかる歩行中の過荷重が動的にコントロールされ、趾神経への圧迫が軽減され疼痛が緩和したと推察した。したがって、発症後の長期経

過例に対してもわれわれの施行している保存療法は有効であると考えた。

ま と め

1) モートン病の発症部位、罹病期間、罹病期間と治療成績について報告した。

2) 第2・3趾間、第3・4趾間の発生頻度はほぼ同等で、罹病期間と治療成績に有意差はなかった。

3) 適切な靴合わせ+DYMOCO インソールを用いた歩行時の動的コントロールにより疼痛部位への過荷重が軽減された結果、痛みの軽減につながったと推察した。

4) われわれの行っている保存療法は発症後の長期経過例に対しても有効であった。

文 献

- 1) 磯本慎二, 田中康仁. モートン病. BRAIN and NERVE 2014; 66: 1453-7.
- 2) Mann RA, et al. Interdigital neuroma; a critical clinical analysis. Foot Ankle 1983; 3: 238-43.
- 3) Keh RA, et al. Long-term follow up of Morton's neuroma. J Foot Surg 1992; 31: 93-5.
- 4) 磯本慎二他. わが国における Morton 病の特徴. 別冊整形外科 2006; 49: 212-6.
- 5) 高尾昌人. 足部疾患の最新の治療 Morton 病. 関節外科 2009; 28: 825-9.
- 6) Gaynor R, et al. Comparative analysis of conservative versus surgical treatment of Morton's neuroma. J Am Podiatr Med Assoc 1989; 79: 27-30.
- 7) 東 佳徳他. Dynamic Move Control 理論に基づく足底挿板の作製方法について—観察による歩行分析を用いて—. 靴の医学 2011; 25: 31-5.

外反母趾術後の後療法の工夫により術後内反母趾が予防できた2例

The prevention of iatrogenic Hallux varus by postoperative treatment: case report

¹⁾奈良県総合医療センター 整形外科

²⁾奈良県立医科大学 整形外科

¹⁾Department of Orthopedic Surgery, Nara Prefecture General Medical Center

²⁾Department of Orthopedic Surgery, Nara Medical University

中本 佑輔¹⁾, 佐本 憲宏¹⁾, 磯本 慎二¹⁾, 杉本 和也¹⁾, 田中 康仁²⁾,
Yusuke Nakamoto¹⁾, Norihiro Samoto¹⁾, Shinji Isomoto¹⁾,
Kazuya Sugimoto¹⁾, Yasuhito Tanaka²⁾

Key words : 外反母趾 (Hallux valgus), 内反母趾 (Hallux varus), 予防 (prevention)

要 旨

外反母趾術後の後療法の工夫により術後内反母趾が予防できた2例を報告する。【症例1】67歳女性、左外反母趾に対し手術を施行。術後4週に母趾中足指節(MTP)関節の内外反の不安定性を認めたために、装具にて母趾を外反位とした。術後9ヵ月の時点で発症はなく経過良好であった。【症例2】57歳女性、右外反母趾に対し手術を施行。術後1週のレントゲン検査にて内反母趾を認めた。術後2週に母趾MTP関節の不安定性を認めており、装具は中足骨頭間部圧迫のみとした。術後10ヵ月の時点で発症はなく経過良好であった。術後早期に発症リスクを評価し、後療法、装具の変更を行うことが術後内反母趾の発生予防に重要であると考えられた。

緒 言

外反母趾矯正骨切り術後の合併症の一つとして内反母趾があり、過剰な軟部組織解離と骨切り術による過矯正が原因とされている。手術治療が必要となることもあり、再発と並び重篤な合併症である。今回我々は、外反母趾術後の後療法の工夫により術後内反母趾が予防できた2例を報告する。

方 法

当院では外反母趾術後の後療法は、術後はバルキードレッシングにて踵部荷重歩行、術後2週間で術後外反母趾装具を着用し足底全体での荷重を開始、術後5週間で踏み返し歩行を許可している。またレントゲン検査は術後1.2.4週後、その後は1ヵ月ごとに外来にて診察、レントゲン検査を定期的に行っている。

術後内反母趾のリスク評価項目は母趾MTP関節の不安定性、荷重位レントゲン検査での外反母趾角(HVA)、第1第2中足骨角(IMA)とした。術後内反母趾のリスクがある場合は術後6ヵ月までは頻回に診察レントゲン検査にて評価を行い、

(2016/11/01 受付)

連絡先: 中本 佑輔 〒631-0846 奈良県奈良市平松
1-30-1 奈良県総合医療センター 整形外科
電話番号 0742-46-6001 FAX 0742-46-6011
電子メールアドレス m02065yn@gmail.com



図 1. 症例 1

a: 術前レントゲン像
b: 術後4週レントゲン像

一律の後療法（装具）を行うのではなく、患者の足部の状態に応じて装具療法の変更、患者への運動療法の指導を行った。

症 例 1

67歳女性、左母趾基部痛、第2近位趾節間（PIP）関節痛の主訴にて当院を受診、母趾、第2中足骨基部に足底腓胝を認めた。術前HVA36度、IMA16度、JSSFスコア57点であった。回旋差し込み骨切り術、第2中足骨短縮骨切り術、第2PIP関節固定術を施行した¹⁾。後療法は術後2週にバルキードレッシングを除去し、装具着用にて歩行開始した。術後4週の荷重位レントゲン検査にてHVA7度、IMA2度であり、徒手検査にて母趾中足指節（MTP）関節の内外反の不安定性を認めたために、通常は装具にて母趾を内反位にするところを外反位とした。（図1）内反母趾の発症はなく、術後9カ月の時点でHVA0度、IMA4度、JSSFスコア85点と経過良好であった。（図2）

症 例 2

57歳女性、右母趾基部痛の主訴にて当院を受診、第2中足骨足底腓胝、母趾MTP関節の関節



図 2

a: 装具着用
b: 術後9ヵ月レントゲン像

弛緩を認めた。術前HVA42度、IMA19度、JSSFスコア57点であった。回旋差し込み骨切り術を施行した。術後1週の非荷重レントゲン検査にてHVA-2度、IMA2度と内反母趾を認めた。術後2週にバルキードレッシングを除去した。徒手検査にて母趾MTP関節の内外反、底背屈の不安定性を認めており、装具は中足骨頭間部圧迫のみとした。（図3）疼痛を認めたため、術後8ヵ月に内側のスクリューを一本抜去した。内反母趾の発症はなく、術後10カ月の時点でHVA3度、IMA2度、JSSFスコア90点と経過良好であった。（図4）

考 察

外反母趾術後の内反母趾は手術法により頻度は異なるものの合併症として報告されている（0.7.2%）^{2)~4)}。常德らは、術後内反母趾は術後3ヵ月から6ヵ月までに多くが発症し術後12ヵ月まで増悪する例が多いと報告している⁵⁾。

内反母趾の治療は保存治療では、運動療法、足底挿板がある。疼痛等の症状がある場合には手術治療を行うが、初回手術方法や変形の状態に応じて治療法を検討する必要がある、難渋することもある。

外反母趾の術後内反母趾の危険因子については

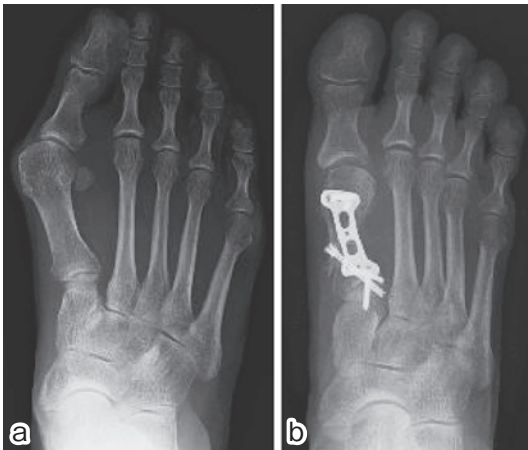


図 3. 症例 2

a: 術前レントゲン像
b: 術後1週レントゲン像

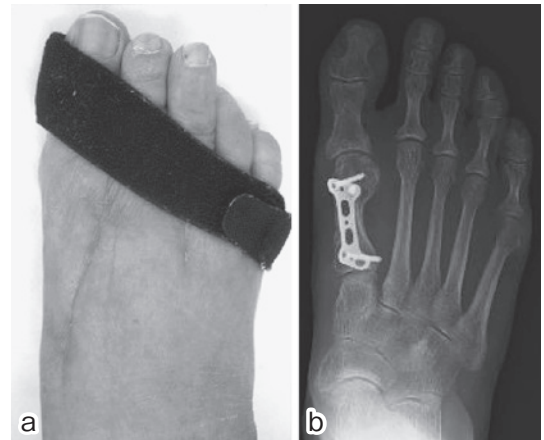


図 4

a: 装具着用
b: 術後10ヵ月レントゲン像

多数の報告があり、高齢、重度外反母趾、HVA および IMA の過矯正、過度の軟部組織解離、MTP 関節に不安定性のある患者に対しての中足骨の過短縮等が挙げられている。

しかし、術後内反母趾の予防法に関する報告はない。今回、我々は母趾 MTP 関節の不安定性、荷重位レントゲン検査での HVA、IMA を評価項目とし、内反母趾の発症が多いとされる術後6ヵ月まで密に評価を行った。発症の可能性が高い症例に対しては、後療法における装具の着用法の変更を行った。一律の後療法を漫然と行うのではなく、術後の状態を評価し、それに応じ変更を行うことが重要であると考えた。

また、当院では全例において外側軟部組織解離を行っていたため、術後内反母趾の危険性が高い症例に対しては行わないことも考慮すべきであると考えた。

本報告の限界としては長期間の経過観察が不十分であり、今後さらなる経過観察が必要であると考えた。

ま と め

今回我々は術後1ヵ月の時点にて母趾 MTP 関節の内外反の不安定性を評価し、早期の対応により発症を予防することが可能であった。術後早期に発症リスクを評価し装具による一律の後療法を行うのではなく、状態に応じ変更をすることが術後内反母趾の発生予防に重要であると考えられた。

文 献

- 1) 佐本憲宏. 重度外反母趾の手術治療回旋差し込み骨切り術 (Rotated Insertion Metatarsal Osteotomy). 日本足の外科学会雑誌 2013; 32 (1): 100-6.
- 2) Mann, R.A., Rudicel, S., Graves, S.C: Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up. J. Bone Joint Surg. Am. 1992; 74: 124-9.
- 3) Barouk, L.S.: Scarf Osteotomy for Hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique, and combination with other forefoot procedures. Foot Ankle Cli. 2000; 5: 525-58.
- 4) 池澤裕子他. DLMO 法を用いた day surgery で行う外反母趾手術. Orthopaedics 2016; 29 (4): 41-6.
- 5) 常德 剛他. 外反母趾術後内反変形の危険因子. 日本整形外科学会誌 2010; 84 (4): 351.

足底軟部組織の圧縮変形特性の検討

Study of compressive deformation characteristics at soft tissue of foot planter

¹⁾有限会社 山形義肢研究所

²⁾新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

¹⁾Yamagata Prostheses Institute Co., Ltd.

²⁾Graduate School of Health and Welfare, Niigata of University of Health and Welfare

植松 茂也¹⁾²⁾, 阿部 薫²⁾
Shigeya Uematsu¹⁾²⁾, Kaoru Abe²⁾

Key words : インソール (Insole), 素材 (Material), 圧縮変形特性 (compressive deformation characteristics)

要 旨

足底の軟部組織を適切に計測し評価できれば、インソール設計において重要な要素となり得ると考えた。足部疾患の既往歴のない成人男性7名女性9名の計16名の両足32足を対象とし、徒手筋力測定評価器を用い、足底の軟部組織を加圧し圧縮力と圧縮量を記録した。足全数で圧縮力の平均は、第1中足骨頭では他の部位に比べ有意に低値となり、踵中心は他の部位に比べ有意に高値となった。圧縮量は中足骨アーチ部・外側縦アーチ部は他の部位に比べ有意に高値となり、踵中心は他の部位に比べ有意に低値となった。BMIと踵中心での圧縮力は、弱い負の相関が見られた。BMIと第2中足骨頭、BMIと中足骨アーチの間には相関は認められなかった。

緒 言

治療用のインソールを作製する際、患者の疾患や状態に合わせて、素材の硬度、陽性モデルの修正方法を判断している。しかし、その基準については経験則による部分が多い。適切な身体評価をもとに最適な素材や修正方法の選択ができれば、より良いインソールを患者に提供することができると。先行研究において、歩行時の横アーチの計測を行ったもの¹⁾や、横アーチの変化の計測方法を研究したもの²⁾はあるものの、他の足底の部位について、どのような特性をもっているか計測した研究は見当たらなかった。足底の各部位において、軟部組織を適切に計測し評価することができれば、インソール設計において重要な要素となり得ると考えた。そこで本研究の目的は、インソール設計に資するため足底軟部組織の圧縮変形特性を検討することであった。

(2016/11/02 受付)

連絡先 : 植松 茂也 〒990-2332 山形県山形市飯田5-5-39 有限会社 山形義肢研究所
TEL 023-632-5214 FAX 023-632-5215
E-mail shigeya.u@gmail.com

対 象

足部疾患の既往歴のない成人男性7名女性9名の計16名の32足を対象とした。年齢は 39.5 ± 12.5

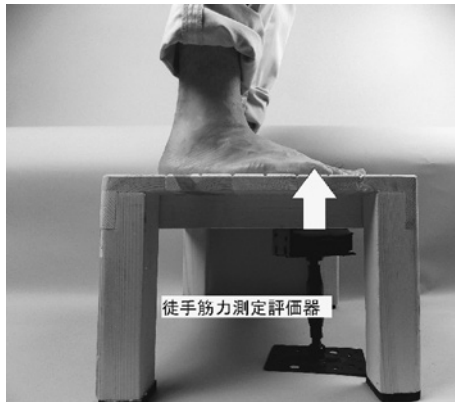


図 1. 計測台
(足底軟部組織を下から加圧し圧縮している)



図 2. 徒手筋力測定評価器
(圧子先端をコルクゴム製の半球形状に改造した)

歳。平均体重は $61.1 \pm 13.8\text{kg}$ であった。被験者には研究内容を説明し、同意を得た上で計測を行った。

方 法

(1) 計測方法

被験者は開口部が設定された計測台に左右均等に体重をかけて立ってもらい(図1)、コルクゴム製(硬度45)の半球体形状(直径25mm, 厚さ10mm)に改造した徒手筋力測定評価器(Micro FET, 日本メデックス)(図2)の加圧部により開口部から足底の軟部組織を加圧し圧縮し切ったと



図 3. 計測箇所

きの力(以下圧縮力)と台上からの高さ(以下圧縮量)を記録した。痛みを訴えた場合はその時点の値とした。また被験者の身長と体重からBMIを算出した。

(2) 計測箇所

測定部位は足底の接地部位およびアーチ保持部とし、①第1中足骨頭、②第2中足骨頭、③3中足骨頭、④第5中足骨頭、⑤第5中足骨粗面、⑥踵中心、⑦外側縦アーチ部、⑧中足骨アーチ部の8箇所とした。(図3)各個所の圧縮力と圧縮量について比較・検討を行った。またBMIと踵中心・第2中足骨頭・中足骨アーチそれぞれの圧縮力との相関関係について検討した。

(3) 統計分析

比較には Wilcoxon t-test を用い、相関は Spearman の順位相関係数を用いて検討した。

(4) 倫理

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可(第17721-160801)を得て行われた。

結 果

足全数で圧縮力の値の平均では、第1中足骨頭では他の部位に比較し有意に低値となった。また踵中心は他の部位に比較し有意に高値となった。(表1)圧縮量は中足骨アーチ部・外側縦アーチ部は他の部位に比較し有意に高値となった。(表2)また踵中心は他の部位に比較し有意に低値となっ

表 1. 各計測部位間の圧縮力の有意差検定

	平均	標準偏差	第 2 中足骨頭	第 3 中足骨頭	第 5 中足骨頭	第 5 中足骨粗面	踵中心	中足骨 アーチ	外側縦 アーチ
第 1 中足骨頭	59.12	11.60	**	**	**	**	**	**	**
第 2 中足骨頭	77.83	13.38	—	**	**	n.s	**	n.s	n.s
第 3 中足骨頭	84.83	14.91	—	—	**	**	**	**	**
第 5 中足骨頭	68.05	16.67	—	—	—	*	**	*	*
第 5 中足骨粗面	73.88	18.49	—	—	—	—	**	n.s	n.s
踵中心	94.54	22.00	—	—	—	—	—	**	**
中足骨アーチ	76.12	13.89	—	—	—	—	—	—	n.s
外側縦アーチ	73.94	11.35	—	—	—	—	—	—	—

** : p<0.01, * : p<0.05, n.s : 有意差なし 単位 (N)

表 2. 各計測部位間の圧縮量の有意差検定

	平均	標準偏差	第 2 中足骨頭	第 3 中足骨頭	第 5 中足骨頭	第 5 中足骨粗面	踵中心	中足骨 アーチ	外側縦 アーチ
第 1 中足骨頭	7.69	1.80	**	**	n.s	n.s	**	**	**
第 2 中足骨頭	6.83	1.20	—	n.s	**	**	**	**	**
第 3 中足骨頭	6.61	1.46	—	—	**	**	**	**	**
第 5 中足骨頭	7.52	1.57	—	—	—	n.s	**	**	**
第 5 中足骨粗面	7.91	1.36	—	—	—	—	**	**	**
踵中心	5.37	1.67	—	—	—	—	—	**	**
中足骨アーチ	10.57	1.73	—	—	—	—	—	—	**
外側縦アーチ	9.42	1.14	—	—	—	—	—	—	—

** : p<0.01, n.s : 有意差なし 単位 (mm)

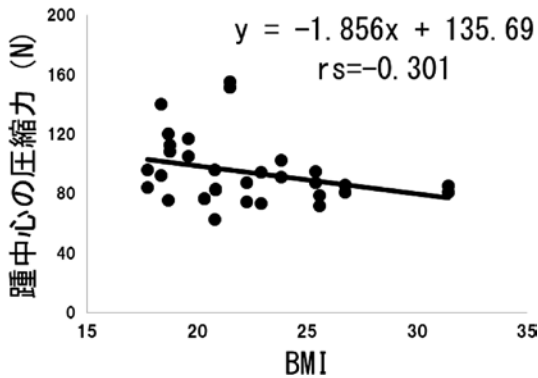


図 4. BMI と踵中心の圧縮力の関係

た. BMI と踵中心での圧縮力の相関では, 低い負の相関が認められた. (図 4) BMI と第 2 中足骨頭, BMI と中足骨アーチの間には相関は認められなかった.

考 察

(1) 圧縮力

第 1 中足骨頭は下からの押し上げに対し, 内側縦アーチを構成する内側足放線が背側へ偏位したため, 低値になったと思われる. 局所的に第 1 中足骨頭を計測しようとするれば, 足背からの強固な固定が必要となるが, 本研究はインソール設計に適用することを想定しており, 靴内における足底側からの押し上げに対して, 足背の強固な固定は実際的ではないため, 内側足放線の背側への偏位はそのままとした. 踵中心での値が高値であったことについては, 衝撃緩衝作用をもつ脂肪層の蜂巢組織³⁾が機能していると考えられた.

(2) 圧縮量

中足骨アーチ部・外側縦アーチ部は他の部位より高値となった. 松矢ら⁴⁾によると中足骨アーチ部

は8mm以上の高さで痛みが出るとされているが、本研究では平均 10.57mm 押し込めた。2.5mm 程度高く押し込めたのは、使用した計測器の圧子先端のコルクゴムが先行研究⁴⁾よりも軟らかい素材であったため押し込んだ際に潰れ、結果的に圧縮量が増大したと考えられた。本研究の目的に沿えば、インソールの硬度に近い圧子を使用することで、精度の高い測定値となるのではないかと考えられた。外側縦アーチ部は平均 9.42mm 押し込めた。木井ら⁵⁾によると外側縦アーチは非荷重時・荷重時でアーチ高に変化は認められない。そのため、スタティックで押し込める量がそのままダイナミックでも押し込める最大の量とできるのではないかと考えられた。中足骨アーチ部と同様に 2.5mm 程度コルクゴムが潰れたとすれば、最適値は 7mm 前後ではないかと推測された。踵中心の圧縮量が低値だったのは、蜂巢組織の圧力分散機能によるものと推察した。

(3) BMI

足底の体組成の特徴として脂肪層が厚いことが指摘されるため、圧縮力とBMIの関係性を検討したところ、BMIと踵中心の相関係数は -0.301 であり弱い負の相関が認められた。今回体脂肪率は計測していないが、仮にBMIの高い被験者が体脂肪率も高いとすると、脂肪層が厚いと圧縮力は低下するのではないかと考えられた。BMIと中足骨

アーチ部・外側縦アーチ部について相関が認められなかったのは、踵以外の部位は脂肪層が薄いことに加え、個体差の問題もあると思われる。

結 語

足底軟部組織の圧縮変形の特徴を計測した。圧縮力では足底全計測個所の平均値に対して第1中足骨頭が低値でインソールの荷重部位としては脆弱であり、一方、踵中心は高値であったため荷重の主要な部位としての役割を担っている証左といえた。同様に圧縮量では中足骨アーチ部・外側縦アーチ部が高値となったためインソールの当該部位は実際の足底形状よりも高く設計されるべきであり、さらに踵中心が低値となったことにより、形状適合性の良好なヒールカップが必要となろう。

文 献

- 1) 山口善之他. 歩行時における足横アーチの動的変化. 整形外科と災害外科 1991; 40 (2): 789-94.
- 2) 藤高紘平他. 足部横アーチ変化の測定方法の検討. 関西スポーツ医・科学研究会誌 2014; 24: 19-22.
- 3) 菅野拓也, 阿部 薫. 足底面から見た踵部軟部組織の変形動態量. 靴の医学 2010; 24 (2): 86-9.
- 4) 松矢 晃, 阿部 薫, 笹本嘉朝. 中足骨パッド高の定性的評価と定量的評価の比較検討. 靴の医学 2014; 27 (2): 55-8.
- 5) 木井雄一郎他. 足部縦アーチの荷重による変化の検討 CT による 3 次元解析. 靴の医学 2012; 25 (2): 155-9.

中学生の足型計測 (第1報)

～浮き趾に着目して～

Measurement of foot morphology in junior high school students: focus on floating toes

¹⁾株式会社東北補装具製作所

²⁾福島医科大学 医学部 整形外科

³⁾新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

¹⁾Tohoku Prosthetic and Orthotic CO., LTD

²⁾Department of Orthopaedic Surgery, Fukushima Medical University, School of Medicine

³⁾Graduate School of Health and Welfare, Niigata University of Health and Welfare

阿部 真典¹⁾, 菊地 義浩¹⁾, 大内 一夫²⁾, 川原田 圭²⁾, 阿部 薫³⁾
Masanori Abe¹⁾, Yoshihiro Kikuchi¹⁾, Kazuo Ouchi²⁾, Kei Kawarata²⁾, Kaoru Abe³⁾

Key words : 中学生 (junior high school student), 浮き趾 (floating toe), アーチ高率 (arch ratio), 足型計測 (measurement of feet), 第1趾側角度 (1st phalangeal angle)

要 旨

中学生82名164足(男子49名, 女子33名)に1年生と2年生にデジタルカメラ撮影による足部変形の有無, 足長・足幅・アーチ高の計測を行なった。1年間の縦断的足型計測を行い, 現在の中学生の足部形状の変化と浮き趾が足部変形に与える影響を明確にすることを目的とした。

男子は全体で1年後のアーチ高率は平均で15.8%から15.4%に $p<0.05$ で有意に低下し, 第1趾側角度は平均で7.8°から8.8°に $p<0.05$ で有意に増加していた。女子は全体で1年後のアーチ高率は平均で16.5%から15.7%に $p<0.01$ で有意に低下し, 第1趾側角度は平均で9.7°から11.2°に p

<0.05 で有意に増加していた。足底の画像から足趾の接地状況を見ると, 1年生と2年生どちらかに浮き趾が見られたものは男子82%, 女子73%だった。浮き趾が見られた男子は1年後のアーチ高率は平均で16.1%から15.3%に $p<0.05$ で有意に低下し, 第1趾側角度は平均で7.4°から8.3°に $p<0.05$ で有意に増加していた。浮き趾が見られた女子は1年後のアーチ高率は平均で16.9%から16.0%に $p<0.05$ で有意に低下し, 第1趾側角度は平均で9.6°から11.3°に $p<0.05$ で有意に増加した。

中学生は男女ともに経年変化により第1趾側角度が増加し, アーチ高率が低下することが確認された。また浮き趾スコアは有意に増加し改善傾向が見られたため, 第1趾側角度の増加とアーチ高率の低下には浮き趾との関係は少ないと考えられた。

(2016/11/02 受付)

連絡先: 阿部 真典 〒960-8153 福島県福島市黒岩字
田部屋 44-2 株式会社東北補装具製作所
TEL・FAX 024 (546) 1467・024 (546) 1454
E-mail abe.masanori02@gmail.com

緒 言

足部は前足部、中足部、後足部に分けられる。前足部の機能は、可動性があり身体の土台として身体を前方に押し出す推進力を地面に伝達する部位である。その中でも足趾は感覚器および効果器として働き、姿勢保持および動作時の安定性の確保に重要な役割を担う^{1)~3)}。

近年立位時や歩行中に足趾が地面に接地しない浮き趾が増加傾向にあると言われている⁴⁾⁵⁾。(図1) 原田は幼児において1980年と2000年を比較すると母趾の内反趾や外反趾が有意に増え、趾が接地していない浮き趾児も増加したと報告している⁴⁾。小児だけでなく成人、高齢者においても半数以上が浮き趾を呈し、外側の趾に起こりやすく中



図1. 浮き趾 (左右の第5趾が浮き趾)

でも第5趾の浮き趾が最も多いと報告されている⁵⁾。また浮き趾例では運動能力の低下に加え、感覚的要素を含む運動調節能力も低下していることが示唆されたと報告している⁵⁾。浮き趾は年齢・性別に関係なく確認されているが浮き趾が継続されることで、身体にどのような影響があるかはわかっていない。そこで本研究は1年間の縦断的足型計測を行い、現在の中学生の足部形状の変化と浮き趾の経時的変化を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

(1) 対象

足部疾患がない、中学生82名164足(男子49名、女子33名)を対象とした。(表1) 足部疾患の有無については同意書記載時に保護者に確認をとった。12月と1月に計測を行い、1年後の12月と1月に同一の被験者を再計測した。

(2) 方法

1) 計測方法

ピドスコープを用い、裸足で10 cm 平行開脚位により直立させ、2 m 前方の目の高さの目標点を注視させた状態で、足底と下腿後面をデジタルカメラにて撮影した。

足長・足幅の計測、舟状骨高の計測には足と靴と健康協議会製のフットゲージとハイトゲージを使用した。

・第1趾側角度

ピドスコープの画像から外反母趾角として第1

表1. 対象者の身体特徴

	男子		女子	
	1年生	2年生	1年生	2年生
身長 (cm)	155.5±7.6	161.4±7.1	155.0±5.6	157.3±5.4
体重 (kg)	46.8±9.1	50.3±9.0	45.5±7.5	48.2±7.5
右足長 (cm)	23.9±1.3	24.3±1.2	23.1±1.0	23.2±1.0
左足長 (cm)	24.0±1.2	24.4±1.2	23.2±0.9	23.2±1.0
右足幅 (cm)	9.4±6.1	9.7±5.7	9.1±5.3	9.2±5.5
左足幅 (cm)	9.4±5.8	9.7±5.5	9.1±4.9	9.2±4.7

趾側角度の計測をした。母趾末節部内側縁と母趾 MP 関節部内側縁を結んだ線と母趾 MP 関節部内側縁と踵部内側縁を結んだ線のなす角を計測した。

・浮き趾スコア

ピドスコープの画像から左右 10 本の足趾に対し矢作ら⁶⁾の方法を用いて、足趾が鮮明に写っているものを接地点数 2 点、不鮮明なものを 1 点、全く写っていないものを 0 点とし 20 点満点としてスコアを求めた。(図 2) 点数が 10 点以下のもの、および 11 点以上であっても 1 趾でも 0 点の趾があ

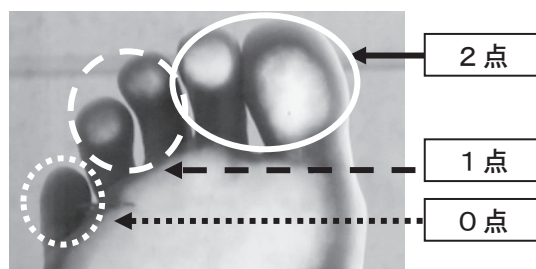


図 2. 浮き趾スコア

るものを浮き趾とした。1 年生と 2 年生ともに浮き趾の者、またどちらか一方で浮き趾が見られたものを浮き趾群、それ以外をなし群とした。(表 2・3)

・アーチ高率

床面から舟状骨粗面までの高さを舟状骨高とし、舟状骨高を足長で除してアーチ高率を算出した。

・踵骨外反角度 (図 3)

踵骨隆起と踵骨中心 (踵幅の中心) を結んだ線と床からの垂線のなす角を踵骨外反角度とした。

2) 統計分析

学年間の浮き趾者数の比較は 2×2 カイ二乗検定 (2×2 Chi square test), 浮き趾スコア・第 1 趾側角度・踵骨外反角度の比較にはウイルクソンの順位和検定 (Wilcoxon t-test) を用いた。

3) 倫理

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可 (第 17270 号) を得て行われた。

表 2. 浮き趾群の身体特徴

	男子		女子	
	1 年生	2 年生	1 年生	2 年生
身長 (cm)	156.9 ± 7.8	162.1 ± 7.5	155.5 ± 6.3	157.7 ± 6.2
体重 (kg)	47.5 ± 9.5	51.0 ± 9.5	46.9 ± 8.0	49.5 ± 7.8
右足長 (cm)	24.0 ± 1.3	24.4 ± 1.3	23.0 ± 1.1	23.1 ± 1.1
左足長 (cm)	24.1 ± 1.3	24.4 ± 1.3	23.1 ± 1.1	23.2 ± 1.1
右足幅 (cm)	9.4 ± 6.3	9.8 ± 6.2	9.1 ± 5.5	9.2 ± 5.7
左足幅 (cm)	9.5 ± 6.0	9.7 ± 5.9	9.1 ± 5.2	9.1 ± 4.8

表 3. なし群の身体特徴

	男子		女子	
	1 年生	2 年生	1 年生	2 年生
身長 (cm)	155.6 ± 7.1	162.4 ± 5.6	153.7 ± 3.4	156.4 ± 2.3
体重 (kg)	46.7 ± 7.6	51.4 ± 7.0	42.4 ± 5.5	44.7 ± 5.6
右足長 (cm)	24.2 ± 1.2	24.9 ± 9.2	23.5 ± 6.8	23.5 ± 5.4
左足長 (cm)	24.2 ± 1.1	24.9 ± 9.0	23.5 ± 6.3	23.6 ± 5.6
右足幅 (cm)	9.4 ± 5.8	9.8 ± 2.8	9.2 ± 4.7	9.3 ± 5.3
左足幅 (cm)	9.4 ± 5.3	9.7 ± 3.4	9.2 ± 4.8	9.2 ± 5.0

結 果

アーチ高率, 第1趾側角度, 踵骨外反角度は左右の平均値を評価した.

(1) 浮き趾スコア (表4)

1) 男子

浮き趾群には足底の画像から不接地の足趾が確認された. 1年生は第2趾のみ1名1足, 第3・4・5趾が1名1足, 第4・5趾が2名2足で片足は5趾のみ2足, 第5趾のみは片足のみが12名12足, 両足が15名30足, 計31名だった. 2年生は第4趾のみが1名1足, 第3・5趾が1名1足で片足は5趾のみ1足, 第5趾は片足のみが15名15足, 両側が12名24足, 計29名だった.

1年生は31名(63%)に浮き趾が見られ, 2年生には29名(59%)に浮き趾が見られた. 1年生から2年生にかけて9名の浮き趾がなくなり, 7名に新しく浮き趾が見られた. 浮き趾者数の学年間での有意差はなかった. 男子全体では $p<0.01$

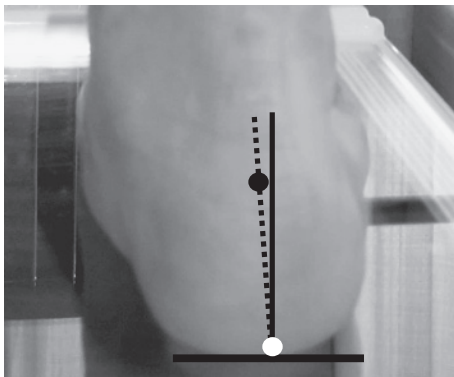


図3. 踵骨外反角度

(実線と点線のなす角. 黒丸: 踵骨隆起, 白丸: 踵骨中心)

で有意に浮き趾スコアが増加した. 浮き趾群は49名中40名(82%), なし群が9名(18%)だった.

2) 女子

浮き趾群は足底の画像から不接地の足趾が確認された. 1年生は第2・3・4・5趾が1名1足で片足は5趾のみ1足, 第3・4・5趾が1名1足で片足は5趾のみ1足, 第5趾のみは片足のみが7名7足, 両足が12名24足, 計21名だった. 2年生は第2趾のみ1名1足, 第5趾のみは片足のみが9名9足, 両足が9名18足, 計19名だった.

1年生は21名(64%)に浮き趾が見られ, 2年生には19名(58%)に浮き趾が見られた. 1年生から2年生にかけて4名の浮き趾がなくなり, 3名に新しく浮き趾が見られた. 浮き趾者数の学年間での有意差はなかった. 女子全体では $p<0.05$ で有意に浮き趾スコアが増加した. 浮き趾群は33名中24名(73%), なし群が9名(27%)だった.

(2) 男子の結果 (表5・6・7)

男子全体ではアーチ高率が $p<0.05$ で有意に低下, 第1趾側角度は $p<0.05$ で有意に増加していた. 浮き趾群も全体と同様の結果が得られた. なし群はアーチ高率が $p<0.05$ で有意に低下していた. 第1趾側角度と踵骨外反角度は有意差が認められなかった.

(3) 女子の結果 (表8・9・10)

女子全体では1年生と2年生で $p<0.05$ で有意にアーチ高率が低下, 第1趾側角度は有意に増加していた. 浮き趾群も全体と同様の結果が得られた. なし群はアーチ高率, 第1趾側角度, 踵骨外反角度すべて有意差が認められなかった.

表4. 浮き趾者と浮き趾スコア

	男子			女子		
	1年生	2年生	有意差	1年生	2年生	有意差
人数	31 (63%)	29 (59%)	n.s.	21 (64%)	19 (58%)	n.s.
浮き趾スコア	14.4 ± 2.8	15.8 ± 2.4	$p<0.01$	15.0 ± 3.0	16.4 ± 2.1	$p<0.05$

表 5. 男子結果 (全体 49 名)

	1 年生	2 年生	有意差
アーチ高率 (%)	15.8±2.5	15.4±2.6	p<0.05
第 1 趾側角度	7.8±5.0	8.8±4.1	p<0.05
踵骨外反角度	1.2±3.4	0.5±2.8	n.s.

表 6. 男子結果 (浮き趾群 40 名 82%)

	1 年生	2 年生	有意差
アーチ高率 (%)	16.1±2.4	15.3±2.4	p<0.05
第 1 趾側角度	7.4±5.3	8.3±4.0	p<0.05
踵骨外反角度	0.7±3.2	0.5±3.0	n.s.

表 7. 男子結果 (なし 9 名 18%)

	1 年生	2 年生	有意差
アーチ高率 (%)	14.8±2.8	14.7±2.8	p<0.05
第 1 趾側角度	9.3±3.8	12.0±3.9	n.s.
踵骨外反角度	3.5±3.9	1.0±2.3	n.s.

考 察

男女ともに第 5 趾に最も多く浮き趾が見られ、これまでの報告と同様に外側の足趾ほど浮き趾の発生率が高くなっていった⁷⁾。浮き趾者数に有意差はなく人数に大きな変化はなかったが、浮き趾スコアは有意に増加し改善傾向が見られた。浮き趾の発生は活動度に影響を受けると報告されており⁴⁾、中学入学時よりも部活動などの課外活動による運動量の増加や成長期による筋力の増加により、足底筋群が発達し足趾の接地が促され浮き趾スコアが増加したのではないかと示唆された。

男女ともに全体でアーチ高率の低下と第 1 趾側角度の増加が見られた。第 1 趾側角度の増加については様々な先行研究と同様な結果になった⁸⁾⁹⁾。先行研究で小学生は高学年に上がるに従って母趾角 (第 1 趾側角度) が増加することがわかっており、中学生においてもその傾向が続いていると考えられた。そのため経年変化による可能性が示唆

表 8. 女子結果 (全体 33 名)

	1 年生	2 年生	有意差
アーチ高率 (%)	16.5±2.6	15.7±2.4	p<0.01
第 1 趾側角度	9.7±5.5	11.2±5.6	p<0.05
踵骨外反角度	0.3±3.5	1.1±3.5	n.s.

表 9. 女子結果 (浮き趾群 24 名 73%)

	1 年生	2 年生	有意差
アーチ高率 (%)	16.9±2.5	16.0±1.9	p<0.05
第 1 趾側角度	9.6±5.8	11.3±6.2	p<0.05
踵骨外反角度	-0.1±3.9	0.8±3.6	n.s.

表 10. 女子結果 (なし 9 名 27%)

	1 年生	2 年生	有意差
アーチ高率 (%)	15.5±2.8	14.8±3.1	n.s.
第 1 趾側角度	10.0±4.9	11.0±4.0	n.s.
踵骨外反角度	1.5±2.4	1.8±3.2	n.s.

された。経年変化により第 1 趾側角度が増加すると考えられるが、一方で浮き趾群でのみ有意に第 1 趾側角度が増加していることから浮き趾を有すると第 1 趾側角度が増加しやすいと示唆された。またアーチ高率については男女ともに浮き趾群でアーチ高率が低下したことから、浮き趾を有すると足部アライメントの不均衡が起きアーチが低下しやすくなっていると考えられた。浮き趾を有する者はない者に比べ第 1 趾側角度が増加しやすく、アーチ高率が低下しやすい可能性が示唆された。

男子のなし群で有意なアーチ高率の低下が見られたことについては、女子は男子よりも早く成人の足長になるが男子は 15 歳以上まで成長するため、足長やアーチ高の成長の幅が大きくデータにばらつきが出たと示唆された。

第 1 趾側角度の増加やアーチ高率が低下したことについては靴の不適合の影響ではないかと考えられた。現在の子供達は大きな靴を履く傾向に

あり¹⁰⁾、大きな靴を履くと靴の中で足の安定性を求めて足趾が開き気味になることや靴が脱げないように足趾が上を向く習慣がつくことが知られており、靴の不適合が原因の一つではないかと考えられた。

中学生の足部は成長に伴い外反母趾角が大きくなる傾向にあり、外反母趾が増加する可能性が示唆された。外反母趾では足趾による荷重支持が困難なため、中足骨頭下に荷重が集中することがある。そのため足趾に荷重が少ない浮き趾が多数見られたと考えられた。また、荷重量の増加により足部アーチが低下し扁平足につながるものがわかっており、本研究で確認されたアーチ高率の低下も同様の傾向があると考えられた。

本研究の限界として被験者が成長過程にあり、常に浮き趾状態であるかについては明らかでないことである。そのため今後はこれらのことを含めて継続的に調査する必要がある。

結 語

本研究により、中学生は男女ともに経年的に浮き趾スコアが増加していたことから浮き趾は成長とともに減少傾向にあることが明らかとなった。

さらに成長期では男女とも第1趾側角度は増加し、アーチ高率は低下する傾向のあることが分かった。しかしながら浮き趾と第1趾側角度とアーチ高率との関係については今後さらなる研究が必要と考えられた。

文 献

- 1) 長谷川正哉他. 足趾機能が歩行に与える影響. 理療の臨研 2006; 15: 53-6.
- 2) 加辺憲人. 足趾の機能. 理学療法科学 2003; 18 (1): 41-8.
- 3) Hughes J, Clark P, Klenerman L. The importance of the toes in walking. The Journal of bone and joint surgery British 1990; 72 (2): 245-51.
- 4) 原田碩三. 幼児の1980年と2000年の足について. 靴の医学 2001; 15: 14-8.
- 5) 福山勝彦: 浮き趾例における足趾機能. 医療保健学研究 2014; 5: 15-40.
- 6) 矢作 毅他. 草履を中心とした浮き趾の治療および腰痛の改善について. 靴の医学 2004; 18: 65-71.
- 7) 内田俊彦他. 幼稚園児の足型測定. 靴の医学 2002; 16 (2): 96-9.
- 8) 佐藤栄作他. 若天性外反母趾傾向の調査 (第2報). 靴の医学 1995; 8: 101-3.
- 9) 永山理恵他. 小学生の足型測定. 靴の医学 2006; 19 (2): 117-20.
- 10) 日本皮革産業連合会. 足サイズ計測事業報告書 (4~18歳). 日本皮革産業連合会; 2015. 94-7.

変形性膝関節症の病態進行に伴う足部アライメントの変化について

Change of the foot alignment due to the pathology progression of osteoarthritis of the knee

福岡リハビリテーション病院 リハビリテーション部

Department of Rehabilitation, Fukuoka Rehabilitation Hospital

村上美緒子, 野尻 圭悟

Mioko Murakami, Keigo Nojiri

Key words : KL 分類 (Kellgren-lawrence 分類), LHA (Leg Heel Alignment), 舟状骨高 (navicular height), アーチ高率 (foot arch ratio)

要 旨

変形性膝関節症 (膝 OA) 理学療法診療ガイドラインでは, 外側楔状足底板は膝 OA の初期から中等度の運動学・運動力学的に好影響を与えるとして使用を支持している¹⁾. それらを踏まえ今回は, 膝 OA の病態進行に伴う足部形態を調査することとし, 膝 OA の病態進行を Kellgren-Lawrence (KL) 分類の grade に分け, 各足部形態を Leg Heel Alignment (LHA), 舟状骨高, アーチ高率にて測定した. その結果, 舟状骨高とアーチ高率において KL 分類の Grade II と III, IV 間に有意な差が認められた. 内側縦アーチの低下による足部剛性の低下が膝の病態進行に関与しているのではないかと考えた.

緒 言

変形性関節症は要支援・要介護になるリスクが高く, 高齢者の生活の質 (Quality Of Life : QOL) を著しく障害する²⁾と言われており, 病態進行予防

(2015/12/01 受付)

連絡先 : 村上美緒子 〒819-8551 福岡県福岡市西区野方 7-770 福岡リハビリテーション病院 リハビリテーション部
TEL 092-812-1880

にアプローチする必要があると考えられる. 膝 OA に対する除痛効果を期待し, 膝関節内反変形に対し外側楔状足底板を使用するケースが多く散見される. これは, 踵骨の外反に作用することにより下肢機能軸 (Mikulicz 線) を直立化する³⁾ことを目的としている. ただし, 外側楔状板は X 線の病期分類において軽～中等度では効果があるが高度の場合には効果がないとする報告⁴⁾もあり, 膝 OA の病態進行に伴った足部形態を考慮した足底板の検討はされていない. そこで本研究の目的は, 膝 OA の病態進行に伴う足部形態を調査することとした.

対象と方法

2015 年 3 月から 5 月に当院を受診した両膝関節に手術既往のない膝 OA 患者 24 名 48 膝 (男 4 名, 女 20 名, 年齢 69.2 ± 3.2 歳, 身長 154.3 ± 8.8 cm, 体重 59.7 ± 10.6 kg, BMI 25.1 ± 3.3) を対象とした. (表 1) 変形性膝関節症の病態を KL 分類にて, Grade II 13 膝, Grade III 19 膝, Grade IV 16 膝に分類した. (表 2) 足部形態の計測方法は, 荷重下での LHA (下腿の二等分線と踵骨の二等分線がなす角度), 舟状骨高 (裸足にて床面から舟状骨下端の距離), アーチ高率 (舟状骨粗面下端の高さ/

足長×100) は大久保らの方法を用い⁵⁾計測した。
(図1) KL 分類識別および足部の各計測は、いずれも経験年数15年目以上の理学療法士が単独で実施した。統計学的処理は、KL 分類の各 Grade 間における LHA・アーチ高率・舟状骨高の差の検定を一元配置分散分析にて検証し、多重比較検定は Turkey-Kramer 法を用いた。有意水準は5%未満とした。

結 果

Grade 別の比較では、LHA は Grade II : $2.3 \pm 5.2^\circ$, Grade III : $3.7 \pm 7.2^\circ$, Grade IV : $2.7 \pm 5.6^\circ$

表 1

被験者数	24 名 48 膝	
	男 4 名 8 膝	女 20 名 40 膝
年齢 (歳)	69.2 ± 3.2	
身長 (cm)	154.3 ± 8.8	
体重 (kg)	59.7 ± 10.6	
BMI	25.1 ± 3.3	

で全外反位となり Grade 間での差はみられなかった。舟状骨高は Grade II : $4.9 \pm 0.7\text{cm}$, Grade III : $4.2 \pm 0.7\text{cm}$, Grade IV : $4.1 \pm 0.5\text{cm}$, アーチ高率は Grade II : $21.6 \pm 3.4\%$, Grade III : $18.4 \pm 2.9\%$, Grade IV : $18.8 \pm 2.7\%$ となり, Grade II と III, IV 間において舟状骨高 ($p < 0.01$), アーチ高率 ($p < 0.05$) の有意差が認められた。(図2)

考 察

本研究より膝 OA 患者を Grade 別に比較すると、膝 OA の進行例では舟状骨高及びアーチ高率の低下がみられ、両者が関連する可能性が示唆された。LHA が全 Grade において外反位を呈し、さらに舟状骨高とアーチ高率が低下することはすなわち内側縦アーチが低下することと捉えられ、

表 2

GradeII	13 膝 (男 6 膝, 女 7 膝)
GradeIII	19 膝 (男 2 膝, 女 17 膝)
GradeIV	16 膝 (男 0 膝, 女 16 膝)

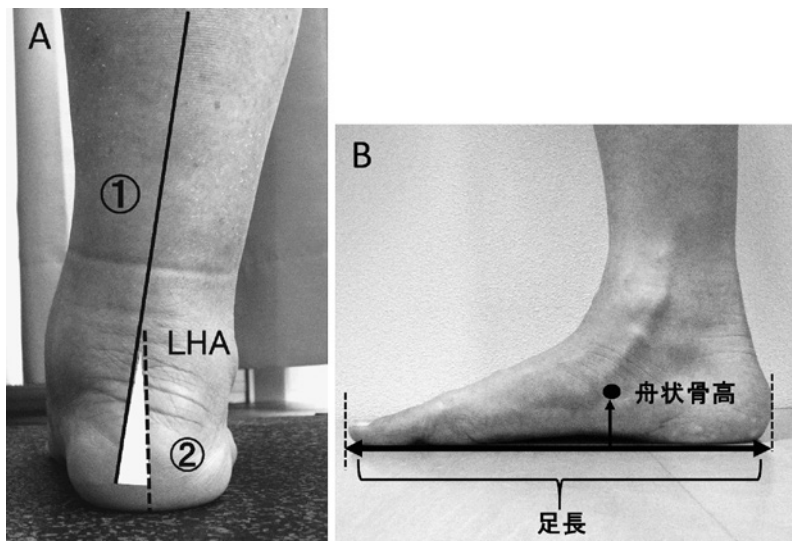


図 1. 足部形態の測定方法

A: 荷重下での LHA (下腿の二等分線と踵骨の二等分線がなす角度), B: 舟状骨高 (裸足にて床面から舟状骨下端の距離), アーチ高率 (舟状骨粗面下端の高さ/足長×100) を計測した。

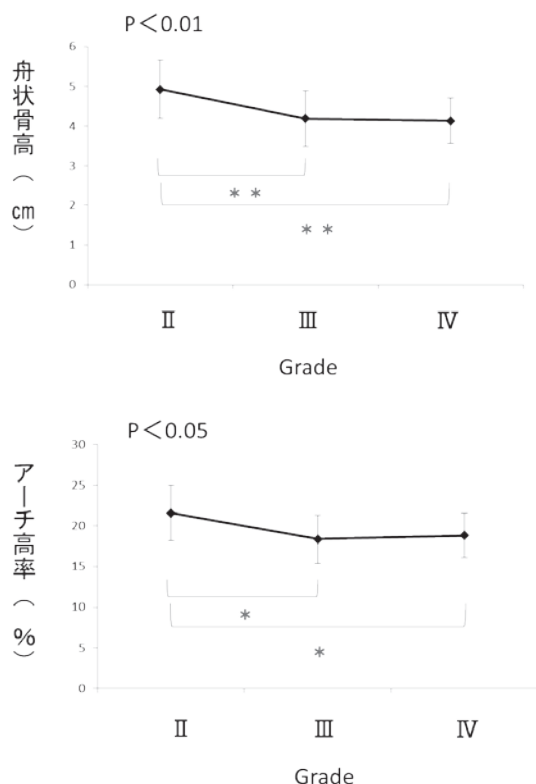


図2. 舟状骨高およびアーチ高率の各 Grade 別の差

足部剛性が減少する。したがって、歩行立脚期での足部での衝撃吸収能が劣ることで隣接する膝関節への衝撃が増加することにより、膝関節の病態進行に影響を及ぼす可能性は否定できない結果となった。今後は、荷重歩行に伴う足部アライメントの動的評価の検討を行い、膝 OA の病態進行に伴う足部アライメントを考慮した足底板介入方法

の検討を行っていきたいと考える。また、今回は男性例が少なかったため症例数を増やし性別に対する Grade や足部の関係性についても検討していきたい。

結 語

今回の研究では、膝 OA の Grade 別に生じる足部形態の変化について調査を行った。今回の結果より、膝 OA に対する足底板介入に関して、舟状骨高、アーチ高率を含む内側縦アーチへの介入への検討が必要であると示唆された。

文 献

- 1) Shimada S, Kobayashi S, Wada M, et al. Effects of disease severity on response to lateral wedged shoe insole for medial compartment knee osteoarthritis. Arch PhysMed Rehabil 2006 ; 87 : 1436-41.
- 2) Zhang W, Nuki G, Moskowitz RW, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis : part III : Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009. Osteoarthritis Cartilage 2010 ; 18 : 476-99.
- 3) Yasuda K, Sasaki T. The mechanics of treatment of the osteoarthritic knee with a wedged insole. clin Orthop Rel Res 1987 ; 215 : 162-72.
- 4) Kurotanagi Y, et al. The lateral wedged insole with subtalar strapping significantly reduces dynamic knee load in the medial compartment gait analysis on patients with medial knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 2007 ; 15 : 932-6.
- 5) 大久保衛他. メディカルチェックにおける足アーチ高測定方法の検討. 臨床スポーツ医学 1989 ; 6 (別冊) : 336-9.

変形性膝関節症術後患者の非術側における足底板の必要性について —足部アライメントと膝の動揺性の評価から—

Requirement of the insole for the non-operative foot after surgery in patients with knee osteoarthritis on the basis of foot alignment and knee thrust

福岡リハビリテーション病院 リハビリテーション部

Section of Rehabilitation, Fukuoka Rehabilitation Hospital

野尻 圭悟, 村上美緒子

Keigo Nojiri, Mioko Murakami

Key words : 変形性膝関節症術後 (after surgery with osteoarthritis of the knee), LHA (leg heel alignment), 舟状骨高 (height of navicular), 足底板 (insole)

要 旨

変形性膝関節症 (以下, 膝 OA) に対する全人工膝関節置換術 (以下, TKA) や高位脛骨骨切り術 (以下, HTO) を施行した反対側 (以下, 非術側) の足部に関して, 外側ウェッジ足底板が引き続き必要であるかを検討した. 膝 OA 患者 20 名 40 膝に関して, 非術側の膝関節外側動揺性と関係性が明らかになったのは, 中足部の「舟状骨」の高さのみであり, Leg Heel Alignment (以下, LHA) との相関は低い結果となった. これにより, 距腿関節および距骨下関節に作用する外側ウェッジの必要性は低く, 内側縦アーチを形成する舟状骨を挙上させる足底板の必要性が明らかとなった.

緒 言

一般的に変形性膝関節症患者では医師が外来にて, 進行の防止と疼痛の軽減を目的として足底板を処方する. Zhang ら (2008) は, 外側ウェッジ足底板により膝 OA 患者の歩行改善や膝関節痛を軽減する¹⁾と述べ, Shimada ら (2006) は膝 OA 重症度の初期及び中等度の膝 OA 患者に有効である²⁾としている. しかし Hinman ら (2009) は, 1 か月の外側ウェッジ足底板の使用は, 膝関節内転モーメントの減少を示さなかった³⁾とし, Reilly ら (2006) も長期的効果はない⁴⁾とする結果を発表しており, 膝 OA への外側ウェッジの効果に否定的な文献も散見される. また, 片側の手術 (TKA・HTO など) を施行後, 反対側 (非術側) 足部への継続した足底板使用の効果判定を述べた文献は皆無である. (図 1) 臨床でも, 義肢装具士や PT, 医師を含め再検討される事は殆どない.

今回我々は, 膝 OA に対する手術前後の「非術側」に関して, 膝の外側動揺性と足部アライメン

(2015/12/01 受付)

連絡先: 野尻 圭悟 〒819-8551 福岡県福岡市西区野方 7-770 医療法人博仁会 福岡リハビリテーション病院 リハビリテーション部
TEL 092-812-1880
E-mail nogk5pt@yahoo.co.jp

トとの関係性を明らかにし、足底板の必要性について検証したので報告する。

対 象

2015 年の 3 月から 5 月に当院を受診した膝 OA 患者 68 名のうち、両膝関節に手術既往がなく術前両側に足底板を挿入していた 20 名 40 膝（男性 8 名：女性 12 名）とし、平均年齢は 70.4 ± 3.2 歳であった。（表 1）術前の Femolo Tibial Angle（以下 FTA）は術側 184.7° /非術側 182.6° Kellgren-Lawrence 分類（以下、KL 分類）では術側平均 Grade3.1/非術側平均 Grade2.8 であり、有意差は認められなかった。

方 法

膝の側方動揺評価は術前と術後 6 週実施し、計測方法は 10m 自由歩行とし 3 軸加速度計（MA3-04Ac マイクロストーン社製）を腓骨頭直下に貼付し、加速度波形をサンプリング周波数 100Hz に

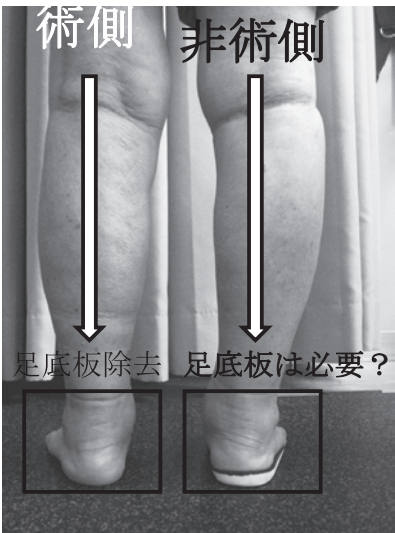


図 1. 非術側足底板の必要性

表 1. 被験者の属性

N=20	男性	女性	平均年齢±SD	平均 BMI	TKA	HTO
	8 名	12 名	70.4±3.2 歳	26.5±3.7	9 名	11 名

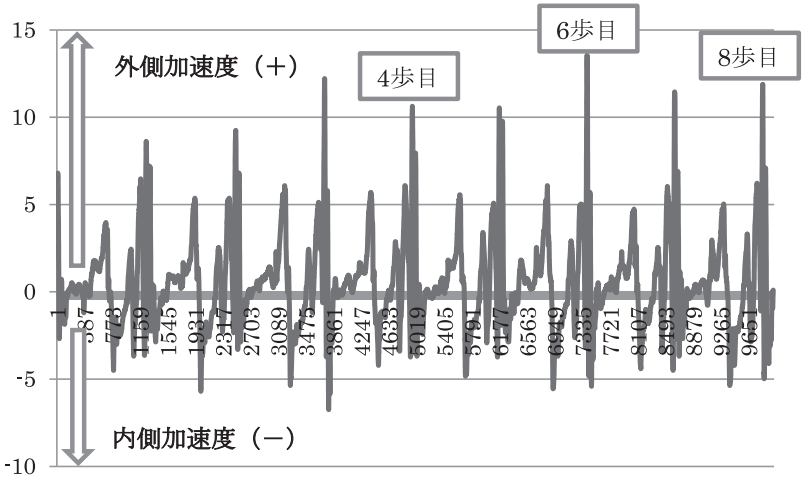


図 2. 加速度の計測方法と値の選択（1 症例のグラフより作成）

歩行の加速と減速を考慮し、各試行中の 4 歩・6 歩・8 歩から得られた加速度のピーク値を分析した。測定は 2 回行い、計 6 歩を解析対象として 1 回目の 3 歩の平均値と 2 回目の 3 歩の平均値の大きい値を被験者の代表値とした。

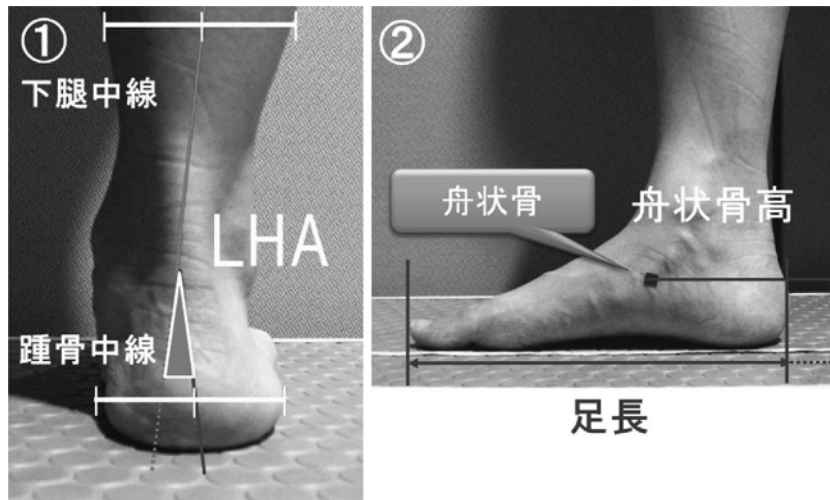


図3. LHA（下腿の中線と踵骨中線とのなす角度）・舟状骨高（裸足にて床面から舟状骨下端までの距離）

表2. 非術側アライメント変化

	FTA	LHA	舟状骨高
非術側（術前）	182.6°	2.9° 外反	4.5cm
非術側（PO6W）	184.6°	6.4° 外反	4.0cm

で導出した。波形より下腿の側方加速度（+：外側 -：内側）を算出した。歩行の加速と減速を考慮し、各試行中の4歩・6歩・8歩から得られた加速度のピーク値を分析した。（図2）測定は2回行い、計6歩を解析対象として、1回目の3歩の平均値と2回目の3歩の平均値を比較し、大きい値を被験者の代表値とした。全被験者の術前と術後6週の内側・外側加速度を、Wilcoxon 符号付順位検定を用いて差の検定を行った（ $p<0.05$ ）。

足部アライメントの測定は、裸足にて床面から舟状骨下端までの距離を舟状骨高とし、立位でのLHAを計測した。（図3）LHA・舟状骨高の術前後の術側・非術側と非術側膝の外側動揺性との関係性を求めた。統計学的処理はSpearmanの順位相関係数を用いて有意水準を5%未満とした。

結 果

術後6週での非術側膝のFTAは増加し、LHAは外反を強め舟状骨高は低下する結果となった。（表2）膝の加速度に関しては、外側・内側方向ともに減少していたが、特に外側加速度の方が有意に改善されており（ $p=0.02$ ）、手術により非術側膝の動揺性も改善された結果となった。（表3）術後の非術側膝の外側動揺に関与する項目として、非術側の舟状骨高に高い相関を認めた（ $R=-0.49$, $p=0.04$ ）。（表4）非術側LHAには相関関係は認められなかった（ $R=-0.24$, $p=0.08$ ）。（表5）

考 察

石川（2000）は、膝OAの進行度と膝関節外側角（FTA）は強い相関関係を認めた⁵⁾と述べている。術後6週ではあるが、僅かながら非術側のFTAは増加しており、膝OAの進行が危惧された。

今回の結果から、非術側の膝OA進行に関係する外側加速度後足部への外側ウェッジを装着したままより、舟状骨を含めた中足部を中心とした足

表3. 非術側外側・内側加速度の変化（全被験者の平均値）*p<0.05

n = 20	外側加速度	内側加速度
非術側（術前）	17.4 ± 5.8m/sec^2	-12.5 ± 4.8m/sec^2
非術側（PO6W）	15.4 ± 9.1m/sec^2	-7.0 ± 9.1m/sec^2

表4. 外側加速度と舟状骨高との関係

外側加速度と舟状骨高の相関図

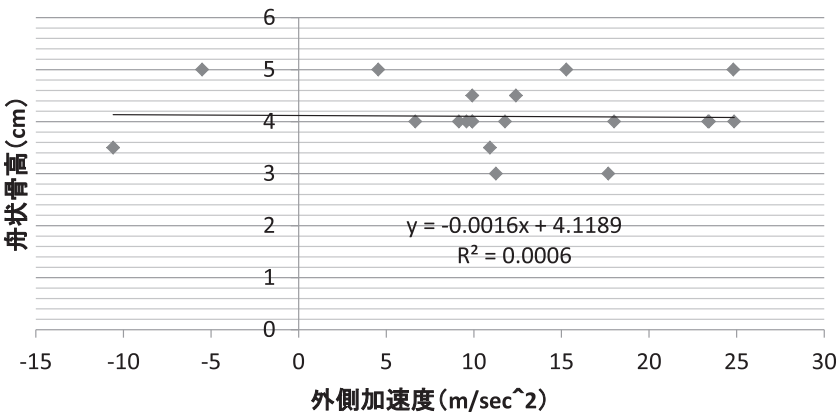
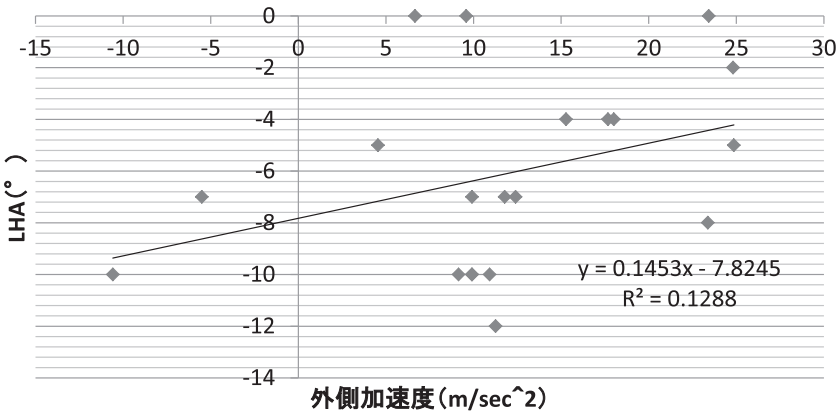


表5. 外側加速度と LHA（Leg Heel Alignment）の関係

外側加速度とLHAの相関図



底板の再構成が必要である事が示唆された。

結 語

今回、術後の非術側膝に対して舟状骨を含めた

内側縦アーチへのアプローチを述べたが、膝の病態に応じた高さや形状の検討や、膝痛や病態進行予防に対して有用性があるのかを引き続き検討していく。

文 献

- 1) Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II : OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis and Cartilage* 2008 ; 16 : 137-62.
- 2) Shimada S, Kobayashi S, Wada M, et al. Effect of disease severity on response to lateral wedged shoe insole for medial compartment knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 2006 ; 87 : 1436-41.
- 3) Hinman RS, Bowles KA, Bennel KL. Laterally wedged insole in knee osteoarthritis : do biomechanical effects decline after one month of wear. *BMC Musculoskelet Disord* 2009 ; 10 : 146.
- 4) Reilly KA, Barker KL, Shamley D. A systematic review of lateral wedged orthotics—how useful are they in the management of medial compartment osteoarthritis. *Knee* 2006 ; 13 : 177-83.
- 5) 石川 勝. CTによる膝回旋・脛骨捻転角測定 特に正常者における各種脛骨近位端横軸設定による比較検討と変形性膝関節症例との比較. *昭和医学会雑誌* 2000 ; 60 : 61-68.

幼児の脚形態（外反膝・内反膝）の発育変化に関する横断的検討

The growth of the leg alignment (genu valgum・genu varum) in preschool child : A cross-sectional study

¹⁾湊川短期大学

²⁾神戸大学大学院人間発達環境学研究科

¹⁾Minatogawa College

²⁾Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

上田 恵子¹⁾²⁾, 國土 将平²⁾

Keiko Ueda¹⁾²⁾, Shohei Kokudo²⁾

Key words : 外反膝 (genu valgum), 内反膝 (genu varum), 幼児 (preschool child), 発育 (growth), 土踏まず (longitudinal arch)

要 旨

幼児の正常な脚アライメントの獲得を促進するため、幼児の脚形態（外反膝・内反膝）の発育変化を横断的観察により検討することを目的とした。対象は1歳から6歳までの乳幼児の合計888名で果間幅と膝間幅を測定した。男女共に1.5歳から外反膝（X脚）傾向が見られ、2.5歳では全員が外反膝であった。また、男女共に約7割以上で土踏まずが形成される3.0歳以降に外反膝が減少するのに伴い、中間位の膝が出現して増加していった。その後、4.0歳以降に内反膝が出現して徐々に増加することから、男女共に約8割以上の土踏まずが形成される3.5歳を境に青壮年期の脚形態に移行する可能性が示唆された。また、脚形態と土踏まず形成には関連が見られなかった。

a) 緒 言

幼児の脚形態は、誕生後1歳までは内反膝（O脚）を呈し、18ヵ月～3歳は外反膝（X脚）傾向を示し、その後、正常な脚に近づいていくという報告がある¹⁾。幼児期の生理的なO脚は自然治癒するものが多く、日本ではO脚を有する人の頻度が高い²⁾。これは外見上の問題にとどまらず、変形性膝関節症が発生する誘因ともなっている³⁾。また、O脚を有する原因としては、O脚形成自体が幼児期の脚の発育過程であることが疑われる。従って、幼児期の脚の発育発達を明らかにすることは、幼児期のみならず、将来にわたる脚の健康のためにも重要であると考えられる。

これまでの乳幼児の脚形態に関する先行研究を概観すると、X線診断で膝外側角（FTA : Fimorotibial Angle、大腿骨軸と腓骨軸の交点との外側角を測定）の角度を調べた報告があり、Saleniusらによれば、2歳までは内反膝で3歳から8歳は外反膝であると報告している⁴⁾。また、鶴田らが児童を対象に果間幅および膝間幅を測定した報告では、X脚は6歳から7歳で男女とも60～70%、8歳

(2015/12/28 受付)

連絡先 : 上田 恵子 〒669-1342 兵庫県三田市四ツ辻
1430 湊川短期大学幼児教育保育学科
TEL/FAX 079-568-1858
E-mail kueda@live.minatogawa.ac.jp

表 1. 症例

年齢(歳)	(人)		
	男児	女児	合計
1.0	7	7	14
1.5	17	29	46
2.0	30	26	56
2.5	30	20	50
3.0	36	39	75
3.5	65	56	121
4.0	52	48	100
4.5	44	57	101
5.0	76	65	141
5.5	53	54	107
6.0	45	32	77
合計	455	433	888



図 2. Hライン (平澤, 1989)

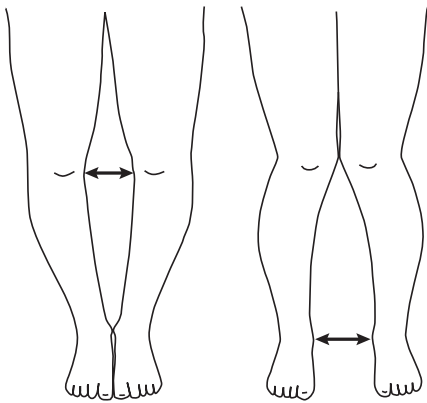


図 1. 外反膝・内反膝の各計測箇所

から9歳で50%となり、10歳から11歳では20～30%前後と減少する。その一方で、中間位の脚は年齢と共に増加し、11歳男子は66%、女子は56%になり、O脚は6歳から9歳でほとんどみられないが、10歳から11歳では増加傾向がみられるという報告がある⁵⁾。幼児の両膝間幅については、4歳では全員0cmであるが、加齢につれて徐々に幅が大きくなり、第2次性徴終了後に男子は約2.5cm、女子は約1cmであったという報告⁶⁾がある。しかし、幼児のサンプル数が5歳児は105名、6歳児は89名であるのに対し、4歳児のサンプル数が24名と少ないため十分とは言い難い。以上のように、幼児を対象とした報告は限られている。

幼児を対象とした土踏まずに関する先行研究では、児童を対象とした脚形態と体力・運動能力の関係についての報告⁷⁾は見られるが、幼児の脚形態と土踏まずとの関連についての報告は見られない。

以上のことから、本研究では、幼児の脚形態の年齢毎の発育変化を横断的観察により明らかにすることを目的とした。

b) 対象と方法

調査対象は、13の保育園と幼稚園（千葉県、埼玉県、富山県、福岡県、熊本県）に通う1歳から6歳までの乳幼児、男児455名、女児433名の合計888名であった。（表1）調査時期は、2014年8～9月で午前中に測定を行った。

測定方法は、被験者を膝蓋骨正面位、両膝伸展位で、両足内側の踵から第一中足骨骨頭までを両足を合わせた荷重直立時とし、外反膝傾向で膝が重なる場合は大腿骨内顆部を接して足を左右に離して両側脛骨内果間幅（果間幅）を測定し、内反膝傾向で膝の間が開く場合は両脛骨内果を接して直立し、両側大腿骨内顆間幅（膝間幅）をデジタルノギスにて測定した。（図1）また、足部計測については、足裏バランス測定装置「FootLook」（株式会社フットルック社製）の画像（全て右足）を用い、内側線と外側線の交点から第2趾中央を結んだ線であるHライン⁸⁾を基準とし、土踏まずがHラインを超えていれば土踏まず形成ありと評価

表 2. 年齢別の果間幅と膝間幅の平均値と標準偏差と中央値 (男児)

(mm)

年齢(歳)	果間幅			膝間幅		
	平均値	標準偏差	中央値	平均値	標準偏差	中央値
1.0	-14.57	3.19	-13.70	13.17	8.83	10.20
1.5	-20.76	20.03	-14.10	14.46	7.71	13.00
2.0	-21.18	9.48	-20.80	11.35	3.46	11.35
2.5	-21.74	10.36	-21.05	0	0	0
3.0	-18.75	10.30	-16.50	0	0	0
3.5	-21.88	12.00	-17.90	0	0	0
4.0	-18.08	8.78	-16.50	9.30	10.83	3.20
4.5	-21.46	13.99	-17.90	7.71	6.71	6.40
5.0	-16.20	11.24	-13.80	10.08	7.38	9.00
5.5	-14.15	9.64	-13.05	11.48	7.68	8.30
6.0	-13.22	5.33	-12.40	10.81	6.61	8.40

表 3. 年齢別の果間幅と膝間幅の平均値と標準偏差と中央値 (女児)

(mm)

年齢(歳)	果間幅			膝間幅		
	平均値	標準偏差	中央値	平均値	標準偏差	中央値
1.0	-13.00	7.79	-16.30	9.33	4.37	10.50
1.5	-14.53	8.82	-14.40	6.65	3.98	5.25
2.0	-16.77	5.90	-16.35	0	0	0
2.5	-23.91	8.93	-24.20	0	0	0
3.0	-21.77	10.32	-21.30	0	0	0
3.5	-18.47	9.49	-16.20	0	0	0
4.0	-17.31	12.16	-14.80	9.00	4.00	9.00
4.5	-21.82	13.59	-19.70	5.42	4.51	4.05
5.0	-18.01	8.54	-17.20	7.92	2.96	7.60
5.5	-17.72	11.29	-17.90	10.96	5.42	8.70
6.0	-27.90	14.21	-26.70	8.88	4.41	7.80

した。(図 2)

解析方法については、男女別、年齢別 (0.5 歳刻み) で解析し、脚形態については、直立時に外反傾向で膝が重なる場合は外反膝 (X 脚)、内反傾向で膝が開く場合は内反膝 (O 脚)、膝が隙間なくつく場合は中間位に分類し、その比率を求めた。また、年齢別の土踏まず形成について、その比率を求めた。また、脚形態による土踏まず形成率の違いを検討するため、年齢別・脚形態別の土踏まず形成率を求め、その比率をカイ 2 乗検定を用いて検討した。統計解析ソフトは、SPSS 23 を用いた。

本研究の限界として、幼児の脚形態の年齢別の

発育変化について、実態を把握するための横断的観察であること。また、膝の内反・外反角度の測定ではなく、果間幅および膝間幅を測定していることがあげられる。

c) 結 果

表 2 と表 3 に、男女別の果間幅と膝間幅の平均値と標準偏差と中央値の年齢別距離を示す。果間幅の中央値は、男児が 2.5 歳で最大値、6.0 歳で最小値を示した。女児は 6.0 歳で最大値を示し、1.5 歳で最小値を示した。膝間幅は、男児が 1.0 歳で最大値を示し、4.0 歳で最小値を示した。女児は

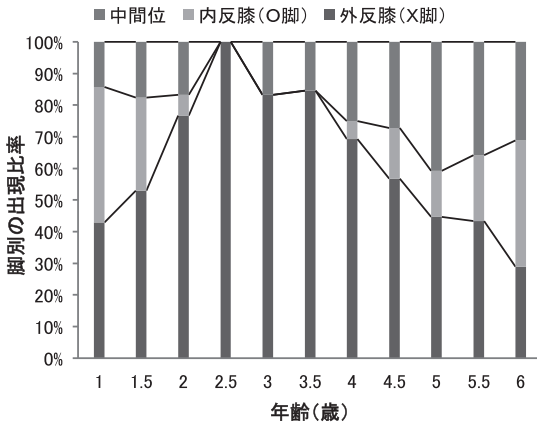


図3. 外反膝・内反膝・中間位の年齢別出現比率 (男児)

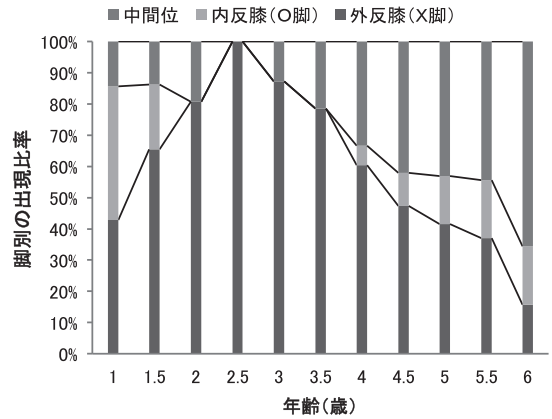


図4. 外反膝・内反膝・中間位の年齢別出現比率 (女児)

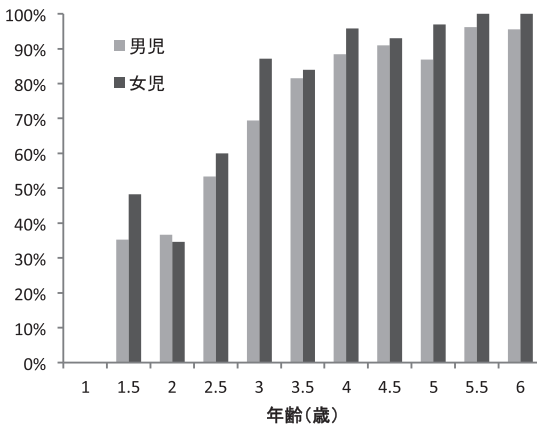


図5. 土踏まず形成率

1.0歳で最大値を示し、4.5歳で最小値を示した。男児の2.5歳から3.5歳と女児の2.0歳から3.5歳は内反膝が0%で測定できなかったため、値は出なかった。男児の果間幅は全年齢を通じて12～18mm、膝間幅は6.4～11mmに分布しており、女児の果間幅は全年齢を通じて14～20mm、膝間幅は7.6～11mmに分布していた。

図3、図4に、男女別の外反膝(X脚)・内反膝(O脚)・中間位の年齢別出現比率を示す。外反膝は、男女共に1.0歳(42.9%)から見られ、2.5歳まで増加し、全員が外反膝傾向を示すが、それ以降は6.0歳まで減少する傾向であった。内反膝は、男女共に1.0歳(42.9%)から見られ、2.5歳で減

少して0%になり、男子では2.5歳から3.5歳、女児では2.0歳から3.5歳まで0%になるが、4.0歳以降は男女共に少しずつ増加し、6.0歳では男児が40%、女児が18.8%であった。中間位は、男女共に1.0歳から少し見られたが、2.5歳で0%になり、その後3.0歳から徐々に増加し、6.0歳では男児が31.1%、女児が65.6%であった。

図5に男女別の土踏まず形成率を示す。1.0歳は男女共に土踏まずは未形成であるが、1.5歳より男女共に土踏まず形成が見られた。また、ほとんどの年齢において女児の土踏まず形成率が男児よりも高く、男児は3.5歳で8割以上、女児は3.0歳で8割以上に土踏まず形成が見られた。

図6と図7に男女別の脚形態別にみた年齢別の土踏まず形成率を示す。尚、図6の内反膝(O脚)の2.5歳から3.5歳と中間位の2.5歳のデータは存在しないため、プロットしていない。同じく、図7の内反膝(O脚)の2歳から3.5歳と中間位の2.5歳のデータは存在しないため、プロットしていない。また、各年齢において、脚形態状態の違いによる土踏まず形成率の有意差は認められなかった。

d) 考 察

男女別の外反膝(X脚)・内反膝(O脚)・中間位の年齢別出現比率については、男女共に1.5歳から外反膝傾向になり、2.5歳で全員が外反膝傾向

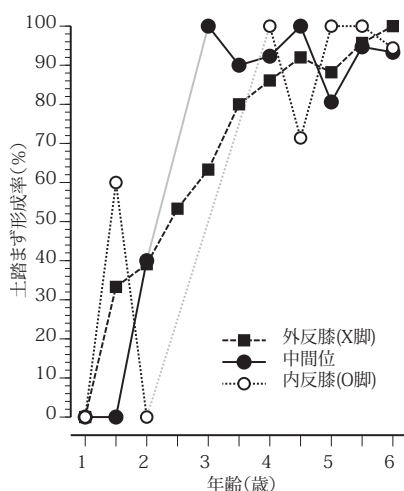


図6. 脚形態別にみた年齢別土踏まず形成率 (男児)

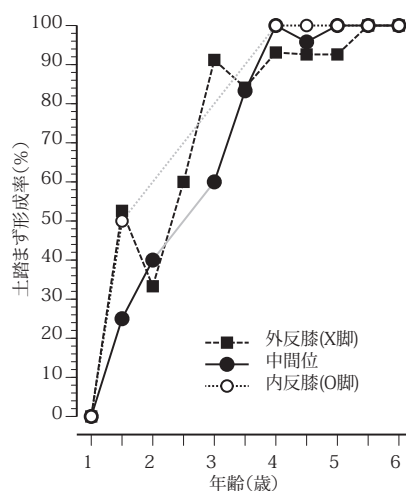


図7. 脚形態別にみた年齢別土踏まず形成率 (女児)

を示し、それ以降は減少するという同じ傾向が見られた。これは、Salenius らの1.5～3歳までは外反膝傾向を示し、脚の変化には性差がみられないという報告⁴⁾と同じ結果が得られた。内反膝は、男女共に1.0歳で出現が見られた。これは、1歳代は内反膝傾向が見られるという Salenius らの報告⁴⁾と同じ結果であった。また、男女共に2.5歳で減少して0%になり、男子では2.5歳から3.5歳、女児では2.0歳から3.5歳まで0%であり、4.0歳以降は男女共に少しずつ増加し、6.0歳では男児が40%、女児が18.8%であった。

中間位群については、男女共に3.0歳から増加し、6.0歳では男児が31.1%、女児が65.6%であり、女児の中間位群が徐々に高くなるのに対し、男児は減少する傾向が見られた。これは、男児では、加齢と共に中間位の脚が増加するという Salenius らの報告⁴⁾とは異なる結果であった。

また、男女共に約7割以上の土踏まずが形成される3.0歳以降に外反膝が減少するのに伴い、中間位の膝が出現して増加していった。その後、4.0歳以降に内反膝が出現して徐々に増加することから、3.5歳を境に青壮年期の脚形態に移行する可能性が示唆された。

男女別の土踏まず形成率については、1.0歳は男女共に土踏まずは未形成であるが、1.5歳より男女共に土踏まず形成が見られた。また、ほとんどの年齢において女児の土踏まず形成率が男児よりも高く、男児は3.5歳で8割以上、女児は4.0歳で9割近くに土踏まず形成が見られた。この結果は、坪井らの女子の方が土踏まずが早く形成されるという報告⁹⁾と同様の結果が得られた。

脚形態別にみた年齢別の土踏まず形成率と脚形態の関連では、男児では内反膝の2.5歳から3.5歳の間と中間位の2.5歳、女児では内反膝の2.0歳から3.5歳の間と中間位の2.5歳で、出現しない脚形態がある。従って、全ての年齢における脚形態別の土踏まず形成率は得られておらず、得られた比率の範囲においては、脚形態の違いによる土踏まず形成率に有意差は認められなかった。従って、本研究の結果として、脚形態の違いによる土踏まず形成には関連が見られないことが示唆された。

また、これまでの幼児の脚形態についての報告では、4歳から6歳の膝間幅のみを測定した報告⁶⁾があり、男児の方が女児よりも膝間幅が大きい傾向であったが、本研究でも同様の結果が得られた。しかし、その報告の中で幼児の脚形態と土踏まず

の関連については特に言及はされていない。従って、本研究により幼児の脚形態と土踏まズの関連に関する新しい知見が得られたと考える。

以上のことから、将来の脚の健康のため、幼児期の中間位の脚アライメント（脚形態）の成長を促すための検診制度の導入や適合した靴を履く¹⁰⁾等の予防が大切であると考ええる。

本稿では、幼児の脚形態の様相の一端を明らかにすることができた。しかし、3歳以下のサンプル数が少なかったため、さらなるサンプルの収集を行い、各年齢別の脚形態を検討したいと考える。

e) 結 語

1.5歳から外反(X脚)傾向が見られ、2.5歳では全員が外反膝であった。男女共に約7割以上の土踏まズが形成される3.0歳以降に外反膝が減少するのに伴い、正常膝が出現して増加していった。その後、4.0歳以降に内反膝が出現して徐々に増加することから、男女共に約8割以上の土踏まズが形成される3.5歳を境に青壮年期の脚形態に移行する可能性が示唆された。

謝辞：調査に協力していただいた保育士の方々、園児の皆様、子どもの足と靴の研究会の皆様に深く御礼を申し上げます。

げます。

文 献

- 1) 蜂谷将史. 小児の膝内反・外反の逐年的推移に関するX線像の研究. 日本整形外科学会雑誌 1981; 55: 31-43.
- 2) 松本直子, 西尾 巧, 勝 眞理他. 歩行分析に基づいて設計したO脚対応靴の効果. 靴の医学 1996; 10: 76-81.
- 3) 腰野富久. 変形性膝関節症の病因. 分類と臨床所見. リウマチ 1985; 25: 191-203.
- 4) Salenius P, E Vankka P. The Development of the Tibiofemoral Angle in Children. J Bone Joint Surg Am 1975; 57: 259-61.
- 5) 鶴田宏次, 萩原郡次, 磯本昭夫他. 発育期におけるO脚, X脚の年齢別変遷について. 日本体育学会大会号; 1972. 23.
- 6) 足サイズ計測実行委員会. 足サイズ計測調査事業(4歳~18歳)報告書. H25年10月: 日本皮革産業連合会; 2013.
- 7) 尾形敬史, 三輪智子, 丸山洋子他. 小学生におけるX脚・O脚と体力・運動能力との関係についての研究. 茨城大学教育学部紀要(教育科学) 1988; 37: 85-101.
- 8) 平澤彌一郎, 中村猛男. 足の裏をはかる. 第11刷: ポプラ社; 1989. 54-66.
- 9) 坪井 宏, 田中靖久. 幼児の土踏まズについて一年齢による形成の変化一. 東海大学短期大学部生活科学研究所報 2003; 17: 41-7.
- 10) 塩之谷香. 足のトラブルは靴で治そう. 第2版: 中央法規出版; 2005. 25-50.

変形性膝関節症に対する足底挿板療法

—大腿骨脛骨角は改善するか—

Shoe insole Treatment for Osteoarthritis of the Knee.

—Can Shoe and Shoe Insole Improve Femoro-tibial angle?—

¹⁾NPO オーソティックスソサエティー

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院

¹⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

²⁾Totsuka Kyoritsu Rehabilitation Hospital

内田 俊彦¹⁾, 金森 輝光²⁾, 東 佳徳²⁾, 笠原 知子²⁾, 久保 実²⁾

Toshihiko Uchida¹⁾, Terumitsu Kanamori²⁾, Yoshinori Higashi²⁾,

Tomoko Kasahara²⁾, Minoru Kubo²⁾

key words : 変形性膝関節症 (osteoarthritis of the knee joint), FTA の改善 (improvement of femoro-tibial angle), 足底挿板療法 (shoe insole treatment)

要 旨

変形性膝関節症に対し、観察による歩行分析を用いた足底挿板療法を行い、大腿骨脛骨角（以下 FTA）の推移を検討した。FTA の計測はすべて裸足立位膝蓋骨正面位での下肢全長撮影を用いて行い、重症度は K-L 分類を用いた。19 膝中 8 膝で最低 4°, 最大で 10° の改善がみられ、重症度には関係がなかった。1 膝のみ治療開始から 1 年で 5° の改善をみたが、他の例では 2~3 年と改善する迄に時間を要した。

足底挿板による保存療法は広く行われているが、FTA の改善が得られたという報告は見当たらない。徹底した靴と足底挿板の管理を行えば、保

存療法でも重症度に左右されることなく FTA の改善は可能である。

緒 言

我々は足底挿板を作製するうえで観察による歩行分析を行っている。変形性膝関節症患者の歩行姿勢の特徴は、足部回外の動きが大きい例、また数は少ないが回内の動きが大きい例の二つに分類される。歩行中の左右のバランスの崩れは足部のこれらの動きと、中には脚長差の存在が含まれる場合もある。足底挿板を用いて足部回外の動きが大きい脚は回内方向に、足部回内の動きが大きい脚は回外方向に足部の動きを誘導するようにし、脚長差に対しては補高を用いている。今迄の足底挿板による治療報告では、大腿骨脛骨角（以下 FTA）が改善したという報告はない。今回経時的に FTA を計測したので、その結果を報告する。

(2016/11/01 受付)

連絡先：内田 俊彦 〒100-0014 東京都千代田区永田町 1-11-4 永田町パレスサイドビル 1F NPO
オーソティックスソサエティー
TEL 03-3595-4355 FAX 03-3595-4356
E-mail nikogabifoot7@gmail.com



図 1. FTA の計測

対象及び方法

対象は男性 1 例，女性 15 例の 16 例 19 膝である。年齢は 48～77 歳平均 66 歳，全例内側型の変形性膝関節症である。

X 線撮影は，足底挿板療法開始前に行い，二度目の撮影は治療開始後最短 1 年，最長 3 年経過時に行った。経過観察期間は 1 年～5 年である。FTA の計測はモニター上で 3 名の計測者がそれぞれ 3 回ずつ同じ X 線像を計測した。その値を比較したところ誤差は 2° 以内であった。そこでその倍の 4° 以上の増減を有意として判定した。X 線撮影肢位は自然立位で，裸足膝蓋骨正面位で行った。片脚立位ではなく，両脚立位である。FTA は大腿骨，脛骨のそれぞれ近位，遠位の midpoint を結んで測定した。(図 1)

重症度は Kellgren-Lawrence 分類 (以下 K-L 分類) を用いた。grade II が 6 例 6 膝，grade III が 5 例 6 膝，grade IV が 5 例 7 膝であった。

経過観察は 3 ヶ月に一度，歩行姿勢，靴，足底挿板のチェックを行い，その都度調整を行った。



図 2. 右回外傾向の立脚時の姿勢

歩行姿勢の観察は左右のバランスをみる事が重要である。本例では右立脚時，踵内側から立てた垂線に対して右膝のスラストにより，膝の位置が左立脚時に比べて大きく外側にある。また骨盤帯も外側方にスウェーしているため，左立脚時に比べて垂線よりも外側に位置している。体幹，肩甲骨の右側方スウェーは大きくなく，むしろ左肩甲骨の下制が目立つ。

足部回外，足部回内の動きの判断は，踵骨の外反角度が何度といった角度での定義はしておらず，歩行姿勢の観察結果より以下のとおりとした。足部回外の動きは，足圧中心が足部外側を通過し小趾方向に移動するため，下腿は外旋してニーアウトとなる。身体の動きは骨盤帯の外側スウェー，体幹・肩甲骨の側方スウェーを呈するものとした。(図 2) 足部回内の動きは，足圧中心が足部内側を通過し母趾方向に移動する動きで，下腿は内旋してニーインとなる。これに伴い身体の動きは，骨盤帯の内側スウェー，体幹の側屈と肩甲骨の下制を呈するものとした。(図 3) 観察によって膝，骨盤帯，体幹といった足部から遠いところの動きは確認し易く，足底挿板によってそれぞれの特徴的な動きの改善を確認し，足底挿板の内側アーチ，



図 3. 右回内傾向の立脚時の姿勢
右立脚時、O 脚が左に比べて強いため、垂線よりも膝は外側に位置しているが、回外傾向の動きに比べて右骨盤帯は左立脚時の左骨盤帯よりも内側に位置しており、体幹の側屈と肩甲骨帯の下制の動きが良く分かる。この動きが回内傾向の特徴であり、本例では左は膝のスラストはみられないが回外傾向の動きが目立つ。

外側アーチや中足骨パッドの高さの調節を行っている¹⁾。

今回の対象例に対して足の計測を事前に行い、履いている靴が足サイズに適合しているか、足底挿板療法を行うにあたり適しているか否かの判断を行い、全例で靴を交換した。すなわち、全例が足底挿板療法を行うにあたり不適當な靴を履いており、それらは足サイズに適合していなかったり、調節性のない靴であったりしたためである²⁾。

被験者全員に対してビデオ撮影、X 線撮影の説明と同意を得た上で、本研究は行われている。

結 果

FTA の改善角度は 4° から最大 10° で K-L 分類でも grade II から grade IV まで改善はみられた。

表 1. K-L 分類と改善数

		症例数	改善	不変	増悪
K-L 分類	II	6 例 6 膝	2 例 2 膝	4 例 4 膝	0
	III	5 例 6 膝	1 例 1 膝	4 例 5 膝	0
	IV	5 例 7 膝	3 例 5 膝	2 例 2 膝	0
		16 例 19 膝	6 例 8 膝	10 例 11 膝	0

表 2. 足部の動きと改善数

回外傾向	13 例 15 膝	改善 5 膝
回内傾向	3 例 4 膝	改善 3 膝

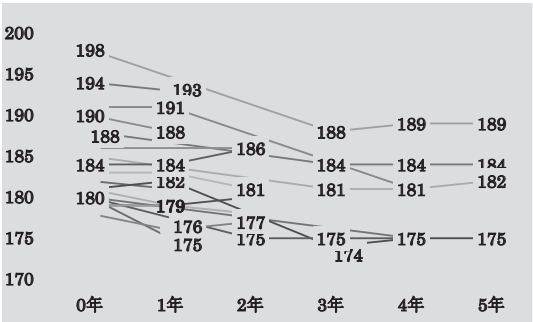


図 4. FTA の推移

6 例 8 膝に改善がみられ、不変 10 例 11 膝で増悪例はなかった。(表 1)

足部の動きでは足部回外の動きが 13 例 15 膝と多くみられたが、回内例も 3 例 4 膝にみられた。足部の動きの違いによって改善に差はなく、回外例で 5 膝、回内例 3 膝で改善がみられた。(表 2)

FTA の推移をみたグラフ (図 4) では、全例で 1 年ごとに評価した訳ではないが、2 年以内に改善がみられたのは 2 膝であり、残りの 6 膝は 3 年以上を要していた。1 年で 4° 以上の改善を見たのは 1 例のみであった。

症例供覧

57 歳女性。2012 年、転倒し左膝蓋骨骨折受傷、観血整復術をうけた。骨癒合は完了したが、内側

関節裂隙はほぼ消失し、痛みが継続していたため、足底挿板療法をおこなった。FTA は 191° 、K-L 分



図5. 足底挿板無し
体幹の側屈と左肩甲帯の下制が明らかである。

類 IV である。

歩行姿勢をみると、左立脚期に体幹の側屈と肩甲帯の下制が明らかであり、回内型の関節症である。(図5) 足サイズは細く、荷重位でも D サイズであり、B サイズの靴で足底挿板療法を行った。

作製した足底挿板形状と歩行姿勢を示す。(図6) 左立脚期における体幹の側屈と肩甲帯の下制の動きはなくなっている。

FTA の変化と単純 X 線像を示す。(図7) 2016 年4月、FTA は 181° と 10° 改善し、内側関節裂隙は明らかに開大しており、K-L 分類は grade IV から grade II に改善したといえる。屈曲拘縮は約 10° であるが、足底挿板療法開始前後でほとんどその差はない。

考 察

変形性膝関節症に対する保存療法として、足底装具や膝装具が用いられている。足底装具は軽度から中等度の関節症にしかその効果はなく、保存療法では FTA の矯正は困難である、と言われてきた³⁾。戸田らは距骨下関節固定付き足底板を用い



図6. 足底挿板有りの歩行姿勢と足底挿板形状
肩甲帯の下制の動きは制限されている。

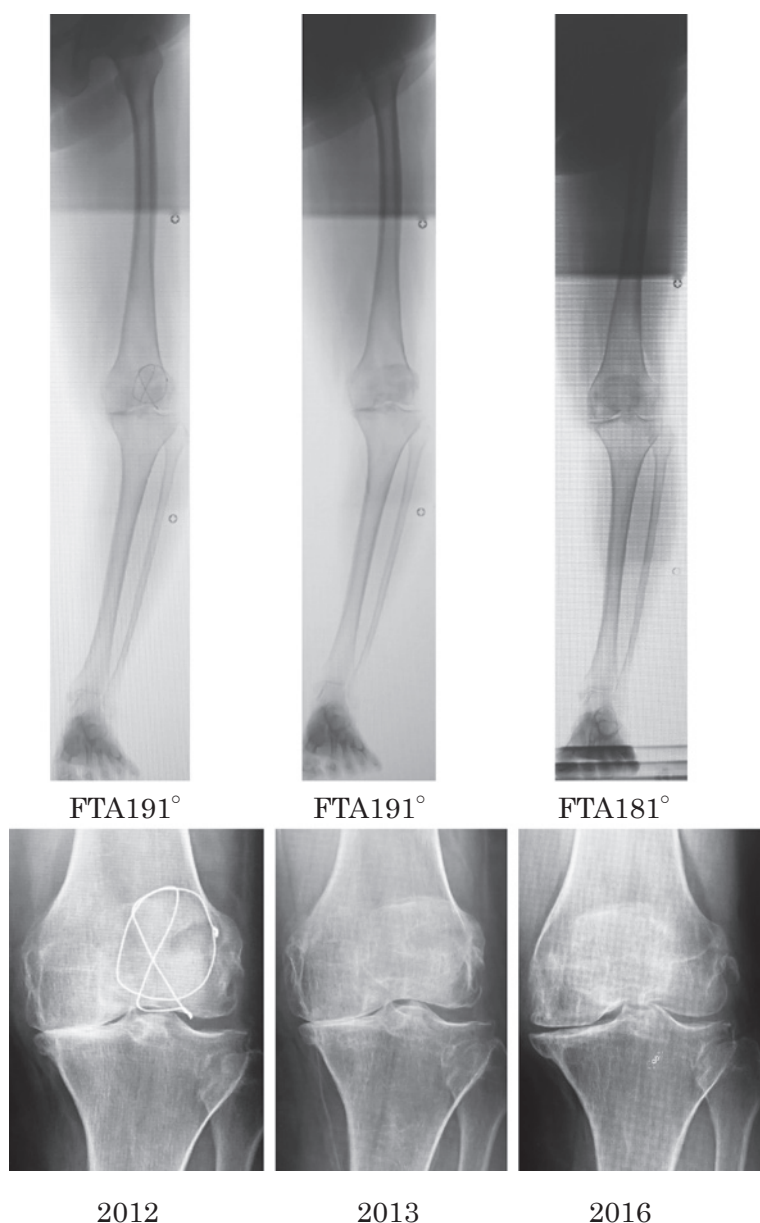


図7. 症例 57歳女性

FTA が 3.4° 減少したと報告しているが³⁾、この評価方法は装具の非装着時と装着時を比較したものであり、我々のように裸足における比較とは全く違うものである。また今回の検討では、ほぼ消失した内側関節裂隙の拡大が確認されており、K-L 分類の grade が改善したと考えられるが、この様

な報告は今迄筆者が渉猟し得た範囲ではない。したがって、我々の靴と足底挿板による保存療法は重度の例に対してもその適応は十分にあるといえる。

我々の足底挿板の作製方法が他の方法と違う面は、一つは靴を適切なサイズに変更すること、デ



図8. 足底挿板

向かって左が、踵外側、外アーチ、前足外側を高くして回外傾向の動きを回内方向に持っていく形状である。

ザインは調節性のあるヒモ靴に、そして足底挿板の作製の考えは歩行中の左右の歩行バランスを改善することが目標であり、そのために観察による歩行分析を行っていることである。靴は常に同じ状態ではなく、使っていれば必ず緩みや靴底の削れは生じるものであり、これらは歩行姿勢に影響することから、3ヶ月に一度は歩行バランス、靴の消耗度など定期的なチェックを行っている事である。

垣花は内側型膝 OA の歩行解析を行い、外側楔状板は膝関節内反モーメントを減らす効果があるが、それでも2割程度にこのような作用機序が適合しない内側型膝 OA が存在すると報告している⁴⁾。回外傾向の膝 OA に対する足底挿板形状は図8に示すように踵外側、足外側アーチを強化する形状になる。従って外側楔状板が効果のある例は我々の考える回外傾向の歩行姿勢を示す例といえる。また垣花らがいう外側楔状板の作用機序の適合しない例が、今回症例で示した回内型の膝 OA に相当すると考える。足底挿板療法を行う上で、足底挿板形状を考える事は重要であり、形状を決定するうえで歩行観察は必須であるといえ

る。またラテラルウェッジインソールは有効ではないという報告もあるが⁵⁾、これはそれぞれの症例に対して至適高さを設定せずに行ったためだと考える。足底挿板による治療は、個々人によって歩行姿勢には差があり、一つの形状だけで対応できるものではない、といえる。

我々は外反母趾を含めた足部障害や変形性膝関節症などの歩行姿勢の観察から、その原因が足部の動きにあり、それを是正しバランスのとれた環境を作る事で効果が上がる事を報告して来た¹⁾。今回の検討でも回外傾向の動きを呈する例が多かったが、回内傾向の動きを呈する例も3例4膝にみられた。これらは外側楔状板では効果は全く期待出来ない歩行形態と考える。FTAが改善した理由に関しては、歩行中の膝関節への内反モーメントが減少する動きが生じたものと考えられる。前述したようにわれわれの足底挿板は歩行中の身体バランスの左右への偏りをなくす事を目的としている。身体重心の位置は回外方向、回内方向のどちらへの動きであっても、左右どちらかに偏っている。足底挿板により左右への偏りが少なくなる結果、身体重心位置の正中化が図られる事で膝関節への内反モーメントが減少しているものと考えている。足底挿板による保存療法を行う上で、特に靴は靴底の削れなど歩行姿勢に及ぼす影響が出易いため途中経過をチェックするなど適切な対応をしながら管理する必要がある。時間的には数年を要するが、変形性膝関節症に対する靴と足底挿板による我々の保存療法は、FTAの改善も見込まれるものである。また逆に考えると、gradeの低いころからこの保存療法を行っていれば、関節症の進展を防ぐ事が可能になる事も考えられる。

結 語

観察による歩行分析を用いた足底挿板療法を、変形性膝関節症に対して行い、FTAの改善が可能である事を報告した。

文 献

- 1) 内田俊彦他. 歩行リハビリテーションにおける我々の足底挿板療法. 靴の医学 2010 ; 24 : 66-71.
- 2) 金森輝光他. 下肢障害に対する足底挿板療法—変形性膝関節症を対象として. 靴の医学 2012 ; 26 : 153-7.
- 3) 戸田佳孝他. 変形性膝関節症に対する装具療法—2001年以降の国際雑誌掲載論文からの考察—. MB Orthop 2007 ; 20 (5) : 128-34.
- 4) 垣花 渉他. 変形性膝関節症に対する装具療法の裏づけ—足底板の動作解析から. 臨床リハビリテーション雑誌 2007 ; 16 : 456-61.
- 5) Kim Bennell, et al. Lateral wedge insoles for medial knee osteoarthritis : 12month randomized controlled trial. BMJ 2011 ; 342 doi.

症例報告

(リウマチ性後足部変形に対する) 後足部固定術術後の
歩容改善に舟底靴が有用であった一例

Efficacy of rocker bottom shoe for dysbasia following hindfoot
arthrodesis in RA —a case report—

葛城病院

Katsuragi Hospital

福本竜太郎, 笹井 美伽, 吉川 雅夫, 朽木友佳子, 北野 直

Ryutaro Fukumoto, Mika Sasai, Masao Yoshikawa, Yukako Kuchiki, Naoshi Kitano

Key words : 後足部固定術 (hind foot arthrodesis), 舟底靴 (rocker bottom shoe), 歩行障害 (dysbasia)

要 旨

関節リウマチ (以下 RA) による後足部変形に対して後足部固定術を行い、術後に残存した歩容異常が舟底靴を使用することで改善した症例を経験した。症例は67歳の女性、1992年頃発症のRAで、主訴は右足関節痛であった。今回、右足関節痛の増悪により歩行困難となり、逆行性髄内釘による後足部固定術を施行した。術後12週経過後より全荷重歩行訓練を開始した。全荷重開始後の歩行動作で足関節可動域制限により右立脚期の足関節底屈による蹴りだしが見られず跛行を認めた。そこで、アウトソールに回転作用のある舟底靴を着用することで歩容の改善を認めた。舟底靴ではアウトソールのカーブが回転作用を生み、下腿を前方に回転させ身体重心の円滑な前方移動が可能となり歩容が改善したと考えられる。後足部固定術後の歩容異常に対して舟底靴の有用性が示唆さ

れた。

緒 言

後足部変形に対する後足部固定術は距腿および距踵関節の高度変形例に対して行われ、変形の矯正と除痛効果において優れた手術である¹⁾。しかし、手術後に残る後足部可動制限により歩容異常を呈する例も散見される。今回、我々は後足部固定術を行った症例に対して舟底靴を使用し歩容に改善が見られた一例を経験したので報告する。

症 例

67歳、女性。身長145cm、体重45kg。職業は美容師。

1992年頃発症のRA患者で、約2年前に他院より紹介され当院整形外科を初診した。Steinbrocker分類はstage IV class II。主訴は右足関節痛であった。右後足部の内反変形と前足部の扁平三角状変形を認めた。足部変形のため市販の靴が履けず、外出時は常にサンダルを着用していた。

右足関節の単純X線では、距腿関節で著明な内反変形があり、距骨下関節に関節裂隙の狭小化が

(2015/12/01 受付)

連絡先: 福本竜太郎 〒596-0825 大阪府岸和田市土生町 2-33-1 葛城病院
電話 072-422-9909 FAX 072-422-9919
E-mail simpledeiika@gmail.com



図 1. (上) 術前の右足関節単純 X 線像：距腿関節において重度の内反変形があり，足底外側面のみ接地している．(下) 術後の右足関節単純 X 線像：逆行性髓内釘により後足部は中間位に固定されている．

見られた．

職場まで徒歩で片道 1km 以上の距離があり，今までは独歩で通勤可能であったが，右足関節痛が次第に増強してきたことにより通勤および仕事が困難となったため，手術を行うこととなった．手術は経腓骨アプローチで距腿関節，距骨下関節の搔爬を行い，後足部内反を中間位に矯正し，足底より逆行性髓内釘により固定した．(図 1) 術後，膝下ギプス固定を行った．

術翌日より理学療法介入となり，ギプス固定部以外の下肢筋力増強訓練・関節可動域訓練を実施した．術後 9 週目よりギプス除去となり部分荷重



図 2. (左) 立脚中期：足関節背屈，股関節伸展が見られず，身体重心の前方移動が起こらない．(右) 立脚後期：足関節底屈による蹴り出しが見られず，体幹を前傾させることで身体重心を前方へ移動させる．

を開始した．術後 12 週目より全荷重による歩行訓練を開始した．

術後 12 週時の理学療法評価では右足関節可動域は背屈 -5° ，底屈 5° ，内がえし 0° ，外がえし 0° であった．歩行動作では右立脚中期の足関節背屈・股関節伸展が見られず，右立脚後期では足関節底屈による蹴り出し動作が見られなかった．(図 2) 歩行後に右母趾中足趾節関節（以下，MTP 関節）周囲に疼痛が出現した．日本足の外科学会足関節・後足部治療判定基準（以下 JSSF ankle/hindfoot scale）は 60 点であり，そのうち歩行能力の項目は連続最大歩行可能距離 4 点，路面の状況 0 点，歩容異常 4 点であった．

後足部固定術後に残存する足関節可動制限によって立脚期の蹴り出し動作が見られず，その動作を代償する為に前足部へ過剰なストレスが加わり母趾 MTP 関節痛を引き起こしたと考えた．そこで，アウトソールの回転作用により足関節機能を代償する舟底靴を導入した．経済性を考慮し，



図3. 既製靴のアウトソールに舟底形状加工を行う。アウトソールの舟底の高さは重心動揺を最小限にするため4mmに設定した。

靴は既製品を選択し、義肢装具士に依頼してアウトソールに舟底形状加工を行った。(図3)

舟底靴を装着して1週間後に再度歩行動作の評価を行った。すると右立脚中期の股関節伸展が見られるようになり、右立脚中期・後期の足関節運動を舟底靴が代償することで蹴り出しが可能となった。(図4) また、歩行後の右母趾 MTP 関節痛は消失した。JSSF ankle/hindfoot scale は86点と改善し、歩行能力の各項目でも連続最大歩行可能距離5点、路面の状況5点、歩容異常8点と改善した。術後4ヵ月で元職復帰が可能となり、患者の靴作成に関する満足度は高かった。

考 察

後足部固定術の術後は足関節可動制限が残存することにより右立脚後期の蹴りだし力が低下する。その低下分を代償するために前足部に過剰な負荷が加わり母趾 MTP 関節痛を引き起こしたと考えられた。通常、歩行時の足関節は下方へ向かう身体重心を前方への推進力へと変換する作用を有する³⁾。距腿関節が回転中心となり支点形成して身体重心を前方へ向けることで円滑な歩行を可能にする³⁾。本症例は後足部(距腿関節および距骨下関節)の可動制限により回転中心が形成されず、下腿の前方への回転が行えず推進力が低下したと



図4. (左) 術後、立脚中期：股関節伸展が見られ舟底靴の回転作用により下腿の前傾が起こる。

(右) 術後、立脚後期：舟底靴が足関節底屈運動を代償して蹴り出しが可能となり、円滑に身体重心が前方へ移動する。

考える。本症例においては、舟底靴のアウトソールのカーブが回転促進作用を生み、下腿を前方に回転させ身体重心の円滑な前方移動が可能となったために歩容が改善したと考えた。後足部固定術後に残存する歩容異常に対して、舟底靴の有用性が示唆された。

結 語

後足部固定術術後の歩容異常に対して舟底靴が歩容改善に有用であった症例を経験した。後足部の関節可動制限を有する症例に対する靴の選択は重要である。

舟底靴の適応に関して更なる検討が必要である。

文 献

- 1) 国分正一他. 標準整形外科学. 第10版. 東京都：医学書院；2008. 613.
- 2) Jones DA, et al. Does Modified Footwear Improve Gait After Ankle Arthrodesis?. The Journal of

靴の医学 **30**(2)2016.

Foot&Ankle Sugery 2006 ; 55 : 5-8.

版. 東京都：医学書院；2009. 27-9.

3) Gotz-Neumann K, et al. 観察による歩行分析. 第 1

シンポジウム

バスケットボールにおける靴の変遷と現状

Basketball shoes history and the present situation

大阪医科大学整形外科

Department of Orthopedic Surgery, Osaka Medical College

安田 稔人

Toshito Yasuda

Key words : バスケットボール (Basketball), シューズ (Shoes), 足関節捻挫 (ankle sprain)

要 旨

バスケットボールシューズには、ハイトップ、ミドルトップ、ロートップの3種類があり、靴の軽量化やクッションシステム、フィッティングシステムなど時代の変遷とともに様々な開発が行われてきた。バスケットボールは膝関節や足関節外傷が多いスポーツであり、特に足関節捻挫の頻度が高い。ハイトップシューズやテーピング、ブレースは捻挫の発生を防止する一方、過去の捻挫歴、踵部に空気を注入した靴の使用、ストレッチをしないことは捻挫の発生につながると報告されている。近年は靴底にスプリングを組み入れたシューズも販売されているが、これにより捻挫の発生は増加せず、また靴の軽量化やその機能を選手に告知することは、選手のパフォーマンスに良い効果をもたらすという研究もある。現時点ではバスケットボールシューズに関する科学的なエビデンスは少なく、靴により足関節外傷を予防できるかどうかは不明である。選手はフィット感、安定性のある靴を定期的に購入し、自分の靴の機能を知るとともに、捻挫の既往のある選手はハイトップ

シューズにテーピングやブレースを使用し、ストレッチやリハビリテーションを併用することも重要であろう。

はじめに

バスケットボールは冬季に体育館で学生が楽しめるスポーツとして1891年にアメリカで考案され、1949年にNBA(アメリカプロバスケットボールリーグ)が誕生した。NBA選手は、それぞれのシューズメーカーと契約し、スタープレイヤーには、プレイヤーモデルのバスケットシューズが提供されるとともに、同じ型のシューズが販売され、数々の人気商品が誕生している。バスケットシューズは1917年にコンバースから販売され、足関節を保護する目的のハイトップが特徴的であった。その後、バスケットシューズは布製から革製へ変遷し、軽量化やクッションシステムの工夫など様々な開発が行われてきた。バスケットシューズには足関節を完全に覆ったハイトップ、足関節を覆わないロートップ、またその中間のミドルトップと3つの種類がある。またバスケットボールにはポイントガード、シューティングガード、スモールフォワード、パワーフォワード、センターと5つのポジションがある。ポイントガードやシューティングガードは俊敏性や左右への繰り返しのカット動作が求められる。一方、フォワード、センターは体格も大きく、特にセンタープレー

(2016/11/29 受付)

連絡先: 安田 稔人 〒569-8686 大阪府高槻市大学町
2-7 大阪医科大学整形外科
TEL 062-683-1221 FAX 072-683-6265
E-mail ort028@osaka-med.ac.jp

ヤーはゴール下の選手が密集する状態でのプレイが多い。当然、各ポジションによってシューズに求められる機能も異なってくる。

バスケットボールは膝関節外傷や足関節外傷が多いスポーツであり、特に足関節捻挫が多い¹⁾。また選手は足関節捻挫発生時に医療機関を受診しないことが多く、これが再捻挫の原因になる可能性も指摘されている²⁾。本稿では、これまでのバスケットシューズに関する論文を紹介するとともに、バスケットシューズの工夫により捻挫が予防できるか、またどのような靴が選手にとって理想的であるかを検討した。

バスケットシューズに関する論文

鈴木らはバスケットボール日本リーグの選手223名に対してアンケートを施行した。その結果、バスケットボール選手の期待する靴は、止まりやすく、反発性が強く、衝撃吸収性に優れ、安定感のある靴であった。また捻挫予防効果を期待して、ハイカットシューズを使用している選手が多かったが、シューズの膝関節への影響は不明であった。シューズの使用限度は4か月であり、サポーターやテーピングを積極的に使用している選手は少なかった³⁾。

シューズと足関節捻挫についての生体力学的な基礎研究ではハイトップシューズはロートップシューズよりも足関節内反に対する制動力が高く、プレースやテープの使用でその効果はさらに高くなった⁴⁾。Garrickらの臨床研究ではハイトップシューズにテーピングを併用した場合、ロートップシューズでテーピングしない時に比較して足関節捻挫の頻度は1/5になり、捻挫の既往のある人がテーピングをしない場合は、ハイトップシューズを履くとロートップシューズより捻挫の頻度は1/2になると報告した⁵⁾。一方、ハイトップシューズの捻挫予防に対するRandomized controlled trialからは、靴の種類によって捻挫の発生率に差はなく、靴による捻挫予防効果はないと報告されている⁶⁾。しかし、この研究の問題点とし

て、新しい靴を使用したことや調査期間が短かったため、全体の捻挫の発生頻度が少なかったことがあげられる。McGuineらの1460名の高校バスケットボール選手に対するRandomized controlled trialではプレースについては捻挫の既往の有無にかかわらず、バスケットボール選手の捻挫予防に効果があったが、受傷した捻挫の重症度には差がなかった⁷⁾。

McKayらはバスケットボールにおける足関節外傷の危険因子を調査し、足関節外傷の既往があるとオッズ比は4.94、踵部にair cellがある靴を履くとオッズ比が4.3、試合前にストレッチをしない人のオッズ比は2.6になった。また足関節捻挫の既往がある場合の捻挫群は非捻挫群に比べてテーピングの使用頻度が少なかったと報告した²⁾。靴のデザインと外傷の関連については、大学バスケットボール選手230名の調査結果からは、靴底にスプリングを組み入れたCushion Column Shoeの使用により捻挫の発生が増えることはなかった⁸⁾。

バスケットシューズの重量について、3種類の重量のシューズを選手に使用させた結果、選手のパフォーマンスは靴の重量に影響されず、バスケットシューズの選択において靴の重量は重要でないと報告されている⁹⁾。一方、バスケットシューズの重量を告知すれば、軽いシューズほどパフォーマンスは向上し、重量を告知しなければパフォーマンスに差はなく、パフォーマンスには心理的な影響もあるようである¹⁰⁾。バスケットシューズの型とパフォーマンスについてはカメラによる動作解析からハイトップシューズは踵接地時の足関節の内反と外旋を制限し、ハイトップシューズにより矢状面、横断面の可動域は減少するが、ハイトップシューズはカット動作には影響を与えなかった¹¹⁾。

理想的なバスケットシューズ

バスケットボールシューズの科学的なエビデンスは少なく、靴で足関節外傷を予防できるかどうかは一定の見解はない。しかし、ハイトップシュー



図1. 足関節靭帯損傷用装具

足関節の内外側に支柱があり、2本のストラップを巻き付けて使用する

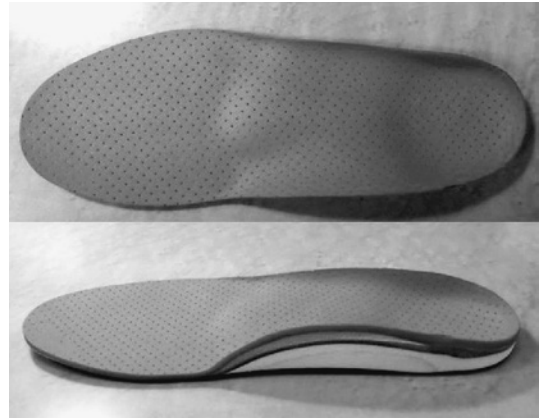


図2. 足底板

バスケットシューズのインソールを外して足底板を挿入する

足の外科医、スポーツ専門医の立場から

ズにテーピングやブレースを併用すれば、特に捻挫の既往のある選手に対しては捻挫予防の効果があるといえそうである⁵⁾。またハイトップシューズが選手のパフォーマンスを下げることはなく¹¹⁾、カット動作の多いガードポジションにも不向きではないと考える。様々なクッションシステムが開発されているが、靴底にスプリングを組み入れても捻挫が増加することはないようである⁸⁾。さらに選手自身がバスケットシューズの靴の機能を知っておくことも重要と思われる¹⁰⁾。古い靴は安定性が悪くなり、捻挫の原因になる可能性があるため、定期的な靴の更新も勧められる⁶⁾。バスケットボールの名門 UCLA のかつての名匠 Wooden はコーチングテキストの中で「靴は柔軟性を持ち、適切なアーチを備えたインナーソールをつけ、軽くて耐用性のある最高品質のものを望む。ストップの時、靴の中で足がすべらないよう通常使用している靴より半サイズ小さめの靴を選ぶ。ソックスは50% ウール混紡の良質のものを2重にして使用し、ソックスは皺にならないようにする」と述べている¹²⁾。

最後に、足の外科医、スポーツ専門医であり、中学から大学までバスケットボール部に在籍した経験から私見を述べる。バスケットシューズはやはりハイトップシューズを使用し、バスケットシューズは高価なものが多いが、できれば4か月～6か月で更新したい。足にはアーチの高低や足幅の違いなど様々な構築学的特徴があるため、靴のサイズについては一概に言えないが、足アーチの高い人や足幅の広い人（開張足）は少し大きめのサイズを考慮しても良いと思う。私自身は少し大きめのバスケットシューズと厚めのソックスを使用し、紐をしっかり締めて、靴の中で足がすべらないように注意していた。実際に靴を履いてみて、フィット感を確かめてみることも重要である。また、捻挫の既往のある選手は再捻挫の可能性が高く、捻挫を繰り返して手術が必要となる中学生、高校生の選手も多い。このため捻挫の既往のある選手には、是非、靭帯損傷治療用のサポーターを病院で購入して、練習中、試合中ともに装着しておくことを勧めたい。（図1）また足のアーチが高い凹足や扁平足、開張足が原因となり足部に疼痛を誘発することがあるが、病院で型取りして作成する自分専用の足底板（インソール）をバスケット

トシューズに入れることで軽快することもあり、(図2)指導者やトレーナーの方々にも足関節サポーターや足底板の選手への周知をお願いしたい次第である。トップアスリートだけでなく、バスケットボールを始めたばかりの子供達が正しく靴を使用し、足関節捻挫をはじめとする傷害の機会を減らして、長く活躍することを願っている。

結 語

1. バスケットボールシューズは時代とともに様々な開発が行われ、変遷してきたが、その科学的なエビデンスは少ない。

2. 現時点ではポジションにかかわらず、ハイトップシューズが勧められ、特に捻挫の既往のある選手はテーピングか足関節靭帯損傷用装具などのサポーターを装着し、運動前のストレッチも入念に行うことにより捻挫の予防が期待できる。

3. 靴はフィット感、安定性のある靴を使用し、軽くて耐用性のある靴が理想であるが、捻挫予防の観点からは定期的に靴を更新することも重要である。

4. 自分の靴の機能を知ること、パフォーマンス向上のためには重要である。

文 献

- 1) Messina DF, Farney WC, DeLee JC. The incidence of injury in texas high school basketball. A prospective study among male and female athletes. *Am J Sports Med* 1999; 27 (3) : 294-9.
- 2) McKay GD, Goldie PA, Payne WR, et al. Ankle injuries in basketball : injury rate and risk factors. *Br J Sports Med* 2001 ; 35 : 103-8.
- 3) 鈴木順三, 高倉義典, 田中康仁他. 一流バスケットボール選手のシューズとスポーツ傷害. 整スポ会誌 1995; 15 (3) : 321-6
- 4) Shapiro MS, Kabo JM, Mitchell PW, et al. Ankle sprain prophylaxis : An analysis of the stabilizing effect of braces and tape. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 (1) : 78-82.
- 5) Garrick JG, Requa RK. Role of external support in the prevention of ankle sprains. *Med Sci Sports Exerc* 1973 ; 5 (3) : 200-3.
- 6) Barrett JR, Tanji JL, Drake C, et al. High-versus low-top shoes for tge prevention of ankle sprains in basketball players. A prospective randomized study. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 (4) : 582-5.
- 7) McGuine TA, Brooks A, Hetzel S. The effect of lace-up ankle braces on injury rates in high school basketball players. *Am J Sports Med* 2011 ; 39 (9) : 1840-8.
- 8) Curtis CK, Laudner KG, McLoda TA, et al. The role of shoe design in ankle sprain rates among collegiate basketball players. *J Athl Train* 2008 ; 43 (3) : 230-3.
- 9) Wannop JW. Influence of basketball shoe mass, traction and bending stiffness on athletic performance. *Footwear Sci.* 2013 ; 5 : s98-s100.
- 10) Mohr M, Trudeau MB, Nigg SR, et al. Increased athletic performance in lighter basketball shoes : Shoe or psychology effect? *Int. J. Sport Physiol. Perform.* 2016 ; 11 : 74-9.
- 11) Lam GW, Park EJ, Lee K et al. Shoe collar height effect on athletic performance, ankle joint kinematics and kinetics during unanticipated maximum-effort side-cutting performance. *J Sports Sci.* 2015 ; 33(16) : 1738-49.
- 12) Wooden JR. General coaching concerns. Equipment. In : *Practical modern basketball*. 3rd ed. Massachusetts : Allyn & Bacon ; 1999. 33-5.

コラム

3次元足型計測器の開発の変遷

History in the development of three-dimensional foot form measuring instruments

¹⁾株式会社ドリーム・ジーピー

²⁾新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

¹⁾Dream GP Inc.

²⁾Graduate School of Health and Welfare, Niigata University of Health and Welfare

荒山 元秀¹⁾²⁾, 阿部 薫²⁾, 笹本 嘉朝²⁾

Motohide Arayama¹⁾²⁾, Kaoru Abe²⁾, Yoshitomo Sasamoto²⁾

Key words : 3次元計測 (3D-dimensional measurement), CAD (Computer Aided Design), 足 (foot)

要 旨

近年、身体計測において、3次元計測技術の活用が進んできており、足部計測の分野にも2000年頃から3次元計測が導入されてきている。普及に伴い多くの場面で3次元計測のニーズが高まり、特に可搬性の問題として装置重量と容積の改善が要望されていた。足部計測については、足底を含む足部全体を測定する要件を満たしながらこれらの問題を解決してきた。3次元足型計測器の1号機はデスクトップPC接続タイプ、2号機はノートパソコン接続タイプ、3号機は筐体が飛行機手荷物サイズと、10年間にわたりダウンサイジングを主軸に改良してきた。その結果、可搬性向上、計測作業の効率化によってより3次元計測の応用範囲が広がった。

緒 言

現在、多くの分野において、3次元計測器が活用されている。生産工程への導入に関して今村¹⁾は「デジタルデータの普及により、2次元図面を介した加工系から“もの”そのものを仮想利用し、実際のものづくり前にデータ上で生産工程をバーチャル実行する」ことを指摘した。

医学分野においてSaghazadehら²⁾は、3次元足型計測器を用い足アーチ高の指数(AHI)とアーチ剛性指数(ARI)について、バランスと姿勢動揺の関係から検討している。また安西ら³⁾は3次元計測器を用い、姿勢安定性と足アーチ構造の影響について検討している。

靴分野でも、これらの新しい3次元データを活用した製造が行われている。高橋ら⁴⁾は3次元計測を用いた靴型の特徴量抽出法の提案を行っている。オーダー品の場合、これまでの型取りや陽性モデル作製が必要なく、足部の3次元データを元にインソールや靴型が3次元CADソフトによって設計され、自動切削加工ができるようになった。設計製造のデジタル化は、製作者による技術差を

(2015/12/28 受付)

連絡先 : 荒山 元秀 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町1398番地 新潟医療福祉大学大学院 靴人間科学研究室
TEL・FAX 025-257-4525
E-mail ham15001@nuhw.ac.jp

補完し、納期の短縮や時間的コスト削減に寄与し、デジタルデータの再現特性によって、細かな設計指示の統一性や生産性も向上した。

さらに製造職場の環境においては、採型から陽性モデル製作の工程で石膏が不要となり、切削作

業時の粉塵や汚れについても改善された。

靴小売店においては中山ら⁵⁾は9509人、19018足の3次元計測を店舗にて運用し、靴選択やオーダー靴の採寸として活用している。徒手計測では検者間誤差を生じるが、3次元計測であればこの誤差を縮小でき、複数店舗の展開に応用している。店頭での計測プロセスにおいて、現用機器は片足の計測時間が15秒のため、拘束時間を短縮することによる顧客満足度の向上を実現している。

3次元足型計測が徒手計測やフットプリントと同じように、多くの場面において普及するために必要な3次元足型計測装置の小型化、軽量化を中心とした改良の経緯を報告する。

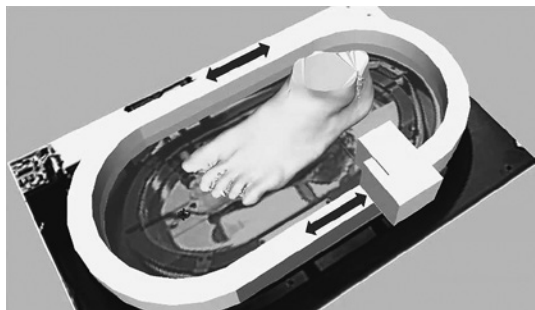


図1. 3次元足型自動計測器原理図

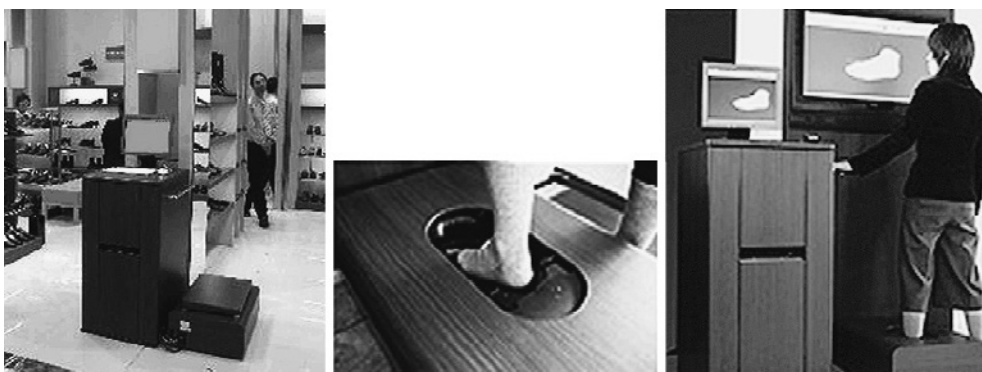


図2. 1号機外観写真



図3. 2号機外観写真



図 4. 3号機外観写真



図 5. 計測部外観体積比較

対象と方法

基本機構(図1)はレーザー光線照射機とカメラが同一レールを走行し、足部の上部および鏡の反射によって足底にも投影し、一周15秒で計測する仕組みである。なお計測形式は赤色レーザー光線による光切断方式で、計測ピッチは0.5mm、周波数は30Hzである。

1号機は2005年に開発し、計測器筐体は縦67.2×横44.2×高さ22.3cm、重量23kg、デスクトップパソコンへ接続する形式で、システム全体で重量50kg以上あり、可搬性の面が困難であった。(図2)

2号機は2008年に開発し、計測器筐体は縦70.0×横47.0×高さ24.4cmで、重量30kg、ノートパ

コンにUSB接続が可能なタイプとし、筐体のケース上部の蓋部分を、計測側ガラス面との高さを合わせるための非計測足置き台として、一体化を計ったため全体重量として30kgを超える重量となった。(図3)

3号機は2010年に開発し、計測器筐体は縦66.2×横44.6×高さ19.2cmで、筐体重量は12kgとし、航空機内への持込み可能サイズに収め、宅配便の取扱い範囲内の容積とした。軽量化と計測肢位の正確性のため、筐体形状と走行レールの改良を行い、システム全体として23kgとした。(図4)

結 果

3号機では、容積31L、筐体重量12kg内に収まり、容積で2号機の50%、重量では1号機の36%と、大幅な省スペースならびに軽量化を実現した。

考 察

旧機種で採取したデータの新機種での互換性のために計測方式を踏襲するため、筐体寸法はカメラ走行レールの設定スペースを狭小化することにより容積を削減した。さらに電子部品は足置き台の中内蔵することによって、制御部の容積を削減した。筐体容量が縮小したことによって計測足部中心から筐体外側までの距離を短縮し、計測肢位

表 1. 容積, 重量比較表

	縦 (cm)	横 (cm)	高さ (cm)	容積 (L)	容積比率 (%)	計測器本体 重量 (kg)	全体 (PC 含む) 重量 (kg)	重量比率 (%)
1 号機	70.0	45.0	17.5	55.0	87.0	23.0	50.0	100.0
2 号機	70.0	47.0	19.2	63.0	100.0	30.0	34.0	68.0
3 号機	66.2	44.6	19.2	31.5	50.0	12.0	18.0	36.0

として股関節の鉛直線上に足関節中心を位置させることができ、足部を内反させることなく中間位を保持することが可能になった。また椅子座位や車いす座位でも計測が可能になった。設備一式が専用ケースに入り、重量も 22kg 以下となり、飛行機の手荷物として運搬が可能になり、宅配便への依頼も可能になったため、多くの場所で 3 次元計測が行われるようになった。また固定的に使う場合たとえば靴店の店頭や靴製造の現場においても省スペース化を実現した。これらの改善は、技術進歩の著しい半導体部品の小型化や、USB 接続などの新技術等の採用が、省スペース化への基礎技術となっている。

情報化技術の発展は計測データをクラウドのデータベースに転送され、総合的なデータ処理の時間、管理機能の大幅な改善が可能になった。今後、装置の可搬性、データベースへの適応によって、ますます 3 次元足型計測の流れは、発展するものと思われる。

結 語

10 年間における 3 次元足型計測器の開発と改良

の変遷について紹介した。全体を（図 5. 計測部外観体積比較）ならびに（表 1. 容積, 重量比較表）にて総合的な比較を行った。

それらの比較の結果、3 号機は省スペース性、軽量化、可搬性、計測肢位の正確性に優れたものとなった。今後、3 次元足型計測器が普及するにしたい、靴分野の作業の効率化に寄与していくものと考えられる。

文 献

- 1) 今村正人. 三次元造形 (ラピッドプロトタイピング) 装置. 精密工学会誌 2009; 75: 54-5.
- 2) Anzai E, Nakajima K, Iwakami Y, et al. Effects of foot arch structure on postural stability. Clin Res Foot Ankle 2014; 2: 132-2.
- 3) Saghazadeh M, Tsunoda K, Okura. T. Foot arch height and rigidity index associated with balance and postural sway in elderly women using a 3D foot scanner. The Foot and Ankle Online Journal 2014; 7: 4-1.
- 4) 高橋瑛逸, 矢原弘樹, 三谷 純, 他. 2007 3 次元計測を用いた靴型の特徴量抽出法の提案. 情報処理学会研究報告 127: 53-8.
- 5) 中山憲太郎, 阿部 薫, 笹本義朝. 靴型設計時における成人女子要踵幅基準値表の試作. 靴の医学 2013; 27: 25-9.

コラム

足趾先の角化と爪変形

Hyperkeratosis of toes and nail deformity

天理よろづ相談所病院皮膚科

Department of Dermatology, Tenri Hospital

是枝 哲

Satoshi Kore-eda

Key words : 足趾先の角化(Hyperkeratosis), 爪変形(Nail deformity), 爪白癬(Tinea unguium)

はじめに

皮膚科外来に来院する患者の中には、足に皮膚疾患がある場合が多く、足以外の皮膚病変の治療のために来院しつつも「ついでに水虫も診てほしい」と言われ足の診察を行うことが多い。足の皮膚病変としては、足白癬、爪白癬、胼胝、鶏眼、陥入爪、そして糖尿病性壊疽などが含まれる。

ところが、皮膚科医の中では靴の履き方により足の皮膚への影響が大きいことに気がついてないことが多いように感じる。特に足爪白癬の診断に関して、真菌の有無についてはしっかりと検査しているが、白癬菌が原因とならない爪変化に気がついていないことが多い。

皮膚科外来診療で気がついた、不適切な靴の履き方による足趾先の角化と爪変形の症例を十数例経験したので、これを報告する。

症例供覧

12例の足趾先に角化を認める患者の爪や履いている靴を確認した。そのうちの6例を供覧する。必ずしも足病変を主訴に来院した患者ではないた

(2015/12/10 受付)

連絡先：是枝 哲 〒604-0874 京都市中京区竹屋町
通鳥丸東入る清水町 389 これえだ皮膚科医院
tel 075-746-6698 fax 075-746-6598
E-mail koreeda@kuhp.kyoto-u.ac.jp

め、病歴、年齢、性別などの詳細は省略する。

症例 1

第2趾先に角化を認める。爪にもわずかに変形、白濁を認める。靴は靴紐があるタイプであるが、靴紐は緩めている。(図 1a, b)

症例 2

第2, 3趾先に角化を認める。爪の変形も認める。靴はバンド、靴紐があるタイプであるが、緩く締めてあり足背を固定していない。(図 2a, b)

症例 3

足白癬で抗真菌剤の外用治療中であるが、第4趾のみ爪の変形と足趾先の角化を認める。靴は、靴紐がなく、足背を締めるタイプではない。(図 3a, b)

症例 4

足趾先の強い角化を認める。爪の変形も認めるが、真菌検査は陰性であった。靴はマジックテープで止めるようになっているが足背を締めるようにはなっていなかった。(図 4a, b, 図 4a は文献 3 より引用)

症例 5

足爪白癬の患者で、右第1趾の爪白癬は抗真菌剤の内服と外用で改善してわずかに白濁を残すのみのだが、左2, 4, 5趾は抗真菌治療に反応せず、爪変形は改善しない。左第2趾にはわずかに角化が見られる。靴は靴紐がない足背を締めていない

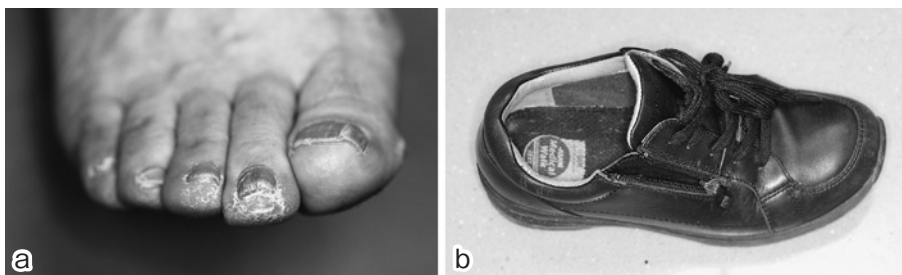


図 1.

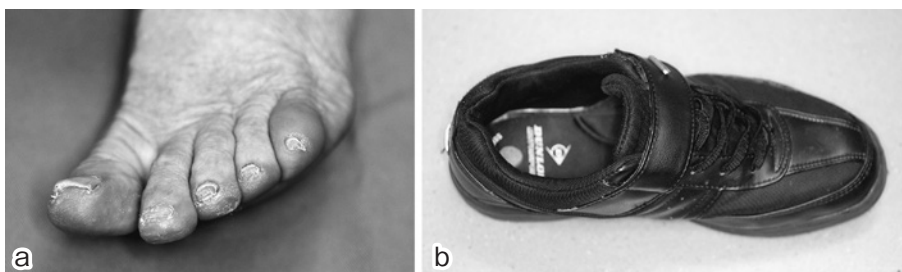


図 2.

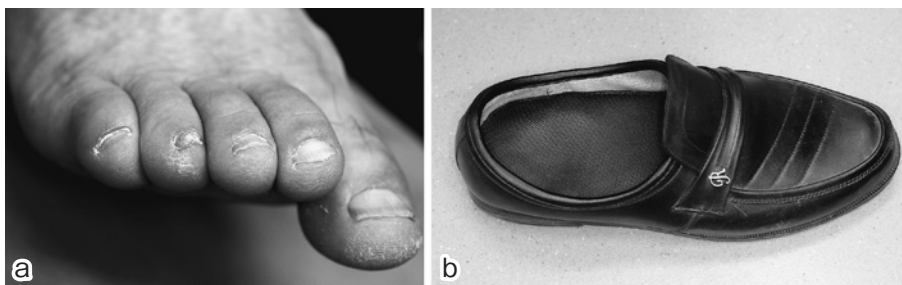


図 3.

タイプである。(図 5a, b, c)

症例 6

糖尿病患者で左第 3 趾先が鶏眼となり、削ると皮膚潰瘍となっていた。靴はスリッパ状のものであった。(図 6a, b) 2 週間後に再診した時に、第 3 趾の潰瘍は上皮化していた。靴は指導の通り、マジックテープで足背を固定する靴に変更していた。(図 6c, d)

結 果

足趾先の角化を認めた患者 12 名の靴を観察、記録したが、全ての症例において、靴紐を緩めて履いているか、足背を締めて固定していない靴を履いていたことが確認された。そして、全ての症例において、爪の変形を伴っており、足趾先の角化と爪の変形が、同じ足趾に起こっている症例も確認された。

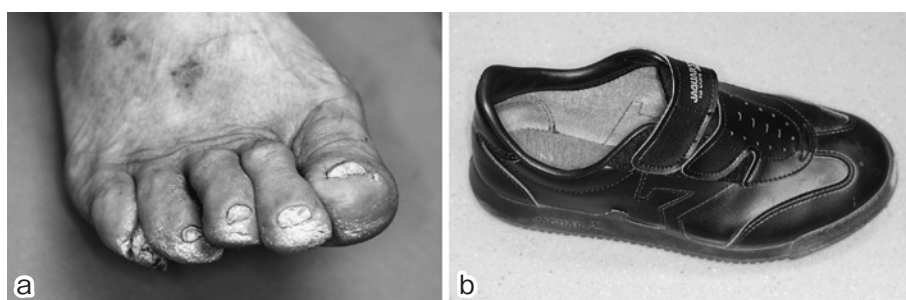


図 4.



図 5.



図 6.

考 察

足背が靴紐やマジックテープで固定されている

場合には、足趾先が靴の内側に当たることはないが、足背で固定されていない場合は、一歩歩くごとに足趾先が靴の内側に当たっていると考えられ

る¹⁾.

皮膚の角化は圧迫などの外力に起因することが多く、足趾先の角化は靴を足背で固定しないために外力が加わることで発症していると推測できる。また、爪の変形も同じ理由で起こっている例が多くあると考えられる²⁾。

このような理由で発症している爪変形症例が問題となってくるのは、爪白癬との鑑別が必要となってくることである。

爪変形があり爪白癬の診断の下に治療されている症例は非常に多いが、爪変形が一向に改善してこない症例にしばしば遭遇する。これは爪白癬の診断が間違っているか、もしくは白癬に対する治療のみでは不十分である可能性がある。そのときに、靴の履き方に起因する角化、爪変形ではないか考えるべきである。

症例6では、初診時の印象では第3趾に炎症が強く、壊疽に陥る可能性を考えたが、その後に足背を締める靴を履くように患者が心がけて、2週間後には鶏眼の下に存在した皮膚潰瘍が治癒していた。この症例からも靴の履き方が足趾先に与える影響は大きいと想像できる。

皮膚科医は靴の影響で足病変が生じていることに注意を払う必要があると考えられた。

文 献

- 1) 塩之谷香. 足のトラブルは靴で治そう. 東京: 中央法規; 2005.
- 2) 塩之谷香. 履物(主に靴)と爪. MB Derma 2011; 184: 67-75.
- 3) 是枝 哲. 足の爪変形の多くは靴が原因?. WHAT'S NEW in 皮膚科学 2016-2017. 東京: メディカルレビュー社; 136-7.

コラム

現在の日本におけるトゥシューズの使用状況
—特殊な動作のために用いる履物としてのトゥシューズ—
The using situation of toeshoes in present Japan
—toeshoes as footwear for particular action—

¹⁾京都バレエ専門学校

²⁾大阪芸術大学 舞台芸術学科

³⁾有馬医院

¹⁾Academie de Ballet de Kyoto

²⁾Osaka University of Arts, Theatrical Arts Department

³⁾Arima Clinic

去来川園子¹⁾, 有馬えり子¹⁾, 堀内 充²⁾, 蘆田ひろみ³⁾
Sonoko Isagawa¹⁾, Eriko Arima¹⁾, Jyu Horiuchi²⁾, Hiromi Ashida³⁾

Key words : バレエ (ballet), トゥシューズ (toeshoes), 障害 (injury), 購入数 (the amount of purchase)

要 旨

クラシックバレエにおいて、女性バレエダンサーはトゥシューズと呼ばれる特殊な靴を履いてつま先立ちで踊る。今回筆者らはトゥシューズ等に関するアンケート調査を行った。回答は219人から得られた。職業が判明した調査対象者をA子ども等, Bバレエ専門学習者, C大人等, 3グループに分けたところ, グループBのトゥシューズ平均年間購入数は12.4足で, 他グループの約2倍であった。トゥシューズ使用時における足部の障害経験率は, グループAに比べてグループB及びCが高かった。トゥシューズ年間購入数は1週間の

バレエ練習日数と正の相関が認められた。 $r=0.4670$ ($p<0.001$)

緒 言

クラシックバレエにおいて、女性バレエダンサーはトゥシューズと呼ばれる特殊な靴を履いてつま先立ちで踊る。(図1左)トゥシューズで踊る技術(ポアント・ワーク)を“芸術”とたたえられるレベルにまで引き上げたのは、1832年に初演されたロマンティック・バレエの代表作『ラ・シルフィード』と、その主役を踊ったMarie Taglioni¹⁾である。トゥシューズを履いてつま先立ちになる時、バレエダンサーは一気につま先立ちになるのではなく、足の裏を床につけた状態から(図1右上)、まず踵を持ち上げ(図1右中)、そしてつま先立ちへと持っていく。(図1右下)

つま先立ちで踊るためには、トゥシューズがある程度硬い靴である必要がある。しかし、図1右

(2016/10/31 受付)

連絡先: 去来川園子 〒606-8406 京都府京都市左京区
浄土寺石橋町23番地ハウス哲学の道106号室
京都バレエ専門学校
Tel 090-4641-1501
E-mail sonokoooo@yahoo.co.jp

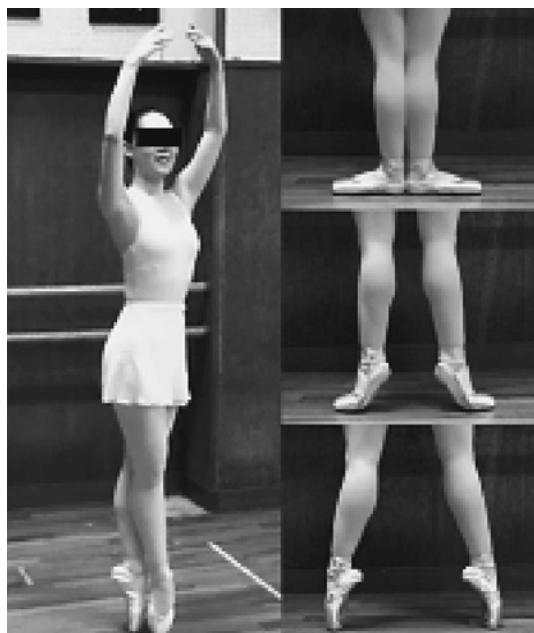


図1. トウシューズを履いたダンサー

中の段階を通る必要があるため、ある程度靴の柔らかさも必要となる。必ずしも硬い靴が良いわけではなく、各自の足や競技レベルに合ったトゥシューズを選ぶことも大切である。

そのため、今回筆者らはトゥシューズを選ぶ際の参考になりうるトゥシューズ使用状況に関する基礎データの収集を目的として本研究を行った。

対象と方法

2016年6月から8月にかけてクラシックバレエダンサーに対しトゥシューズ等に関するアンケート調査を行った。調査は質問紙法で行い、質問紙は関西圏のバレエ教室、バレエ専門学校、バレエ専門科のある大学、プロのバレエ団、それぞれ1団体に配布した。また、トゥシューズは主に女性バレエダンサーのテクニクであるため、対象の性別は女性のみとした。内容はバレエ経験年数、

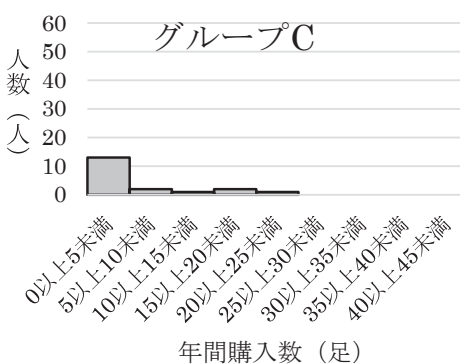
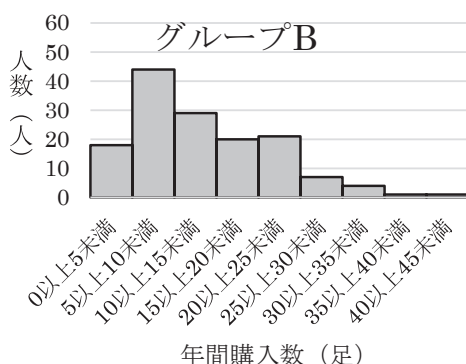
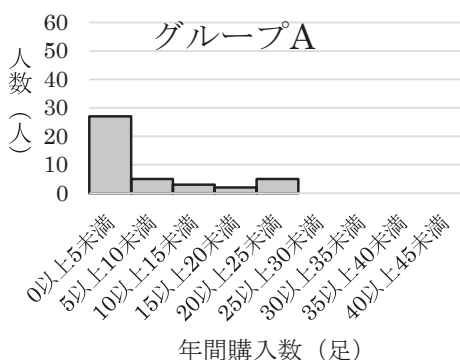
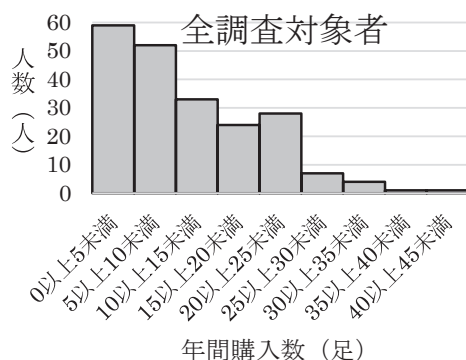


図2. トウシューズ年間購入数

表 1. トウシューズ使用時における職業別足部の障害経験

	グループ A	グループ B	グループ C
障害経験者	22 人 (48.9%)	92 人 (61.3%)	15 人 (75.0%)
非障害経験者	23 人 (51.1%)	58 人 (38.7%)	5 人 (25.0%)
計	45 人	150 人	20 人

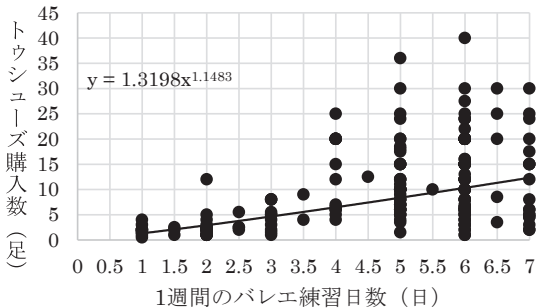


図 3. トウシューズ年間購入数と 1 週間のバレエ練習日数

トウシューズの年間購入数, 1 週間の練習日数, トウシューズ使用時の障害経験等である。体重については問わなかった。

結 果

219 名から回答を得た (回答率不明)。年齢は最年少 9 歳, 最年長 69 歳, 平均 18.8 歳だった。バレエ経験年数は最小 3 年間, 最大 45 年間, 平均 12.3 年間だった。1 年間のトウシューズ購入数は最小 0.5 足, 最大 40 足, 平均 10.4 足だった。

職業が判明した調査対象者を A: 小学生, 中学生, 高校生 (バレエ専門学校高等課程以外), B: バレエを学んでいる専門学校生及び大学生 (バレエ専門学校高等課程を含む), C: 大学生以上 (B を除く) の 3 つのグループに分類した。

トウシューズの平均年間購入数は, グループ A は 5.8 足, グループ B は 12.4 足, グループ C は 5.7 足であった。トウシューズ使用時における足部の障害経験率はグループ間で有意に差があり ($p < 0.05$), グループ A は 48.9%, グループ B は 61.3%, グループ C は 75.0% であった。(表 1) トウシュー

ズ使用時における足部の障害経験の有無によって, トウシューズ年間購入数に有意差はなかった。トウシューズ年間購入数と 1 週間のバレエ練習日数には正の相関が認められた ($r = 0.4670$ ($p < 0.001$)). (図 3)

考 察

1 年間のトウシューズ平均購入数はグループ A (5.8 足) 及びグループ C (5.7 足) に対しグループ B (12.4 足) は 2 倍以上となっており, 約 1 ヶ月に 1 足のトウシューズを履きつぶしている。トウシューズの値段は高いものでは 12,000 円程度のものも存在し¹⁾, ダンサーの金銭的負担を考えると少しでも安くまた履きつぶれにくいトウシューズが求められる。

トウシューズ使用時における足部の障害経験率はグループ A に比べてグループ B 及びグループ C で高い値を示した。これは大人が子どもに比べて体重が重く障害につながりやすいためと考えられる。またグループ B は学校でバレエを学んでいる学生のグループであり, 難しい技も無理に練習するため障害のリスクが高くなるのではないかと考えられる。

トウシューズ年間購入数と 1 週間のバレエ練習日数には緩い正の相関があり ($r = 0.4670$), 特に年間 15 足以上購入している層は全員が週 4 日以上練習している。

結 語

女性バレエダンサーにアンケート調査を行い 219 人から回答を得た。平均年齢は 18.8 歳, バレエ平均経験年数は 12.3 年, トウシューズ年間

購入数は10.4足であった。職業が判明した調査対象者のうち、グループBではトゥシューズ平均年間購入数は12.4足で、他グループの約2倍であった。

トゥシューズ使用時における足部の障害経験率は、グループAに比べてグループB及びCが高かった。これは大人が子どもに比べて体重が重いことが関係していると考えられる。本調査では体重を調査しておらず、足部の障害と体重の関係

をはっきりと示すことはできなかった。今後体重を含めた調査をすることができれば、トゥシューズの使用状況をより正確に把握することができるかもしれない。

文 献

- 1) 蘆田ひろみ, 折井元子, 四家 恵. I トゥシューズの「選び方」を見直そう. トゥシューズ・パーフェクト・ブック. 新版初版. クララ・クロワゼ編. 東京:新書館; 2016. 11-42.

教育講演

小児期からの扁平足の基礎と臨床

Foundation and clinic of flatfoot from childhood

宮城県立こども病院 整形外科

Department of Orthopedic Surgery, Miyagi Children's Hospital

落合 達宏

Tatsuhiko Ochiai

Key words : 可撓性扁平足 (flexible flatfoot, FFF), 扁平足 (flatfoot), アーチサポート (Arch support), 足底挿板 (Shoe insert/Shoe insole), 全身性関節弛緩症 (Generalized joints laxity, GJL)

要 旨

扁平足は靴や足底挿板の作製技術が最も発揮されている足部の形態異常のひとつである。外反扁平足には非荷重で変形が消失する可撓性扁平足 (FFF) と非荷重でも変形が持続する強剛性扁平足がある。FFF は自然改善傾向が強く治療の必要性は高くないが、全身性関節弛緩症傾向を伴う場合に重症になりやすい。荷重により縦アーチは破綻し距骨頭亜脱臼のため中足部が内下方に突出し床面に接触する。FFF が持続すると距骨下関節とショパール関節の配列異常が常態化して二次的な骨変形と関節動揺性が生じる。治療はアーチサポートで荷重時の骨配列を維持して変形予防を図りながら経年的な後脛骨筋の低緊張の改善を待機する。

はじめに

扁平足は靴や足底挿板の作製技術が最も発揮されている足部の形態異常のひとつである。このような足部変形を骨配列と足部動作筋から分析し理

解することが靴を考え、さまざまに対処する基礎になる。とくに昨今では国民の健康志向が高まりメディアやネットでさまざまな足トラブルビジネスが盛んになっている。なかには足と全身の健康の関係性を過剰に訴えるものや、単なる突起をつけただけの中敷きが最良であると宣伝販売されている事例が散見される。本学会は足の理解を深め、さまざまな訴えに対して医学的に解決できる靴や足底挿板を作製するための根拠を検討する場であろう。本稿では扁平足を解説するが、そのような足部変形を理論的に捉え合理的な対処法を考える一助になれば幸いである。

足部の構造

足は一側であっても全身を支持しうる剛性と3次元的な形態変化が可能な立体構造をもつ。それは複数の骨から成り、距骨から舟状骨を通る母趾側列となる内側柱と、踵骨から立方骨を通る小趾側列となる外側柱に分かれ、距骨下関節で交差し、それらの間の骨は緩衝的な挙動を示す。距骨下関節は矢状面で42°、横断面で16°傾斜しているため、必然的に3次元的方向である回外 (底屈+内旋+内がえし) と回外 (背屈+外旋+外がえし) に可動する。(図1) この構造は必ずしも平滑でない自然界の路面に対応でき、合理的である。

(2016/12/19 受付)

連絡先 : 落合 達宏 〒989-3126 宮城県仙台市青葉区
落合 4-3-17 宮城県立こども病院 整形外科
TEL 022-391-5111 FAX 022-391-5118

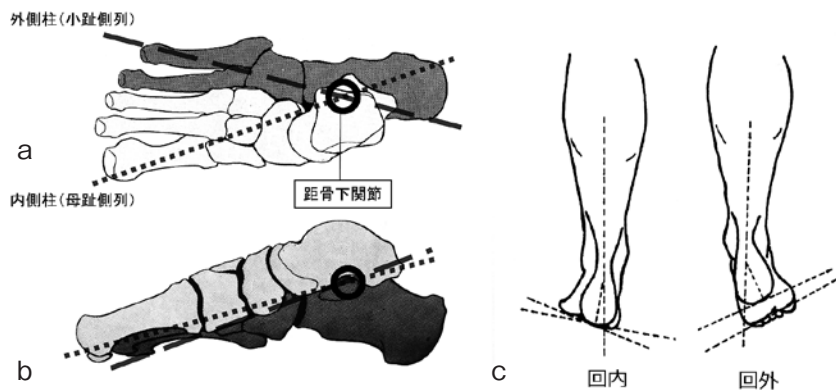


図 1. 足部の構造：立体としての特徴

a, b：足は 1) 複数の骨から成る 3 次元の構造体で特定の方向に動かされると全体の形は歪む, 2) 複数の関節面があり, 複数の運動軸があるが, とくに距骨下関節は関節面が矢状面で足背へ 42° 水平面で内方へ 16° に傾斜して内側柱と外側柱を V 字状に交差し, 立体としての基本的な挙動を規定する. c：距骨下関節の運動は「回内」とは背屈+外転+外がえし, 「回外」とは底屈+内転+内がえしを一連の 3 次元方向の動作として生じてしまう, 一方で特定の運動方向のみを取り出せるわけではない.

表 1. 足部の運動・肢位・変形

	矢状面	水平面	冠状面	3 面 triplane*
運動 motion	背屈/底屈	外転/内転	外がえし/内がえし	回内/回外
肢位 position	背屈位/底屈位	外転位/内転位	外がえし位/内がえし位	回内位/回外位
変形 deformity	踵足/尖足	外転足/内転足	外反足/内反足	外反足/内反足

* 3 面 triplane 運動 = 背屈 + 外転 + 外がえし / 底屈 + 内転 + 内がえし

足部の運動, 肢位, 変形

このような骨配列を 4 方向の足部動作筋群（下腿三頭筋, 前脛骨筋, 後脛骨筋, 腓骨筋）で任意の方向に形態を変化させることを運動（motion）と称する. 一方, 本人の自然肢位であるものの特定の形態へ変化しているものを肢位（position）とし, 矯正は容易である. さらに, 特定の形態へ変化し固定してしまったものを変形（deformity）とし, 矯正は困難である. (表 1) 変形には内反足, 外反足, 尖足, 踵足などがあり, 単独の呼称のみならず内反尖足や外反踵足などと組み合わせても用いる. さらに縦アーチの変形に対して凹足, 扁平足という表現もあり, これらを組み合わせると, 外反扁平足, 内反凹尖足などと用いられている.

扁平足

扁平足は一般では「土ふまずが無い」とものと解釈されるが, 医学的には必ずしも一致していない. 医学的な観点の扁平足は距骨下関節に過度な回内が生じ, 後足部の形態は背屈, 外転, 外がえしとなり, さらにショパール関節の外方亜脱臼を伴う. 結果的に縦アーチの伸延による扁平足となるが, 踵骨外反と距骨頭の内下方への亜脱臼を伴うことが多い. (図 2, 3) すなわち, フットプリントで土ふまずが消失しているだけの問題ではなく, このような足部形態の変化が重要となる. とくに小児では足底部の軟部組織が豊富であることから, 一見すると扁平足とされている例でも, 骨格的な異常を伴っているかどうかを正確に診断すること



図2. 扁平足とは「土ふまずが無いという一般名でしょうか？」それとも「病名でしょうか？」

病院で取り扱う扁平足とは外反扁平足のことで、距骨下関節の挙動によって生じた足部変形のことを示す。具体的な症候としては、a：後方からの踵骨外反、b：足背方向からの前足部外転と距骨頭の内方突出、c：内方からの内側縦アーチの消失と距骨頭の亜脱臼である内方突出（矢印）、が観察される。

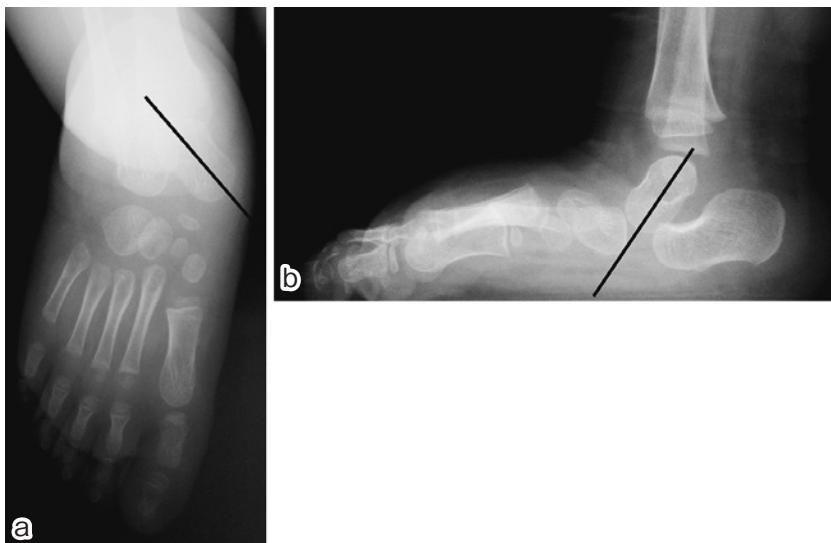


図3. 扁平足のX線所見

距骨下関節に過度な回内が生じ、後足部の形態は背屈、外転、外がえしとなり、さらにショパール関節の外方亜脱臼を伴う。結果的に縦アーチの伸延による扁平足となるが、踵骨外反と距骨頭の内下方への亜脱臼を伴うことが多い。

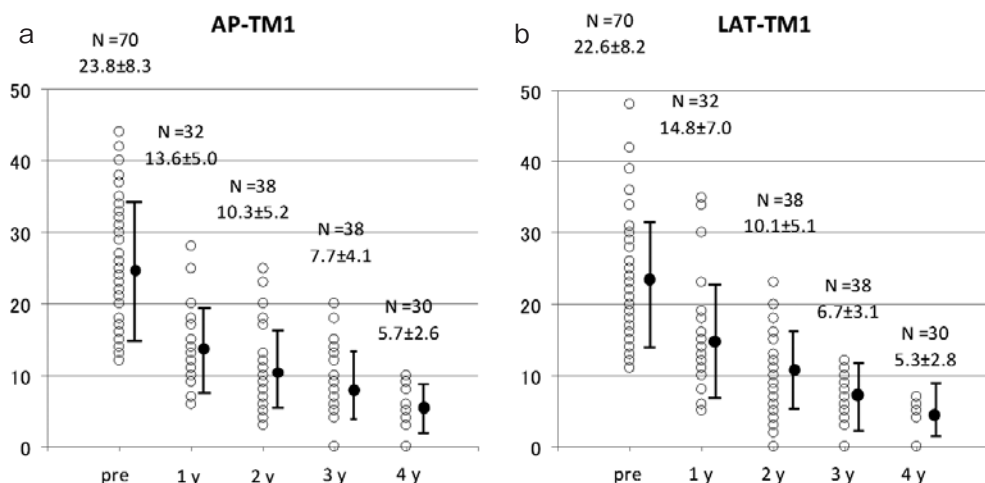


図4. 全身性関節弛緩症傾向を伴う可撓性扁平足に対するアーチサポートによる経年的な治療効果
全身性関節弛緩症傾向を伴う可撓性扁平足 35 例 70 足に対してアーチサポート足底挿板を作成した。4 年の経過で正面 TM1 角が平均 23.8° から 5.7° 、側面 TM1 角が平均 22.6° から 5.3° に改善した。なお、ダウン症候群など染色体異常症や麻痺性疾患は対象から除外した。

が治療の第一歩になる。

可撓性扁平足, flexible flatfoot

外反扁平足には立位荷重位で足部が変形するものの非荷重では変形が消失する可撓性扁平足 (FFF) と非荷重でも変形が持続する強剛性扁平足がある¹⁾。強剛性扁平足は原因となる疾患に伴う二次的な変形が多いとされる。一方, FFF は自然改善傾向が強く, 治療の必要性は決して高くない。しかし, 全身性関節弛緩症²⁾傾向を伴う場合には重症になりやすく, アーチサポート治療の対象となることが多い。後脛骨筋の低緊張に基づく機能不全によって荷重時の距骨の引き上げが困難なために生じる変形であるが, 加えて幼児期には足根骨骨間の遊動性が高く強く外反することと, 骨化が未熟で外反位で足根骨それぞれが歪み易いことが特別な病態となる。

アーチサポート治療

幼児期に FFF が持続すると距骨下関節とショパール関節の配列異常が常態化して二次的な骨変形が固定してしまう。これを避けるため荷重時の

外反変形をアーチサポートで矯正して骨配列を維持することが治療の目的となる。とくに幼児期の全身性関節弛緩症傾向を伴う例に用いるため, 後脛骨筋の低緊張が経年的に改善してくるのを待機することが主眼になる。内側縦アーチの足底刺激が後脛骨筋の収縮を促すとする意見もあるが, 明確なエビデンスはない。自験例では 2 歳ごろに治療開始するとおおむね 4 年となる就学前にほぼ正常範囲内まで改善した³⁾ (ダウン症候群など染色体異常症や麻痺性疾患は除外)。(図 4)

足の整形外科医が考えるアーチサポート

足を専門とする小児整形外科医が考える小児のアーチサポートについて述べる⁴⁾。(1) 内側縦アーチの頂点が距骨頭の直下にくることが最も重要である。良くない例として, 頂点が前方に偏った場合, 第 1 中足骨を押し上げてしまうと距踵関節が背屈してむしろ変形を助長することになる。(2) 足外側にフランジを立ち上げてアーチサポートのカウンターが必要となる。この場合中足～後足部の足幅がポイントとなり, せっかくのアーチサポートから足部が外側に滑り落ちないように適切に

設定する。(3) 後足部はヒールカップの効果を伴うように立体的に形成する。(4) 小児が嫌がらないような柔らかさと剛性のバランスが必要である。これには靴の足底部分の強度も求められるため、捻じれ剛性の高い靴が小児においても重要であると考ええる。

文 献

- 1) Mosca VS. Flexible flatfoot and skewfoot. In : Drennan's the child's foot and ankle. 2nd ed. Lippincott Williams and Wilkins ; 2010. 136-59.
- 2) Carter C, et al. Persistent joint laxity and congenital dislocation of the hip. J Bone Joint Surg 1964 ; 46-B : 40-5.
- 3) 高橋祐子他. 小児外反扁平足に対するアーチサポートの効果. 靴の医学 2010 ; 24 : 51-5.
- 4) 落合達宏. こどもの扁平足—柔らかい扁平足. MB オルソペディクス 2013 ; 26 : 15-23.

ランチョンセミナー

知っておきたい足部変形と診かた

The kind of foot deformity and the method of examination that we want to know

大阪医科大学整形外科

Department of Orthopedic Surgery, Osaka Medical College

嶋 洋明

Hiroaki Shima

Key words : 足部変形 (Foot deformity), 診察 (Examination), 前足部 (Forefoot), 後足部 (Hindfoot)

はじめに

先天性または後天性の足部変形により足部に疼痛を生じるだけでなく、胼胝や潰瘍を形成したり、それにより履き物の制限や歩行障害を来すことがある。日常診療において様々な足部変形を見かけるが、その原因や病態をまず把握することが重要である。本稿では前足部と後足部に分けて、足部変形の診かたについて、著者がいつも注意している点を含めて解説する。

前足部変形

1. 外反母趾

外反母趾は母趾の外側偏位を伴った第1中足趾関節（第1MTP関節）の亜脱臼と第1中足骨内反を特徴とし、しばしば母趾の回内と母趾種子骨の外側偏位を伴う足部変形である。成人の足部変形の中で最も多い疾患の一つで、特に女性に多く、その原因の一つにハイヒールなどの先の細い履き物が挙げられる。

(2016/11/30 受付)

連絡先：嶋 洋明 〒569-8686 大阪府高槻市大学町
2-7 大阪医科大学整形外科
TEL 072-683-1221
E-mail ort125@osaka-med.ac.jp

外反母趾では第1MTP関節内側にバニオンを生じ、同部に腫脹と圧痛をしばしば認める。診察の際にはバニオンでの圧痛だけでなく、母趾への放散痛や母趾内側の知覚障害の有無も確認する。軽度の外反母趾変形でも、第1中足骨頭背内側を走行する背内側皮神経が履き物などで刺激され、痛みを生じていることがある。(図1)

第1MTP関節が両側とも腫脹している症例では、関節リウマチも念頭に置いて診察する必要がある。単純X線またはCTで骨頭にびらんなどの所見を認めれば、血液検査を行い関節リウマチについて評価する。

外反母趾で中足痛のある症例では、足底に胼胝の有無を確認するとともに、趾間神経腫（モートン病）なども合併していないか診察する。中等度から重度の外反母趾では、第2・第3趾に槌指変形（hammer toe）や足趾の交叉変形（crossover toe）を合併し、足底やPIP関節背側に有痛性の胼胝を形成することがある。このような症例では、単純X線で第2・第3MTP関節脱臼の有無を確認し、外反母趾と同時に治療方法を検討する¹⁾。

2. 第2MTP関節不安定症

1987年にCoughlinらが“Crossover second toe deformity”と称して報告して以降²⁾、第2MTP関

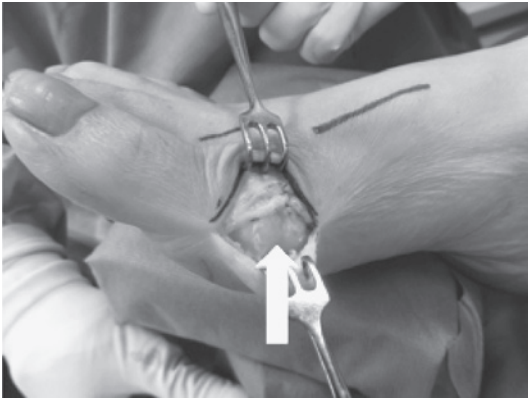


図 1. 背内側皮神経
矢印：肥厚した背内側皮神経



図 2. 第 2MTP 関節不安定症
第 2 趾が内側に偏位し、第 2-3 趾間が開大している。

節底側の底側板 (plantar plate) や側副靭帯損傷により MTP 関節不安定症が生じることが明らかになってきた。

Crossover toe は第 2 趾の内側偏位から始まり、その後 MTP 関節で徐々に過伸展し、母趾と交叉するとされており²⁾、底側板や側副靭帯損傷初期での診断に注意が必要である。

診察の際には立位で第 2 趾が内側偏位し、第 2-第 3 趾間が開大していないか確認する。(図 2) ま

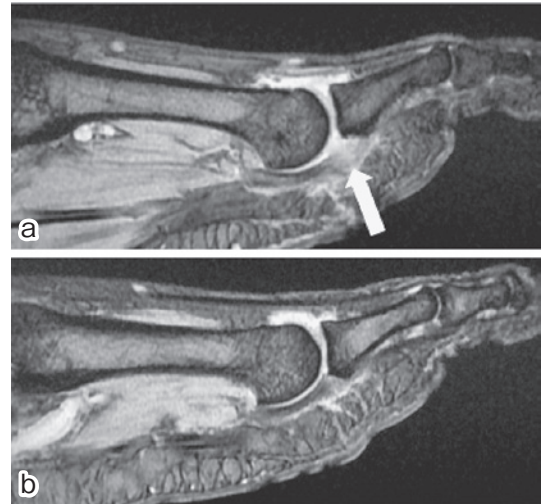


図 3. MRI T2 強調矢状断像

a. 第 2 趾 b. 第 3 趾

矢印：第 2 趾では底側板が基節骨側で不明瞭であり、断裂が疑われる。

た足底での圧痛部位を慎重に評価し、第 2MTP 関節に背底方向への不安定性がないか徒手的に評価する。

単純 X 線は立位で撮影する。これにより、非荷重では判明しなかった正面像での MTP 関節の狭小化や、側面像での背側亜脱臼を確認できることがある。MRI では矢状断像で MTP 関節の底側板に損傷がないか、隣接趾の所見と比較する。(図 3) また、ストレス X 線検査で背底方向への不安定性を確認し、関節造影検査により造影剤の関節外への漏出を認めれば、底側板や側副靭帯の損傷が疑われる。

3. モートン病

本疾患は趾間神経の絞扼性神経障害であり、第 3-4 趾間に最も多く生じる。その原因として趾間神経の交通枝の存在や第 3・第 4MT 関節の可動性の違い、ヒールなどの履き物による MTP 関節過伸展強制、深横中足靭帯の肥厚などが挙げられる。

診断には Mulder テストが有用である³⁾。趾間に生じた神経腫を底側から背側方向へ圧迫しながら手技を行い、click を触知する。(図 4) 画像診断

ではMRIや超音波検査(US)で神経腫を確認する。MRIではT1強調像で低輝度変化を呈した神経腫の有無を(図5)、T2強調像で高輝度変化を呈した滑液包炎などの有無を確認する。MRIとUSの感度および特異度を調査したsystematic reviewでは、感度はともに0.90以上、特異度はともに0.85以上であり、MRIとUSはほぼ同等の診断能であったと報告されている⁴⁾。

4. 内反小趾(バニオネット)

第5中足骨頭外側の突出を特徴とした変形で、欧米では洋服の仕立て職人の職業病であることからtailor's bunionともよばれる。



図4. Mulder テスト

左母指で底側から神経腫を圧迫しながら右手で前足部を側方から圧迫している。

第5中足骨頭外側の突出部が靴などにより圧迫され、同部に皮膚の角化や腫張・発赤を認める。(図6)内反小趾に外反母趾を伴う例も少なくなく、30%に開張足を認めたと報告されている⁵⁾。腓胝は50%以上の症例で外側に認めるが、底側に認めるものや外側および底側ともに認めるものもある⁶⁾。

単純X線で内反小趾は3型に分類される。1型は第5中足骨頭の大きいもの、2型は第5中足骨の骨幹部から遠位骨幹部が外方へ弯曲しているもの、3型は第4-第5中足骨間角が開大しているもので、1型は27%、2型は23%、3型は50%に認めたと報告されている⁵⁾。

5. Checkrein 変形

母趾IP関節が屈曲拘縮を呈した変形で、下腿骨・足関節骨折後⁷⁾や血管柄付き腓骨移植術後⁸⁾に生じることがある。長母趾屈筋の拘縮が原因のため、時に第2・第3趾にも屈曲変形を認める。

診断の際には動的腱固定効果(dynamic tenodesis effect)の有無を診る。すなわち足関節およびMTP関節の肢位により、IP関節の伸展角度が変化するか確認する。(図7)変化がないか、変化しても拘縮が強く十分に伸展できない症例では、関節症の有無なども評価し治療方針に反映する。

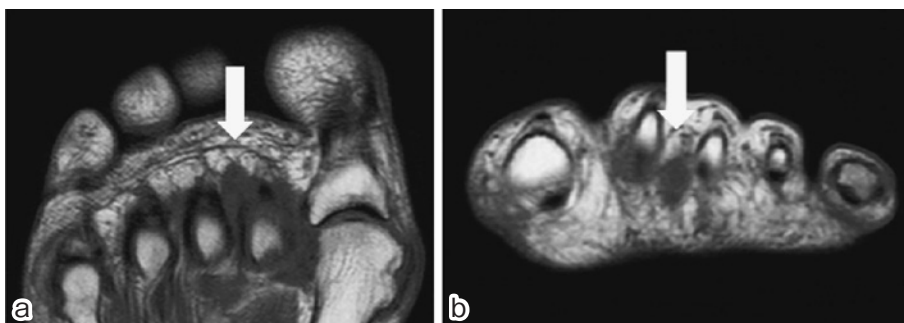


図5. 趾間神経腫MRI像

a. T1強調水平断像 b. T1強調前額断像
矢印: 第2-3趾間に趾間神経腫を認める。

後足部変形

1. 後脛骨筋腱機能不全 (Posterior tibial tendon dysfunction ; PTTD)

足アーチには内側縦アーチ、外側縦アーチおよび横アーチの3つがあり、これらが破綻するとさまざまな足部変形が生じる。このうち縦アーチが低下したものを扁平足と呼び、PTTDは成人期に見られる扁平足の原因の一つである。

PTTDの病期は臨床症状や身体所見、X線所見などにより4段階に分類される⁹⁾¹⁰⁾。身体所見としては後足部の可撓性、片足爪先立ちの可否を確認する。片足爪先立ちの際には踵が内反するかどうか

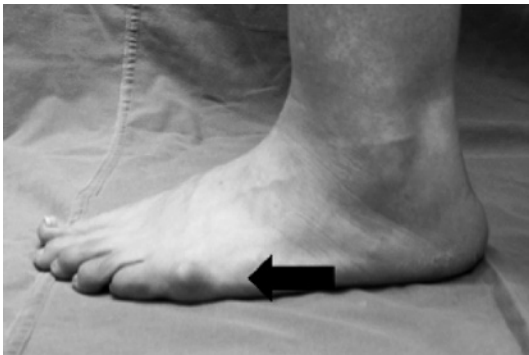


図6. パニオネット
矢印：第5中足骨頭外側に突出と発赤を認める。

かも診ておく。最近では2期の病態が詳細に分類され、評価に用いられている¹¹⁾¹²⁾。診るべきところは主に3つあり、前足部回外の可撓性、前足部外転の有無、内側列不安定性の有無である。前足部回外の可撓性は、後足部を中間位に矯正した時に生じる前足部の回外変形が、徒手的に中間位に矯正できるかどうかにより評価する。前足部外転の評価方法には too many toes sign がある。立位で後方から足を観察した時に、外側に見える足趾の数が健側より多い時に陽性とする。また扁平足では後足部が外反していることにより、アキレス腱が短縮し拘縮していることがある。膝伸展位で外反した後足部を中間位に矯正した時に、足関節がどれだけ背屈できるかを確認し、アキレス腱の短縮の程度を評価しておく。これらの身体所見にX線やMRI所見などを加味して、個々に応じた治療方法を検討する。

2. 内反尖足

内反尖足の原因は Charcot-Marie-Tooth 病やポリオなどの神経筋疾患によるもの、特発性や関節拘縮症などの先天性のもの、コンパートメント症候群や重度熱傷などによる外傷性のものに大別される。

診察の際には内反尖足変形の可撓性を確認する。可撓性のある症例では Silfverskiöld test¹³⁾を行う。これは膝屈伸により足関節背屈角度の変化

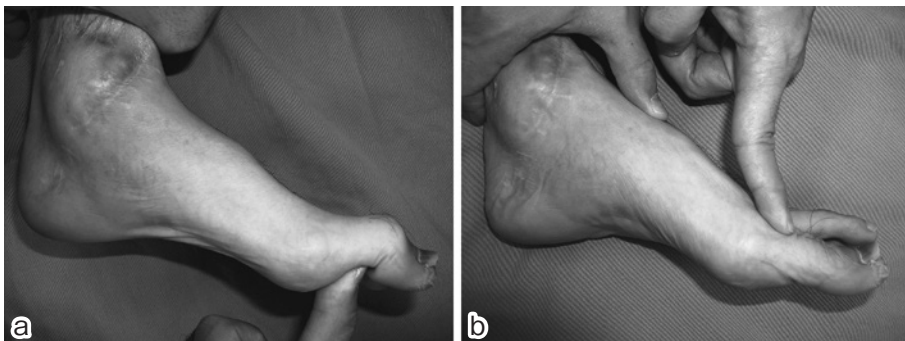


図7. 動的腱固定効果 (Dynamic tenodesis effect)

a. MTP 関節伸展位 b. MTP 関節屈曲位

MTP 関節伸展位では IP 関節は伸展できず、MTP 関節屈曲位では IP 関節は伸展可能。

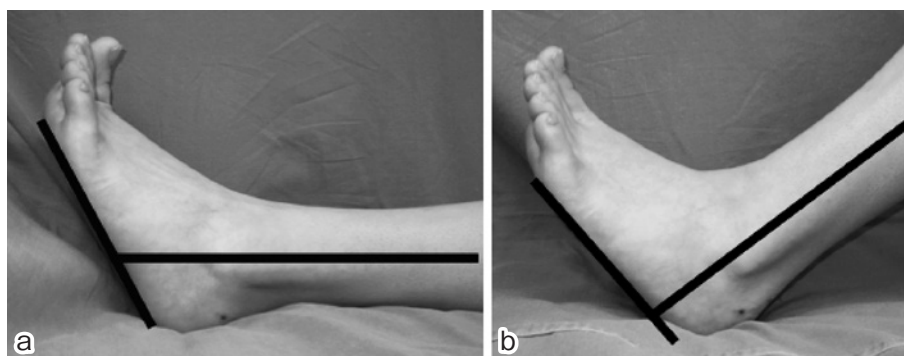


図 8. Silfverskiöld test

a. 膝伸展位 b. 膝屈曲位

膝屈曲位で足関節背屈角度は改善しており，腓腹筋拘縮が強いことが示唆される。

を評価するテストで，変化が大きいほど二関節筋（現在は距骨下関節も含めて三関節筋とされる）である腓腹筋の拘縮が強いことをあらわしている。（図 8）また徒手筋力検査（MMT）により麻痺もしくは損傷している筋と，それ以外の筋の筋力を評価する．これにより足関節底・背屈，足部内・外がえしにおける筋バランスの不均衡を確認する．外傷性の症例では，母趾・足趾の屈曲拘縮（Checkrein 変形）や後脛骨筋の拘縮による内反変形を伴っていないか確認する．

画像検査では単純 X 線で距腿関節や距骨下関節，Chopart 関節などの関節症性変化の有無や骨形態に異常がないか確認する．MRI は足関節だけでなく両側の下腿も撮影し，下腿筋の変化（脂肪変性や欠損など）を 4 つのコンパートメントごとに評価して診断や治療方針に役立てる．

ま と め

日常診療でよく遭遇する疾患や知っておきたい足部変形を中心に，著者が診察の際に注意している点を含めて述べた．本稿では詳しく述べられなかったが，使用している靴や装具を確認することも，足部変形の診察には重要である．

文 献

- 1) Shima H, Okuda R, Yasuda T, et al. Surgical

reduction and ligament reconstruction for chronic dorsal dislocation of the lesser metatarsophalangeal joint associated with hallux valgus. J Orthop Sci 2015 ; 20 : 1019-29.

- 2) Coughlin MJ. Crossover Second Toe Deformity. Foot Ankle Int 1987 ; 8 : 29-39.
- 3) MULDER JD. The causative mechanism in morton's metatarsalgia. J Bone Joint Surg Br 1951 ; 33 : 94-5.
- 4) Bignotti B, Signori A, Sormani MP, et al. Ultrasound versus magnetic resonance imaging for Morton neuroma : systematic review and meta-analysis. Eur Radiol 2015 ; 25 : 2254-62.
- 5) Coughlin MJ. Treatment of bunionette deformity with longitudinal diaphyseal osteotomy with distal soft tissue repair. Foot Ankle 1991 ; 11 : 195-203.
- 6) Diebold PF, Bejjani FJ. Basal Osteotomy of the Fifth Metatarsal with Intermetatarsal Pinning : A New Approach to Tailor's Bunion. Foot Ankle Int 1987 ; 8 : 40-5.
- 7) Lee HS, Kim JS, Park S-S, et al. Treatment of checkrein deformity of the hallux. J Bone Joint Surg Br 2008 ; 90 : 1055-8.
- 8) Takakura Y, Yajima H, Tanaka Y, et al. Treatment of extrinsic flexion deformity of the toes associated with previous removal of a vascularized fibular graft. J Bone Joint Surg Am 2000 ; 82 : 58-61.
- 9) Johnson KA, Strom DE. Tibialis posterior tendon dysfunction. Clin Orthop Relat Res 1989 ; 239 : 196-206.
- 10) Myerson MS. Adult Acquired Flatfoot Deformity. Treatment of Dysfunction of the Posterior Tibial Tendon. J Bone Joint Surg Am 1996 ; 78 : 780-92.
- 11) Bluman EM, Title CI, Myerson MS. Posterior Tibial Tendon Rupture : A Refined Classification System. Foot Ankle Clin 2007 ; 12 : 233-49.

- 12) Haddad SL, Myerson MS, Younger A, et al. SYMPOSIUM : Adult Acquired Flatfoot Deformity. Foot Ankle Int 2011 ; 32 : 95-111.
- 13) Silfverskiold N. Reduction of the uncrossed two-joints muscles of the leg to one-joint muscles in spastic conditions. Acta Chir Scand 1924 ; 56 : 315-30.

編集委員会からの謝辞

（靴の医学）査読者の先生がたには、お忙しいなか、丁寧、迅速かつ親身に査読をしていただき、本当に感謝しております。編集委員会を代表して深甚なる謝意を表します。本当にありがとうございました。

平成 28 年度査読担当者

青木 孝文	池澤 裕子	井上 敏生	印南 健	宇佐見則夫
内田 俊彦	浦辺 幸夫	大内 一夫	大塚 和孝	奥田 龍三
落合 達宏	門野 邦彦	北 純	倉 秀治	小久保哲郎
佐本 憲宏	塩之谷 香	庄野 和	杉本 和也	須田 康文
田代宏一郎	谷口 晃	鳥居 俊	野口 昌彦	羽鳥 正仁
平石 英一	星野 達	細谷 聡	安田 義	安田 稔人
矢部裕一郎	早稻田明生			

（敬称略）

靴の医学 編集委員長 橋本 健史

日本靴医学会 会則

(名称)

第1条 本会は、“日本靴医学会”(英文で表示する場合は、The Japanese Society for Medical Study of Footwear)と称する。

(目的および事業)

第2条 本会は、靴の医学的知識と技術の進歩、普及をはかり、学術文化の向上に寄与することを目的とする。

第3条 本会は、第2条の目的達成のためにつぎの事業を行う。

1. 学術集会および講習会などの開催
2. 会誌・図書などの発行
3. その他、本会の目的達成に必要な事業

(会員)

第4条 会員は、本会の目的に賛同するつぎの者とする。

1. 正会員 日本国の医師免許証を有する個人、あるいは別に定める規定により承認された個人で、別に定める年会費を納める者。
2. 準会員 靴医学についての専門知識と技術を有する正会員以外の個人と法人で、別に定める年会費を納める。
3. 賛助会員 本会の事業を賛助し、別に定める年会費を納める個人または団体。
4. 名誉会員 本会の進歩発展に多大な寄与、特別に功労のあった者で、評議員および総会で承認された日本および外国に在住する個人。

(入会および退会)

第5条 正会員、準会員および賛助会員として入会を希望する者は、所定の申し込み書に必要事項を記入して本会事務局に申し込

む。理事会の承認を受けたのち、当該年度の年会費の納入をもって会員としての権利を行使できる。

1. 名誉会員として承認された者は、入会の手続きを要しない。本人の承諾をもって会員となることができ、年会費を納めることを要しない。
2. 退会希望者は、退会届けを本会事務局に提出する。退会に際しては、正会員、準会員および賛助会員で年会費に未納があるときは、これを完納しなくてはならない。再度入会を希望するときは、第5条一項に規定する入会手続きをとり、会員であった期間の未納年会費があれば、これを納入する。
3. 正会員、準会員および賛助会員で、正当な理由なく2年間会費を納入しない者は、理事会および評議員会の議を経て除名することができる。再度入会を希望するときは、第5条一項に規定する入会手続きをとり、会員であった期間の未納年会費を納入する。
4. 本会の規定に背く行為、本会の名誉を損なう行為のあった会員は、理事会および評議員会の議を経て除名する。

(役員および理事会)

第6条 本会に下記の役員を置く

1. 理事長 1名
2. 理事 若干名
3. 監事 2名

- 二. 理事長は理事会で互選によって選出する。
- 三. 理事および監事は評議員の中から理事会で推薦し、評議員会および総会で承認する。

四. 役員の任期は2年とし、再任を妨げない。

第7条 理事長は本会を代表し、会務を総括する。

- 二. 理事は本会の代表権を有し、理事会を組

組織して会務（庶務、財務、渉外、学術、各種委員会）を執行する。

- 三. 理事会に副理事長を置く。
- 四. 監事は本会の財産および業務の執行を監査する。
- 五. 理事会は理事長が必要に応じて招集し、理事会の議長は理事長とする。
- 六. 次の事項は理事会で審議し、評議員会の決議を経て総会の承認を得なければならない。

1. 学術集会の会長、副会長の選出
2. 理事および監事の選出
3. 事業報告、事業計画、予算、決算に関する事項
4. 会則の変更
5. その他、特に必要と考えられる事項

（評議員および評議員会）

第8条 本会に評議員を若干名置く。

- 二. 評議員は、正会員の中から理事会の議を経て理事長が委嘱する。任期は2年とし再任は妨げない。
- 三. 評議員は評議員会を組織し、第7条六項に規定する本会の運営に関する重要事項を審議する。
- 四. 評議員会は年1回、理事長が招集する。
- 五. 理事長が必要と認めたとき、および理事または評議員の1/3以上、正会員の1/4以上から開催の請求があったとき、理事長は評議員会を1ヶ月以内に招集しなければならない。
- 六. 評議員会の議事は出席者の過半数をもって決定する。
- 七. 名誉会員は評議員会に出席して意見を述べることはできるが、決議には参加できない。
- 八. 評議員会の議長は第10条に規定した学術集会会長とする。

（総会）

第9条 総会は第4条に規定した正会員をもって

組織する。

- 二. 通常総会は年1回、学術集会期間中に理事長が招集する。
- 三. 臨時総会は理事会からの請求があったとき、理事長はこれを招集しなくてはならない。
- 四. 総会では第7条六項に規定する重要事項を審議し、承認する。
- 五. 総会の議長は出席者の過半数をもってこれを決する。
- 六. 総会の議長は第10条に規定した学術集会会長とする。

（学術集会会長および学術集会）

第10条 学術集会を年1回開催するため、会長および副会長をおく。副会長は次年度の学術集会を開催する会長予定者とする。任期はその集会にかかわる期間とする。

- 二. 会長および副会長は理事会において理事および評議員の中から推薦し、評議員会および総会で承認する。副会長は会長を補佐し、会長に事故あるときにはその職務を代行する。
- 三. 会長は学術集会を主催し、学術集会の発表演題の採否を決定する。
- 四. 会長は、その任期中に開催される評議員会と総会の議長をつとめる。
- 五. 会長および副会長は評議員の身分であっても理事会に出席して意見を述べるができる。ただし理事会の決議には参加できない。

第11条 会員は参加費を支払い、学術集会に参加することができる。

- 二. 学術集会での発表の主演者および共同演者は、原則として正会員、準会員、名誉会員とする。
- 三. 会長は本会の会員以外の者を学術集会に招いて、講演、シンポジウムなどの演者を依頼することができる。
- 四. 本会の会員以外でも、会長の承認を得て

学術集会に特別参加し、主演者および共同演者として発表することができる。

- 五. 四項に該当する者が機関誌に投稿を希望する場合には、臨時会費として当該年度の年会費を納入しなければならない。

(委員会)

第12条 本会の活動のため、理事会の議を経て各種委員会を置くことができる。

(経費)

第13条 本会の経費は会費およびその他の収入をもってあてる。

(事業年度)

第14条 本会の会計年度は、毎年8月1日に始まり翌年の7月31日に終わる。

(附則)

第15条 本会則は平成20年10月4日から適用する。

年会費細則

第1条 年会費について、正会員は10,000円、個人準会員は8,000円および法人準会員は登録者1名あたり13,000円とし、当該年度に全額を納入すること。

第2条 賛助会員の年会費は10,000円以上とし、当該年度に全額を納入するものとする。

第3条 正会員、準会員および賛助会員で正当な理由なく2年間会費を納入しない者は理事会、評議員会を経て除名する事ができる。

附則) この細則変更は、理事会で審議し、評議員会の決議を経て、総会の承認を要するものとする。

内規

1. 名誉会員に関する内規

国籍の如何を問わず、本会の進歩発展に多大な寄与、特別の功労のあった者とする。理事会推

薦し、評議員会および総会で承認を得なければならない。

2. 正会員に関する内規

1) 靴医学についての専門知識を有し、本会の発展に大きな寄与をなすと考えられ、2人以上の評議員から推薦を受けた者。

2) 準会員として10年以上本学会に所属して本会の発展に貢献した者。

3) 準会員で筆頭演者(著者)として、学会学術集会の演題発表または「靴の医学」論文号への論文掲載が合計で2回(編)以上を満たした者。

3. 理事および評議員に関する内規

1) 理事は12名以内とする。

2) 評議員の定員は定めない。

3) 理由なく理事会あるいは評議員会を2年連続欠席した役員は、任期途中であっても、当該役員会終了時に退任とする。

4) 70歳を越えた役員は、次の役員会終了時に定年とする。

4. 見舞金・香典に関する内規

見舞金等については、役員逝去の場合のみ、香典・生花を事務局より送る。その他、有志一同で行うには、個人の自由とする。

5. 法人準会員に関する内規

1) 法人準会員は、入会時に担当者数を登録し、会費納入時にこれを変更できる。

2) 法人準会員は、入会時に当該法人に属する個人の氏名を担当者として登録し、会費納入時にこれを変更できる。

3) 登録された担当者は個人準会員に準じた権利義務を有する。

6. 当内規は平成25年9月27日より施行する。

日本靴医学会機関誌「靴の医学」投稿規定

1. 著者・共著者は、全て日本靴医学会会員に限る。
ただし、本学会が依頼ないしは許可した場合は、この限りでない。
2. 論文は未発表のものに限る。
3. 投稿原稿は、別に定める細則に従い作製し、定められた締切日までに、定められた場所へ送る。
投稿締め切り日は厳守する。
4. 投稿は原著論文と、それ以外の寄稿に分ける。
原著論文は科学論文としての正当性と再現性を要する。
原著論文の原稿は下記の形式と順序に従い執筆する。
 - 1) 表紙には下記の事項を記載する
 - a) 表題名（英文併記）
 - b) 著者・共著者（5名以内）（英文併記）
 - c) 著者・共著者の所属機関（英文併記）
 - d) 著者の連絡先住所、電話番号、Fax 番号、E-mail アドレス
 - 2) 論文要旨（300字以内）
キーワード（5個以内、英文併記）
 - 3) 本文は下記の事項を記載する
 - a) 緒言
 - b) 対象と方法
 - c) 結果
 - d) 考察
 - e) 結語
 - 4) 文献は10編以内とする。文献は本文での引用順位に番号を付け配列する。本文中では上付きの番号を付けて引用する。4名を超える著者は「他」，“et al.”を添え、省略する。雑誌名の省略は、和文では雑誌に表示された略称、欧文雑誌では Index Medicus の略称に従う。文献の記載法を次に記す。
 - a) 雑誌は、著者名（姓を先）、標題名、雑誌名、西暦発行年；巻：最初の頁-最後の頁。
Justy M, Bragdon CR, Lee K, et al. Surface damage to cobalt-chrome femoral head prostheses.
J Bone Joint Surg Br 1994;76:73-7.
石塚忠雄. 新しい老人靴の開発について. 靴の医学 1990;3:20-5.
 - b) 単行本は、著者名（姓を先）、表題、書名、版、編者、発行地：発行者（社）；発行年、引用部の最初頁-最後頁。
Ganong WF. Review of medical physiology. 6th ed. Tokyo:Lange Medical Publications;1973.
18-31.
Maquet P. Osteotomies of the proximal femur. In:Osteoarthritis in the young adult hip.
Reynolds D, Freeman M, editors. Edinburgh:Churchill Living-stone;1989. 63-81.

寺山和雄. 頸椎後縦靱帯骨化. 新臨床外科全書 17 巻 1. 伊丹康人編. 東京：金原出版；1978. 191-222.

5) 図・表説明は、理解に必要十分で、簡潔かつ本文と重複しない。

6) 図・表を細則に従い作製し、図・表の挿入箇所は本文中に指定する。

図・表は個人が特定できないものとする。

5. 原稿は和文，常用漢字，新かな使いとし，簡潔であることを要する．学術用語は「医学用語辞典（日本医学会編）」，「整形外科用語集（日整会編）」，「足の外科学用語集（日本足の外科学会編）」に従う．論文中の固有名詞は原語，数字は算用数字，度量衡単位は SI 単位系を用いる．日本語化した外国語はカタカナで，欧米人名はアルファベットで記載する．英語は文頭の一字のみを大文字で記載する．商品名・会社名などの記載は，再現の為に必然性のある場合のみとし，単なる宣伝や商行為と思われる場合はこれを禁止する．
6. 原稿は製本時組み上がり 4 頁以内を原則とする．（図・表は原稿用紙 1 枚と数え，400 字詰原稿用紙でほぼ 14 枚以内となる．）
7. 原稿は査読の後，編集委員会で掲載を決定する．編集委員会は，内容について，修正を要するものや疑義あるものは，コメントを付けて書き直し求める．また，編集委員会は，著者に断ることなく，不適切な用語・字句・表現などを修正または削除することがある．
8. 日本靴医学会学術集会で発表し，かつ規定期間内に投稿した論文の掲載料は，規定の頁数までを無料とする．それ以外の投稿の掲載料は，有料とする．また，別刷り，超過分，カラー印刷，特別に要した費用に関しては全て自己負担とする．ただし，本学会が依頼または許可した場合は，この限りでない．
9. 原稿は，原則，返却しない．

付則 本規定は平成 18 年 4 月 1 日から適用する．この規定の変更には，理事会，評議員会の承認を要する．

「靴の医学」投稿規定細則

1. 日本靴医学会学術集会で発表した論文は、1ヶ月以内に投稿する。
それ以外の投稿は随時受付ける。
2. 原稿はCD-Rに焼き、プリントしたハードコピー（図表も含む）を1部添えて下記に送付する。
日本靴医学会「靴の医学」編集部
〒114-0024 東京都北区西ヶ原3-46-10（株）杏林舎内
FAX: 03-3910-4380 e-mail: edit@kutsuigaku.com
3. 全てのファイルはWindowsで開きかつ読めるものとする。
4. 原稿の文章は、WindowsのWordで開き、読めるように作製し、kutsu_xxxx.doc（xxxxは著者名の小文字アルファベット）のワード・ファイル（拡張子doc）として保存する。また、同じ文章をkutsu_xxxx.txtのテキストファイル（拡張子txt）としても保存する。
5. 写真は画質が著しく劣化するので、オリジナルの画像ファイルから作製し、発表時のパワーポイントの写真を利用しない。
画像ファイルの形式は、TIFF（*.tif）が望ましい。ファイル名はkutsu_xxxx_fig_n.tif（nは図の番号、枝番はa, b, c...を後に付ける）とする。デジカメでよく利用されるJPEG（*.jpg）形式の画像ファイルは、保存を繰り返すたびに画質が劣化するので、JPEGを利用する際には、保存時、必ず高画質、低（無）圧縮を選択する。
解像度は、掲載希望サイズの実寸で300dpi（1インチ当たり300ドット）以上を厳守する。前述の説明が不明の場合は、デジカメで撮影したオリジナルのファイルを添付し、希望サイズをハードコピーに明記する。「靴の医学」はB5サイズ2段組なので、幅140mmで横1枚、70mmで横2枚の図がおさまる。
図のサイズ、解像度、上下左右、白黒かカラー（自己負担）かはファイルの通りとするので、プリントしたハードコピーで読者が十分判読できることを十分確認し、貼付する。
組写真は必然性のあるものに限り、事前に1枚の写真に合成して提出する。
6. グラフは発表時のパワーポイントのグラフを利用しない。Excelなど、グラフを作製したプログラムで作成されるファイルを投稿する。写真と同様、希望のサイズにプリントし、読者が判読できる事を確認する。ファイル名はkutsu_xxxx_fig_n.xls（Excelの場合、nは図の番号）とする。
7. 表は発表時のパワーポイントの表を利用しない。Excelなど、表を作製したプログラムで作成されるファイルを投稿する。写真と同様、希望のサイズにプリントし、読者が判読できる事を確認する。ファイル名はkutsu_xxxx_tab_n.xls（Excelの場合、nは表の番号）とする。
8. 表紙と同じ情報と、原稿の本文、写真、図、表に使用したアプリケーション（プログラム）名とそのバージョン番号を、それぞれWindowsのノートパッドなどで、テキストとしてread_xxxx.txtのファイルに保存する。
9. 原稿の文章、写真、図、表、read_xxxx.txtを、印刷し貼付する。カラー印刷を希望する場合は、カラーの見本プリントを同封し、カラー印刷を希望する旨を明記する。
10. CDの表面に「靴の医学」、著者名、投稿年月日、e-mailアドレスを明記する。

付則 本細則は平成18年4月1日から適用する。本細則の変更は、理事会、評議員会へ報告する。

編集後記

2016年、ついに我が国の出生数が100万人を下回りました。私の生まれた頃は160万人、第2次ベビーブームのころは200万人を超えていたのですから、隔世の感があります。人口動態は確実に将来像を示します。このままの状態を放置すると、なんと3200年には日本民族は地球上から消滅するそうです。なんとかしなければいけません。

少子化は先進国共通の悩みです。理由はやはりかなり深いところに根差していると思います。昔の農業社会では、子供は5、6歳で立派な労働力です。私の母（9人兄弟です）も、小さな頃から麦踏みや、草取りをして、家業（農家でした）を手伝ったといっていました。子供を産むことは家の繁栄を意味しました。しかし、その後の工業化社会では、事務処理能力や計算能力が要求され、教育期間が長くなり、親の負担が増えていきます。さらに、現在の情報化社会にあっては、大学院程度の教育が求められ、扶養期間はさらに長くなり、教育費は高騰していきます。子供を増やすことは、もはや家計の崩壊を意味します。冷静に考えれば、誰も子供を産もうとは思いません。それが正解なのです。

しかし、同じ先進国でも少子化を克服している国があります。私が留学していた、スウェーデンがそうでした。私のような留学生にも分け隔てなく、子供ひとりあたり、たしか1万5千円くらいだったかを毎月支給してくれました。また、子供の医療費は完全に無料であり、学費も幼稚園から大学まで無料でした。乳母車を押している大人は電車、バスなどの交通機関がすべてフリーパスでした。スウェーデンでは、子供を産むことは人生の幸福だったのです。

子供を社会全体で育てる、この確固とした国の方針こそが重要です。スウェーデン（2015年合計特殊出生率1.93）に出来て日本（同1.43）に出来ないはずがありません。残された時間はあまりありません。人生のスタートにおいて、富める家の子も貧しい家の子も、共に無償で最高の教育を受けることができる機会均等こそが国家100年の大計において最も重要なことであると思うのは私だけでしょうか。

「靴の医学」に、今年度は37編の論文を載せることができました。靴の機能に関する斬新な研究も増えてきており、今後の展開が楽しみです。査読者の先生方には、大変お忙しいなか、丁寧に対応していただきました。まことにありがとうございました。掲載締め切りに間に合わず、掲載できなかった会員の先生が、申し訳ありませんでした。査読が終了次第、次年度への掲載となります。皆さま、本当にありがとうございました。奈良でお会いできますことを楽しみにしております。

編集委員長
橋本健史

入会申し込み 新規入会を希望される方は、事務局へ郵送かFaxでお申し込み下さい。
詳細は、ホームページ (<http://www.kutsuigaku.com>) にてご確認下さい。

理事長	寺本 司	副理事長	仁木 久照				
理事	井上 敏生	宇佐見 則夫	内田 俊彦	大関 覚	奥田 龍三		
	北 純	杉本 和也	須田 康文	田中 康仁	羽鳥 正仁		
監事	町田 英一	和田 郁雄					
評議員	青木 孝文	阿部 薫	池澤 裕子	印南 健	浦辺 幸夫		
	遠藤 拓	大内 一夫	大塚 和孝	奥村 庄次	落合 達宏		
	門野 邦彦	金澤 和貴	倉 秀治	畔柳 裕二	小久保 哲郎		
	佐々木 克則	笹原 潤	佐本 憲宏	塩之谷 香	嶋 洋明		
	常德 剛	庄野 和	竹内 一馬	田代 宏一郎	谷口 晃		
	鳥居 俊	西井 幸信	野口 昌彦	橋本 健史	平石 英一		
	平野 貴章	星野 達	細谷 聡	松本 芳樹	矢代 裕夫		
	安田 義	安田 稔人	矢部 裕一郎	吉野 伸司	吉村 一朗		
名誉会員	吉村 真由美	早稲田 明生					
	石井 清一	井口 傑	大久保 衛	加藤 哲也	加藤 宏		
	木下 光雄	君塚 葵	小林 一敏	桜井 実	佐藤 雅人		
	島津 晃	新城 孝道	高倉 義典	高橋 公	中嶋 寛之		
	松浦 義和	松崎 昭夫	山崎 信寿	山本 晴康	横江 清司		

(2017年3月現在、50音順)

靴の医学 第30巻2号 2017年3月発行©

定価 5,400円 (本体価格 5,000円 税 400円) 送料 300円

編集・発行者 日本靴医学会

〒114-0024 東京都北区西ヶ原 3-46-10 (株) 杏林舎内

FAX: 03-3910-4380

E-mail: jimu@kutsuigaku.com

Printed in Japan

製・印刷: 株式会社 杏林舎