

靴の医学

Volume 38
No. 2

2024

編集
日本靴医学会

靴の医学

Volume 38

No. 2

2024

編集

日本靴医学会

第39回日本靴医学会学術集会（奈良）のお知らせ

第39回日本靴医学会学術集会

会期 2025年9月5日(金)～6日(土)

会場 奈良春日野国際フォーラム 壺一・RA・KA

〒900-8222 奈良県生駒郡三郷町1-1-1 壺一・RA・KA 大会事務局 TEL:0742-272630 <http://www.naraka.jp/> 大会事務局 TEL:0742-272630

会長 門野 邦彦 (南和広域医療企業団五樟病院、整形外科 部長)

ブーツアップ！ 靴医学

はじめよう、履物、装具、歩行の総合医学

学会事務局

奈良県立医科大学 整形外科学教室 (事務局長：黒川麻章)
〒634-8521 奈良県橿原市四條町 840 番地

TEL 0744-22-3051 E-mail: kutsu39@naramed-u.ac.jp



<https://naraseikei.com/kutsu39/>

業務知来注登 (業務印)

演題募集期間 2025年4月1日(火)～5月19日(月)

第39回日本靴医学会学術集会を2025年9月5日（金）～6日（土）、奈良市の春日野国際フォーラムIRAKAにて開催いたします。

学会テーマは、「ブーツアップ！靴医学～はじめよう、履物、装具、歩行の総合医学」といたしました。ブーツはブーツのことであり、ブーツアップとは足を持ち上げて一歩を踏みだす、という意味になります。テーマの後半部分の意味は、靴医学会は「靴」だけに限定せず幅広い領域を扱ってきました。具体的には、「靴」以外のあらゆる履物がその対象であり、疾病の治療などに用いる「下肢装具」も対象に含まれ、ヒトが履物を用いる最大の目的である「歩行」に関する研究が含まれます。また、靴の機能面に対する研究だけでなく、ファッション、カルチャーといった文化面からの研究も靴医学会の対象であります。このような幅広いテーマのもとに、多彩な職種や専門家が集い、活気ある学術集会になることを望んで、このようなテーマといたしました。

会期は例年にならない9月の初旬といたしました。会場は東大寺と春日大社に挟まれた丘の上にございます。鉄道の駅からはすこし遠くなりますが、お気に入りの靴を履いて会場まで歩かれてもよいかもしれません。ただし、残暑には十分お気をつけ下さい。

現在、充実した魅力的なプログラムを作成すべく、スタッフ一同で取り組んでおります。みなさまと奈良でお会いできる日を楽しみに、準備を進めて参ります。多数のご参加をお待ちしております。

開催概要

【会議名】 第39回日本靴医学会学術集会

【会期】 令和7年9月5日（金）～6日（土）

【会場】 奈良春日野国際フォーラム 薨 ～I・RA・KA～

〒630-8212 奈良市春日野町101

TEL：0742-27-2630

【会長】 門野 邦彦（南和広域医療企業団 五條病院 整形外科）

【メインテーマ】 ブーツアップ！靴医学

はじめよう、履物、装具、歩行の総合医学

【ホームページ】 <https://naraseikei.com/kutsu39/index.html>

【演題募集期間】 令和7年4月1日（火）～令和7年5月19日（月）

※演題募集期間を延長する場合、ホームページ内にてご案内いたします。

【演題登録方法】 演題申し込みは、Eメールによる抄録ファイルの送付で受け付けます。第39回日本靴医学会学術集会ホームページより、「演題抄録用テンプレート」をダウンロードしていただき、必要事項を記入後、学術集会事務局までEメールに添付してお送り下さい。

（抄録送付先） kutsu39@naramed-u.ac.jp

【事務局】 奈良県立医科大学 整形外科内（担当：黒川 紘章）

〒634-8522 奈良県橿原市四条町840番地

TEL：0744-22-3051（内線2324）/FAX：0744-25-6449

Eメール： kutsu39@naramed-u.ac.jp

原著

足計測

足部アーチが足の浮き趾に及ぼす影響……………清水 新悟ほか……………	1
回旋動作による足部形状変化……………佐藤 俊彦ほか……………	5
荷重位と非荷重位における足サイズ（足囲，足幅）の 変化について……………佐々木克則ほか……………	9
非荷重・座位荷重・立位荷重における 母趾の爪の形状変化……………中尾 優希ほか……………	13
フットプリント採取時に非計測足を 床面またはカバーにおいた場合の比較 —被験者の安全性を確保するための 方法の検討—……………阿部 薫ほか……………	17
女子大学生のパンプサイズに関する検討 —最適・自選・実際に使用されている サイズの比較—……………岡部 有純ほか……………	23

歩行分析

外反母趾の歩行分析 —Orphe Analytics Medical を用いて— ……内田 俊彦ほか……………	27
二重課題歩行が歩行速度および足角に与える影響 —スマートシューズを用いた研究—……………吉荒瑠莉奈ほか……………	32
歩行中の腕振りの方向が足角に与える影響 —性差を考慮した研究—……………奥垣 智仁ほか……………	36
上肢の動きが下肢運動連鎖に影響するか……………浦辺 幸夫ほか……………	41
靴の踵の外側摩耗が歩行中の 膝関節に与える影響について（第1報）……………山本 悟士ほか……………	45

履物と歩行分析

内側縦アーチサポートと内側ヒールウェッジの併用が 足部アライメントと歩行パラメータに 与える影響……………平野 健太ほか……………	49
内側縦アーチ第1中足骨部の足底板形状の違いによる 歩行パラメータと母趾 MTP 関節可動域の変化…平野 健太ほか……………	54
バランスケアアーチサポートインソールが歩行に与える影響 ～歩行解析ツールを用いて～……………山下 諒ほか……………	59
知覚入力型インソールを用いた荷重練習が脳卒中片麻痺患者の 動的姿勢制御能力に及ぼす影響……………長谷川正哉ほか……………	63
踵無し一本歯下駄歩行中の足関節背屈角度と 底屈筋々活動の解析……………坂口 顕ほか……………	68

靴・足底挿板の治療

糖尿病患者の足底胼胝に対し減圧効果を有する 治療用靴下の効果の検討……………蓮野 敢ほか……………	72
発達性協調運動症に認められた外反扁平足に対し 足底挿板が有用であった1例……………西村 淑子ほか……………	77
陳旧性足関節外側靭帯損傷に対する外側ウェッジと アーチサポートで歩行能力が改善した一例……………清水 緑ほか……………	84
当社における足底挿板作製の リピータに関する実態調査……………鈴木 綾那ほか……………	88
足関節・足部軟部組織再建の治療成績 ～靴関連スコアを用いた評価～……………塚本 義博ほか……………	92
重度外反母趾手術患者に対してプレリハビリテーションを 実施した影響および治療成績の傾向について……………津村 愛ほか……………	97

小児の足

グラウンドサーフェイスの相違が学童期児童の 足部接地面へ及ぼす影響……………邵 基虎ほか……………	102
幼児を対象とした靴教育による足部形態の変化……………小島 聖ほか……………	107
小学 3~4 年生の足の実態調査 ……………遠山 竜也ほか……………	112
10 歳子どもの荷重位と非荷重位の 男女児間足サイズの比較……………片平みなみほか……………	116
幼児の足部形態の利き足非利き足差は 発育に伴い変化するか?……………植山 剛裕ほか……………	120
コロナ禍が幼児期の土踏まず形成に与えた影響： 2018-2024 年のコホート研究 ……………上田 恵子ほか……………	125

特別講演

靴医学との連携において シューフィッターができること……………原田 繁 ……………	129
--	-----

コラム

雑誌「靴の医学」におけるフットケアと糖尿病足に 関する論文の調査と所感……………井上 敏生 ……………	138
--	-----

巻頭言

日本靴医学会理事長 羽鳥 正仁

日本靴医学会理事長に就任2年目となりました。日本靴医学会の使命は、人々を靴による健康被害から守ること、更に靴を通して疾患の治療、健康の増進、運動とスポーツによる生活向上に貢献することです。本学会の委員会は靴の様々な問題に対応できるよう「会務・庶務委員会」「フットケア委員会」「用語委員会」「婦人靴検討委員会」「スポーツ委員会」「小児の足と靴を考える委員会」「広報委員会」「靴医学普及教育委員会」で構成されています。担当理事、委員長、委員メンバーを刷新いたしました。一覧は日本靴医学会のホームページに記載しております。これらの委員会活動を通じて日本靴医学会を更に活発なものにしていきたいと考えております。「靴医学普及教育委員会」は全国的に靴医学の認知度を上げていく目的で新設しました。具体的には靴医学関連の地区ごとの講演会、研究会等で靴医学関係の共催講演会、一般市民向けの靴関連の健康講座を企画してまいります。日本義肢装具学会、足の外科学会、フットケア足病学会、その他関連学会との共催シンポジウムは既に行っておりますが、今後更に交流を深めていきたいと考えております。

2024年8月31日、9月1日新潟医療福祉大学教授の阿部薫先生が、靴医学会の特色である多職種連携に焦点を当てた「靴医学を取り巻く関連分野の連携」をテーマに新潟で開催されました。本学会の会員は医師ばかりでなく、医療関係者から、靴の研究や製造、流通、販売に携わる専門家、スポーツ、教育などの様々な分野の人々で構成されており他に類をみない多職種連携の医学会であります。それに相応しい大変活発な学会であったことをご報告いたします。大勢の台湾の先生も参加され国際化にも貢献されました。

第39回日本靴医学会学術集会は、2025年9月5日、6日奈良市の春日野国際フォーラムで南和広域医療企業団五條病院整形外科部長門野邦彦先生が主催されます。テーマは「ブーツアップ！靴医学～はじめよう、履物、装具、歩行の総合医学～」です。先生は、靴医学の新たな船出を祈念して「ブーツアップ」という言葉を選択しました。靴医学会は欧文の学会名「The Japanese Society for Medical Study of Footwear」にもあるとおり、靴以外のサンダル、上履き、靴下など足に装着する「履物」全般が研究対象です。それを再認識する学会になると確信しております。

多くの皆さまのご参加、ご支援をお願い申し上げます。

足部アーチが足の浮き趾に及ぼす影響

Effects of foot arch on floating toes

¹⁾埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科

²⁾名城大学 理工学部

¹⁾Saitama Prefectural University Faculty of Health Medical and Welfare

²⁾Meijo University Faculty of Science and Technology

清水 新悟¹⁾, 加藤 幸久²⁾

Shingo Shimizu¹⁾, Yukihiisa Katou²⁾

Key words : 浮き趾 (floating toes), フットプリント (footprint), 足部アーチ (foot arch)

要 旨

我々は、足部アーチに着目し、浮き趾と内側縦アーチおよび横アーチの影響について調査することを目的とした。被験者は、男女大学生 35 名 70 足である。本研究では、極度の浮き趾（無接地）を調査するため、フットプリントを使用し、第1～5趾のどれか1趾でも足趾が床に接地していない足を浮き趾とし、浮き趾足と浮き趾でない足の内側縦アーチ高率値と開張率値を算出して比較した。結果、浮き趾足の内側縦アーチ高率値が有意に低値となったが開張率値は有意差がみられなかった。浮き趾は、内側縦アーチの低下が影響していることが明らかとなり、内側縦アーチを構成する足趾の屈曲筋の低下が浮き趾の原因に関係していると考えられた。

1. はじめに

近年、浮き趾の研究が多数、行われており、我々は増加傾向にある浮き趾に着目した。浮き趾を有

するものは2009年の調査では左右足ともに50%を超えるほどに激増していることが報告されている¹⁾。また原田は幼児の浮き趾の発生率が左右ともに50%を超えると報告し²⁾、内田らは小学生の浮き趾の発生率が不完全な事例を含めると72%に及ぶと報告している³⁾。この様に浮き趾の発生頻度が高いのが現状である。浮き趾の与える影響に関する先行研究としては、第1指が浮き趾になると重心動揺が大きいという報告⁴⁾、浮き趾を有する者は足趾把持力や床面からの感覚入力低下により、重心移動能力、動的バランス、歩幅、歩行スピードの低下といった運動障害が出現するといった問題が報告されている⁵⁾。また浮き趾には足部アーチが低下してなる場合と上昇してなる場合があるという報告⁶⁾がある。このように浮きに趾に関する論文は多数見受けられ、いかに浮き趾が注目されているかが分かる。先行研究の中で浮き趾には、足部アーチの影響は見受けられないという報告もあり⁷⁾、足部アーチの影響に関しては賛否両論の報告が存在した。また浮き趾に関して、内側縦アーチと横アーチの影響については、明確になっていないのが現状である。そこで我々は、足部アーチに着目し、浮き趾と内側縦アーチおよび横アーチの影響について調査することを目的とした。本研究にて浮き趾の原因の一因を明らかにすること

(2023/11/09 受付)

連絡先 : 清水 新悟 〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮
820 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科
TEL : 048-973-4123
E-mail : shimizu-shingo@spu.ac.jp



図1. フットプリントでの計測

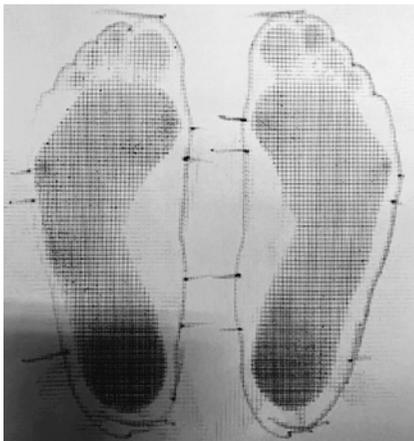
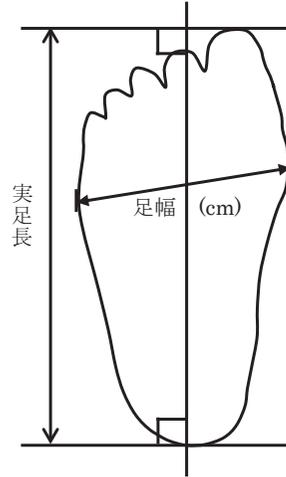


図2. 浮き趾のフットプリント

で、浮き趾を予防する対象方法の一助となる。また浮き趾の原因を明らかにすることで転倒予防にも繋げられると推察する。

2. 対 象

被験者は、平均体重 57.2kg, 平均身長 165.1cm の男女大学生 35 名で、骨折などの過去に既往歴のない学生を対象とした。なお対象には口頭ならびに書面にて同意が得られている。



$$\text{開張率 (\%)} = \text{足幅 cm} / \text{実足長 cm} \times 100$$

図3. 開張率の算出方法

3. 方 法

浮き趾の判定や抽出についての基準は決まっておらず個々が独自の考えに基づいて抽出しているのが現状である。本研究では、極度の浮き趾（無接地）を調査するため、ベルケマン社製（Bauerfeind）フットプリントを使用し、両側立位姿勢にて両内果間は 10cm の距離、両足底の高さを同じにして計測した。（図1）第1～5趾のどれか1趾でも足趾が床に接地していない足を浮き趾とし、浮き趾足と浮き趾でない足を比較した。（図2）

内側縦アーチの評価は、静止立位時で床面から舟状骨までの高さを実足長で除して 100 で乗ずる値として内側縦アーチ高率値を用いた⁸⁾。

横アーチの評価は、静止立位時で中足骨の横幅を足長で除して 100 を乗ずる値として開張率値を用いた⁹⁾。（図3）

内側縦アーチ高率値と開張率値にて、浮き指足と浮き指でない足を比較することで、内側縦アーチの影響が大きいのか、横アーチの影響が大きいのかを調査した。

4. 結 果

浮き趾足は、25 例、両足 12 例、右足 7 例、左

表 1. 内側縦アーチ高率値の比較
(平均値±標準偏差)

	浮き趾	浮き趾でない
右足	11.86±2.13*	13.82±2.19
左足	11.52±1.68*	13.21±2.10

*: P<0.05

足 6 例の 37 足で、第 2 趾浮き趾が 6 足、第 2 と第 3 趾浮き趾が 10 足、第 5 趾浮き趾が 8 足、第 4 趾と第 5 趾の浮き趾が 5 足、第 2 趾から第 5 趾の浮き趾が 3 足、第 1 趾から第 5 趾の浮き趾が 1 足、第 1 趾の浮き趾が 4 足であった。浮き趾でない足は、23 例、両足 10 例、右足 7 例、左足 6 例の 33 足であった。

内側縦アーチ高率と開張率を計算し、浮き趾の右足、左足、浮き趾でない右足、左足についてそれぞれ平均値と標準偏差を出して比較した。

浮き趾の内側縦アーチ高率値は、右が 11.86±2.13%、左が 11.52±1.68%、開張率値は、右が 38.06±2.83%、左が 38.80±2.09% であった (表 1, 表 2)。

浮き趾でない足の内側縦アーチ高率値は、右が 13.82±2.19%、左が 13.21±2.10%、開張率値は、右が 38.84±1.47%、左が 38.85±2.00% であった (表 1, 表 2)。

統計ソフトは J-stat を使用し、解析は、マン・ホイットニーの U 検定 (Mann-Whitney U test) を使用した。浮き趾の内側縦アーチ高率値は、右が p=0.0151、左が p=0.0258 で左右とも有意差 5% 未満となり、有意に縦アーチ高率値が低値となった。開張率値は左右ともに有意差がみられなかった。

5. 考 察

浮き趾は、内側縦アーチ高率の値が左右ともに 5% 未満で有意に低値を示し、内側縦アーチの低下が影響していることが明らかになった。このことから内側縦アーチを構成する筋である長母趾屈筋、短母趾屈筋、長趾屈筋、母趾外転筋などの足

表 2. 開張率値の比較 (平均値±標準偏差)

	浮き趾	浮き趾でない
右足	38.06±2.83	38.84±1.47
左足	38.80±2.09	38.85±2.00

有意差なし

趾の屈曲に関連のある筋肉の低下が浮き趾の原因に関係していると考えられた。また今回、開張率には有意差がみられなかったが、横アーチを構成する筋肉の中で母趾内転筋に足趾屈曲の作用がある。横アーチの低下が浮き趾に全く関係していないと言及できないが、内側縦アーチに比べて横アーチには、足趾屈筋に関係する筋肉が少なかったため有意差が出なかったのではないかと推察した。さらに足底挿板を装着することでアーチの低下が防げることから、屈曲筋が効率よく働き、浮き趾の改善が得られ、転倒防止にも繋がると考えられた。しかし、本研究では足趾筋力について定性・定量的に評価していないため、あくまで推測の域を出ない。今後、被験者を増やし、足趾屈筋力を計測することで浮き趾と足部アーチ、足趾屈筋力の影響を明らかにしていく。

ま と め

大学生 35 名を対象に浮き趾と足部アーチの関係性を調査した。その結果、浮き趾には横アーチの影響は少なく、内側縦アーチの低下の関連性が深いことが明らかとなった。今後は症例数を 100 例ほどに増やして検証したい。

文 献

- 1) 松田繁樹, 出村慎一, 宮口和義, 他. 幼児の浮き趾の性差, 年齢差, 左右差および体格との関係. 教育医学 2009; 54 (3): 198-205.
- 2) 原田碩三. 幼児の 1980 年と 2000 年の足について. 靴の医学 2002; 15: 14-8.
- 3) 内田俊彦, 藤原和朗, 高岡 淳. 小学校 5, 6 年生の足型計測. 靴の医学 2002; 15: 19-23.
- 4) 酒向俊治, 杉浦弘通, 山崎伸一, 他. 若年成人にみられる浮き趾の重心動揺に及ぼす影響について. 第 43 回

- 日本理学療法学会大会抄録集 2008 ; 35 : suppl.No2.
- 5) 福山勝彦, 丸山仁司. 浮き趾評価の信頼性と浮き趾の抽出法について. 理学療法科学 2012 ; 27 (4) : 497-502.
 - 6) 福山勝彦, 小山内正博, 細木一成, 他. 浮き趾とアーチ高率の関係. 第44回日本理学療法学会大会抄録集 2009 ; 36 : suppl.No2.
 - 7) 松田繁樹, 春日晃章, 出村友寛. 幼児と浮き趾と土踏まずの関係. 教育医学 2019 ; 65 (2) : 129-37.
 - 8) 清水新悟, 加藤幸久. 扁平足に対するフットプリントとアーチ高率値の信頼性. 臨床バイオメカニクス 2009 ; 30 : 243-8.
 - 9) 清水新悟, 長井 力, 元田英一, 他. 開張率と開張角の信頼性と開張足の診断基準値と障害予防の検討. スポーツ産業学研究 2013 ; 23 (1) : 11-7.

回旋動作による足部形状変化

Change in the foot shape with turning motion

文京学院大学 保健医療技術学部 理学療法学科

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University

佐藤 俊彦, 大川 孝浩

Toshihiko Sato, Takahiro Ohkawa

Key words : 足部形状 (Foot shape), 足部可動性 (Foot mobility), 回旋動作 (Turning motion)

要 旨

足部は回旋動作に対して身体への負荷を軽減すると考えられるが、その詳細は報告されていない。本研究では、回旋動作による足部形状の違いを検証した。健康成人 32 名 64 足を対象に 3D フットスキャナーで足部を計測し、回旋動作による形状の違いを多重比較 Dunnett 法で分析した。その結果、前足部（足囲）および中足部（足背、舟状骨）の高さは回旋側で高く、非回旋側で低かった。第一趾側角度は、回旋側で小さく、非回旋側で大きかったが、第五趾側角度に違いはなかった。また、回旋側の前足部と中足部は内がえし位、非回旋側は外がえし位を示した。足部形状の違いは、下腿回旋の運動連鎖によるものと、荷重分布の変化によるものが考えられた。

緒 言

足部は抗重力下で常に地面と接地し、その形状を変化させることで衝撃吸収、荷重中心の制御に貢献する。足部運動の計測では一塊の剛体として

(2024/10/04 受付)

連絡先：佐藤 俊彦 〒356-8533 埼玉県ふじみ野市亀久保 1196 文京学院大学 保健医療技術学部 理学療法学科
TEL : 049-261-7973 FAX : 049-261-8923
E-mail : tosato@bgu.ac.jp

扱われ、足部形状の計測も一つの指標のみを検証することが多かった¹⁾。2000 年頃より足部を分節ごとに分けてその運動から複数の指標が計測されるようになったが、水平面の運動では皮膚による誤差が生じやすい²⁾。足部は、体重負荷³⁾や下腿回旋に伴う運動連鎖⁴⁾によりその形状が変化することが知られている。このいずれれもが一方に過剰となることで足部形状に異常をきたし、筋の作用や足部の機能に制限を生じる可能性がある。特に足部は適切な可撓性により、動作時の股関節、膝関節へのストレスを軽減させる⁵⁾が、回旋ストレスに関する足部形状変化の分析は十分ではない。本研究では、荷重位での回旋運動に対して足部形状がどのように変化し、その機能に貢献しているか検証することを目的とした。

方 法

1. 対象

健康成人 32 名（男性 16 名、女性 16 名、年齢 21.6 ± 0.5 歳）を対象とし、過去 1 年以内に整形外科的疾患がなく、足部に痛みがない、歩行が自立した者とした。なお、文京学院大学倫理審査委員会 (2022-0004) の承認を受け、被験者には本研究の目的、内容を文書および口頭で説明し、文書にて研究参加の同意を得た。

2. 計測手順

計測には 3D フットスキャナー (INFOOT2,

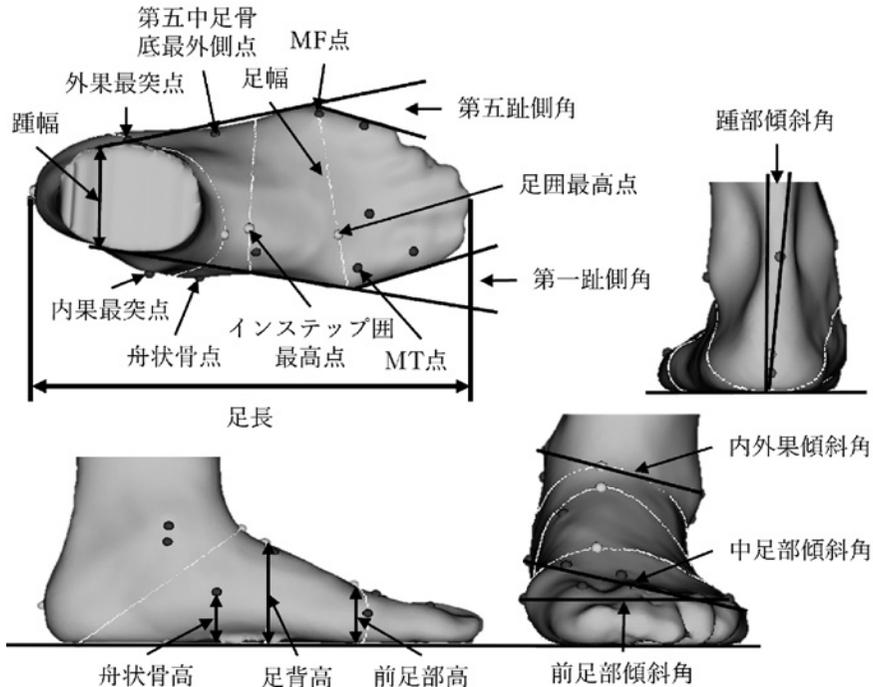


図1. 足部計測項目

前足部高：足囲最高点の高さ，足背高：インステップ囲最高点（足長の50%）の高さ，舟状骨高：舟状骨点（舟状骨の最下端）の高さ，前足部傾斜角：MT点とMF点を結ぶ直線の角度，中足部傾斜角：舟状骨点と第五中足骨底最外側点を結ぶ直線の角度，内外果傾斜角：内果最突点と外果最突点を結ぶ直線の角度

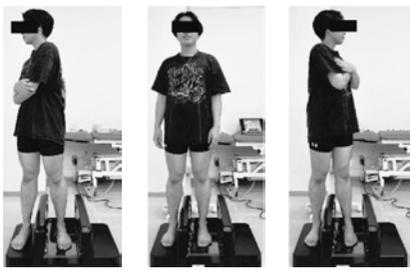
I-Ware Laboratory 社，大阪）を使用した．計測項目は足長，足幅，第一趾側角，第五趾側角，前足部高，足背高，舟状骨高，踵部傾斜角（外がえしを正）を出力した．足の大きさを考慮し，足背高，舟状骨高は足長で正規化し，前足部高は足幅で正規化した．本測定装置では体表面とランドマークに貼付したシールを計測基準とするため，各計測について10年以上の経験を有する一人の検査者が行った．さらに，ファイルコンバーター（I-Ware Laboratory 社，大阪）を使用し，かかと点を原点として足軸方向がX軸，足幅方向がY軸，高さ方向がZ軸の右手座標系に3次元化した．YZ軸座標の2点を結ぶ直線と床面のなす角から，前足部傾斜角，中足部傾斜角，内外果傾斜角（それぞれ内がえしを正）を求めた．（図1）立位での計測は，静止してリラックスし，両足に均

等に体重をかけるように指示した．回旋位での計測は，足底面が浮くことがない範囲で，動作中に体重移動しないよう指示した．なお，回旋側，非回旋側の計測で身体の回旋角度が変わらないよう注意した．

3. 統計学的解析

足部形状データの正規性は，Shapiro-Wilk 検定で確認した．基準姿勢である立位と，回旋側および非回旋側の足部形状の違いを検討するため，反復測定一元配置分散分析を用いた．分散分析の結果，姿勢間で足部形状に有意な差を認めた場合，各回旋位（回旋側および非回旋側）と基準姿勢（立位）との違いをさらに検討するため，Dunnettの方法を用いた多重比較を行った．統計解析にはSPSS statistics 26を用い，有意水準は5%未満とした．

表 1. 立位と回旋側および非回旋側との足部形状の違い

一元配置 分散分析 p 値				
	非回旋側	立位	回旋側	
前足部高率 (%)	<0.0001	35.4±2.2 *	35.8±2.5	36.5±2.6**
足背高率 (%)	<0.0001	24.4±1.8**	24.7±1.8	25.4±2.1**
舟状骨高率 (%)	<0.0001	12.7±2.4**	13.6±2.2	14.5±2.5**
母趾外反角 (°)	<0.0001	12.6±5.0 *	11.5±5.1	9.1±6.0**
小趾内反角 (°)	=0.0035	10.9±4.0	11.4±4.3	12.2±4.4
前足部内反角 (°)	<0.0001	2.8±2.0**	4.4±1.9	6.5±2.2**
中足部内反角 (°)	=0.0016	8.4±7.8	9.3±4.7	11.7±5.1 *
内外果内反角 (°)	=0.0040	10.0±4.3 *	11.2±3.4	11.6±3.3
踵部外反角 (°)	=0.0084	3.7±2.4**	2.9±2.2	3.0±2.6

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

結 果

反復測定一元配置分散分析を行った結果、姿勢の違いによる足部形状に有意な差を認めた。また、Dunnett の方法を用いた多重比較の結果、前足部、足背の高さは、回旋側の足部で高く、非回旋側の足部で低かった。第一趾側角は、回旋側の足部で小さく、非回旋側の足部で大きかったが、第五趾側角は基準姿勢との違いはなかった。回旋側の前足部、中足部は内がえし位で、非回旋側の内外果と踵部は外がえし位だった。(表 1)

考 察

回旋動作による足部形状変化は下腿の内外旋による運動連鎖の影響を受け、距骨下関節が下腿外旋により回外、内旋により回内する⁴⁾。そのため、回旋側の足部は距骨下関節回外に伴う内がえしにより拳上し、非回旋側の足部は距骨下関節回内に伴う外がえし下制したと考える。

回旋動作では、左右への体重移動は口頭指示により制限したが、前後方向には荷重の偏りが生じ

る。回旋側は後足部に、非回旋側は前足部に荷重が偏るため、荷重による足部形状変化を考慮する必要がある。後足部への荷重の偏りは、踵骨の接地面が距腿関節面に対して外側に位置するため³⁾、内外果傾斜角、踵部傾斜角に対して外がえし方向の力が働く。さらに回旋側の足部は、下腿外旋-距骨下関節回外の運動連鎖により⁴⁾、内外果傾斜角、踵部傾斜角に対して内がえし方向の力が働く。そのため、回旋側の内外果傾斜角、踵部傾斜角には、後足部荷重と下腿回旋により相反する力が働き、角度変化を認めなかったと考える。また、非回旋側の母趾は、前足部荷重³⁾、下腿内旋-距骨下関節回内の運動連鎖によって足部が柔軟な構造となったため⁴⁾、角度が大きかったと考える。このいずれもが動作時に過剰になることは、外反母趾変形を助長する要因であることが示唆された。

本研究の限界は、荷重位置は脊柱アライメントや今までのスポーツ歴を考慮する必要がある。通常、回旋側に荷重が偏りやすく、円背姿勢では非回旋側に荷重が偏りやすい。野球やゴルフなどフォームによる重心移動が影響する可能性もあ

る。さらに、回旋動作の定量化が困難であり、身体の柔軟性、足部の剛性、踵骨-下腿の運動連鎖の比率⁶⁾による個人差を考慮する必要がある。また、本研究の計測は微細な変化を計測しているが、皮膚のずれを含んでいる²⁾。さらに、足底を浮かさないように指示したため、回旋側の腓骨筋群の筋収縮を考慮する必要がある。

結 語

回旋動作に伴う運動連鎖と荷重位置の変化が足部形状を変化させることがわかった。そして、回旋側の内外果傾斜角、踵骨傾斜角は、荷重位置と運動連鎖による作用とが相反し合い、角度変化はなかった。非回旋側の第一趾側角は、前足部荷重、距骨下関節回内により角度が大きくなった。

文 献

- 1) Davis R, Ounpuu S, Tyburski D, et al. A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Sciences* 1991 ; 10 : 575-87
- 2) Shultz R, Kedgley AE, Jenkyn TR. Quantifying skin motion artifact error of the hindfoot and forefoot marker clusters with the optical tracking of a multi-segment foot model using single-plane fluoroscopy. *Gait Posture* 2011 ; 34 (1) : 44-8.
- 3) Sato T, Fukui T, Kawata S, et al. The interrelationship between three-dimensional foot mobility and bodyweight bearing. *J Phys Ther Sci* 2023 ; 35 : 199-203.
- 4) Morris JM. Biomechanics of the foot and ankle. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1977 ; 122 : 10-7.
- 5) Sato T, Iida K, Ohkawa T, et al. Relationship between ankle-foot-complex mobility during static loading and frontal moment impulses of knee and hip joints during the stance phase. *Gait Posture* 2024 ; 108 : 301-6.
- 6) 江戸優裕, 山本澄子. 踵骨-下腿の運動連鎖の動態特性. *理学療法科学* 2012 ; 27 : 661-4.

荷重位と非荷重位における足サイズ（足囲，足幅）の変化について Changes in foot size (Foot circumference, foot width) in loaded and unloaded positions

¹⁾一般社団法人フット&ボディバランスアジャストメント機構

²⁾リハラボ Bay Walking

¹⁾Foot & Body Balance Adjustment Organization

²⁾Rehalabo Bay Walking

佐々木克則¹⁾, 山下 諒¹⁾, 遠山 竜也¹⁾²⁾, 片平みなみ¹⁾²⁾

Katsunori Sasaki¹⁾, Makoto Yamashita¹⁾, Tatsuya Toyama¹⁾²⁾, Minami Katahira¹⁾²⁾

Key words : 足サイズ計測 (foot size measurement), 荷重位 (load position), 非荷重位 (Non-load position), 荷重非荷重位差 (Loaded/unloaded position difference), フットゲージ (Foot Gauge)

要 旨

足専門医の紹介でバランスケアラボに来店した足や膝、腰等に問題を抱えた人や靴が合わない人等 834 名（女性 603 名，男性 231 名）の足サイズ計測を行い、荷重位と非荷重位において、足囲と足幅の足サイズの違いがあるのか調査したので報告する。方法は、フットゲージとメジャーを用いて左右の足サイズを歩行中の歩く足に近い状況にし、手計測にて実施した。計測結果から、左右の荷重位と非荷重位の足囲及び足幅には、明らかな有意差が認められた。今回の結果から、歩く際、靴の中の足の足囲や足幅も変化するという事を考慮した靴選びと靴サイズ決定の必要性が示唆された。

緒 言

日頃より足や膝、腰など、歩く際に何らかの問題を抱えている人を見る機会が多い。それらの人に対し、フット&ボディバランスアジャストメント機構の提唱する「足元から歩くバランスをみる」というバランスケア対応¹⁾にて問題解決している。情報収集をする際の重要な評価の一つとして「足サイズ計測」があるが、実施してきた経験から足長だけでなく足囲や足幅が計測した実寸と履いている靴サイズがあっていないという現実を目の当たりにする機会が多かった。また、足サイズ計測の方法に関しては、歩行中の歩く足に近い状況を考慮した立脚相の荷重した足と遊脚相の荷重していない足として計測しているが、まだまだその方法でのデータは多くはない^{2)~5)}。

今回我々は、足専門医の紹介等でバランスケアラボに来店した足や膝、腰等に問題を抱えた人や靴が合わない 834 名の足サイズ計測を実施し、荷重位と非荷重位計測での足囲と足幅の足サイズの差がどの位あるのかの調査をし、若干の知見を得

(2024/12/20 受付)

連絡先：佐々木克則 〒140-0011 東京都品川区東大井
5-17-6-701 一般社団法人フット&ボディバ
ランスアジャストメント機構
TEL : 03-6317-8832
E-mail : sasakatsu@balancecarelabo.com



図1. 足囲非荷重位計測



図3. 足幅非荷重位計測



図2. 足囲荷重位計測



図4. 足幅荷重位計測

たので報告する。

対象と方法

対象は、2018年6月～2024年4月迄に足専門医の紹介等でバランスケアラボに来店した足や膝、腰等に問題を抱えた人や靴が合わない人等834名(女性603名、男性231名)とした。なお、来店者の主訴は、外反母趾(術後も含む)、足関節靭帯損傷、開張足、モートン病、足底部痛、足関節痛、足底腱膜炎、内反小趾、強剛母趾、母趾球部痛、術後の痛み、腰痛、変形性膝関節症等の診断を受けた人で、他にも靴が合わない、バランスが悪い、タコや魚の目、よく転ぶ、X脚O脚、姿勢が悪い等、訴えは様々であった。

方法は、フットゲージとメジャーを用いて左右の足サイズ計測(足囲、足幅)を実施した。その際、計測基準点を第1中足趾節関節部と第5中足趾節関節部とし、その周りの太さ(足囲)と幅(足幅)を測定した。また、歩行中の増減のある足を考慮し、荷重位立脚相の足(立位にて)と非荷重位遊脚相の足(座位にて)を想定して計測(図1～図4)した。なお、計測に関しては、全て熟練したセラピストが手計測にて行った。統計手法は、対応のあるt検定を用いて、優位水準は5%とした。

結果

1. 総数834名の左右の荷重位、非荷重位それぞれ

表 1. 834 名の左右の足囲, 足幅平均値 (単位: mm)

全体	左足囲	右足囲	左足幅	右足幅
荷重平均値	235.7 ± 16.6	235.9 ± 16.5	97.9 ± 7.3	97.8 ± 7.4
非荷重平均値	220.4 ± 15.8	220.3 ± 15.9	88.7 ± 6.8	88.3 ± 6.89
T 検定	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01

表 2. 女性 603 名の左右の足囲, 足幅平均値 (単位: mm)

女性	左足囲	右足囲	左足幅	右足幅
荷重平均値	231.0 ± 13.0	231.1 ± 13.1	96.2 ± 6.2	96.1 ± 6.3
非荷重平均値	215.6 ± 11.9	215.5 ± 12.4	86.9 ± 5.5	86.5 ± 5.7
T 検定	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01

表 3. 男性 231 名の左右の足囲, 足幅平均値 (単位: mm)

男性	左足囲	右足囲	左足幅	右足幅
荷重平均値	248.4 ± 18.3	248.5 ± 17.9	102.5 ± 8.1	102.4 ± 7.9
非荷重平均値	232.9 ± 17.8	232.7 ± 17.4	93.2 ± 7.6	92.9 ± 7.5
T 検定	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01

れの足囲及び足幅の平均値の差は, 全てにおいて明らかな有意差 ($p<0.01$) が認められた. (表 1)

2. 女性 603 名の左右の荷重位, 非荷重位それぞれの足囲及び足幅の平均値の差も全てにおいて明らかな有意差 ($p<0.01$) が認められた. (表 2)

3. 男性 231 名の左右の荷重位, 非荷重位それぞれの足囲及び足幅の平均値の差も全てにおいて明らかな有意差 ($p<0.01$) が認められた. (表 3)

4. 左右の荷重位, 非荷重位の足囲平均値の増減差は, 左足囲差が全体平均で 15.4mm, 右足囲差が全体平均で 15.6mm だった.

5. 左右の荷重位, 非荷重位の足幅平均値の増減差は, 左足幅差が全体平均で 9.3mm, 右足幅差が全体平均で 9.5mm だった.

考 察

臨床現場において, 歩行中に足や足関節, 膝関節, 股関節, 腰部などに痛みを訴える人を多数みてきた. 歩行中の立脚相と遊脚相の足に着目し, 歩く足のどの瞬間に何が関与して問題が出現して

いるのか, 独自に研究を重ね, 歩く際に問題が起こるのは何が要因になっているのかを考え, 足元から歩くバランスをみる方法 (バランスケア対応)¹⁾により臨床結果を出してきた. その中で, 特に感じていたのが, サイズの合っていない靴を履いている人が問題になっているケースが多いという事から, 足元の安定性と何らかの関係があるのではという疑問を持ち, 歩く足のサイズを知るために 30 年以上前から歩行中の荷重した足と荷重していない足のサイズ計測をし始めた経緯がある.

成長過程にある子どもやミニバスケットボールをしている子どもの足サイズに関して, 荷重位と非荷重位の足サイズに増減がある事を報告している⁴⁾⁵⁾が, 今回の対象者は, 足専門医の紹介等でバランスケアラボに来店した足や足関節, 膝関節, 腰部等に何かトラブルを抱えた比較的問題のある人が対象という事で, その比較検討は実施してはいないが, やはり荷重位と非荷重位の増減がある事は明らかであった.

前述の通り, 足サイズの計測方法に関しては,

機械計測も含め、以前より立位での荷重位計測だけでは不十分であり、歩く（動く）際の足のサイズ計測をすることが理想と考えていたため、それにより近い状況での計測と言う事で本計測方法にて実施しきている。（図1～図4）

また、荷重位立脚相の足と非荷重位遊脚相の足を想定したサイズ計測からその増減差を出すことが重要と考えていたので、その増減差がどのくらいあるのかをみてある程度の傾向性が出てきているが、足に何らかのトラブルを抱えた人にもその傾向性があるのかを知ることも今回の調査の目的としていたため、参考になる結果が得られたと考えている。

結果として、荷重位の足と非荷重位の足でサイズ変化がある事は明らかであったが、それは、靴の中で足のサイズが変化する事も予測されるため、歩行中のどの状況（瞬間）の足に合わせて靴を選び、靴サイズを決めるかが重要なポイントになると考えられた。すなわち、歩く際、靴の中の足囲や足幅も変化するという事を考慮した靴選びや靴のサイズ決定が必要と考えられた。

現在迄の計測経験から、大多数の人が、自身の正確な足サイズも知らずに大きめの靴を履いている現状があるため、まずは自身の「歩く足のサイズ」を知る必要性を感じた。

今後も歩くための足サイズ計測（荷重位、非荷重位での計測）数を増やして行き、より細かな分析をして「歩くための靴」選びの指標になるよう

にし、足のトラブル軽減につながるよう研究を継続する予定である。

結 語

1. 2018年6月～2024年4月迄に足専門医の紹介等でバランスケアラボに来店した834名（女性603名、男性231名）の足サイズ計測を行った。

2. 左右の荷重位、非荷重位の足囲及び足幅の平均値の差は、全てにおいて明らかな有意差（ $p < 0.01$ ）が認められた。

3. 左右の荷重位、非荷重位の足囲平均値の増減差は、15.4mm～15.6mmであった。

4. 左右の荷重位、非荷重位の足幅平均値の増減差は、9.3mm～9.5mmであった。

5. 歩く際の足を想定した計測結果から、足サイズには増減がある事が明らかであったため、歩く足を考慮した歩くための靴選びが重要である事が示唆された。

文 献

- 1) 佐々木克則：歩くための靴をさらに歩きやすくするために. 靴の医学 2019; 33: 129-35.
- 2) 内田俊彦：小学生の足型計測（第一報）. 靴の医学 2005; 19: 107-113.
- 3) 内田俊彦：成人女性の足型計測. 靴の医学 2006; 20: 56-9.
- 4) 佐々木克則：ミニバスケットボールチームの子ども達の足サイズ計測について. 靴の医学 2023; 37: 54-7.
- 5) 菊地 耕：10歳子供の荷重位と非荷重位の男女間足サイズの比較. 靴の医学 2023; 37: 68-71.

非荷重・座位荷重・立位荷重における母趾の爪の形状変化 Change in the shape of the nail of the first toe during non-loading, sitting loading, and standing loading

¹新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

²新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

³高田短期大学

¹Department of Prosthetics & Orthotics and Assistive Technology, Niigata University of Health and Welfare

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

³Takada Junior College

中尾 優希¹, 阿部 薫^{1,2)}, 東海林 藍³⁾, 岡部 有純²⁾, 前田 雄¹⁾

Yuki Nakao¹, Kaoru Abe^{1,2)}, Ai Shoji³⁾, Azumi Okabe²⁾, Yu Maeda¹⁾

key words : 女子大学生 (female university student), 巻き爪 (pincer nail), 遠位爪幅狭小化率 (distal narrowed nail width ratio)

要 旨

巻き爪の発生には様々な要因が指摘されており、趾腹からの圧力不足もその一つである。荷重による爪変形の規則性が明らかになれば、母趾にかかる圧力を増加させることで巻き爪予防に応用できるのではないかと考えた。そこで本研究では、荷重による趾腹からの圧力増加により、どのように母趾の爪が変形するのかを明らかにすることを目的とした。非荷重、座位荷重、立位荷重の3条件において、遠位爪幅狭小化率 (DNNWR) を求めた。3条件の比較において有意差が認められた。また平均DNNWRは非荷重時65.8%、座位荷重時66.7%、最大荷重時67.4%であった。母趾の爪は荷重による趾腹からの圧力を受け規則的に変形することが明らかになった。

(2024/12/25 受付)

連絡先 : 中尾 優希 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町1398 新潟医療福祉大学AT阿部薫研究室
TEL・FAX : 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail : raa22009@nuhw.ac.jp

緒 言

現在、巻き爪に対する治療法では爪に超弾性ワイヤーやスチール鋼、人工爪などを装着する矯正法、フェノール法やガター法などの外科的処置などが行われている。しかしそれらは日常生活への支障や審美性の低下、身体的負担を伴うと推測される。矯正法では、ワイヤーによる爪矯正治療は治療期間に時間を要し、ワイヤーを外すと彎曲の後戻りはほぼ必然¹⁾であり、長期通院や矯正器具交換のための時間や、相当の費用負担が必要となる。また、外科的治療では、末節骨上で爪床を広く剥離するという比較的侵襲の大きな手術となり、術後の疼痛はかなり強く爪床皮弁の末梢が壊死する可能性もある。また再発も少なくない²⁾ことや、nail surgery may create anxiety for patients³⁾とされており、治療を受ける際の障壁になり得る。

巻き爪の原因は外力、深爪などさまざまな要因が指摘されているが、趾腹からの圧力不足もその一つとして挙げられる。先行研究では、歩行時は

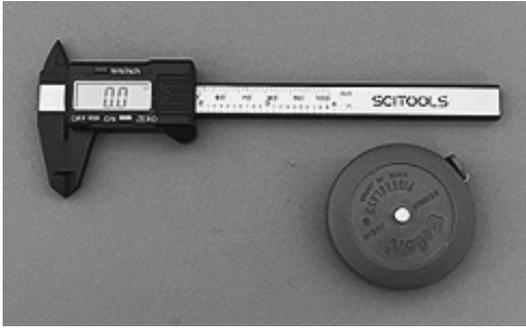


図1. 計測器具
(上：デジタルノギス 下：テープメジャー)

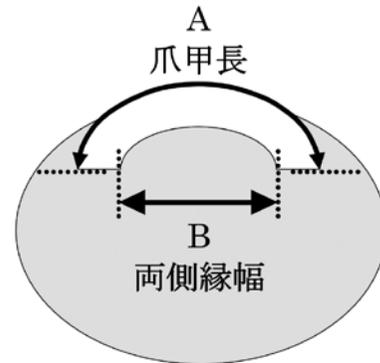


図2. 計測位置
(文献5を参考に作図)

地面から爪のアーチ構造を押し上げる外力を受け、その力とバランスを取って爪のアーチ構造を維持するため、爪自体が持っている巻く力が働き、骨折や長期臥床により歩行しなくなると、爪のアーチ構造を押し上げる外力がかからなくなるため、爪の応力バランスが崩れて巻く力だけが残り、巻き爪変形が起こるのではないかと述べられている。このことから爪に対する荷重の大きさは爪の形状変化に影響を与えるのではないかと推測した。

さらに、荷重による足趾の爪変形の規則性が明らかになれば、インソールなどを用いて趾腹からの圧力を利用した巻き爪変形の予防へと応用できるのではないかと考えた。そこで本研究では、日常生活を再現した3肢位での荷重による趾腹からの圧力増加によって、どのように爪が変形するかを明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 被験者

対象は本研究に興味を持ち、自発的に研究参加を表明した新潟医療福祉大学の女子大学生22名44足(年齢 19.9 ± 0.7 歳, 身長 156.4 ± 5.8 cm, 体重 49.8 ± 5.2 kg)(平均 \pm SD)とした。被験者の募集はEメールで行った。なお、足部に巻き爪以外の明らかな変形がある者は除外した。被験者の爪の長さは足趾の先端に切り揃えた。

2. 計測器具

計測器具は、爪甲長(A)の計測にはテープメジャー、爪甲遠位での両側縁幅(B)の計測にはデジタルノギスを用いて計測を行った。(図1)

3. 遠位爪幅狭小化率(distal narrowed nail width ratio : DNNWR)の計測

崎山ら⁵⁾の評価法(図2)に準拠し、母趾の爪のDNNWRを計測した。計測位置は、爪甲遠位のカーブに沿わせて長さを計る爪甲長(A)と爪甲遠位の内側の幅を計る両側縁幅(B)の2か所とし、それぞれ3回計測し平均値を採用した。検査は験者を一人に固定しており、それぞれの験者内信頼性を示すICC(級内相関係数: Intraclass Correlation Coefficients)(1,3)は1.00, 0.99であった。 $(B/A) \times 100$ (%)を算出しDNNWRを求めた。

4. 計測肢位

本研究では、人の日常生活を再現した状態での爪の彎曲を計測するため、立位、座位、座位時に足を挙上させた非荷重の3肢位で計測を行った。これらを立位荷重、座位荷重、非荷重とした。

立位は両足の間隔を10cm、前方の的を見る姿勢に統一し計測した。座位は体重計を用いて両足に体重の20%がかかるように座面に浅く座らせ計測した。非荷重の計測は椅子の前に足を乗せる台を設置し、その上に足を乗せ計測した。

5. 統計分析

計測結果はウィルコクソンの順位和検定を用いて、立位荷重と座位荷重、立位荷重と非荷重、座位荷重と非荷重それぞれの比較を行った。なお有意水準は5%未満とした。

6. 倫理的配慮

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可(第19227-240229号)を得て行われた。また対象者には本研究の目的、意義について説明し口頭にて同意を得た。なお本研究に関し開示すべきCOIはない。

結 果

DNNWR

非荷重時の平均DNNWRは65.8%、座位荷重時は66.7%、立位荷重時は67.4%であった。DNNWRは値が小さいほど巻き爪の程度が強いことを表すため、非荷重時が最も爪の彎曲が強く、荷重に伴い彎曲が弱くなる結果となった。

立位荷重と座位荷重、立位荷重と非荷重、座位荷重と非荷重それぞれのDNNWRの比較で有意差($p < 0.01$, two-tail)が認められた。

考 察

足趾の向きと爪の状態

本研究では、立位荷重と座位荷重、非荷重とすべての対比において有意差が認められた。爪は荷重による趾腹からの圧力の影響を大きく受け、容易に形状が変化するという結果となった。

このような結果となった要因の1つ目は、今回計測対象とした女子大学生の足趾には関節リウマチや扁平足などの変形がないこと、足趾に外反母趾による回旋変形がなく足趾が中間位で地面に接していることが挙げられる。

足の変形によって発生する巻き爪の要因として①母趾に回旋がなく、趾腹への圧力減少により爪自体が持っている巻く特性、および、②母趾が回旋し、床や第2趾から受ける外力によっても起こるとされている。

①の例として、関節リウマチでは、足趾間のスペースが狭くなっている足の変形に巻き爪は合併しやすい⁶⁾。また扁平足では、母趾中足骨に荷重すると母趾MTP関節の伸展制限が起これ、その代償として母趾IP関節が過伸展することで末節骨が背側に向き反りあがることがある。このような症例では爪が反り返って生えるようになり、結果として母趾にかかる床反力が減少し巻き爪が合併する⁷⁾と、趾腹に圧力を受けないために起こる巻き爪について報告されている。これらの疾患については、関節リウマチは30~50歳の女性に好発し、扁平足は成人してから発症するものの場合、加齢による腱の変性や体重の負荷により腱が断裂することでアーチが低下し発症する⁸⁾ため女性や中年に多い。

巻き爪の要因②として、母趾が回内し外力によって起こるとされる外反母趾を挙げると、立位時や歩行時に母趾基節骨の外転と回内のために母趾内側が底面から強い圧力を受け、爪甲への圧迫により、Plicated型の巻き爪が発症する⁹⁾と考えられている。そのため、今回の計測を外反母趾患者で行うと、床からの圧力が趾腹からではなく、母趾の内側から加わりDNNWRは変わらない、もしくはより小さい数値が得られるのではないかと推測している。

今回は関節リウマチや扁平足、外反母趾などの足趾変形を有する者は対象から除外し、状態の良い足のみとしたため、趾腹からの圧力が十分にあったこと、荷重の向きは足趾の真下方向からなかったことから、変形が容易で良好な結果が得られたと考えた。

2つ目の要因は、爪には老化による変化がほとんどない¹⁰⁾こと、また女子大学生においては肥厚などの病的な変化が見られなかったことから、爪は柔らかく変形が容易であったと考察した。

また一定以上巻いた爪は、広げる力が巻く力と同じ方向へかかり、巻き爪を進行させる⁴⁾が、今回の被験者には極度の巻き爪の者はいなかったため、良い計測結果が得られたと推察した。

日常生活において爪を押し上げる力は、歩行時の立脚後期に最も大きく、その際には荷重負荷のみならず母趾屈筋力の影響も受けていると考えられる。このため、日常生活と爪変形の間関係をより明確にするには、研究の条件に歩行時を含めることが理想である。しかし現在のところ、歩行中動的に爪の彎曲を計る方法がないため、本研究では静的な3肢位での計測とした。このことは、本研究の limitation として挙げられる。

結 語

爪は荷重による趾腹からの圧力の影響を大きく受け、容易に形状が変化するという結果となった。今後はこれらをもとに巻き爪予防に応用する研究を行っていく予定である。また、異なる年齢、性別でも同様の傾向が認められるのかについても対象群を変更して調査を継続し、また変形のある足や爪の病的変化についても調査を行っていきたいと考えている。

文 献

- 1) 上出康二. 陥入爪・巻き爪治療. MB Derma 2012; 57-64.
- 2) 田村敦志. II章 21 陥入爪, 過彎曲爪の治療: フェノール法を含めた外科的治療. カラーアトラス 爪の診療実践ガイド 改訂第2版. 安木良博, 田村敦志編. 東京: 全日本病院出版会; 2016. 192-205.
- 3) Vildan M, Müge K, Ozan E, et al. Anxiety, pain and quality of life among patients undergoing nail surgery: a prospective, cross-sectional study. *Turkiye Klinikleri J Dermatol* 2021; 31: 100-8.
- 4) 菅谷文人, 梶川明義, 相原正記, 他. 巻き爪の発生メカニズムに則した治療方針とは. *聖マリアンナ医科大学雑誌* 2014; 42: 53-60.
- 5) 崎山とも, 茶谷彩華, 清水智子, 他. 簡便かつ有用な巻き爪の評価法. *日皮会誌* 2016; 126: 2275-80.
- 6) 高山かおる. リウマチ・膠原病診療に必要な他科の知識と診療のコツ 第1回 リウマチ患者のフットケア. *Keynote R・A* 2015; 3: 49-53.
- 7) 菊池 守. 巻き爪・陥入爪とその治療. *美容皮膚医学 beauty* 2020; 3: 70-4.
- 8) 公益社団法人 日本整形外科学会. 成人期扁平足. https://www.joa.or.jp/public/sick/condition/adult_period_flatfoot.html (2024.9.30 アクセス).
- 9) 今井亜希子, 伊藤裕子, 上田暢彦, 他. 足趾巻き爪の形成要因となり得る運動機能障害と足趾変形に関する解析. *日皮会誌* 2023; 133: 2589-97.
- 10) 東 禹彦. 爪—基礎から臨床まで—改訂第2版. 東京: 金原出版; 2016. 27.

フットプリント採取時に非計測足を
床面またはカバーにおいた場合の比較
—被験者の安全性を確保するための方法の検討—
Comparison of placing the non-measured
foot on the floor or on a cover when taking footprints
—Examination of methods to ensure the safety of subjects—

¹新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

²新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

³高田短期大学 キャリア育成学科 介護福祉コース

¹Department of Prosthetics & Orthotics and Assistive Technology, Niigata University of Health and Welfare

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

³Care Welfare Course, Department of Career Development, Takada Junior College

阿部 薫¹⁾²⁾, 岡部 有純²⁾, 東海林 藍³⁾, 前田 雄¹⁾
Kaoru Abe¹⁾²⁾, Azumi Okabe²⁾, Ai Shoji³⁾, Yu Maeda¹⁾

Key words : フットプリンター (foot printer), 転倒 (Falling), 安全性 (Safety)

要 旨

フットプリンターで印影を採取する際には、ゴムシートの背側に計測足を配して立位を取らせるが、非計測足は床面におく方法とカバー（フタ部分）におく方法の二つがある。筆者らは転倒の危険性を回避するため非計測足を床面におく方法を採用しており、この段差はどのぐらい影響があるのかを明らかにしたいと考えた。対象は健常女子大学生 25 名 50 足とし、足圧分布測定装置を用

いて左右足の荷重比、および前後比を 30 秒間計測した。段差の再現は前足部と後足部に分割した 3mm 厚のプラスチック板を用いて計測した。結果として、左右足の荷重比および各々の足の前後比には有意差が認められなかったため、非計測足を床面におく方法を推奨する。

緒 言

フットプリンターは足底面の印影（図 1）を採取する道具として様々な現場でよく使用されている。その簡便さから、靴販売店において足の状態の評価や記録、靴サイズの選定のために使用されている。また、臨床現場では靴型装具や足底装具の採型採寸の補助として活用されており、整形外科やリハビリテーションにとどまらず人類学や法

(2025/01/06 受付)

連絡先 : 阿部 薫 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町 1398 新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科
TEL・FAX : 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail : kao-abe@nuhw.ac.jp

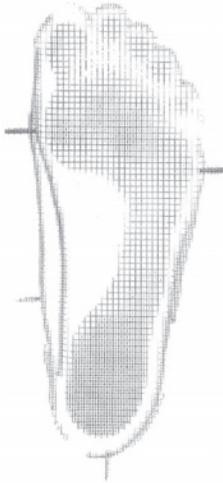


図1. フットプリント



図2. プリンターの採取方法 (計測足前型)

医学に至るまで幅広い分野で研究されている。手法としては定性的であるが、これを定量的に分析する研究手法も数多く提案¹⁾されており、多くの論文に採用されている。

フットプリンターは網目状のゴムシートに油性インクを塗布し、ゴムシート枠はこの塗布面を計測用紙側に倒して使用される。ゴムシートの背側に計測足を配して立位を取らせるが、このとき非計測足は床面におく方法と、カバー（フットプリンターのカバー部分）におく方法の二つが知られている。非計測足を床面におく理由は、カバーの上におくと両足がプラスチック製の板の上に乗っ



図3. プリンターの採取方法 (フタまたぎ型)

た状態となり、床面との摩擦係数が低い場合は転倒の危険性が高まるためである。一方、非計測足をカバーの上におく方法は反対足との段差をなくすためである。

そこで厚みを計測したところ、床面からゴムマット上までが4.3mm、カバー上までが2.9mmで、その差は1.4mmであった。このため非計測足を床面におく方法とカバーの上におく方法では2.9mmの差が生じる。筆者らは非計測足を床面におく方法を採用しているが、この差は左右差としてどのぐらいの影響があるのかを明らかにすることを本研究の目的とした。

計測条件を設定するにあたり、フットプリンター使用時の足の位置について調査したところ4パターンを見出した。①計測足前型（図2）：Pedorthic Footwear Association（米国足装具協会）発行のテキスト²⁾には、被験者はフットプリンターの後方に立ち計測足をゴムマット枠に差し出す方法が示されていた。②フタまたぎ型（図3）：米国の整形外科医が著した専門書³⁾には、非計測足は床面でフタをまたぐ形でゴムマット枠に足を乗せる方法であった。③非計測足床おき型（図4）：わが国の上級シューフィッターのテキスト⁴⁾では、2006年の初版では両足を乗せていたが、現行版である2020年の新版では非計測足は床面に変更されていた。④両足のせ型（図5）：フットプリン



図 4. プリンターの採取方法 (非計測足床おき型)



図 5. プリンターの採取方法 (両足のせ型)

ター (パワーハウンド社) に付属している取扱説明書⁹⁾では、両足を乗せる方法となっていた。

対象と方法

1. 被験者

対象は本研究に興味を持ち、自発的に研究参加を表明した新潟医療福祉大学の女子大学生 25 名 (平均±SD: 年齢 20.9±1.0 歳) とした。被験者の募集は E メールで行った。なお、足部に重度の外反母趾や扁平足などの変形がある例や足部痛のある例は対象から除外した。

2. 計測

計測条件は①両足裸足、②右足補高、③左足補高の 3 条件とした。段差の再現は、前足部と後足

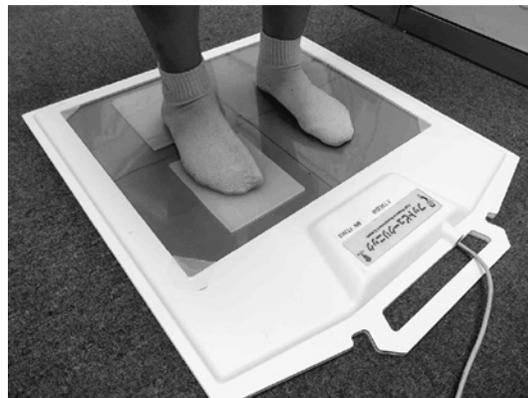


図 6. Foot view clinic 計測の様子 (段差の再現のため前足部と後足部に分割した 3mm 厚のプラスチック板を用いた)

部に分割した 3mm 厚のプラスチック板を用いて補高とした。計測機器は足圧分布測定装置 Foot view clinic (ニッタ社) を使用し、被験者には計測面上の中央線を両足でまたぐ位置に立位をとらせ、内踏まず長 (踵点から脛側中足点) の 50% を前後の境界線とし、両足は内側 10cm の間隔とした。1 回の計測は 30 秒間とし各条件を 3 回ずつ記録した。(図 6)

3. 統計分析

計測結果はウィルコクソンの順位和検定を用いて、左右足の荷重比、左足の前後比、右足の前後比それぞれの比較を行った。なお、有意水準は 5% 未満 (two-tail) とした。

4. 倫理的配慮

本研究は新潟医療福祉大学倫理審査委員会の承認許可 (第 18488-200826 号) を得て行われた。対象者には本研究の内容について説明し同意を得た。なお、本研究に関し開示すべき COI はない。

結 果

片足に 3mm の補高 (右 3mm 高、または左 3mm 高) を設定したときの左右の荷重比、(表 1) 同様の補高条件で左足の前後荷重比、(表 2) および右足の前後荷重比 (表 3) において p 値はすべて 0.05 以上となり有意差は認められなかった。

表 1. 片足に 3mm の補高を設定したときの左右荷重比

被験者 No	左足 (%)			右足 (%)		
	0mm	右 3mm 高	左 3mm 高	0mm	右 3mm 高	左 3mm 高
1	50	48	52	50	53	48
2	52	52	57	48	48	43
3	53	52	53	47	48	40
4	54	57	58	46	43	42
5	53	50	49	47	50	51
6	53	54	57	47	46	43
7	59	58	59	41	42	41
8	52	54	52	48	46	48
9	58	57	60	42	43	40
10	59	64	60	41	36	40
11	60	54	61	40	46	39
12	60	59	59	40	41	41
13	55	55	59	45	45	41
14	53	54	55	47	46	45
15	62	59	60	38	41	40
16	51	55	54	49	45	46
17	55	55	57	45	45	43
18	57	56	54	43	44	46
19	55	61	55	45	39	45
20	55	53	55	44	47	45
21	58	50	56	42	50	44
22	57	57	57	43	43	43
23	57	52	59	43	48	41
24	57	64	57	43	36	53
25	60	56	59	40	44	41
p (vs 0mm)	—	0.562	0.115	—	0.510	0.194

考 察

前述の①計測足前型と②フタまたぎ型は、どちらも米国で行われている方法である。①は荷重により足部形態が大きく変化する場合に有効である。非計測足が立位の支持脚となり、計測足をフットプリンターのゴムシート枠内に置くと、その荷重の程度により取得される印影の状態は大きく変化するため、その工程には習熟を要する。そのため再現性や正確性の面において変動が大きいため標準化されにくいと考えられた。②は両足の間隔を 40~50cm 程度空けて立つため、立位が安定するメリットはある。しかし、両足関節は内反位を呈するため正確な印影の採取ができない。足関節に対して荷重が鉛直方向にかかるためには、股関節（大腿骨頭）中心と距腿関節中心が鉛直の関係

性が必要であり、計測肢位的には足部内側を 10cm 程度空けて立位を取らせる。したがって、この方法は推奨されない。③非計測足床おき型は、筆者らが採用している方法である。被験者は必ずしも立位バランス能力が良好な者ばかりではなく、例えば高齢者場合には立位能力や耐性が低い場合もある。両足がプラスチック製のフタの上に乗った状態では転倒の危険があるため安全性を最優先にするべきである。このため非計測足を床面において、計測足をゴムシート枠内におくと安全である。さらに計測足へ徐々に荷重し、両足均等に荷重されたときの計測立位の完成とすれば、再現性や正確性の向上にもなる。④両足のせ型は、転倒の危険性が高いため推奨されない。

したがって「③の方法では段差による荷重比への影響があるため④の方法が良い」という主張に

表 2. 片足に 3mm の補高を設定したときの左足の前後荷重比

被験者 No	左前足部 (%)			左後足部 (%)		
	0mm	右 3mm 高	左 3mm 高	0mm	右 3mm 高	左 3mm 高
1	30	30	36	70	70	64
2	35	33	29	65	67	71
3	39	39	39	61	61	61
4	38	36	32	62	64	68
5	33	33	42	67	67	58
6	40	48	42	60	52	58
7	41	36	30	59	64	70
8	65	60	46	35	40	54
9	56	50	48	44	50	52
10	41	34	40	59	66	60
11	51	50	55	49	50	45
12	34	29	40	66	71	60
13	23	28	38	77	72	62
14	53	56	40	47	44	60
15	44	39	36	56	61	64
16	40	33	40	60	67	60
17	44	43	38	56	57	62
18	45	51	45	55	59	55
19	37	50	33	63	50	67
20	31	36	32	69	64	68
21	53	58	56	47	42	44
22	48	57	61	52	43	59
23	45	39	49	55	61	51
24	36	38	30	64	62	70
25	46	42	40	54	58	60
p (vs 0mm)	—	0.892	0.390	—	0.579	0.151

表 3. 片足に 3mm の補高を設定したときの右足の前後荷重比

被験者 No	右前足部 (%)			右後足部 (%)		
	0mm	右 3mm 高	左 3mm 高	0mm	右 3mm 高	左 3mm 高
1	33	34	37	67	66	63
2	28	32	28	72	68	72
3	35	35	40	65	65	60
4	29	24	31	71	76	69
5	35	29	41	65	71	59
6	35	36	42	65	61	58
7	35	29	32	65	71	68
8	60	44	48	40	56	52
9	56	46	49	44	54	51
10	46	43	39	54	57	61
11	65	59	56	35	41	44
12	44	43	39	56	57	61
13	32	30	40	68	70	60
14	30	39	42	70	61	58
15	32	46	35	68	54	65
16	46	33	41	54	67	59
17	41	35	37	59	65	63
18	39	44	48	61	56	52
19	33	37	34	67	63	66
20	29	35	34	71	65	66
21	60	59	54	40	41	46
22	60	62	60	40	38	40
23	41	27	47	59	73	53
24	36	38	33	64	62	67
25	44	31	37	56	69	63
p (vs 0mm)	—	0.183	0.977	—	0.210	0.977

については、本研究の結果より否定されることが確認された。

結 語

各種紹介されているフットプリンターの印影採取方法について、足圧分布測定装置を用いて段差による荷重比への影響を検討した。両足裸足で計測した条件と非計測足を床面においた条件では有意差がなかった。したがって段差の影響はなく、転倒の危険性を回避し安全性を確保できる③非計測足を床面においた方法を推奨する。

文 献

- 岡部有純, 阿部 薫, 蓮野 敢他. フットプリントを用いた異なる扁平足判断基準間における互換性の検討. 靴の医学 2023 ; 36 : 86-90.
- Davis AS. A Guide to custom shoe therapy. 2nd ed. San Francisco : Pedorthic Footwear Association ; 1988. 59-67.
- Wu KK. Foot orthoses : principles and clinical application : Baltimore : Williams & Wilkins ; 1990. 143-68.
- 木村克敏, 原田 繁. 第3章 足型計測. シューフィッター養成講座パッチェラーコーステキスト. 新版. 一般社団法人足と靴と健康協議会編. 東京 : 一般社団法人足と靴と健康協議会 ; 2020. 3-1-14.
- フットプリンター取扱説明書. パウワーハウンド社. 発行年不明

女子大学生のパンプスサイズに関する検討

—最適・自選・実際に使用されているサイズの比較—

A study of pumps sizes for female university students

—Comparison of Optimal Size, Current Size, and Self-selected Size —

¹新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

²高田短期大学

¹Graduate School of Health and Welfare, Niigata University of Health and Welfare

²Takada Junior College

岡部 有純¹, 阿部 薫¹, 東海林 藍², 前田 雄¹

Azumi Okabe¹, Kaoru Abe¹, Ai Shoji², Yu Maeda¹

Key words : 女子大学生 (female university student), パンプス靴 (pumps shoes), 消費者行動 (consumer behavior)

要 旨

多くの女子大学生は不適切なサイズのパンプス使用により靴トラブルを経験している。そこで本研究は女子大学生40名を対象に試し履きを経て自分に最適だと思う自選サイズを選択してもらい、足部寸法から導き出した最適サイズと、本人が現在使用している現用サイズを比較した。その結果ウィズサイズにおいて最適<自選<現用の結果となり有意差が認められた。最適サイズを試し履きしても最適サイズよりも大きなサイズを選択する者が多いことが明らかとなった。大きなサイズのパンプスは靴トラブルの原因になるため、靴のサイズ選択に関する消費者行動を明らかにし、消費者自身が適切なサイズ選択ができる環境づく

りが重要と考えられた。

緒 言

パンプス靴はフォーマルな場面における女性の靴として広く知られている。またビジネスシーンにおいてはビジネスパンプス靴(以下、パンプス)の使用がマナーとして推奨されている場面も多い。パンプスは履き口である甲の部分が大きく開いた特徴的な形状をしているため、靴脱げや靴ずれといったトラブルを引き起こしやすい。

先行研究¹⁾では女子大学生のパンプストラブルの多さを指摘し、トラブルの原因の1つに女子大学生が大きなサイズのパンプスを使用していることがあるとした。最適サイズを選択できていない原因は製造・販売側の問題と消費者側の問題の2つに分けることができる。製造・販売側の問題は、近年女子大学生の足が狭小化傾向にあると指摘されている²⁾にもかかわらずそれに適したサイズのパンプスが製造・販売されていないことである。一方、消費者側の問題は最適サイズが製造・販売

(2025/01/08 受付)

連絡先: 岡部 有純 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町 1398 新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究科
TEL・FAX: 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail: hwd24004@nuhw.ac.jp

表1. 被験者情報 (n=40)

年齢 (歳)	19.9±1.2
足長 (mm)	228.9±9.0
足幅 (mm)	91.2±4.5
足囲 (mm)	220.0±9.6

されていても、消費者自身がそれを最適サイズだと認識できず、異なるサイズを選択していることである。仮に製造・販売側の問題が解決しても、消費者が最適な選択ができなければパンプストラブルを減少させることは不可能である。さらに一般的に安価なレディメイドパンプスの材料として使用されることの多い合成皮革は天然皮革製の靴と比べて足になじみにくいとされている³⁾。このため購入時に最適なサイズを選択することが重要であり、パンプストラブルを減少させるための重要事項であると考えられる。

三浦⁴⁾は消費者が自分の足幅を広いと誤解しており幅の広い靴に対するニーズを持っているため、靴メーカーは幅広の靴を供給し、流通企業も幅の広い靴を品揃えすると指摘している。しかし実際に適切なサイズの靴を使用した際に、消費者がその靴サイズをどのように評価するかは明らかになっていない。そこで本研究は異なるサイズのパンプスを試し履きして、自分に最適だと思うサイズを選択してもらうことで、適切なサイズと消費者が主観的に選択するサイズの違いについて明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 被験者

自身のパンプスを所有し、そのパンプスを使用した経験のある健常女子大学生40名とした。(表1)なお足部疾患等により特殊なパンプスを使用している者、オーダーメイドパンプスを使用している者は除外し、レディメイドのパンプスを使用している者に限定した。

2. パンプスおよびサイズ

1) 現用パンプスおよびサイズ

実際に使用しているパンプス(以下、現用パンプス)を持参してもらい、サイズ(足長およびウィズ)を確認した。ウィズの表記がパンプス本体にないものは販売元メーカーのホームページで確認し、相当するウィズの表記がある場合はその値を採用した。なおホームページ等においてもウィズが表示されていない場合には内寸ゲージを用いてボール幅を計測し、日本産業規格(以下、JIS規格)のS5037付表2⁵⁾によりウィズに換算した。また現用パンプスが何足目のパンプスであるか口頭で聞き取り調査した。

2) 最適サイズ

計測した足部寸法にもとづきJIS規格の靴サイズ表⁵⁾から選定したサイズを最適サイズとした。計測箇所は足長・足幅・足囲の3箇所とした。計測肢位は静止立位とし、足長と足幅の計測にはフットゲージを、足囲にはテープメジャーを使用した。足長は踵点から最も長い足趾先端までの距離とした。足幅は腓側中足点から脛側中足点を結ぶ直線距離とし、足囲は腓側中足点と脛側中足点を通る前足部の周径を計測した。なおウィズはレディメイドのパンプスを選択することを想定して足幅・足囲のうち実測値が大きい方を基準とし、左右差がある場合も同様とした。

3) 実験用パンプスおよび自選サイズ

実験用パンプスは同一タイプでサイズのみが異なる5cmヒールのパンプスとした。サイズは足長サイズ21.5~25.5cmまで0.5cm刻みとし、各足長サイズでウィズC~3Eのものを使用した。

実験用パンプスの中から試し履きをした上で自身が最適と思うサイズを選定させ、これを自選サイズとした。試し履きは初めに最適サイズを履き、ゆるい/きついと判断した場合には1段階ずつサイズを変更した。「最適と思う」の基準は「自身が就職活動等で実際に使用することができる」とし、実際の購入場面に近づけるため試し履きの時間・回数は制限せず、座位・立位・歩行など判断方法についても被験者に一任した。なお「試し履きの感覚で最適と思うサイズ」を選定させるた

表 2. 足長サイズの比較

	最適	自選
自選	**	—
現用	**	n.s.

** : $p < 0.01$ n.s. : not significant

表 3. ウィズサイズの比較

	最適	自選
自選	**	—
現用	**	**

** : $p < 0.01$

め、被験者には試し履きしたパンプスのサイズおよび各被験者の最適サイズなどの情報は開示せずに行った。また試し履きを行った上で最適と思うサイズがなかった場合には「最適なし」と回答してもよいこととした。

5. 統計分析

Friedman's X²-test 検定および Bonferroni 補正を用いた Wilcoxon t-test で最適・現用・自選の各足長サイズ（以下、足長）とウィズサイズ（以下、ウィズ）の有意差を求めた。

6. 倫理的配慮

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可（第 19083-230620 号）を得て行われた。また対象者には本研究の目的、意義について説明し同意を得た。なお本研究に関し開示すべき COI はない。

結 果

現用サイズが最適サイズと一致した者はいなかった。また自選サイズが最適サイズと一致した者は 1 名であった。なお試し履きの結果、最適サイズがないと回答した者はいなかった。足長サイズにおいては最適サイズと比較し、現用サイズ・自選サイズが有意に大きかった。（表 2）ウィズにおいては最適サイズと比較し、現用サイズ・自選サイズが有意に大きく、自選サイズと比較して現用サイズが有意に大きい結果となった。（表 3）なお現用パンプスは 40 名中 32 名（80%）が 1 足目のパンプスであると回答した。

考 察

JIS 規格における最適サイズを試し履きしても、それを最適と感じずに最適サイズよりも大き

なサイズのパンプスを選択する者が多いことが明らかとなった。足長における現用サイズと自選サイズでのみ有意差が認められなかったのは、スニーカーなどの多くの靴タイプではサイズ表記として足長サイズを使用することが多いためと考えられた。一方ウィズは足長と比較し知る機会が少なく、自身のウィズサイズを知らない者が多かったため、最適サイズと比較して現用サイズ・自選サイズのどちらにおいても大きいサイズを選択したと考えられた。

大きいサイズを選択した原因は女子大学生がパンプス特有のフィット感に不慣れなためと推察された。パンプスはその特異的な形状のため、特にボール部と踵部で生体との高い密着度が要求される。しかし女子大学生がパンプスを使用する場面は限られており、加えて現用パンプスが 1 足目のパンプスである者が多かったことから、パンプスに不慣れであると考えられ、特有のフィット感を不快と判断したと推察した。吉田⁶⁾は男子大学生を対象とした革靴と足のフィッティング調査において、靴と足のフィット性を感じ取る部位として最も多い回答はボール部であったとしている。本研究においてもボール部幅にあたるウィズにおいて有意差がみられたことからボール部は足部の中でも特にフィッティングについて厳密な調節を要する部位であり、密着を不快に感じやすいのではないかと推察された。

一方で現用サイズのウィズは自選サイズと比較しても有意に大きかった。これは近年の女子大学生の足が狭小化しているにもかかわらず、店頭に並ぶサイズは幅広のものが多いためと考えられた。現用サイズの最多ウィズは 4E であったが、

自選サイズにおいては2Eが最多であり2サイズ小さい結果となったことから、店頭に並んでいるサイズが広すぎる可能性が示唆された。ビジネスパンプスの多くは3~5cmのヒール高が設定されており、足が前滑りしやすい形状である。幅の広いパンプスではボール部が適切にホールドされないために前滑りが助長され、歩く度に足が靴先に押し込まれてしまいトラブルの原因になりうる。消費者である女子大学生が適切なサイズを選択するためには製造や流通を含め靴選びの環境を再整備する必要があると考えられた。

しかし本研究が定めた最適サイズを自選サイズとして選択した者が少なかったことから、本研究における最適サイズが実際に被験者らの足にとって最適なサイズであったかどうかについては再検討する必要があると考えられた。本研究における最適サイズの定義は足部の実測値をJIS規格の当てはめたサイズとした。しかしJIS規格では外反母趾の有無や足趾の長さなど、細かな形状は考慮されていない。男女各152名を対象に足型の分類を試みた河内⁷⁾によれば、男女ともに4人以上から成るクラスターが7つでき、人数が最も多いクラスターを標準型とした際に標準型に分類されるのは女子においては35%だったとしている。足長・足幅・足囲だけで足形状を定義し、靴との適合性を論じることはできないため、被験者が官能評価において最適と評価した自選サイズが本来の最適サイズであった可能性を排除することはできない。これを本研究の限界とする。本研究は購入時の試し履きを想定した短時間の評価であったた

め、今後は実際の使用場面を想定した長時間の使用実験により最適サイズの検討を行う必要があると考えられた。

結 語

女子大学生はJIS規格における自身の足に最適なサイズを試し履きしても、それを最適とは感じずに、特にウィズにおいて大きなサイズを選択してしまうことが明らかとなった。ウィズが広いパンプスでは足が靴内で前滑りし、先細りしたトゥ先に足部が押し込まれることで足趾は圧迫されやすく、踵は脱げやすくなるためトラブルを誘発する。引き続きサイズ選択に関する消費者行動を明らかにし、一般消費者が自身で最適なサイズを選択できる環境を整備する必要があると考えられた。

文 献

- 1) 岡部有純, 阿部 薫, 蓮野 敢他. 女子大学生におけるパンプストラブルの現状—現用のフォーマルパンプスのアンケート調査より—. 日本整形靴技術協会雑誌 2023; 8: 5-8.
- 2) 叶野愛羅, 阿部 薫, 蓮野 敢他. 女子大学生の足型寸法の変遷—1987年と2020年の比較—. 日本整形靴技術協会雑誌 2020; 5: 33-6.
- 3) 松本健次. 合成皮革について. 繊維学会誌 1966; 22: 36-40.
- 4) 三浦紗綾子. なぜ選んだ靴で足を痛めるのか—市場での靴選びの難しさを探る. 学苑 2020; 958: 16-36.
- 5) 日本規格協会: S5037 靴のサイズ, <https://kikakurui.com/s/S5037-1998-01.html> (2024.10.4. アクセス)
- 6) 吉田宏昭. MRIを利用した靴着用時における靴のフィット性決定要因の検討. デサントスポーツ科学 2014; 35: 21-30.
- 7) 河内まき子. 日本人の足型の個人差の分析. 人類学雑誌 1989; 97: 373-88.

外反母趾の歩行分析

—Orphe Analytics Medical を用いて—

Gait analysis for hallux valgus using Orphe Analytics Medical

戸塚共立いずみ野病院

Totsuka Kyoritsu Izumino Hospital

内田 俊彦, 東 佳徳, 石川 早紀

Toshihiko Uchida, Yoshinori Higashi, Saki Ishikawa

Key words : 外反母趾 (Hallux Valgus), 歩行分析 (Gait Analysis), 観察による歩行分析 (Observational Gait Analysis)

要 旨

外反母趾患者 57 名 (114 足, 平均 63 歳) を対象に, 靴に装着する歩行分析デバイス「Orphe Analytics Medical」を用いて歩行解析を実施した. 10m の自由歩行を計測, 足向角, スウィング幅, 足の高さ, 着地角度, 離地角度, プロネーション, 着地衝撃, ストライド長の 8 項目を解析したが, 左右差や回内・回外動作による有意差は認められなかった. 観察による歩行分析に基づく動作群分けは, 主観的で客観性に欠ける可能性がある一方, 足部の動きに連動する骨盤や体幹の動作分析が可能であったと考える. この方法は足部と体幹の運動連鎖を理解する一助となる可能性があるものと考えられる.

緒 言

我々は観察による歩行分析から, 足部回外, 足部回内, 脚長差などによる身体の動きの運動連鎖

(2024/12/19 受付)

連絡先: 内田 俊彦 〒245-0024 神奈川県横浜市泉区
和泉中央北 1-40-34 戸塚共立いずみ野病院
TEL: 045-800-0320 FAX: 045-800-0321
E-mail: nikogabifoot7@gmail.com

を参考にして足底挿板を作製している¹⁾²⁾.

今回, 靴紐に装着して歩行分析が可能な Orphe Analytics Medical (以下オルフェ) を用いて外反母趾患者の歩行分析をおこなったので報告する.

対象と方法

全例女性で 57 例 114 足, 年齢は 42~83 才, 平均 63 才である. 診断は荷重位 X 線背底像から外反母趾角 (以下 HVA) 20° 以上とした. 全例両側性であり, 右 HVA は 20° から 53° 平均 31°, 左 HVA は 21° から 61° 平均 26° であった.

オルフェの測定方法を図 1 に示す. センサーを靴紐に装着し, アプリとセンサーをBluetoothで無線接続し計測を開始する. 歩行路を約 10m 自由歩行してもらい, 歩行パラメーターを算出する. 得られる利用可能なパラメーターを表 1 に示す. 得られたデータから足向角, スウィング幅, 足の高さ, 着地角度, 離地角度, プロネーション, 着地衝撃, ストライド長に関して検討した. 新患の場合には足底挿板作製前の靴で計測をおこなった. 経過観察中の患者の場合は, 使用中の足底挿板を外してその靴に合うフラットな中敷きに交換して計測をおこなった. 得られたデータから各パ



図1. オルフェの計測方法

靴紐にセンサーを装着し、アプリとセンサーをBluetoothで無線接続し計測を開始する。10mの歩行路を自由歩行してデータを採取、確認する。

表1. 利用可能な歩容指標

歩行スピード	m/s	遊脚期時間	s	足の高さ	m
ストライド長	m	着地角度	degree	スウィング幅	m
ケイデンス	/s	離地角度	degree	着地衝撃	m/s ²
ストライド時間	s	プロネーション	degree	ストライドCV	%
立脚期時間	s	足向角	degree		

表2. 観察による歩行分析からの群分け

症例数	右足	左足
31例 62足	回内31足	回外31足
22例 44足	回外22足	回内22足
2例 4足	回内2足	回内2足
2例 4足	回外2足	回外2足
計 57例 114足	回内33足 回外24足	回外33足 回内24足

ラメーターの左右差を検討した。

また観察による歩行分析から足部回外、足部回内の動きに群分けをおこなった。(表2) 運動連鎖における体幹・骨盤帯の動きをみると、足部回内は立脚期において体幹の側屈と肩甲帯の下制、足部回外は骨盤帯を含めた体幹の側方移動として捉えられる。(図2) 回外足と回内足の各パラメー

ター間に差があるかどうかを検討した。

使用した靴に関しても検討をおこなった。

結果

①左右差に関して

足向角とスウィング幅は対応のあるt検定、他のパラメーターはWilcoxon検定をおこない、有意水準5%とした。結果として左右の各パラメーター間に有意な差はみられなかった。(表3)

②回外、回内の動きによる差に関して

表2に示したように、右足回内・左足回外が31例、右足回外・左足回内22例、左右回内2例、左右回外2例であり、回外足57足、回内足57例であった。足向角・スウィング幅・足の高さ・プロネーションは対応のないt検定、その他はMann-Whitney検定をおこない、有意水準を5%とした



図2. 足部の動きと身体の運動連鎖

Aの右立脚期において足部過回内の動きによって体幹の右側屈と右肩甲帯の下制の動きが明らかである。Cの左立脚期においては足部過回外の動きによって左骨盤帯の側方移動が観察される。

結果、これも全ての項目において有意な差はみられなかった。(表4)

③使用した靴に関して

使用した靴の種類とサイズはスニーカーが31例と最も多く2AからDサイズを、ウォーキングシューズ24例で2Eから4Eを、革靴はEサイズ1例ともう1例は太さ不明であった。不明であった1例を除き全てこちらの指示で普段履いている靴よりも細い靴に変更した。

考 案

歩行分析に用いられる機器には三次元歩行解析装置(バイコンなど)、床反力計、足底圧計測器などがあるが、いずれも高価であり外来患者に対して簡単に検査することには困難がある。今回使用

したオルフェは、靴紐に取り付けることでWi-Fi環境と歩行スペースさえあれば簡単に検査可能なものである³⁾。

外反母趾に対する歩行分析として、門野ら⁴⁾はF-スキャンを用いて、推進期における足底圧は母趾よりも外側に移行し母趾への荷重分布が減少、中足骨痛を有する例はさらに母趾への荷重分布が減少していた、と報告している。田辺ら⁵⁾はバイコンと床反力計を用いて、COPの位置は推進期に足部外側に移動するとし、母趾への荷重が出来にくくなっている、と報告しているが、共に左右差に関しては言及していない。また検査の主眼は足部の動きに限定され、膝から近位の骨盤帯や体幹などの動きには言及されていない。金ら⁶⁾は足部の動きだけでなく、骨盤運動との関連を調査し骨盤傾

表 3. 左右差の比較

項目	左		右		有意確率	検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
足向角	5.96	7.54	7.21	8.03	0.310	対応のある t 検定
スイング幅	3.85	1.45	4.18	1.43	0.052	対応のある t 検定
足の高さ	7.13	1.34	7.44	1.41	0.161	Wilcoxon の符号付順位和検定
着地角度	16.30	5.33	16.49	5.01	0.654	Wilcoxon の符号付順位和検定
離地角度	62.21	9.30	63.09	8.02	0.268	Wilcoxon の符号付順位和検定
プロネーション	4.24	3.25	4.55	3.20	0.467	Wilcoxon の符号付順位和検定
着地衝撃	61.79	17.64	59.24	18.04	0.330	Wilcoxon の符号付順位和検定
ストライド長	109.64	42.02	108.98	42.15	0.742	Wilcoxon の符号付順位和検定

P<0.05

表 4. 回内群と回外群の比較

項目	回外群 (n=57)		回内群 (n=57)		有意確率	検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
プロネーション	4.40	3.42	4.39	3.02	0.986	対応のない t 検定
足向角	6.45	7.81	6.72	7.82	0.851	対応のない t 検定
スイング幅	3.93	1.54	4.10	1.35	0.547	対応のない t 検定
足の高さ	7.36	1.63	7.21	1.08	0.564	対応のない t 検定
着地角度	16.36	5.20	16.44	5.15	0.710	Mann-Whitney の U 検定
離地角度	62.82	9.17	62.48	8.19	0.558	Mann-Whitney の U 検定
ストライド長	108.64	41.81	109.99	42.35	0.757	Mann-Whitney の U 検定
着地衝撃	58.58	14.32	62.46	20.66	0.477	Mann-Whitney の U 検定

P<0.05

斜角, 骨盤回転角には外反母趾患者も健常者も左右差があるとしており, 骨盤側方傾斜角の小さい側の COP は足底部外側を通過し, 骨盤回転角が大きい側の COP は立脚後期に母趾球ないし母趾に向かうと報告している. また骨盤側方移動と COP の関係では, 骨盤側方移動があると COP は足底外側を通過するとして外反母趾患者でも健常者でも骨盤運動と足部の動きには差はないとしている. 我々の観察による歩行分析では, 足部回外の動きにおける骨盤帯の動きは側方移動を呈するものと報告しており, 金らの報告と同様の結果であり, またこの動きは外反母趾患者だけでなく他の疾患における症例の動きであっても同じであるという点で一致している.

健常者に対する歩行分析で, 江戸ら⁷⁾によると COP は右足の方が左足よりも内側を通過し, COP

が外側を通過するほど距骨下関節の回内可動域は小さいと報告している. すなわち COP が内側を通過するのは足部回内の動きであり, 外側を通過するのは回外の動きと考えられる.

飯田らは⁸⁾足圧中心軌跡の左右差を検討し, 歩行時の右足の COP は左足よりも足底内側を通過すると報告している. 右足は距骨下関節回内可動域, 左足は距骨下関節回外可動域との間に正の相関を認めたため, 足部機能は左右で異なることが考えられ, そのため COP は左右差が出ているのではないかとしている.

外反母趾や足部障害の歩行分析は, 足部の動きに限定され体幹や骨盤などの動きに眼は向けられていないのが実状である. 我々の観察による歩行分析は, 足部の動きに伴う膝, 骨盤帯, 体幹の運動連鎖を参考にして判断している. しかしこの方

法は観察者の主観が入り込むため客観性に欠ける嫌いがあり数値データ化することも不可能ではあるが、観察眼を養うことでその欠点をカバーすることは可能であると考え、足部回内、足部回外、脚長差や荷重関節の関節可動域の左右差などは明らかに歩行中の左右のアンバランスを招来しており、そのアンバランスを改善するために靴と足底挿板を用いて治療をおこなってきた。体幹と骨盤帯の動きから、右足回内・左足回外が31例、右足回外・左足回内22例、左右回内2例、左右回外2例と左右の動きに違いが見られた。身体の左右のアンバランスは足部の回外・回内の動きが左右で違いがあることから生じているものであり、足部における歩行分析パラメーターとして回外・回内の動きを捉えることが重要であると考え。

今回のオルフェによる歩行分析においては、歩行時の各種パラメーターの左右差、回内・回外における差は認められなかった。靴がピッタリしているか、緩いのかも計測結果に影響が出ないとは言い難い部分もあり、今回の計測は一例を除き全て靴を細くしておりそのため左右差が出なかった、ということも考えられる。また計測パラメーターの中でプロネーションの動きは踵接地から立脚中期までのデータしか表示されておらず、立脚中期から推進期にかけてのデータ表示が容易になればまた違った結果が得られる可能性があると考え。

結 語

靴紐に装着して歩行分析可能なオルフェを用い

て外反母趾患者の歩行分析をおこなった。

各パラメーターにおいて足部の左右差、回外・回内の動きによる左右差はみられなかった。治療に際して靴は一例を除き全て細い靴に変更しており、差がみられなかった一因かもしれない。今後の検討課題としたい。

文 献

- 1) 内田俊彦, 佐々木克則, 野口昌彦, 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) 内田俊彦, 金森輝光, 東 佳徳, 他. 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—. 靴の医学 2016; 30: 147-53.
- 3) Uno Y, Ogasawara I, Konda S, et al. Validity of Spatio-Temporal Gait Parameters in Healthy Young Adults Using a Motion-Sensor-Based Gait Analysis System (ORPHE ANALYTICS) during Walking and Running. Sensors 2023; 23 (1): 331. <https://doi.org/10.3390/s23010331>
- 4) 門野邦彦, 田中康仁, 阪本達哉, 他. 外反母趾患者における歩行時前足部足底圧分布の研究. 奈良医学雑誌 2003; 54: 273-81.
- 5) 田辺理恵, 関 広幸, 須田康文. 外反母趾患者の歩行分析—立脚終期に着目して—. 日足外会誌 2018; 39: 158-62.
- 6) 金 承革, 高橋正明, 福井 勉, 他. 外反母趾患者の運動機能病態の力学的計測と解析. バイオメカニズム学誌 2005; 29: 36-45.
- 7) 江戸優裕, 西江謙一郎, 根本伸洋, 他. 歩行時における足圧中心軌跡と距骨下関節の可動性の関係. 理学療法学 2018; 33: 169-72.
- 8) 飯田 開, 江戸優裕. 歩行時の足圧中心軌跡における左右差の検討—足部機能との関連性. 第53回日本理学療法学会大会抄録集 2018; 77.

二重課題歩行が歩行速度および足角に与える影響

—スマートシューズを用いた研究—

Effect of dual task walking on gait speed and foot angle

—A study using smart shoes—

広島大学大学院医系科学研究科

Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

吉荒瑠莉奈, 前田 慶明, 石田 礼乃, 奥垣 智仁, 浦辺 幸夫

Rurina Yoshiara, Noriaki Maeda, Ayano Ishida, Tomohito Okugaki, Yukio Urabe

Key words : スマートシューズ (Smart shoes), 二重課題歩行 (Dual task walking), 足角 (Foot angle)

要 旨

若年健常者13名を対象に、場所を問わず簡便に歩行指標を測定することができるスマートシューズを着用して、二重課題歩行が歩行速度と足角に与える影響を確認した。課題動作は50mの屋外平地で歩行のみを行う通常歩行と、減算課題を実施しながら歩行する二重課題歩行の2条件を施行した。歩行速度は通常歩行(1.33m/s)と比較して二重課題歩行(1.17m/s)で低下し、足角は通常歩行(0.37°)と比較して二重課題歩行(7.12°)で増加した。二重課題歩行では歩行速度の低下に加え、足角の増加により支持基底面を拡大させることで、つまずきや転倒を回避する戦略をとっている可能性がスマートシューズを用いても示された。

緒 言

二重課題歩行 (Dual task walking) は、歩行能

(2024/12/20 受付)

連絡先 : 吉荒瑠莉奈 〒734-8553 広島県広島市南区霞
1-2-3 広島大学大学院医系科学研究科
TEL : 070-3612-7239
E-mail : yr0830.yoshiki@gmail.com

力や注意配分機能の評価方法のひとつであり、歩行動作と同時に計算課題や記憶課題、運動課題などが設定される。二重課題歩行は歩行動作と課題遂行のそれぞれに注意を要するタスクであり、歩行のみに向ける注意容量が分散されるため歩行の安定性が低下するといわれている¹⁾。運動機能と認知機能が損なわれていない健常成人でも歩行は注意力に依存しており¹⁾、歩行時のバランスを保つために歩行速度の低下や足角の増加といった歩容の変化がみられる²⁾。

足角は、足長軸と歩行時の進行方向とのなす角度と定義されており³⁾、若年者における通常歩行の足角は -1.6° から 10.9° の範囲にある⁴⁾。従来の足角の測定は、トレッドミルを用いた測定方法が主流であった。トレッドミル上では、一定の速度での歩行が可能であり、歩行路や路面等の環境因子の制御が可能である。しかし、実際の歩行では路面や周囲の環境が常に変化するため、トレッドミル上と同等の歩行であるとは言い切れないという限界点があった。近年では歩行指標の新たな測定方法としてスマートシューズが一般向けに提案されてきており、簡便に日常的な記録を取得する手



図1. スマートシューズ (ORPHE 社)

法として注目されている。スマートシューズは、靴の形をしたウェアラブルデバイスのひとつであり、インソール内部にモーションセンサーを挿入することで、足関節の運動をリアルタイムで測定することが可能である。さらに、着地角度および離地角度、プロネーション角度などさまざまな指標を算出することができる⁵⁾。これまで通常歩行と二重課題歩行における足角の比較について、スマートシューズを用いて調査したものはみあたらない。実際の歩行に近い環境で測定を行うことで、より汎用的な歩行指標のデータを集積することが可能になると考えた。

本研究では、スマートシューズを用いて、実際の歩行環境下で二重課題歩行を行った際に歩行速度と足角に与える影響を明らかにすることを目的とした。仮説は、スマートシューズを用いた計測においても、トレッドミルを用いた測定結果と同様に、通常歩行と比較して二重課題歩行では歩行速度が低下し、足角が大きくなるとした。

対象と方法

対象は、若年健常者13名(男性6名, 女性7名)26脚とした。除外基準は、過去6か月に下肢に整形外科の疾患の既往歴や手術歴のある者とした。対象の基本情報(平均±標準偏差)は、男性で22.7±1.2歳, 身長169.8±5.1cm, 体重66.9±5.1kg, Body mass index 23.3±2.3kg/m², 女性で年齢23.1±0.9歳, 身長156.0±3.2cm, 体重51.7±5.6kg, Body mass index 21.2±1.7kg/m²であった。本研究は、広島大学疫学研究倫理審査委員会

の承認を得て行った(E-0141)。

課題動作は、50m屋外平地での歩行とし、歩行のみを行う通常歩行と減算課題を実施しながら行う二重課題歩行の2条件とした。歩行速度は、各対象が選択した快適歩行速度とした。2条件の順序は、対象によって通常歩行と二重課題歩行をランダムに設定し、各条件3回ずつ測定した。二重課題歩行は減算課題を用いたが、90から100の任意の数字から7を順に引きながら歩行するように指示した⁶⁾。

対象は、スマートシューズ(ORPHE CORE 2.0 + EASRUN SHIBUYA 3.0, ORPHE 社)を着用した(図1)。スマートシューズは、センサーが搭載されたデバイスであるORPHE COREと、インソールの足底面にORPHE COREを挿入して使用することができるシューズのSHIBUYAから構成される⁵⁾。本シューズのフィッティングは、足長が24.0cm, 24.5cm, 25.0cm, 26.0cm, 27.0cmの5つのサイズを用意し、対象の足のサイズによって選択した。スマートシューズにて計測されたデータは専用のダッシュボードに表示され、これらのデータを解析に使用した。本研究では、進行方向に対する足長軸の角度(°)として算出される数値を足角の指標として使用した。足角は、正の値をとるほど足関節が外転していることを示し、50mの歩行動作のうち両脚の20歩分の平均値を解析対象とした。歩行速度は、検査者がストップウォッチ(セイコーウォッチ株式会社)を用いて50mの歩行時間を計測することで算出した。

統計学的解析には、統計解析ソフトSPSS ver.

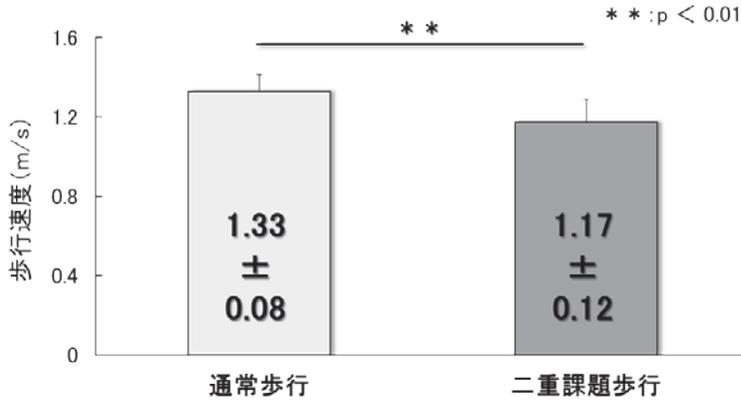


図2. 通常歩行と二重課題歩行での歩行速度の比較

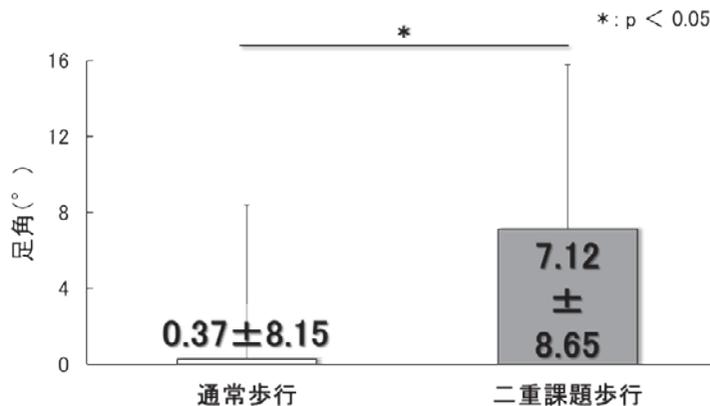


図3. 通常歩行と二重課題歩行での足角の比較

29.0 for windows (日本アイ・ビー・エム社)を使用した。正規性の確認に Shapiro-Wilk 検定を用いた。通常歩行と二重課題歩行における歩行速度および足角の比較に、正規性がある場合には対応のある t 検定、正規性がない場合には Wilcoxon の符号付順位和検定を用いた。有意水準は 5% とした。

結 果

歩行速度の 2 条件の比較の結果を図 2 に示す。歩行速度は通常歩行 ($1.33 \pm 0.08 \text{m/s}$) と比較して、二重課題歩行 ($1.17 \pm 0.12 \text{m/s}$) で 13.7% 有意に低下した ($p < 0.01$)。

足角は、図 3 に示すように、通常歩行 ($0.37 \pm$

8.15°) と比較して、二重課題歩行 ($7.12 \pm 8.65^\circ$) で 6.75% 有意に増加した ($p < 0.05$)。

考 察

本研究は、若年健常者 13 名を対象に、スマートシューズを用いて二重課題歩行が歩行速度と足角におよぼす影響を調査した。二重課題歩行では、通常歩行と比較して歩行速度の低下と足角の増加を示し、トレッドミルを用いた先行研究と類似した結果となった。

二重課題歩行の問題点として、安全に歩行するために必要な注意の一部が他に向けられることによるバランス能力の低下や情報処理能力の低下があげられ、転倒リスクが高まることが危惧されて

いる。本研究の結果より、二重課題歩行での歩行速度は、通常歩行より有意に低下した。先行研究では、暗算課題のような思考課題を優先させる代わりに、歩行の安定性を担保する戦略として、歩行速度を低下する対応がみられることが報告されている⁷⁾。本研究でも同様に、つまずきや転倒を予測して歩行動作を制御しようとしたため、歩行速度の低下につながった可能性がある。

また、二重課題歩行での足角は、通常歩行より有意に増加した。足角の拡大は支持基底面の大きい安定した足運びをする上で重要である⁸⁾。また、足尖が外側を向いている状態では、歩行時のプッシュオフの際に足部外転モーメントが増加し⁹⁾、床反力内側方向成分が高値を示すとされている¹⁰⁾。このプッシュオフ時の床反力内側成分が大きいほど、対側への身体重心の移動は加速する。つまり、二重課題歩行では減算課題によって歩行動作に対する注意が減少し、歩行が不安定になった代償動作として前足部を外転方向に向けることで足角が増加したと推察する。したがって、本研究の対象であった若年健常者においても対側への身体重心移動を容易にすることで、歩行の安定性を担保していた可能性が考えられる。

これまでの研究では、トレッドミル上にて足角の測定を行う方法が用いられてきたが、本研究ではスマートシューズを使用して実際の歩行に近い環境で測定を行った。本研究で得られた「二重課題歩行では、歩行速度の低下と足角の増加がみられた」という結果は先行研究と類似しており、歩行時の足角の測定にスマートシューズの活用が可能であることが分かった。スマートシューズは簡単に屋内外問わず測定可能であることから実際の歩行環境下で測定できるという利点があり、臨床現場での活用には有用なデバイスであると考えられる。

本研究の限界点として、二重課題歩行の課題遂行度について考慮していない点があげられる。課題の難易度により歩行指標が変化することから⁶⁾、達成度が低いような難易度のものは、より情報処理に注意配分が与えられるため、歩行への影響も

大きくなると予想する。本研究での課題は単純な減算課題であったことに加え、その正誤確認はできていなかった。今後は課題難易度の設定や、遂行度と歩行指標との関係性についても調査を進めていく必要があると考える。

結 語

1. 若年健常者 13 名を対象に、減算課題を用いた二重課題歩行が歩行速度と足角におよぼす影響について、スマートシューズを用いて調査した。
2. 二重課題歩行では、通常歩行と比較して歩行速度が低下し、足角が増加することが示された。
3. 実際の歩行環境での測定が実現可能なスマートシューズの有用性が示された。

文 献

- 1) Yogev G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait. *Mov Disord* 2008 ; 23 : 329-472.
- 2) Woollacott M, Cook AS. Attention and the control of posture and gait : A review of an emerging area of research. *Gait & Posture* 2002 ; 16 : 1-14.
- 3) Rigas C. Spatial parameters of gait related to the position of the foot on the ground. *Prosthet Orthot* 1984 ; 8 : 130-4.
- 4) 中江秀幸, 村田 伸, 甲斐義浩. 健常女性における歩行パラメータと身体機能との関連性. *ヘルスプロモーション理学療法研究* 2016 ; 6 : 9-15.
- 5) 大塚直輝, 菊川裕也. スマートシューズを基軸とした歩容センシングプラットフォーム. *バイオメカニズム学会誌* 2011 ; 46 : 21-6.
- 6) 大角哲也, 原田 亮, 白田 滋. 健常若年成人における認知課題の難易度および課題の優先順位付けの違いによる二重課題の戦略への影響. *理学療法科学* 2017 ; 32 : 917-21.
- 7) 上田雄義, 秋山庸子, 泉 佳伸, 他. 視線計測を用いた二重課題条件下での歩行の検討. *ライフサポート* 2009 ; 21 : 10-8.
- 8) 宮辻和貴, 川端浩一, 伊藤 章, 他. 高齢者の自由歩行に関する一考察 : 足向角と歩隔を中心に. *大阪体育学研究* 2011 ; 49 : 1-13.
- 9) Lai YC, Lin HS, Pan HF, et al. Impact of foot progression angle on the distribution of plantar pressure in normal children. *Clin Biomech* 2014 ; 29 : 196-200.
- 10) Simpson KJ, Jiang P. Foot landing position during gait influences ground reaction forces. *Clin Biomech* 1999 ; 14 : 396-402.

歩行中の腕振りの方向が足角に与える影響—性差を考慮した研究— Effect of the direction of arm swinging on the foot progression angle during walking —A study on sex difference—

広島大学大学院医系科学研究科

Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

奥垣 智仁, 前田 慶明, 石田 礼乃, 浦辺 幸夫
Tomohito Okugaki, Noriaki Maeda, Ayano Ishida, Yukio Urabe

Key words : 腕振り (Arm swinging), 足角 (Foot progression angle), スマートシューズ (Smart shoes), 性差 (Sex difference)

要 旨

健康成人男女 46 名 (男性 : 30 名, 女性 : 16 名) を対象に, 歩行中の腕振りの方向が足角に与える影響とその性差を調査した. 肩関節中間位の腕振り, 外旋位の腕振りの 2 条件下で, スマートシューズを用いて足底接地時の足角を測定した. 結果は, 肩関節中間位の腕振りと比較して, 肩関節外旋位の腕振りで足角が有意に大きく ($p < 0.01$), 性別で比較すると男性より女性で足角が有意に小さかった ($p < 0.01$). また, 腕振りによる足角の変化量は男性よりも女性で有意に大きかった ($p < 0.05$). 肩関節外旋位の腕振りは足角を増加させ, 特に女性とその影響を受けやすいことが示唆された.

a) 緒 言

歩行は最も一般的な運動であり, 健康維持や促進に効果がある¹⁾. 歩行指導の現場では「よい姿勢で歩きましょう」といった指導がなされることが

ある. しかしながら, 指導者によって指摘するポイントが異なり, よい姿勢の指導方法に関しては統一された見解が得られていないと思われる. 本研究では, 歩行姿勢を構成する要素のひとつとして接地時の足部の向きに注目したい. 接地時の足部の向きは足角 (Foot progression angle) として評価され, 足角は進行方向と足長軸がなす角度と定義される²⁾. 歩行と足角についてはこれまで様々な研究が行われており, 足尖が前を向き足角が 0° に近いほどいわゆる綺麗な歩行とされている³⁾. 足角の大きさは障害発生との関連があるとの指摘もあり, 足角の大きさによって歩行中の足底圧分布が変化し⁴⁾, これが運動器障害の原因となる可能性がある. このように, 足角は歩行姿勢において審美的な観点だけではなく障害予防の観点からも重要な要素のひとつであり, 足角の大きさを変化させることは障害予防に役立つと考えられる.

足角の大きさに関する先行研究として, 歩行中の腕振りの方向により足角を操作しようとする試みがある. 肩関節中間位でまっすぐ後ろに腕を引く腕振りと比較して, 肘を内側に引く肩関節外旋位の腕振りで足角が増加することがいわれており⁵⁾, 腕振りへの指示で足角を変化させることができる可能性がある. しかし, この先行研究はトレッ

(2024/12/24 受付)

連絡先 : 奥垣 智仁 〒734-8551 広島県広島市南区霞
1-2-3 広島大学大学院医系科学研究科
TEL : 080-9129-6703
E-mail : okugaki-tomohito@hiroshima-u.ac.jp

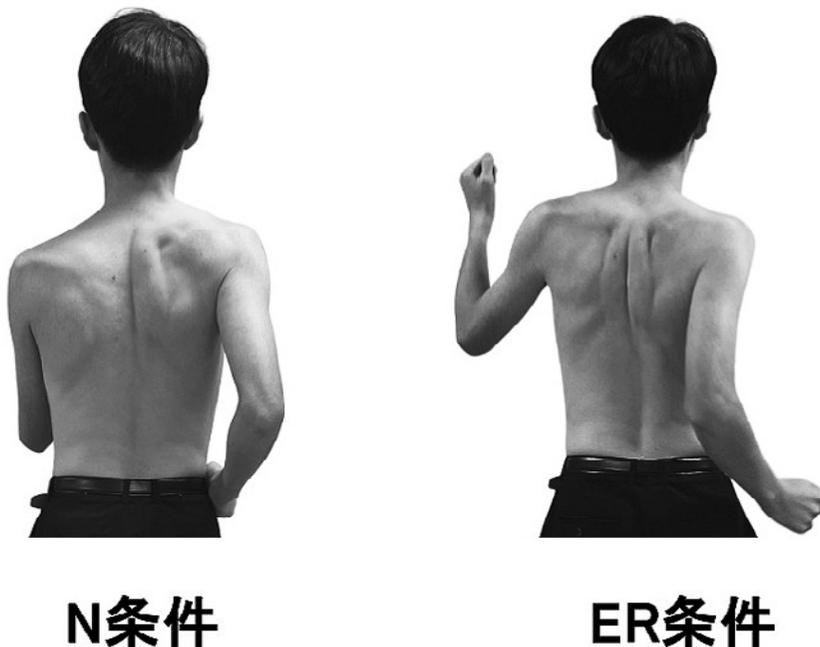


図1. 各条件の腕振りの方向

ドミル上で行われており、なおかつ性差は考慮されていない。歩行指導は屋内の平地で行われることが多く、実環境（屋外路上環境）での結果を反映しているものとは言い難い。また、男性と女性では歩行中の胸椎の屈曲・伸展運動や骨盤の前傾・後傾運動の大きさが異なることが報告されており⁶⁾、腕振りの方向と足角の関係にも性差が生じるのではないかと予想する。

よって本研究は、屋外環境下で腕振りの方向が足角に与える影響を調査し、その性差を確かめることを目的として実施した。仮説は、男性と比較して女性は、1) 足角の大きさが小さい、2) 腕振りの方向による足角の変化量が多い、とした。

b) 対象と方法

【対象】

対象は、健常成人46名（男性30名：年齢20.9±1.8歳、身長170.9±7.3cm、体重61.6±6.3kg、BMI21.1±2.0kg/m²、女性16名：年齢20.9±2.0歳、身長156.3±4.4cm、体重49.2±4.9kg、BMI

20.1±1.9kg/m²）であった。除外基準は過去6ヶ月の整形外科的疾患の既往および手術歴のある者とした。本研究は広島大学疫学研究倫理審査委員会の承認を得て行った（承認番号：E2023-0141）。

【方法】

1. 課題動作

課題動作は50mの屋外歩行路での自然歩行とし、2種類の腕振り条件を設けた。腕振り条件は肘関節90°屈曲位で肘をまっすぐ後ろに引く肩関節中間位の腕振り（Neutral条件；以下N条件）、肘関節90°屈曲位・肩関節最大外旋位で前腕の長軸方向に振る腕振り（External Rotation条件；以下ER条件）とした。N条件では「普通に歩いてください」、ER条件では「肘を内側に引くようにして腕を振ってください」と口頭指示し、ER条件では肘が体幹の背側を通るように体幹伸展を意識させた。各条件の腕振りの方向を図1に示す。それぞれの腕振りの歩行に慣れてもらうために、測定前に3分間の練習時間を設けた。

2. 測定方法



図2. 本研究で使用したスマートシューズ

本研究では、歩行中の足角の測定にスマートシューズ (ORPHE CORE 2.0+, ORPHE) を使用した (図2)。スマートシューズとは、加速度センサーを足底部に設置することで、その動きや傾きから様々なデータを取得できるウェアラブルデバイスである。足尖が内側を向いている場合に足角は負の値、足尖が外側を向いている場合に正の値をとる。課題動作を行う 50 m の直線のうち中央の 30 m 区間で足角を測定し、両足の足角の平均値を算出した。また、それぞれ N 条件と ER 条件の足角の差を求め、各腕振り条件での足角の変化量を算出した。

3. 統計学的解析

統計学的解析には、EZR ver. 1.61 (自治医科大学附属さいたま医療センター) を使用した。正規性の確認に Shapiro-Wilk 検定を用いたのち、性別 (男性, 女性) と腕振り (N 条件, ER 条件) を 2 要因とする二元配置分散分析を行い、男女で 2 条件の腕振りでの足角を比較した。2 要因に交互作用がみられた場合には、全 4 条件 (男性-N 条件, 男性-ER 条件, 女性-N 条件, 女性-ER 条件) で足角を比較するために一元配置分散分析を行い、事後検定として Bonferroni 法を実施した。性別の要因に主効果がみられた場合には、男女での足角を比較するために対応のない t 検定を行った。腕振りの要因に主効果を認めた場合には、足角を比較するために N 条件と ER 条件で対応のある t 検定を用いた。加えて、腕振り条件での足角の変化量を男女で比較するために対応のない t 検定を実施

した。有意水準はいずれも 5% とした。

c) 結果

N 条件で男性 $13.6 \pm 5.2^\circ$ 、女性 $9.6 \pm 3.4^\circ$ 、ER 条件では男性 $15.6 \pm 5.2^\circ$ 、女性 $13.1 \pm 3.3^\circ$ となった。二元配置分散分析の結果、性別と腕振りの 2 要因に有意な交互作用はみられなかったが ($p=0.48$)、性別、腕振りの 2 要因ともに有意な主効果を認めた (ともに $p < 0.01$)。

図3に示すように、男性と比較して女性で足角が有意に小さく ($p < 0.01$)、N 条件と比較して ER 条件で足角が有意に増加した ($p < 0.01$)。腕振りによる足角の変化量は男性と比較して女性で有意に大きかった ($p < 0.05$)。

d) 考察

本研究は 46 名の健常成人を対象に、腕振りの方向が足角に与える影響を調査し、性差が生じるか確かめることを目的とした。足角に対して性別と腕振りの 2 要因に交互作用はなかったが、どちらにも主効果は認められた。得られた主効果に対する解析の結果、N 条件と比較して、ER 条件で足角が増加し、男性よりも女性で足角が小さかった。また、腕振りの方向による足角の変化量は男性と比較して女性で大きかった。

男性に比べて女性で足角が小さくなった要因として、骨格形態における性差が考えられる。男性と女性の下肢・骨盤の骨格形態を年代別に比較した先行研究では、どの年齢層でも男性より女性で大腿骨前捻角が大きく、本研究の対象が該当する若年層 (20~30 歳) では男性 7.5° 、女性 13.6° と女性で大きい⁷⁾。なお、大腿骨前捻角は大きいと内旋し、反対に小さいと外旋するため、その大小は立位アライメントにおける股関節内外旋の指標として用いられる。大腿骨・脛骨の内外旋は足角の大きさに関連する因子のひとつであることがいわれており⁸⁾、大腿骨・脛骨の外旋により足角は増加し、内旋により足角は減少する。このような骨格形態の性差がアライメントや歩行動作の性差につ

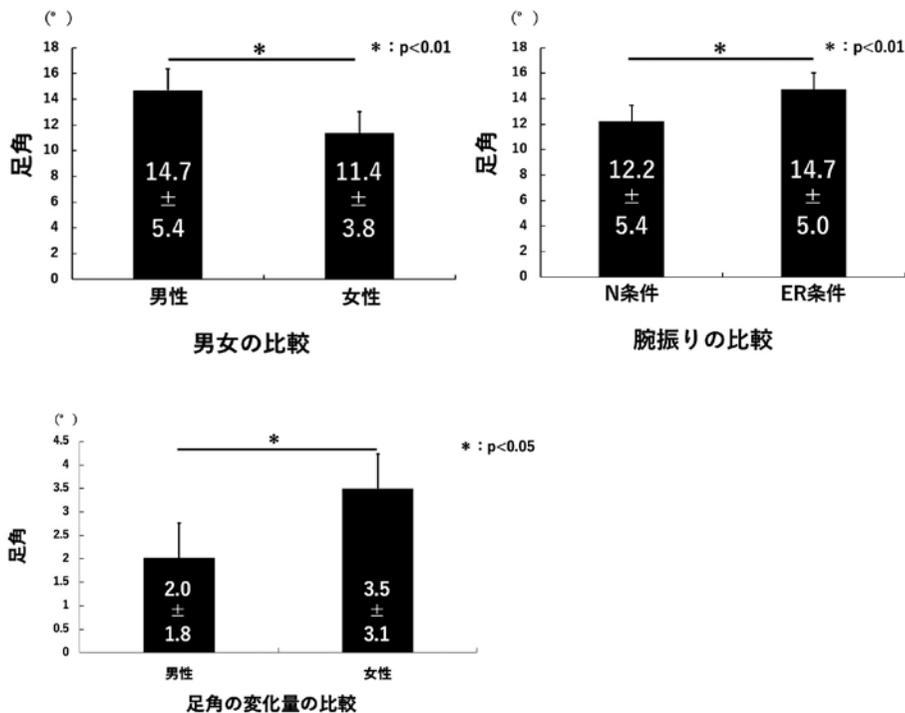


図3. 男女および腕振り条件で足角の比較, 男女での足角の変化量の比較の結果

ながら, 歩行中の足角にも性差が生じたのではないかと推察した。

腕振りの方向による足角の変化量が男性と比較して女性で大きくなった要因として, 歩行時に生じる運動学的な性差があげられる。腕振りが足角に影響を与える要因には, 肩関節から足部にわたる下行性運動連鎖が関連していると予想されているが⁵⁾, この運動連鎖に参与する胸椎・骨盤・股関節・膝関節では歩行中の運動に性差が生じ, 歩行中の下部胸椎の屈伸・側屈, 骨盤の回旋は女性で大きく, 骨盤の前傾, 股関節・膝関節の屈曲角度も女性の方が大きいことがいわれている⁹⁾。このように, 歩行中は胸椎・骨盤・股関節・膝関節において男性と女性でそれぞれ運動の大きさが異なる。歩行中のこれらの部位における運動の性差が, 肩関節から足部にわたる下行性運動連鎖に影響を与え, それが足角の変化量にも影響したのではないかと推察した。

本研究では, 腕振りの方向により足角の大きさ

は変化し, その変化量は男性と比較して女性で大きいことを確認した。足角の大きさは歩行中の膝関節内転モーメントの大きさと関連があり, 足角を増加させることは, 変形性膝関節症の進行に関わるとされる膝関節内転モーメントの減少に有効である¹⁰⁾。本研究の結果は, 歩行中の腕振りの方向が足角の大きさに影響を与えることを示唆するものであり, 変形性膝関節症患者の歩行では, 下肢アライメントだけではなく腕振りの方向に着目することも重要となる可能性がある。

本研究の限界点と展望を述べる。本研究の歩行中に生じていると考えられる下行性運動連鎖は, 筆者の観察に基づく推察にとどまっている。加えて, 本研究は健常大学生を対象に実施したが, 高齢者でも同様の現象が起こるかは不明である。女性では, 若年層で骨盤前傾位, 股関節内旋位, 膝関節外反・伸展位である立位アライメントが, 高齢になると骨盤後傾, 股関節外旋, 膝関節内反・屈曲方向へと変化していく者がおり⁷⁾, 加齢に伴い

立位姿勢が変化していく。このような姿勢の違いが、腕振りの方向と足角の関係にも影響を与えると推測する。また、このような骨格形態・立位アライメントの変化は、加齢だけでなくスポーツ経験などの対象の背景因子にも起因する。一般的に、野球やテニスを代表とするオーバーヘッドスポーツ選手では利き腕の上腕骨頸部の後捻が大きくなることが知られている。そのため、このような利き腕と非利き腕のアライメントの違いが、腕振りの方向が腕振りに与える影響にも違いを生み出す可能性がある。

e) 結 語

1. 歩行中の腕振り方向による足角の変化に性差が生じるのか調査した。
2. 肩関節中間位の腕振りと比較して、肩関節外旋位の腕振りで男女ともに足角が増加した。
3. 腕振り方向による足角の変化量は男性と比較して女性で大きく、女性で腕振りの足角へ与える影響が大きいことがわかった。

文 献

- 1) 渋谷孝裕. 地域高齢者の健康づくりにおける1日平均歩数の有用性について. 日本老年医学会雑誌 2007 ;

- 44 : 726-33.
- 2) Rigas C. Spatial parameters of gait related to the position of the foot on the ground. *Prosthet Orthot int* 1998 ; 8 : 130-4.
- 3) 齊藤早紀子, 牛房奈菜子, 堺 碧媛, 他. 美しく見える歩容パターンの運動学的特徴. *バイオメカニズム* 2020 ; 25 : 195-209.
- 4) 石田礼乃, 前田慶明, 小宮 諒, 他. 歩行時の足向角の違いが足底圧に与える影響. *靴の医学* 2022 ; 36 : 81-5.
- 5) 黒田彩世, 前田慶明, 浦辺幸夫. 歩行動作時の腕振り方向と足角の関係. *靴の医学* 2021 ; 35 : 91-5.
- 6) Bruening DA, Baird AR, Weaver KJ, et al. Whole body kinematic sex differences persist across non-dimensional gait speeds. *PLoS One* 2020 ; 15 : e0237449.
- 7) 松村将司, 宇佐英幸, 小川大輔, 他. 骨盤・下肢アライメントの年代間の相違とその性差. *理学療法科学* 2014 ; 29 : 965-71.
- 8) Merriwether EN, Hastings MK, Bohnert KL, et al. Impact of foot progression angle modification on plantar loading in individuals with diabetes mellitus and peripheral neuropathy. *Edorium J Disabil Rehabil* 2016 ; 2 : 15-23.
- 9) Crosbie J, Vachalathiti R, Smith R. Pattern of spinal motion during walking. *Gait Posture* 1997 ; 5 : 6-12.
- 10) Edd SN, Bennour S, Ulrich B, et al. Modifying stride length in isolation and in combination with foot progression angle and step width can improve knee kinetics related to osteoarthritis : a preliminary study in healthy subjects. *J Biomech Eng* 2020 ; 142 : 074505.

上肢の動きが下肢運動連鎖に影響するか Does upper extremity movement affect the lower extremity kinetic chain?

広島大学大学院医系科学研究科

Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

浦辺 幸夫, 吉荒瑠莉奈, 奥垣 智仁, 伊東 銀二, 前田 慶明
Yukio Urabe, Rurina Yoshiara, Tomohito Okugaki, Ginji Ito, Noriaki Maeda

Key words : 足角 (Foot progression angle), 腕振り (Arm swing), スマートシューズ (Smart shoes)

要 旨

健康成人 55 名を対象にスマートシューズを履いて屋外の平坦な歩行路を自由な速度で 3 条件の腕振りで歩行した。3 条件の内訳は、通常通りに振る N 条件、肩関節外旋の ER 条件、肩関節内旋の IR 条件とし、3 条件の腕振りによる足角を比較した。結果は N 条件、IR 条件と比較して ER 条件で足角が有意に大きくなり、トレッドミルを使用して行われた先行研究と類似した結果が得られた。従来の歩行研究は屋内環境やトレッドミルで実施されており、測定環境を選べないという制約が生じている。スマートシューズは屋内、屋外を問わずあらゆる場所で歩行データを測定できる利点があり、本研究の結果はその有用性を示す一助となる可能性がある。

緒 言

腕振りが歩行に与える影響については、過去にさまざまな検討がされている。先行研究では、歩

行中の腕振りを制限することで、歩行速度や歩幅が減少することや¹⁾、骨盤運動の減少と重心動揺の増加がみられることが報告されている²⁾。また、加齢による歩行変化の中で特徴的なもののひとつとして、腕振りの減少が挙げられていることから³⁾、理学療法介入による腕振りの指導内容は、臨床の現場でも喫緊の課題であるといえるだろう。したがって、歩行の安定性が向上するために腕振りという動作は非常に重要なポイントである。歩行の安定性の向上を確認するための指標のひとつに足角がある。足角は Foot Progression Angle と表記され、足の長軸と歩行時の進行方向とのなす角度と定義される⁴⁾。

腕振りの向きと足角の違いを調査した先行研究では、トレッドミル上での歩行時に、腕振りの向きを肩関節外旋位、中間位、内旋位の 3 方向に設定し、足角の違いを確認した⁵⁾。結果として、肩関節外旋位では、足角が Toe-out 方向に大きくなったことが示されている。今回、筆者らは通常の歩行に近いデータを採取するために、ウェアラブルデバイスであるスマートシューズを用いた。これはインソール内部にモーションセンサーを挿入することで足関節の運動をリアルタイムで測定することが可能であり、場所を問わず簡便に測定が可

(2024/12/19 受付)

連絡先：浦辺 幸夫 〒734-8553 広島県広島市南区霞
1-2-3 広島大学大学院医系科学研究科
TEL : 082-257-5405
E-mail : yurabe@hiroshima-u.ac.jp

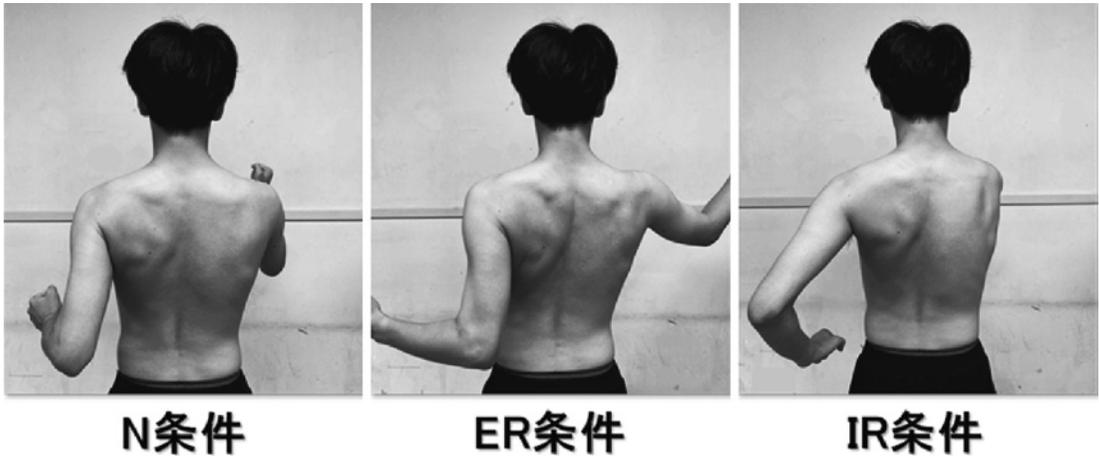


図1. 3つの腕振り条件



図2. 使用したスマートシューズ：ORPHE CORE2.0+ (ORPHE社)

能であるという利点がある。

本研究は、通常歩行時の腕振りの向きが足部の動きに影響を与えるかを、スマートシューズを用いて調査することを目的とした。仮説は、過去の報告と同様に肩関節外旋位で足角が増加するとした。

対象と方法

本研究の対象は健康成人55名（男性35名：年齢 21.0 ± 1.5 歳，身長 170.2 ± 7.1 cm，体重 62.1 ± 6.4 kg，Body mass index (BMI) 21.4 ± 2.1 kg/m²，女性20名：年齢 21.1 ± 1.4 歳，身長 157.5 ± 6.4 cm，体重 50.4 ± 5.7 kg，BMI 20.3 ± 1.9 kg/m²）とした。除外基準は過去6ヶ月に整形外科的疾患の既往および手術歴のある者とした。本研究は広島

大学疫学研究倫理審査委員会の承認を得て行った（承認番号：E2023-0141）。

課題動作は50mの屋外歩行路での歩行とし、3つの腕振り条件を設けた。腕振り条件は肘関節90°屈曲位で肘をまっすぐ後ろに引く肩関節内外旋中間位の腕振り（Neutral条件；以下N条件）、肘関節90°屈曲位・肩関節外旋位で前腕の長軸方向に振る肩関節外旋位の腕振り（External Rotation条件；以下ER条件）、肘関節90°屈曲位・肩関節内旋位で前腕の長軸方向に振る肩関節内旋位の腕振り（Internal Rotation条件；以下IR条件）とした。N条件では「普通に歩いてください」、ER条件では「肘を内側に引くようにして腕を振ってください」、IR条件では「肘を外に引くようにして腕を振ってください」と口頭指示した。各条件の腕振りの方向を図1に示す。それぞれの腕振りの歩行に慣れてもらうために、測定前に3分間の練習時間を設けた。

歩行中の足角の測定にはスマートシューズ（ORPHE CORE 2.0+, ORPHE）を使用した。（図2）スマートシューズとは加速度センサーを足底部に設置することでその動きや傾きからさまざまなデータを取得できるウェアラブルデバイスであり、足尖が内側を向いている場合に足角は負の値、足尖が外側を向いている場合に正の値をとる。

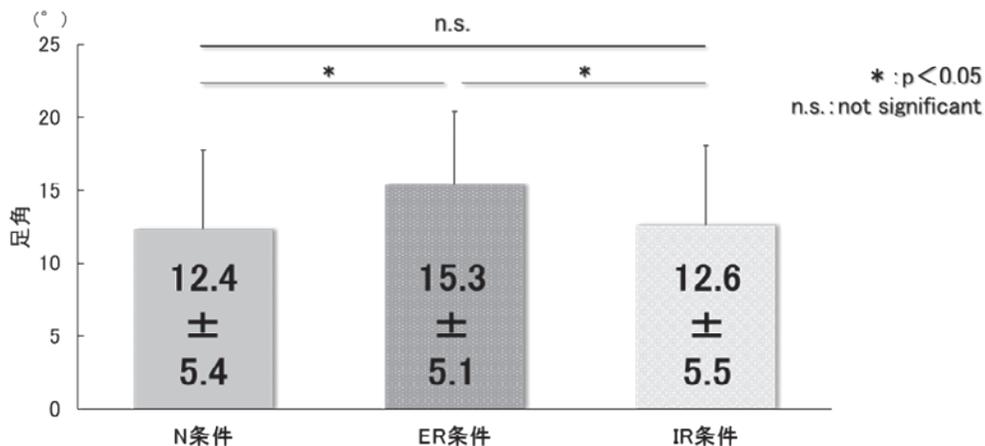


図3. 3条件での足角の比較

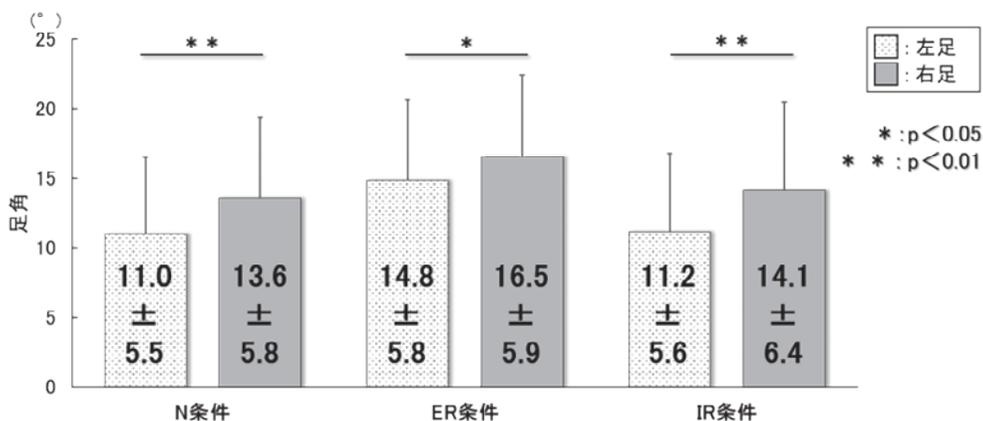


図4. 3条件での左右差の比較

50mの屋外歩行路のうち中央30mで足角を測定するものとし、左右それぞれで平均値を算出した。

統計学的解析には、EZR ver. 1.68 (自治医科大学附属さいたま医療センター) を使用した。正規性の確認には Shapiro-Wilk 検定を用いた。3条件での足角を比較するために一元配置分散分析を行い、事後検定として Bonferroni 法を用いた。また各条件で左右の足角を比較するために、対応のある t 検定を行った。統計学的有意水準はいずれも 5% とした。

結 果

3条件での足角は、N条件で $12.4 \pm 5.4^\circ$ 、ER条

件で $15.3 \pm 5.1^\circ$ 、IR条件で $12.6 \pm 5.5^\circ$ であり、ER条件ではN条件、IR条件と比較して足角が有意に増加した ($p < 0.05$) (図3)。

また、3条件の足角の左右差の比較では、すべての条件で右足の足角が左足よりも有意に大きいことが示された ($p < 0.05$) (図4)。

考 察

本研究は、健常成人55名を対象にスマートシューズを用いて3条件の腕振り歩行を行い、腕振りの方向による足角の比較と各条件における左右の足角を比較した。結果は、N条件、IR条件と比較してER条件で足角が増加した。またすべて

の条件において、左足と比較して右足で足角が大きかった。

N条件、IR条件と比較してER条件で足角が増加した要因として、肩関節運動から始まる下行性運動連鎖が考えられる。運動連鎖とはある関節の運動が隣接する他の関節の運動に影響を与えることと定義される⁶⁾。一般的に、肩関節外旋は肩甲骨を内転させ、肩甲骨の内転可動域を確保するように体幹は伸展する。体幹伸展運動は骨盤を後傾させ、股関節外旋・下腿外旋を誘発する。大腿部・下腿の外旋は足角の大きさに影響を与える要因のひとつであることが示されており⁷⁾、このような運動連鎖が生じたことで足角が増加したと考える。

各条件で左右の足角を比較した結果、すべての条件で左足よりも右足で足角が大きいことが示された。足角の左右差に着目した先行研究はいくつか散見され、成人男女62名の歩行中の左右の足角を比較した研究では、右足の足角が大きいことが示されている⁸⁾。加えて、走行中の足角を比較した研究ではあるが、直線走行中の大学生180名と左回り走行中の皇居ランナー2790名の足先の向きに注目した研究でも、右足角が大きいことを支持する結果を示している⁹⁾。本研究でも先行研究と同様の結果が示されており、左足と比較して右足で足角が大きいことを、スマートシューズを用いても確かめることができた。

本研究では、歩行中の腕振りの方向の違いが足角の大きさに影響を与えることを、スマートシューズを用いて確認することができた。従来の歩行研究では、トレッドミルや3次元動作解析装置を用いたものが多く、測定環境が制限されるものであった。加えて、マーカーの貼付に時間を要することから、時間的制約も懸念される。一方で、スマートシューズは短時間で測定準備ができ、場所を問わず歩行データを測定することが可能であ

る。本研究は、トレッドミルを使用した過去の研究と同様の結果を得ており、スマートシューズが日常生活場面や臨床現場での使用に有用となりうると考える。

結 語

1. 歩行中の腕振りの方向が足角に与える影響と、各条件での左右の足角を調査した。
2. 肩関節内外旋中間位の腕振り、肩関節内旋位の腕振りと比較して、肩関節外旋位の腕振りで足角が増加した。
3. すべての条件で、左足と比較して右足の足角が大きかった。
4. スマートシューズを用いた歩行指標の測定の有用性が示された。

文 献

- 1) 安彦鉄平, 村田 伸, 山崎康平, 他. 歩行中の手の位置が歩行パラメータに与える影響. ヘルスプロモーション理学療法研究 2013; 3: 119-22.
- 2) 鈴木裕子, 神先秀人, 南澤忠儀, 他. 上肢の振りが歩行中の下肢・体幹運動および重心移動に与える影響. 山形理学療法学 2011; 8: 6-9.
- 3) 丸山仁司. 高齢者の運動機能と歩行. 理学療法科学 1999; 14: 101-5.
- 4) Rigas C. Spatial parameters of gait related to the position of the foot on the ground. Prosthet orthot int 1984; 8: 130-4.
- 5) 黒田彩世, 前田慶明, 浦辺幸夫. 歩行動作時の腕振り方向と足角の関係. 靴の医学 2021; 2021: 91-5.
- 6) 佐藤洋一郎. 運動連鎖とエビデンス. 理学療法の歩み 2011; 22: 17-25.
- 7) Merriwether EN, Hastings MK, Mueller MJ, et al. Static and dynamic predictors of foot progression angle in individuals with and without diabetes mellitus and peripheral neuropathy. Ann Gerontol Geriatr Res 2016; 3: 1038-47.
- 8) Titianova EB, Mateev PS, Tarkka IM. Footprint analysis of gait using a pressure sensor system. J Electromyogr Kinesiol 2004; 14: 275-81.
- 9) 浦辺幸夫, 森川将徳, 前田慶明. 右 toe-out は一般的か? 靴の医学 2020; 34: 1-8.

靴の踵の外側摩耗が歩行中の膝関節に与える影響について (第1報)

Effect of lateral worn heel of shoes on the knee joint during walking (Part 1)

¹⁾神戸医療福祉専門学校三田校 義肢装具士科

²⁾兵庫医科大学大学院 リハビリテーション科学研究科

³⁾兵庫医科大学 リハビリテーション学部

¹⁾Department of Prosthetist & Orthotist, Kobe College of Medical Welfare Sanda Campus

²⁾Department of Graduate School of Rehabilitation Science, Hyogo Medical University

³⁾Faculty of Rehabilitation, Hyogo Medical University

山本 悟士¹⁾²⁾, 川口浩太郎³⁾, 塚越 累³⁾, 坂口 顕³⁾

Satoshi Yamamoto¹⁾²⁾, Kotaro Kawaguchi³⁾, Rui Tsukagoshi³⁾, Akira Sakaguchi³⁾

Key words : 靴 (Shoe), 摩耗 (Attrition), 膝関節内反モーメント (Knee adduction moment)

要 旨

靴底の外側摩耗が歩行中の膝関節に及ぼす影響について検証した。健康成人15名に対して摩耗なしの靴と靴底を6mm摩耗させた靴の2条件下で、膝関節内反モーメント (Knee Adduction Moment : 以下, KAM) の1st peak値, 立脚相前半50%までのKAM積分値, KAM 1st peak時の股関節内転角度, 膝関節内転角度, 足関節内返し角度, 後足部外側傾斜角度を計測した。KAM積分値, KAM 1st peak時の後足部外側傾斜角度が有意に増加した。6mmの摩耗度合いで歩行中の膝関節に機械的な影響があることが考えられ, 定量的な基準に基づいた靴の交換時期の判断が必要であると示唆された。

緒 言

日常生活において靴は必要不可欠であり, 靴底の摩耗は健康者を含め多くの人々に見られる一般的な現象である。しかし, どの程度の摩耗が身体各所にどのような影響を与えるかということについては定量的に評価されておらず, 靴を買い替える時期の判断は個人の主観に委ねられている。

また, 生体は歩行中に靴を介して床反力を受けることから, 靴底の形状の違いによる力学的な影響が推測される。一方, 変形性膝関節症 (Knee Osteoarthritis : 以下, 膝OA) の発症や疼痛発生の原因として, 膝関節内反モーメント (Knee Adduction Moment : 以下, KAM) などのメカニカルストレスが影響することが示唆されており^{1)~3)}, Chenらの先行研究では, 靴底の外側の厚みを12mm摩耗させた靴で歩行中のKAM 1st peakの値が増加することが報告されている⁴⁾。また, 斎藤らの先行研究では, 若年者の靴底の摩耗は平均7.4mmだったと報告されている⁵⁾。本研究

(2024/12/19 受付)

連絡先 : 山本 悟士 〒669-1313 兵庫県三田市福島
501-85 神戸医療福祉専門学校三田校 義肢装
具士科
TEL : 079-563-1222 FAX : 079-563-1294
E-mail : yamamotopo2023@gmail.com

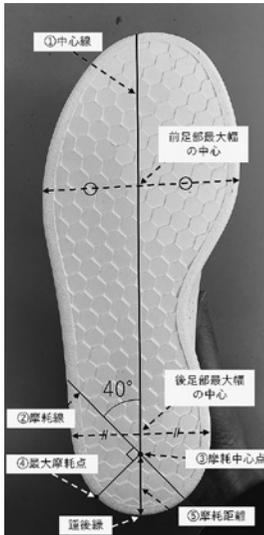


図1. 摩耗靴の作製

- ①中心線：後足部と前足部の最大幅の中心を結んだ線
 ②摩耗線：摩耗した部分と摩耗していない部分の境界
 ③摩耗中心点：中心線と摩耗線との交点
 ④最大摩耗点：摩耗線と直行する方向に摩耗中心点を通る線を引き、その直線が交わる靴底の端部
 摩耗距離：実験に際し、踵後縁から中心線全体の11%とした。
 ⑤摩耗距離：踵後縁から摩耗中心点までの距離

ではより低い摩耗度合いを設定し、歩行中の膝関節に及ぼす影響を調査した。

対象と方法

1. 被検者

本研究に同意を得た健常成人15名（男性7名、女性8名）、平均年齢 23.2 ± 6.0 歳に対し、摩耗なしの運動靴（Normal Shoes：以下、NS、アドバンコート、アディダス社製）と摩耗ありの運動靴（Attrition Shoes 以下：AS、アドバンコート、アディダス社製）を比較した。

2. 摩耗靴の作製

まず、本研究では靴底の底面において、後足部と前足部の最大幅の中心を結んだ線を「中心線」、摩耗した部分と摩耗していない部分の境界を「摩耗線」と定義した。次に中心線と摩耗線との交点を「摩耗中心点」とし、摩耗線と直行する方向に



図2. 使用した摩耗靴
外側を6mm摩耗させた。

摩耗中心点を通る線を引き、その直線が交わる靴底の端部を「最大摩耗点」とした。（図1）

実験に先立ち、被検者15名が屋外で使用している利き足（ボールを蹴る方の足）の靴の、中心線上にある踵後縁から摩耗中心点までの距離を「摩耗距離」として計測した。（図1）次に、その距離を中心線全体の長さが100%となるように正規化した。その結果、正規化された摩耗距離の平均値は $11.06 \pm 2.70\%$ であった。摩耗靴はアディダス社製アドバンコートを使用し、靴底の中心線の踵後縁から正規化された摩耗距離の平均値を用い11%の位置を摩耗中心点とした。さらに、中心線と摩耗線とのなす角度を 40° と設定し、最大摩耗点において靴底の厚みを6mm切削した。また、摩耗線に向かって均一に滑らかな傾斜（テーパー状）を形成するように、グラインダーを使用し左右の靴の摩耗形状が同様となるように加工した。（図2）

靴のサイズは23.0~27.0cmを10mm刻みで用意し、被検者に適切なサイズを選択した。

3. 計測方法

方法は、まずNSで2分間の練習歩行を行い、快適歩行にて5試行計測した。その後、ASで2分



図3. 後足部外側傾斜角度

床からの垂直線と、アキレス腱上部と踵部のマーカーを結んだ直線とのなす角度

間の練習歩行を行い、NS計測時と同じペースで5試行計測した。なお、すべて被検者の利き足を計測した。得られたデータは立脚時間が100%となるように正規化を行い、5試行の内から初めの3試行の平均を算出した。各条件の歩行中のKAM 1st peakの値（以下、KAM 1st peak）、立脚相前半50%までのKAM積分値（以下、KAM impulse）、KAM 1st peak時の股関節内転角度、膝関節内転角度、足関節内返し角度、後足部外側傾斜角度の測定には、三次元動作解析装置（VICON MX, VICON社製、カメラ10台、サンプリング周波数100Hz）と床反力計（AMTI社製、サンプリング周波数1000Hz）を用いた。マーカー添付位置はPlug-in Gait Lower body modelに加え、アキレス腱上部に赤外線反射マーカーを貼付した。

なお、後足部外側傾斜角度は床からの垂直線と、アキレス腱上部と踵部のマーカーを結んだ直線とのなす角度とした。（図3）

4. 統計学的解析

統計解析はR version 4.4.1を用いた。Shapiro-Wilkの検定を用い正規性の確認を行い、正規性が

表1. KAMの計測結果

	NS mean (SD)	AS mean (SD)
KAM 1st peak (Nm/kg)	0.55 (0.10)	0.54 (0.10)
KAM impulse (Nms/kg)	16.19 (2.85)	17.03 (3.11)**

** : $p < 0.01$

KAM : 膝関節内反モーメント

表2. KAM 1st peak時の股・膝・足関節、後足部外側傾斜角度の計測結果

	NS mean (SD)	AS mean (SD)
股関節内転角度 (°)	7.05 (2.12)	7.51 (2.38)
膝関節内転角度 (°)	1.70 (2.77)	1.76 (2.80)
足関節内返し角度 (°)	2.48 (2.46)	2.89 (2.16)
後足部外側傾斜角度 (°)	4.91 (5.58)	7.37 (3.83)*

* : $p < 0.05$

認められた項目を対応のあるt検定、正規性が否定された項目はWilcoxonの符号付順位検定を行った。有意水準を5%とした。また、効果量測定としてCohen'dを算出した。dの判定基準は0.2 : 少ない, 0.5 : 中等度, 0.8 : 大きいとした。

5. 倫理的配慮

本研究は兵庫医科大学倫理委員会の審査・承認を受け行った（倫理審査番号:4510）。

結 果

すべての項目において正規性が確認されたため、対応のあるt検定を行った。

KAM impulseにおいてNS群で 16.19 ± 2.85 Nms/kg, AS群で 17.03 ± 3.11 Nms/kgとAS群で有意に増加した ($p = 0.001$, $d = 1.08$)。 (表1) さらに、KAM 1st peak時の後足部外側傾斜角度はNS群で $4.91 \pm 5.58^\circ$, AS群で $7.37 \pm 3.83^\circ$ と有意に増加した ($p = 0.019$, $d = 0.35$)。 (表2) 一方で、KAM 1st peakの値と、KAM 1st peak時の足・膝・股関節には2条件間で差がなかった。 (表1, 2)

考 察

今回、ASでの歩行の際にKAM impulseで有意な増加が認められた。本研究で用いた6mmの摩耗は、若年者での靴底の摩耗が平均で7.4mmと報告した斎藤らの先行研究⁵⁾よりも少ないにも関わらず、KAM impulseが増加し、膝関節へのメカニカルストレスが加わることがわかった。膝OAの発症や疼痛発生には、膝関節へのメカニカルストレスが関与していると言われていることから^{1)~3)}、摩耗した状態が持続し、さらに歩行し続けると膝OAのリスクや疼痛の発生に繋がることから考えられる。つまり、少なくとも6mm程度の摩耗までに靴を交換することの必要性が示唆され、定量的な基準に基づいた靴の交換時期の判断が重要であることが考えられた。

本研究の課題として、今回の解析項目である一時点のみの関節角度では、KAM impulse増加の原因を特定するには至らなかったため、今後はKAM impulseと同時期で立脚相前半50%までの関節角度の平均を算出し比較する必要があると考えられる。

結 語

本研究では、靴底の外側が6mm摩耗した際に歩行中の膝関節に及ぼす影響を検証した。その結果、KAM impulseの有意な増加が認められ、膝

関節へのメカニカルストレスが増大することが明らかとなった。これにより、靴底の摩耗が進行する前に靴の交換が必要であることが示唆された。また、摩耗が6mm程度であっても膝関節に対する影響が現れることから、主観的評価ではなく定量的な基準に基づいた靴の交換時期の判断が必要であることが考えられた。今後は立脚相前半50%までの関節角度の平均を算出し、力学的な変化と関節角度の関係性を解明することが必要であると考えられた。

利益相反 本研究に関して公開すべきCOIはない。

文 献

- 1) Amin S, Luepongsak N, McGibbon CA, et al. Knee adduction moment and development of chronic knee pain in elders. *Arthritis Rheum* 2004 ; 51 : 371-6.
- 2) Knecht S, Vanwanseele B, Stussi E. A review on the mechanical quality of articular cartilage-implications for the diagnosis of osteoarthritis. *Clin Biomech* 2006 ; 21 : 999-1012
- 3) Kito N, Shinkoda K, Yamasaki T, et al. Contribution of knee adduction moment impulse to pain and disability in Japanese women with medial knee osteoarthritis. *Clin Biomech* 2010 ; 25 : 914-919.
- 4) Chen SF, Wang Y, Peng Y, et al. Effects of Attrition Shoes on Kinematics and Kinetics of Lower Limb Joints During Walking. *Front Bioeng Biotechnol* 2022 ; 10 : 1-7.
- 5) 斎藤誠二, 村木里志. 若年者と高齢者における靴の使用と靴底の摩耗特性に関する実態調査. *靴の医学* 2006 ; 20 : 136-41.

内側縦アーチサポートと内側ヒールウェッジの併用が 足部アライメントと歩行パラメータに与える影響

The Impact of Combining Medial Longitudinal Arch Support and Medial Heel Wedge on Foot Alignment and Gait Parameters

船橋整形外科市川クリニック 理学診療部

Funabashi Orthopedic Hospital Ichikawa Clinic Department of Rehabilitation

平野 健太, 佐藤 元勇
Kenta Hirano, Masatoshi Sato

Key words : 歩行 (gait), 扁平足 (Flat foot), 内側縦アーチ (Medial longitudinal arch), 内側ウェッジ (Medial wedge), インソール (Insole)

要 旨

内側縦アーチサポート (MLAP) と内側ヒールウェッジパッド (MWP) の併用が足部アライメントと歩行パラメータに及ぼす影響を調査した。健康成人男性 12 名 24 足を対象に、通常歩行、MLAP 群、MWP 群、MLAP と MWP 併用 (Mix 群) の 4 条件で比較した。その結果、Mix 群では Leg-heel Alignment が正中化し、内側縦アーチが挙上し、踵離地時間が短縮した。一方、MLAP 群では立脚期時間が短縮したが、Mix 群ではその効果が相殺された。MWP 群では踵離地時間が延長した。各群で歩行パラメータや足部アライメントの変化が異なることから、症例に応じたインソール処方的重要性が示唆された。

緒 言

外反扁平足は様々な障害との関連が報告されており、一般的にインソールが処方される。インソール療法の中でも、内側ウェッジ¹⁾、内側ヒールウェッジ²⁾、内側縦アーチサポートインソール³⁾、内側縦アーチサポートと内側ヒールウェッジを組み合わせたインソール⁴⁾が処方されることが多く、足関節モーメントや足底圧をはじめとした歩行パラメータの変化が報告されている^{1)~4)}。我々の臨床場面では、内側縦アーチの挙上補正を実施しても内側縦アーチの低下を抑制できない症例に、内側ヒールウェッジを追加処方することが多い。内側ヒールウェッジの角度の違いによる歩行の変化は報告されているが、内側縦アーチサポートによる挙上補正後の内側ヒールウェッジの有無による歩行の変化は明らかになっていない。内側ヒールウェッジの有無による足部アライメントや歩行の変化が明らかとなることで、我々が臨床で実施する内側縦アーチの挙上補正後の内側ヒールウェッジの追加処方において、より明確な洞察が得られると考える。そこで本研究では内側ウェッジ、内

(2024/10/04 受付)

連絡先 : 平野 健太 〒272-0033 千葉県市川市市川南
1-8-6 船橋整形外科市川クリニック 理学診療部
TEL : 047-329-4192 FAX : 047-329-4190
E-mail : k-hirano@fff.or.jp

【MLAP群】



【MWP群】



【Mix群】



図1. パッド貼付位置

側縦アーチパッド，その組み合わせによる足部アライメントや歩行パラメータの違いを検討し，インソール作製の一助とすることを目的とした。

対象と方法

対象は，研究実施前にG*power (Free-ware, Ver.3.1.9.4) を使用し，サンプルサイズの検討を実施し，Effect size=0.25, α err prob=0.05, Power=0.80 で算出したところ各群 24 以上が必要と示された。そのため，対象は足部や足関節に骨・関節疾患の既往がない健常成人男性 12 名 24 足とした。対象者の基本情報 (平均 \pm SD) は，平均年齢 26.4 ± 2.0 歳，平均身長 173.0 ± 5.4 cm，平均体重 68.1 ± 11.4 kg，平均足長 25.5 ± 8.3 cm であった。なお，本研究は当院倫理委員会の承認 (承認番号：2023004) を得た上で実施した。

測定項目は，歩行パラメータとして立脚期時間，踵離地時間，足部アライメントとして立位 Medial longitudinal arch 高率 (以下，立位 MLA 高率)，座位 Medial longitudinal arch 高率 (座位 MLA 高率)，Navicular dropping test (以下，NDT)，Leg-heel alignment (以下，LHA) とした。以下に測定の詳細を記述する。

歩行プロトコルは，2 歩目が Win-pod (Medi-

capteurs 社製) のセンサープレートに当たる場所をスタート地点とし，計 5 歩分の通常歩行とした。通常歩行は素足で前方を注視し快適な速度で歩くよう指示した。測定前に十分な練習を行った後，同一条件で有効試技 3 回を記録した。測定条件は①通常歩行 (以下，通常群)，②MLAP (始点：母趾球下縁，終点：載距突起部) を貼付した歩行 (以下，MLAP 群)，③LTW パッド (踵骨部内側) を貼付した歩行 (以下，MWP 群)，④MLAP を MLAP 群と同様に貼付し，LTW パッドを MWP 群と同様に貼付した歩行 (以下，MIX 群) とし，ランダムに測定した。(図1) なお，MLAP (SORBO 社製) は対象者の足長に応じてサイズ (S サイズ縦 $90 \times$ 横 $50 \times$ 高さ 8 mm，M サイズ縦 $100 \times$ 横 $60 \times$ 高さ 10 mm，L サイズ縦 $70 \times$ 横 $110 \times$ 高さ 12 mm) を選択し，LTW パッド (SORBO 社製) はフリーサイズ (縦 $66 \times$ 横 $33 \times$ 高さ 3.2 mm) を使用した。貼付方法は，貼付前にウェットティッシュで皮膚を拭き，皮膚の伸張性を考慮して足関節背屈位に保持した状態で，両面粘着テープ (3M 社製) を使用して各パッドを足裏に貼付した。

立脚期時間と踵離地時間は，Win-pod にて踵骨部圧が記録された瞬間を踵接地，踵骨部圧が消えた瞬間を踵離地，足尖部圧が消えた瞬間を足尖離

表 1. 記述統計量と反復測定一元配置分散分析の主効果

	通常群	MLAP 群	MWP 群	Mix 群	主効果 (p 値)
立脚期時間 (msec/mm)	27.08 ± 1.69	26.11 ± 1.59	26.85 ± 2.39	26.71 ± 2.27	0.03
踵離地時間 (%)	60.2 ± 5.4	59.0 ± 0.80	61.9 ± 6.0	56.4 ± 6.8	0.01
立位 MLA 高率 (%)	9.58 ± 2.57	10.43 ± 2.80	9.65 ± 0.30	10.74 ± 2.54	<0.01
座位 MLA 高率 (%)	11.18 ± 2.23	11.52 ± 2.88	11.38 ± 2.85	11.81 ± 2.64	0.34
NDT (mm)	4.07 ± 3.53	2.76 ± 2.97	4.41 ± 3.08	2.68 ± 2.95	0.05
LHA (°)	11.71 ± 5.37	9.63 ± 4.64	9.71 ± 4.61	9.08 ± 5.38	<0.01

表 2. 多重比較法の結果

	通常群 vs MLAP 群	通常群 vs MWP 群	通常群 vs Mix 群	MLAP 群 vs MWP 群	MLAP 群 vs Mix 群	MWP 群 vs Mix 群
立脚期時間 (msec/mm)	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
踵離地時間 (%)	n.s.	*	**	*	*	**
立位 MLA 高率 (%)	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*
LHA (°)	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.

* : p<0.05 ** : p<0.01 n.s. : Not Significant

地と定義した。立脚期時間は踵接地から足尖離地まで、踵離地時間は踵接地から踵離地までの時間を算出し、それぞれの値を被検者の足長 (mm) で除した。さらに踵離地時間のみ立脚期時間で除し立脚期時間における踵離地時間の割合 (%) を統計解析に用いた。

立位 MLA 高率は、両足内側を平行とし足幅を肩幅程度に開きリラックスした静止立位で、床から舟状骨粗面までの高さ (mm) を測定し、舟状骨粗面の高さを足長 (mm) で除した値とした。座位 MLA 高率は、測定肢位を足関節底背屈中間位、膝・股関節 90° 屈曲位で両足内側を平行とし足幅を肩幅に開き、膝裏が座面につく位置とした座位姿勢にて、立位 MLA 高率と同様に算出した。NDT は、立位 MLA 高率・座位 MLA 高率の算出時に測定した座位舟状骨粗面高から立位舟状骨粗面高を減算した値を用いた。舟状骨粗面の高さの測定にはデジタルノギス (EZ-works 社製) を使用した。

LHA は、前方を注視した静止立位にて下腿遠位 1/3 の中点からアキレス腱付着部中央を結ぶ線と踵骨下端中央からアキレス腱付着部中央を結ぶ線

のなす角度をゴニオメーター (u-med industrial inc 社製) にて 1° 単位で測定した。

上述した ImageJ における画像解析および足部アライメントの測定は 1 名で実施し、事前に測定した ICC (1.1) は、全ての項目で 0.8 以上であった。

統計解析は R コマンダー (Free-ware, Ver4.2.2) を使用し、4 群における反復測定一元配置分散分析を実施し、多標本球形性の検定 p<0.05 の場合は Greenhouse-Geisser による Epsilon 修正を実施した。事後検定は対応のある t 検定を Shaffer の方法で修正した多重比較法を実施した。全ての統計における有意水準は 5% とした。

結 果

歩行パラメータと足部アライメントの測定結果を表 1 に示す。反復測定一元配置分散分析の結果、立脚期時間、踵離地時間、立位 MLA 高率、NDT、LHA で主効果を認めた。(表 1) 多重比較法の結果を表 2 に示す。立脚期時間は、通常群と比べ MLAP 群で有意に減少した。踵離地時間は、通常群・MLAP 群・MWP 群に比べ Mix 群で有意に減

少し、通常群・MLAP群と比べMWP群で有意に増加した。立位MLA高率は、通常群・MWP群と比べ、Mix群で有意に増加した。LHAは、通常群と比べ、Mix群で有意に減少した。その他の項目で有意差は認めなかった。

考 察

本研究では、MLAP群、MWP群、その組み合わせ(Mix群)による足部アライメントや歩行パラメータの違いを検討し、インソール作製の一助とすることを目的とした。

まず、Mix群による足部アライメントの変化について考察する。Mix群は、通常群と比べてLHAが正中化し、通常群・MLAP群と比べて立位MLA高率が増加した。これは、横足根関節の構造的特徴に由来すると考える。横足根関節は、内側の距舟関節と外側の踵立方関節からなり、踵骨が外反位の際は2つの関節軸は平行な位置関係になり柔軟な足部を形成し、踵骨が内反位にある時は関節軸がより交差した位置関係になり強固な足部を形成する。そのため、Mix群は踵骨内反により踵立方関節と距舟関節の関節軸が交わり強固で剛性のある足となることで内側縦アーチが挙上する変化が生じた可能性が示唆される。Leardiniらは⁵⁾、multi-segment foot modelを適用し、歩行時に足部内(後足部中足部間、中足部前足部間)で生じる運動連鎖を明らかにしており、踵骨(内反/外反)と中足部(底屈/背屈)の運動に中程度以上の相関関係があることを示している⁶⁾。このことから、Mix群は踵骨と中足部で生じる運動連鎖の相関関係により、踵骨外反を抑制しながら、内側縦アーチが挙上する変化を及ぼしたことが考えられる。

また、後足部内側ウェッジによる足部アライメント変化として、Álvaroらは⁷⁾、踵骨内反の増加や内側縦アーチの挙上する変化を報告しており、後足部MWP単独においても足部アライメントに一定の変化が生じることが明らかとなっている。しかし、本研究ではMWP群では有意な足部アラ

イメントの変化が生じなかった。Álvaroらの報告ではフラットインソールと後足部内側ウェッジのみを比較した研究であることやウェッジの厚さを4-10mmで調査しており⁷⁾、本研究より厚い内側ウェッジを使用していたことが本研究と異なる結果に繋がった可能性がある。また、歩行時の足部内協調性パターンについて調査し、後足部と中足部間では同方向に運動すること、特に立脚期早期(1/3の時点)の足部外反運動は前足部・後足部よりも中足部の影響が強いことを示している⁸⁾。そのため内側ウェッジ単独であるMWP群よりもMLAPを貼付しているMix群の方が立位MLA高率やLHAに変化を及ぼした可能性がある。

次に、歩行パラメータの変化として、立脚期時間は通常群と比べてMLAP群で有意に減少したが、平野らは³⁾、MLAPを貼付することで立脚期時間が短縮したことを報告しており、本研究結果は先行研究を支持する結果となった。平野らは³⁾、踵骨隆起内側突起部から内側縦アーチを挙上補正することで、内側縦アーチ挙上と立脚期時間短縮の変化を報告していることから、中・後足部内側領域のパッド貼付は歩行時の時間的因子を考慮した選択が必要であると考えられる。

また、踵離地時間は他群と比べMix群で有意に短縮し、他群と比べMWP群で有意に延長した。Johansonらは⁹⁾、靴内に踵骨部全体を挙上補正するヒールパッドを挿入し、ヒールパッド高が増加するほど足関節背屈運動が増加し、踵離地時間が延長することを報告している。本研究では、MWP群は他群と比べて踵離地時間が有意に延長したことから、後足部内側のみであるがMWPによってヒールパッド同様の変化が生じたと考える。逆に、Mix群はMLAPとMWPを併用することで、通常群と比べて踵離地時間が短縮する変化が生じた。これは、歩行時の距骨下関節外反が踵接地の直後に荷重応答期の一部として始まり、立脚中期前半(%Gait cycleの14%)にピークに達することと関連する可能性がある¹⁰⁾。Mix群では距骨下関節アライメントを評価するLHAや立位MLA

高率が増加し距骨下関節内反方向へアライメント変化が生じていたことから、歩行時の立脚中期前半までの距骨下関節外反運動が減少することが予想され、Mix 群は踵離地時間の短縮に寄与したことが推測される。

以上のことから、Mix 群は、足部アライメントは踵骨内反が促され内側縦アーチが挙上することが示唆された。この変化は、踵立方関節や距舟関節の運動軸が交差し、剛性のある足部を形成する可能性がある。さらに、歩行パラメータでは、踵離地時間の短縮する変化が確認された。この変化は、距骨下関節外反運動の抑制や立脚中期までのアライメント変化に起因する可能性が考えられる。以上の結果から、踵骨内反を促し内側縦アーチの支持を強化したい場合や、踵接地直後から立脚中期前半にかけての距骨下関節外反運動を抑制し踵離地タイミングを早期化する歩行パターンが必要な症例には、内側ウェッジと MLAP を組み合わせたインソール形状が有効である可能性がある。

最後に本研究の限界として、1 つ目に歩行時の足関節アライメントや足関節周囲筋の筋活動運動、足部・足関節の可動性、筋柔軟性などの運動学的データを測定していない点がある。また、2 つ目に本研究で対象となった健常者は立位 %MLA が $9.58 \pm 2.57\%$ であり、清水ら¹¹⁾の分類によるとアーチ高が低い傾向の集団であった。しかし、症状を有する扁平足症例に対して本研究と同様の変化が生じるかは不明である。今後は、実臨床における扁平足症例に対して、足部・足関節の運動学データの評価を追加し、効果検証を行っていくことが望まれる。

結 語

本研究では健常成人男性を対象として MWP と

MLAP の組み合わせが足部アライメントと歩行パラメータに及ぼす変化を調査した。Mix 群は、LHA の正中化と内側縦アーチの挙上、踵離地時間の短縮を認めたことから、インソール作製の一助となると考えられる。

文 献

- 1) Brunna LC, Fabricio AM, Vanessa LA. Is there a dose-response of medial wedge insoles on lower limb biomechanics in people with pronated feet during walking and running? *Gait Posture* 2021 ; 90 : 190-6.
- 2) Uira MB, Luciana DM, Rodrigo OM. Effects of medially wedged insoles on the biomechanics of the lower limbs of runners with excessive foot pronation and foot varus alignment. *Gait Posture* 2019 ; 74 : 242-9.
- 3) 平野健太, 佐藤元勇. 内側縦アーチパッドによる挙上開始位置の違いが歩行パラメータと足部アライメントに与える変化の検討. *靴の医学* 2023 ; 37 : 84-8.
- 4) Telfer S, Abbott M, Steultjens M, et al. Dose-response effects of customised foot orthoses on lower limb muscle activity and plantar pressures in pronated foot type. *Gait Posture* 2013 ; 38 : 443-9.
- 5) Leardini A, Benedetti MG, Berti L, et al. Rear-foot, mid-foot and fore-foot motion during the stance phase of gait. *Gait Posture* 2007 ; 25 : 453-62.
- 6) Takabayashi T, Edama M, Yokoyama E, et al. Changes in kinematic coupling among the rearfoot, midfoot, and forefoot segments during running and walking. *J Am Podiatr Med Assoc* 2018 ; 108 : 45-51.
- 7) Álvaro GC, Maria de LA, Maria RM, et al. Kinematic effect on the navicular bone with the use of rearfoot varus wedge. *Sensors (Basel)* 2022 ; 22 : 815.
- 8) Takabayashi T, Edama M, Nakamura E, et al. Coordination among the rearfoot, midfoot, and forefoot during walking. *J Foot Ankle Res* 2017 ; 10 : 42.
- 9) Johanson MA, Cooksey A, Hillier C, et al. Heel lifts and the stance phase of gait in subjects with limited ankle dorsiflexion. *J Athl Train* 2006 ; 41 : 159-65.
- 10) Perry J. 歩行分析—正常歩行と異常歩行—原著第2版. 武田 功編. 東京 : 医歯薬出版 ; 2012. 42.
- 11) 清水新悟, 加藤幸久 : 扁平足に対するフットプリントとアーチ高率値の信頼性. *臨床バイオメカニクス* 2009 ; 30 : 243-8.

内側縦アーチ第1中足骨部の足底板形状の違いによる 歩行パラメータと母趾 MTP 関節可動域の変化 Changes in gait parameters and range of motion of the first metatarsophalangeal joint due to different insole of the first metatarsal part

船橋整形外科市川クリニック 理学診療部

Funabashi Orthopedic Hospital Ichikawa Clinic Department of Rehabilitation

平野 健太, 佐藤 元勇
Kenta Hirano, Masatoshi Sato

Key words : 歩行 (Gait), 足底板 (Insole), 母趾 MTP 関節 (First metatarsophalangeal joint), 内側縦アーチ (Medial longitudinal arch), 第1中足骨 (First metatarsal)

要 旨

本研究では、内側縦アーチ第1中足骨部の足底板形状が歩行パラメータおよび可動域に及ぼす影響を調査した。健康成人男性を対象に、通常群（フラットインソール）、底側群（2軸アーチパッド）、背側群（2軸アーチパッド+LTWパッド）の3条件を用いて、母趾 MTP 関節伸展可動域、10m 歩行測定における歩行速度、立脚期時間、離地角度を測定した。統計解析は反復測定一元配置分析および多重比較法を実施した。結果は、通常群、背側群と比べ底側群で歩行速度が有意に増加し、立脚期時間が有意に減少した。離地角度は通常群と比べ背側群で有意に増加した。伸展 ROM は通常群と比べ背側群で有意に減少した。足底板形状の

調整は、個々の症例に応じて有効である可能性が示唆された。

緒 言

母趾障害に対して足底板療法を実施し、歩行パラメータや臨床スコアが改善したことが報告されており¹⁾²⁾、臨床現場でも母趾障害に対して足底板を処方することが多い。母趾障害に対する足底板療法の1つに軟性素材を用いることで母趾球圧が減圧され疼痛が軽減することが報告されている²⁾。その他にも様々な素材による足底圧の調査が報告されており³⁾、足底板のクッション性においては多くの要因が考慮されている。

しかし、外反母趾においては重症度と内側楔状骨の底側変位・第1中足骨の背側変位に相関関係があることが確認されており⁴⁾、強剛母趾においても荷重位 CT を用いた調査で metatarsus primus elevatus と呼ばれる第1中足骨頭の背側変位が有意に多いことが明らかとなっている⁵⁾。このように、母趾障害の多くはアライメントと関連性が高

(2024/11/20 受付)

連絡先：平野 健太 〒272-0033 千葉県市川市市川南
1-8-6 船橋整形外科市川クリニック 理学診療部
TEL : 047-329-4192 FAX : 047-329-4190
E-mail : k-hirano@fff.or.jp

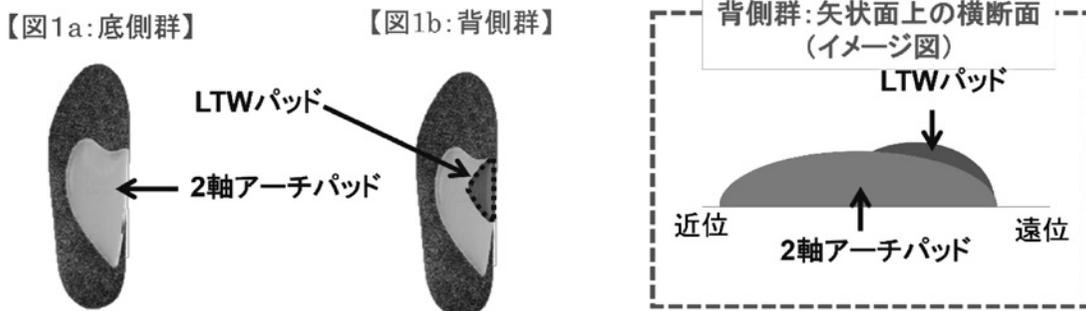


図1. 底側群と背側群のパッド貼付場所

いことから、クッション性の高い素材へ変更しただけでは、疼痛が軽減しない症例を経験する。

我々の臨床場面では、そのような症例に対して、内側縦アーチ第1中足骨部の足底板形状を調整することで疼痛が軽減する症例を経験している。しかしながら、内側縦アーチ第1中足骨部の足底板形状の違いが動作に及ぼす影響について調査した報告は渉猟した限り見当たらない。

そこで本研究の目的は、内側縦アーチ第1中足骨部の足底板形状が歩行パラメータや可動域に与える影響を明らかにすることとした。

対象と方法

対象のサンプルサイズは、研究実施前にG*power (Free-ware, Ver.3.1.9.4) を使用して算出した。後述する群分けおよび統計解析を実施するにあたり、Effect size = 0.25, α err prob = 0.05, Power = 0.80 で算出したところ各群 29 以上が必要と示された。そのため、対象は足部や足関節に骨・関節疾患の既往がない健常健康成人男性 15 名 30 足とした。対象者の内訳は年齢 26 (22–34) 歳、BMI 23.5 (± 3.5) kg/m² であった。なお、本研究は当院倫理委員会の承認 (承認番号: 2023004) を得た上で実施した。

測定条件は通常群はフラットインソール、底側群 (図 1a) は 2 軸アーチパッド、背側群 (図 1b) は 2 軸アーチパッド + LTW パッドの 3 条件とした。パッドは SORBOTHANE 社製を使用し、フ

ラットインソールに貼付した。2 軸は遠位を母趾球下縁に合わせて貼付し、LTW パッドは 2 軸の第 1 中足骨部に貼付した。靴 (ケアウォーカー 700: ASICS 社製) は 0.5cm 単位で選択した。2 軸は第 1 中足骨頭を底側へ変位させる目的、背側群は第 1 中足骨頭を背側へ変位させる目的とした。

測定項目は、各条件で 10m 歩行、母趾 MTP 関節伸展可動域 (伸展 ROM) を 3 回ずつランダムに測定した。測定方法の詳細を以下に述べる。

10m 歩行はウェアラブルセンサー (ORPHE ANALYTICS MEDICAL; ORPHE 社製) と歩行解析システム (ORPHE ANALYTICS MEDICAL アプリ; ORPHE 社製) を使用し、ウェアラブルセンサーはゴム製バンドを使用し靴の足背部に装着した。歩行速度は快適歩行とした。抽出項目は歩行速度、立脚期時間、離地角度とした。歩行速度は、10m 歩行における平均の歩行速度 (m/sec) とした。立脚期時間は、足部が床面に接地している時間とし、足長 (cm) で正規化した値を統計解析に採用した。離地角度は、離地時の床面と足背の角度として算出した。

伸展 ROM は他動運動できるように加工した靴に各条件の足底板を挿入した状態で計測した⁶⁾。(図 2) 測定肢位を背臥位で膝・股関節 90° 屈曲位、足関節底背屈中間位として、足底が足底板に全面接地した状態とした。他動運動にて 1° 単位でゴニオメーター (U-med Industrial inc. 社製) を用いて計測した。伸展 ROM 測定は 1 名で実施し、測定

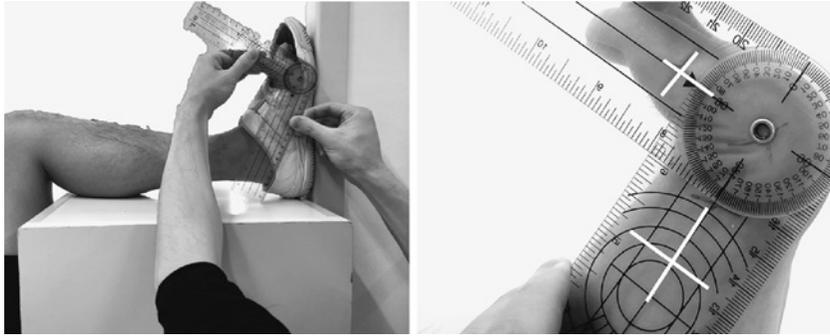


図2. 母趾 MTP 関節伸展可動域の測定方法

表1. 記述統計量と反復測定一元配置分散分析の主効果

	通常群	底側群	背側群	p 値
歩行速度 (m/sec)	1.29±0.08	1.34±0.10	1.31±0.09	<0.01
立脚期時間 (mmsec/cm)	26.70±1.98	26.37±2.18	26.78±2.30	0.01
離地角度 (°)	64.14±6.13	66.20±5.94	67.69±5.08	<0.01
伸展 ROM (°)	60.08±8.81	62.06±8.87	56.23±8.82	<0.01

p 値：通常群，底側群，背側群の3群における反復測定一元配置分散分析の主効果

表2. 多重比較法の結果

	通常群 vs 底側群	通常群 vs 背側群	底側群 vs 背側群
歩行速度 (m/sec)	**	n.s.	*
立脚期時間 (mmsec/cm)	*	n.s.	*
離地角度 (°)	n.s.	**	n.s.
伸展 ROM (°)	n.s.	**	**

* : p<0.05 ** : p<0.01 n.s. : Not Significant

に先立ち検者内信頼性 (Intraclass correlation coefficient; 以下, ICC) の検討として被検者 10 人に対して各 3 回ずつ測定を実施し, ICC (1.1) を検証した。

統計解析は R コマンド (Free-ware, Ver4.2.2) を使用し, 3 群における反復測定一元配置分散分析を実施し, 多標本球形性の検定 $p<0.05$ の場合は Greenhouse-Geisser による Epsilon 修正を実施した。事後検定は対応のある t 検定を Shaffer の方法で修正した多重比較法を実施した。全ての統計における有意水準は 5% とした。

結 果

伸展 ROM の ICC (1.1) は 0.8 以上であった。記述統計量は表 1 に示す。反復測定一元配置分散分析の結果, 歩行速度, 立脚期時間, 離地角度, 伸展 ROM で主効果を認めた。(表 1) 多重比較法の結果を表 2 に示す。歩行速度は通常群, 背側群と比べ底側群で有意に増加した ($p<0.05$)。立脚期時間は通常群, 背側群と比べ底側群で有意に減少した ($p<0.05$)。離地角度は通常群と比べ背側群で有意に増加した ($p<0.01$)。伸展 ROM は通常群と比べ背側群で有意に減少した ($p<0.01$)。

考 察

本研究では内側縦アーチ第1中足骨部の足底板形状が歩行パラメータや可動域に与える影響を調査した。結果として第1中足骨頭を底側へ変位させる底側群では歩行速度が増加し、立脚期時間が減少した。背側へ変位させる背側群では伸展ROMの減少と離地角度の増加を示した。

まず、背側群の伸展ROM減少について考察する。バイオメカニクスの観点より第1MTP関節伸展運動は、Rolling, Sliding, Compressionの3つのフェーズにより生じる⁷⁾。

背側群は、第1中足骨部に貼付したLTWパッドにより、中足骨頭の底側変位(Sliding)が制限され、伸展ROMが減少した可能性が示唆された。

次に、背側群は離地角度が有意に増加したが、入谷は内側楔状骨・第1中足骨により構成される第1列の背屈により、母趾頭荷重が促進されることを述べている⁸⁾。本研究の背側群はLTWパッドを追加貼付したことで、形状的な特徴から第1中足骨が背側変位し、立脚後期に母趾頭荷重が促進されたことが離地角度の増大に寄与した可能性がある。

歩行速度は、通常群と比べ底側群で有意に増加した。10m歩行の歩行速度についてPereraらが示した臨床的に意味のある差(MCID)は0.05m/secであり⁹⁾、本研究の対照群(1.29m/sec)と底側群(1.34m/sec)の差はこの基準に一致している。この基準は高齢者を対象とした研究に基づくものであるが、本研究の対象である健常成人男性においても、歩行速度の変化が歩行パラメータや症状に影響を及ぼす可能性があることを示唆する補助的な位置づけであると考えられる。また、立脚期時間は通常群と比べ、底側群で有意に減少した。平野らは内側縦アーチパッドを貼付することで内側縦アーチが挙上することで立脚期時間が減少することを報告しており¹⁰⁾、本研究ではそれを支持する結果となった。また底側群は背側群と比べ歩行速度が増加し、立脚期時間が減少した。歩行時

の第1MTP関節伸展可動域の低下は、蹴り出し時に外側荷重が増加し、低速ギアプッシュオフとなり推進性が低下する¹¹⁾。本研究の背側群がLTWを追加貼付することで第1MTP関節伸展可動域が低下したことを鑑みると、蹴り出し時に低速ギアプッシュオフとなり、底側群と比べ時間因子に差が生じた可能性が示唆された。このように内側縦アーチパッドを用いて内側縦アーチを挙上補正しても、第1中足骨部の形状の違いにより歩行や可動域が変化することに留意する必要がある。

本研究の結果は、対象者に応じた第1中足骨部の足底板形状の調整が臨床において重要であることを裏付けるものである。臨床応用として、第1MTP関節の伸展時痛がみられる症例に対しては、背側群のように第1中足骨を背側に変位させる調整が有効である。一方で、内側縦アーチが低下し、立脚期時間が増加する症例では、底側群のように底側変位を用いた足底板形状の調整が推奨される。これにより、個々の症例に適した足底板を処方することが可能となり、歩行パラメータおよび疼痛の軽減が期待される。

最後に研究限界を述べる。一つ目は、時間因子や離地角度、伸展ROMに焦点が当たったが、筋活動や足底圧など他のバイオメカニクス要因については評価していない点である。これらの要因も含めて、より詳細なバイオメカニクスのメカニズムを解明し、動作や疼痛にどのように影響するかを明らかにする必要がある。二つ目は、対象者が健常成人男性であったことが挙げられる。今後は、異なる年齢層や性別、あるいは母趾障害を有する症例においても同様の効果が得られるかどうかについても検討する必要がある。三つ目に本研究の底側群と背側群の足底板によって、中足骨頭の偏位が目的通りに達成されたかどうかを直接的に確認するデータは得られていない。今後は、三次元的な変位評価を含めた詳細な検討を行うことで、より明確な効果検証が必要である。

結 語

本研究では内側縦アーチ第1中足骨部の足底板形状が歩行や可動域に与える影響を調査した。内側縦アーチ第1中足骨部の形状により歩行や可動域が統計学的に有意に変化したことから、症例に応じた足底板形状の調整が重要であると考ええる。

文 献

- 1) Herrera-Perez M, Durán JL, Gallardo A, et al. Conservative treatment of hallux rigidus: narrative review of scientific evidence. *J Foot Ankle Surg* 2021; 15: 201-4.
- 2) Borić I, Pećina M, Mirković M, et al. Hallux sesamoiditis: radiological diagnostics and conservative management. *RAD CASA* 2019; 48-49: 27-32.
- 3) Jasper WK, Lim LK, Ng EY, et al. Preliminary investigation on the reduction of plantar loading pressure with different insole materials. *Foot* 2010; 20: 1-6.
- 4) Bryant A, Day K, Crossley KM, et al. First tarsometatarsal joint mobility in hallux valgus during gait: a synchronized ultrasound and three-dimensional motion capture analysis. *Gait Posture* 2022; 54: 77-83.
- 5) Cheung ZB, Moore JL, Stull JD, et al. Weightbearing CT scan assessment of foot alignment in patients with hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 2018; 39: 67-74.
- 6) Allan JJ, Bowden C, Sinclair K, et al. First metatarsophalangeal joint range of motion is associated with lower limb kinematics in individuals with first metatarsophalangeal joint osteoarthritis. *J Foot Ankle Res* 2020; 13: 33.
- 7) Smith TJ, Vanore JV, Thomas JL, et al. A review on biomechanics of the hallux valgus pathology and its surgical treatments. *Foot Ankle Spec* 2017; 10: 171-7.
- 8) 入谷 誠. 足部に関する評価と治療. *理学療法* 2012; 4: 293-6.
- 9) Perera S, Mody SH, Woodman RC, et al. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2006; 54: 743-9.
- 10) 平野健太, 佐藤元勇. 内側縦アーチパッドによる拳上開始位置の違いが歩行パラメータと足部アライメントに与える変化の検討. *靴の医学* 2023; 37: 84-8.
- 11) Menz HB, Auhl M, Tan JM, et al. Centre of pressure characteristics during walking in individuals with and without first metatarsophalangeal joint osteoarthritis. *Gait Posture* 2018; 63: 91-6.

バランスケアアーチサポートインソールが歩行に与える影響 ～歩行解析ツールを用いて～

Effect of Balance care arch support insole on gait

¹地方独立行政法人 芦屋中央病院 リハビリテーション部

²一般社団法人 フット & ボディバランスアジャースメント機構

¹Rehabilitation Department, Ashiya Central Hospital

²Foot & Body Balance Adjustment Organization

山下 諒¹⁾²⁾, 佐々木克則²⁾

Makoto Yamashita¹⁾²⁾, Katsunori Sasaki²⁾

Key words : バランスケアアーチサポートインソール (Balance care arch support insole), 歩行 (gait), 靴 (shoes), アーチパッド (arch pad), 歩行解析 (gait analysis tool)

要 旨

インソール使用の有無により、歩行機能に差が出るのかを歩行解析ツールを用いて調査したので報告する。方法は、健常者32名(男性2名, 女性30名, 平均年齢 32.8 ± 12.7 歳)に対し、BCASの有無による2パターンの10m歩行を行った。その際、歩行解析を行うためのデバイスを装着し、計測を行った。測定結果から、インソール有りの群は無しの群と比較して歩行速度、歩幅、ストライド長、立脚時間、離地角度に有意な改善が認められた。

今回の結果から、インソールを使用することで歩行機能の向上を図ることが示唆された。また、歩行解析ツールを用いることで客観的データを得ることができた。

緒 言

インソールは足のアーチ支持や歩行効率の改善、疼痛緩和や障害予防、スポーツ分野におけるパフォーマンス向上など様々な目的で靴へ挿入されている。近年、医療現場だけでなく、オンラインショップやスポーツ店、ドラッグストアなど一般消費者でも容易に購入できるほど普及してきている。しかし、それ自体が歩行動作へ与える影響については、多くの研究が行われているものの、主観的評価(10m歩行など)が多く、歩行機能を数値化した客観的検証が不十分である。

本研究では、バランスケアアーチサポートインソール(以下、BCAS)¹⁾を使用し、歩行解析ツールにより抽出されたパラメータを用いて検証を行い、若干の知見を得たのでここに報告する。

対象と方法

対象は健常者30名(男性2名, 女性30名, 平均年齢 32.8 ± 12.7 歳)とした。除外基準は、現在整形外科の下肢疾患で通院中の者および下肢手術歴のあるものとした。本研究は地方独立行政法人

(2024/10/04 受付)

連絡先 : 山下 諒 〒807-0141 福岡県遠賀郡芦屋町
山鹿 283-7 地方独立行政法人 芦屋中央病院
リハビリテーション部
TEL : 093-222-2931 FAX : 093-222-2176
E-mail : makoto.y.job@gmail.com



図1. バランスケアアーチサポートインソール



図2. バランスケア 3D アーチパッド

芦屋中央病院倫理審査委員会の承認を得て実施した。

方法は、靴の違いによる結果のばらつきを防ぐためこちらの指定した靴(MAMMA×バランスケアプレミアムウォーキングシューズIS-1001)を使用。BCAS(図1)は、中敷きに佐々木が考案した¹⁾バランスケア(以下、BC)3Dアーチパッド(図2)を装着したものを足長に合わせ5サイズ使用。歩行解析には株式会社ORPHE製ORPHE ANALYTICS MEDICALとApple社製iPhone15Proを使用した。

計測は歩行解析デバイスを靴に装着した状態で、BCASを使用していない場合と使用した場合の2パターンで10m歩行を行った。初めにBCASを使用していない状態で1回練習を行い、その後BCASを使用していない場合を1回計測。次にBCASを使用し、1回の順番で計測した。分析には歩行速度、歩幅、ストライド長、立脚時間、離地角度など各種足部データを用いた。統計解析にはEasyR(Ver.1.65)を使用し、各項目の条件間比較にはデータの正規性を確認した上で対応のあるt検定を行い、有意水準は5%未満とした。

結 果

測定結果を表1に示す。歩行速度は、BCAS有りで 1.3 ± 0.1 (m/sec), BCAS無しで 1.2 ± 0.2 (m/sec)で平均0.1 (m/sec)増加し、有意差を認めた($P < 0.01$)。歩幅はBCAS有りで 67.1 ± 4.5 (cm), BCAS無しで 62.8 ± 5.7 (cm)で平均4.3 (cm)増加し、有意差を認めた($P < 0.01$)。

ストライド長左右平均は、BCAS有りで 133.9 ± 9.0 (cm), BCAS無しで 125.7 ± 11.4 (cm)で平均8.2 (cm)増加し、有意差を認めた($P < 0.01$)。立脚時間左右平均はBCAS有りで 0.65 ± 0.05 (sec), BCAS無しで 0.69 ± 0.05 (sec)で平均0.04 (sec)減少し、有意差を認めた($P < 0.01$)。

推進性は、BCAS有りで 64.6 ± 10.2 , BCAS無しで 54.1 ± 10.8 で平均10.5増加し、有意差を認めた($P < 0.01$)。

ケイデンス左右平均は、BCAS有りで 1.0 ± 0.1 (sec), BCAS無しで 0.9 ± 0.1 (sec)で平均0.1 (sec)増加し、有意差を認めた($P < 0.05$)。

離地角度(左側)は、BCAS有りで 64.4 ± 4.3 (°), BCAS無しで 60.4 ± 4.4 (°)で平均4.0 (°)増加し、有意差を認めた($P < 0.01$)。

離地角度(右側)は、BCAS有りで 63.4 ± 4.5 (°), BCAS無しで 60.9 ± 3.7 (°)で平均2.5 (°)

表 1. 測定結果

計測項目	アーチパッド有り	アーチパッド無し	p 値
歩行速度 (m/sec)	1.3±0.1	1.2±0.2	P<0.01**
歩幅 (cm)	67.1±4.5	62.8±5.7	P<0.01**
ストライド長左右平均 (cm)	133.9±9.0	125.7±11.4	P<0.01**
立脚時間左右平均 (sec)	0.65±0.05	0.69±0.05	P<0.01**
推進性	64.6±10.2	54.1±10.8	P<0.01**
ケイデンス左右平均 (sec)	1.0±0.1	0.9±0.1	P<0.05*
離地角度 左 (°)	64.4±4.3	60.4±4.4	P<0.01**
離地角度 右 (°)	63.4±4.5	60.9±3.7	P<0.01**

*p<.05

**p<.01

増加し、有意差を認めた (P<0.05).

考 察

本研究は、BCAS の使用が歩行機能に与える影響を、歩行解析ツールを用いて数値化し、客観的に評価することを目的とした。使用した BCAS は、BC3D アーチパッドを装着しており、内側縦アーチ、外側縦アーチ、および横アーチ部をフルサポートしたものである。BCAS による足部アーチのサポートにより、歩行速度、歩幅、ストライド長左右平均、立脚時間左右平均、推進性、ケイデンス左右平均、離地角度の改善を期待していたが、実際にこれらの改善が確認できた。

歩行速度、歩幅、推進性の向上に関して橋本らは、踵接地とともに後脛骨筋が働き、足アーチを高めて足部の Stiffness を増大させ、前方推進力を効率的に地面に伝えると報告している²⁾。また、近藤らは、横アーチの変化率が低い方が、足関節底屈モーメントによる蹴り出しの推進力を得やすいと報告している³⁾。さらに、阿部らは外側縦アーチパッドの挿入により、足趾荷重量が増加し、立位時の支持基底面が広がり、歩行運動が向上することを報告している⁴⁾。これらの報告から、BCAS の使用により、歩行中における内側縦アーチのサポートで足部の剛性が増大し、横アーチのサポートで足関節底屈モーメントによる推進力が増加し、さらに外側縦アーチのサポートにより足趾荷重量が増加したことで、歩行速度、歩幅、および

推進性が改善したと考えられた。また、ストライド長の左右平均の改善にも、歩幅の増大が寄与したと推察された。

離地角度の増加に関して Okoba らは、母趾球部に突起物を貼付して蹴り出しを促すことで、立脚終期における足関節底屈筋活動および足関節底屈角度が増加することを報告している⁵⁾。本研究で使用した BCAS は、内側縦アーチが母趾球部までサポートされており、それによる足関節底屈筋活動や足関節底屈角度の増加が、離地角度の増加に寄与したと考えられる。

ケイデンス左右平均の増加に関して 下田らは、1 歩行周期時間が歩行速度の増加とともに短縮することを報告している⁶⁾。本研究でも BCAS 使用により歩行速度が増加しており、その結果、1 歩行周期時間が短縮され、ケイデンス左右平均の増加に影響したと推測される。

立脚時間左右平均の減少に関して Yu-ping らは、アーチサポートインソールを使用することで立脚時間が大幅に短縮されると報告している⁷⁾。また、同インソールが足の圧力中心の内側-外側制御を改善し、歩行時の安定性を向上させることも報告されている⁷⁾。本研究においても、BCAS 使用によるアーチサポートにより、歩行時の立脚初期から中期にかけて足部の左右動揺が減少し、安定性が向上した。また、立脚後期における足部の剛性増大や足趾荷重量増加、底屈モーメントによる推進力の獲得が、立脚時間左右平均の減少に寄与し

たとえられた。

本研究の限界として、歩行解析ツールの信頼性や、健常者のみを対象にしたことが挙げられる。解析結果のうち、速度や時間に関するデータは一貫性があったが、回内外角度やスイング幅、足向角に関しては数値にばらつきが大きく、信頼性に欠ける点が認められた。また、健常者のみを対象としたため、今後は疾患を有する者を対象とした研究を行い、BCASの適応範囲についてさらなる検討が必要である。

結 語

1. 歩行解析ツールとBCASを使用し、その効果を数値化し客観的な評価を行えるかを調査した。
2. BCASを使用した群は、使用していない群と比較して、歩行速度・歩幅・ストライド長左右平均・立脚時間左右平均・推進性・ケイデンス左右平均・離地角度が改善した。
3. 歩行解析ツールを用いることで客観的評価

を行うことが可能であり、また、BCASを使用することで歩行機能が改善することが示唆された。

文 献

- 1) 佐々木克則. 歩くための靴をさらに歩きやすくするために. 靴の医学 2019; 33: 129-35.
- 2) 橋本健史. 足アーチのキネマティクス. 関節外科 2015; 34: 28-32.
- 3) 近藤崇史, 福井 勉, 宗田 大. 前足部横アーチの形態評価と歩行動作の生体力学的因子の関係性. 臨床バイオメカニクス 2016; 37: 129-34.
- 4) 阿部真典. 外側縦アーチパッドが足趾に及ぼす効果. 新潟医療福祉学会誌 2015; 15: 2-7.
- 5) Okoba R, Hasegawa M, Yoshizuka H, et al. Particular protrusion perception arising from plantar sensory input and task guidance enhances lower limb joint dynamics during gait. Journal of Physical Therapy Science 2019; 31: 261-6.
- 6) 下田隼人, 佐藤春彦, 鈴木良和. 身体重心の左右変動に基づく歩行の動的安定性評価. 理学療法科学 2008; 23: 55-60.
- 7) Huang YP, Peng HT, Wang X, et al. The arch support insoles show benefits to people with flatfoot on stance time, cadence, plantar pressure and contact area. Public Library of Science 2020; 15: e0237382.

知覚入力型インソールを用いた荷重練習が脳卒中片麻痺患者の 動的姿勢制御能力に及ぼす影響

Effect of Weight-Shift Training Using Perceptual Stimulus Insoles on Dynamic Postural Control in Stroke Patients

県立広島大学保健福祉学部理学療法学コース

Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Welfare, Prefectural University of Hiroshima

長谷川正哉, 大古場良太, 金井 秀作

Masaki Hasegawa, Ryota Okoba, Shusaku Kanai

Key words : 知覚入力型インソール (Perceptual stimulus insole), 足底感覚 (Plantar sensation), 動的姿勢制御 (Dynamic postural control), 荷重練習 (Weight-bearing training), 脳卒中 (Stroke)

要 旨

脳卒中患者 8 名を対象に、知覚入力型インソール (Perceptual Stimulus Insole : 以下, PSI) の使用が動的姿勢制御能力に与える影響を調査した。まず、PSI を使用しない状態で、麻痺側および非麻痺側への重心移動練習を 5 分間行わせ、麻痺側荷重率および重心移動距離を計測した。その後、感覚が低下している足底部位に突起を配置した PSI を用いて 5 分間荷重練習を実施し、練習後に PSI を取り外して再計測を行った。結果、麻痺側荷重率および重心移動距離が改善し、介入後には「荷重の行いやすさ」が報告された。これらの結果から、PSI は脳卒中患者の荷重練習用ツールとして有効である可能性が示唆された。

緒 言

脳卒中片麻痺患者では麻痺側への荷重が制限され、これにより静的・動的姿勢制御能力、日常生活動作能力、歩行機能が低下することが報告されている。特に、麻痺側荷重率の低下は転倒リスクの増加や活動範囲の制限を招き、生活の質に重大な影響を与える¹⁾。現在、これらの荷重制限に対応するため、リハビリテーションでは、麻痺側への反復的な荷重練習²⁾、インソールの活用³⁾、靴の補高⁴⁾といった介入が採用されている。

一方、金子の報告では、脳卒中片麻痺患者における体性感覚障害が運動機能の低下と密接に関連し、特に感覚障害が運動機能の回復を阻害する重要な要因であることが指摘されている⁵⁾。これに対し、振動刺激⁶⁾や凹凸のあるテクスチャーインソール⁷⁾の使用によって足底感覚を増幅させる試みも進められている。しかし、脳卒中片麻痺患者の感覚障害の程度や部位は多様であり、介入効果に個人差が大きいことから、個別性を重視したアプローチが求められている。

(2024/12/24 受付)

連絡先 : 長谷川正哉 〒723-0053 広島県三原市学園町
1-1 県立広島大学保健福祉学部理学療法学
コース
TEL : 0848-60-1230 (個人研究室)
FAX : 0848-60-1134 (代表 : 総務課)
E-mail : m-hasegawa@pu-hiroshima.ac.jp

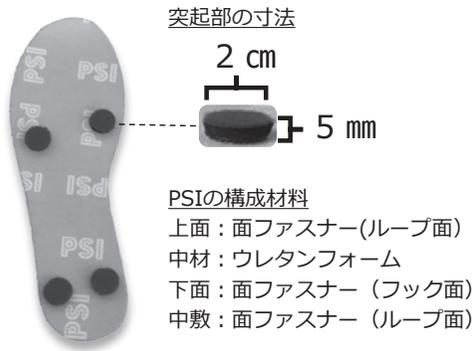


図 1. 知覚入力型インソールの構造

これらの課題に対し、長谷川らは、知覚入力型インソール (Perceptual Stimulus Insole : PSI) を開発した (特許 : 第 7576893 号)。PSI は、インソール上に可変式の突起を貼付する構造を持ち、個人の感覚特性に応じた刺激パターンを柔軟に調整できる。この突起による感覚刺激は、フィードバック情報として機能し、着用者が自身の荷重位置を適切に認識しやすくなると同時に、足底感覚を活用した荷重位置の教示を行う動作指導ツールとしての利用が期待される。なお、健康者を対象とした先行研究において、PSI の使用が足底圧中心位置の随意制御を可能とし、さらに非着用時における足底圧中心位置の学習効果が確認されている。これにより、動的姿勢制御能力の向上に寄与する可能性が示唆されている⁸⁾⁹⁾。本研究では、この PSI を生活期脳卒中片麻痺患者に臨床応用し、その使用が麻痺側荷重率および重心移動能力に与える影響を検証することを目的とした。

対象と方法

対象は生活期脳卒中片麻痺患者 8 名 (男性 4 名、女性 4 名、平均年齢 64.4 ± 9.5 歳) とした。なお、適応基準として、在宅生活を営み、自力で歩行が可能な者とし、除外基準として言語障害を有する者および足底感覚の完全脱失が認められる者とした。本研究は県立広島大学倫理委員会の承認 (承認番号 : 22MH056) を受けて実施した。本研究の

目的および方法について対象者に対して事前に説明を行い、書面で同意を得たのち実験を行った。

計測項目として、体圧測定器 SR ソフトビジョン (住友理工社製、サンプリング周波数 20Hz) を用いて、麻痺側および非麻痺側の最大荷重比率および左右方向への足圧中心移動距離を測定した。最大荷重比率は、測定中に麻痺側および非麻痺側において観察された最大支持荷重量を、被験者の体重で割った値として算出した。左右方向への足圧中心移動距離は、静止立位状態を基準とし、荷重練習中に観察された足圧中心の左右方向への変位量を指標とした。なお、本研究では静止立位時の重心位置を原点として定義することが難しく、左右方向の重心移動距離は、麻痺側および非麻痺側への移動範囲をそれぞれ測定し、その最大値を合計したものとして算出している。この方法により、左右方向への動的姿勢制御能力の変化を評価する指標としての妥当性を確保している。測定は PSI 介入前、PSI 介入後に実施した。まず、PSI 介入前の測定に先立ち、足位を肩幅に設定し接地面にマーキングを行った。続いて 5 分間、麻痺側および非麻痺側へ各被験者の最大努力下で荷重練習を行わせた。5 分間の休憩の後、再度、同様に荷重移動を行わせ、PSI 介入前の測定を行った。なお、荷重移動の手順は、験者の合図で行い、静止立位 10 秒間、非麻痺側への最大努力荷重 5 秒間、麻痺側への最大努力荷重 5 秒間とした。次に、各被験者に対し荷重時に知覚しにくい部位や荷重しにくい部位について足底面の図を用いて聴取し、同部位に突起を貼付した PSI を作製した。(図 1) なお、PSI を着用した際、痛みや違和感がなく、突起を知覚できるかを口頭で確認した。PSI の突起に荷重するよう指示を行い、麻痺側および非麻痺側への荷重練習を行わせた。最後に、PSI を取り外し、練習時の突起位置を想起しながら荷重移動を行うよう指示し、PSI 介入後の測定を行った。なお、被験者の特徴および突起位置を表 1 に示す。また、主観的評価として、全測定終了後に「荷重部位のわかりやすさ」や「荷重のしやすさ」につ

表 1. 各被験者の特徴と突起の設置部位

	麻痺側	Br.Stage	感覚障害	PSI 突起位置	発症からの年数	歩行補助具
被験者 A	左	下肢 3	軽度	左：踵内側 母指球	9 年	杖, AFO
被験者 B	左	下肢 3	軽度	左：踵内側 母指球	23 年	杖, AFO
被験者 C	左	下肢 4	軽度	左：踵外側 小指球	9 年	4 点杖, AFO
被験者 D	右	下肢 4	軽度	右：踵外側	8 年	杖, AFO
被験者 E	右	下肢 3	軽度	右：母指球	8 年	杖, AFO
被験者 F	左	下肢 3	軽度	左：母指球	5 年	杖, AFO
被験者 G	左	下肢 4	中等度	左：母指球 小指球	3 年	杖, AFO
被験者 H	左	下肢 3	重度	左：踵内側 母指球	14 年	杖, AFO



図 2. PSI 練習後のワードクラウド

となり、有意差は認められなかった。重心の左右移動距離は、PSI 介入前 48.07 cm (47.00-55.55)、PSI 介入後 49.98 cm (49.33-58.92) となり、有意差を認めた ($p < 0.01$)。また、介入後に実施したインタビューでは、全被験者が PSI 使用時における「荷重部位の分かりやすさ」や「荷重の行いやすさ」を報告した。これらの報告はテキストマイニングによる質的解析で確認され、「荷重の明確化」や「足底感覚の活用しやすさ」といった共通キーワードが抽出された。(図 2)

考 察

いて半構造化インタビューを実施し、荷重部位の認識や動作の困難感について意見を収集した。

各測定項目における PSI 介入前、PSI 介入後の比較にはウィルコクソンの符号付き順位検定を適用し、有意水準を 5% に設定した。また、インタビュー内容については AI テキストマイニング (ユーザーローカル社製) を用い、単語の出現頻度を解析し、ワードクラウドとして可視化した。ワードクラウドは、頻出する単語ほど大きく表示される特徴があり、被験者の主観的な体験において、どのようなイメージが強調されていたかを示す手法である。

結 果

麻痺側荷重率は、PSI 介入前 70.0% (67.0-81.8)、PSI 介入後 78.8% (76.2-88.8) となり、有意差を認めた ($p < 0.05$)。非麻痺側荷重率は、PSI 介入前 86.0% (85.3-88.5)、PSI 介入後 88.8% (85.9-93.1)

本研究結果から、PSI を用いた荷重練習後に麻痺側荷重率および重心移動距離の有意な改善が確認された。本研究における重心移動距離の増加は、麻痺側の荷重量の増加を反映しており、麻痺側における動的姿勢制御能力の向上と関連する指標と考えられる。動的姿勢制御能力の向上は、身体運動の自由度を拡大し、対象者がより動きやすい状態になることを意味するため、PSI を用いた荷重練習が麻痺側荷重量の増加を通じて運動機能の改善に寄与する可能性が示唆された。被験者からも「荷重部位が分かりやすい」「荷重が行いやすい」との主観的な意見が得られ、主観的な報告と客観的な結果が一致していることから、PSI を用いた荷重練習の有効性が明らかとなった。

従来、脳卒中片麻痺患者における足底感覚に対する介入手法として振動刺激⁶⁾やテクスチャインソール⁷⁾が用いられてきた。これらの方法は装着

中に感覚フィードバック量を増幅する目的で使用されているが、感覚刺激部位が固定的であることや非装着下では効果が得られない点が課題とされてきた。これに対し、本研究の結果では、PSIを外した状態でも麻痺側荷重率や重心移動距離が増加しており、感覚刺激を通じて得られた情報が学習され、非着用時にもその効果が持続した可能性が示唆される。なお、本研究では単回の荷重練習による直後の効果を評価しており、長期的な持続効果については検討していない。一方、佐藤らの研究にて、PSIを用いた指導が短期的な運動技能保持に寄与することを報告しており⁹⁾、本研究の介入方法においても、一定の持続性を持つ可能性が示唆される。今後は、より長期間のフォローアップを行い、持続効果を検証することが求められる。また、麻痺側のみ荷重率が改善し、非麻痺側には有意な変化が見られなかった点について、本研究では麻痺側のみPSIを装着しており、麻痺側荷重率の増加を優先的に補助する実験設定であったことを反映した結果と考えられる。一方、非麻痺側に変化が見られなかったことから、荷重練習の効果が順序効果や疲労効果の影響によるものではなく、PSIを用いた荷重練習そのものの効果である可能性が示唆される。

さらに、被験者の主観的な内省報告と客観的な計測結果が一致している点は、本研究の結果を裏付ける重要な要素である。被験者から「荷重部位が分かりやすい」との報告が得られたことは、PSIが単なる感覚入力を提供にとどまらず、その感覚情報を被験者が適切に解釈し、目的とする荷重部位を明確化するプロセスを支援したことを示唆している。金子らは、感覚への適切な介入が運動機能の改善に寄与することを報告しており⁵⁾、PSIを用いた荷重練習は、感覚障害を有する患者の個別性に対応した有効なアプローチにつながることを示された。

以上の結果から、PSIは麻痺側荷重率を効率的に改善する介入手段として有効であると考えられる。特に、非着用時における介入効果や主観的満

足感の向上は、従来の介入手法では得られにくい優位性を示すものである。今後は、PSIの形状や配置、練習方法のさらなる改良を検討し、日常生活や長期的な効果を評価する研究が求められる。

結 語

本研究では、生活期脳卒中片麻痺患者を対象に、PSIを用いた荷重練習が麻痺側荷重率および重心移動距離に与える影響を検証した。その結果、PSIの使用により麻痺側荷重率および重心移動距離の有意な改善が確認された。また、主観的評価においても「荷重部位が分かりやすい」「荷重が行いやすい」といった肯定的な報告が得られた。これらの結果は、PSIが麻痺側荷重の改善に特化したリハビリテーションツールとして有効である可能性を示している。特に、個別性に配慮した足底感覚への刺激を通じて、効率的な荷重学習を支援する点がPSIの大きな特徴であると考えられる。今後は、対象者を拡大し、PSIの長期的な効果や他のリハビリテーション手法との比較を行うとともに、実際の歩行機能や転倒リスクにおよぼす影響について調査を進める。

文 献

- 1) Shao C, Wang Y, Gou H, et al. The factors associated with the deterioration of activities of daily life in stroke patients: A retrospective cohort study. *Top Stroke Rehabil* 2024; 31: 21-8.
- 2) Shrestha R, Sandesh TS, Jalal Z, et al. Effects of multi-directional step exercise with weight-shifting as an adjunct to conventional exercises on balance and gait in stroke patients. *Sci Rep* 2022; 12: 17053
- 3) Ferreira LAB, Galli M, Lazzari RD, et al. Stabilometric analysis of the effect of postural insoles on static balance in patients with hemiparesis: a randomized, controlled, clinical trial. *J Bodyw Mov Ther* 2017; 21: 290-6.
- 4) Kang KW, Kim K, Lee NK, et al. Effect of constrained weight shift on the static balance and muscle activation of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 777-80.
- 5) 金子文成. 脳卒中片麻痺患者における体性感覚障害が運動機能に及ぼす影響. *脳卒中とリハビリテーション* 2014; 27: 809-16.

- 6) Liang JN, Ho KY, Hung V, et al. Effects of augmented somatosensory input using vibratory insoles to improve walking in individuals with chronic post-stroke hemiparesis. *Gait Posture* 2021 ; 86 : 77-82.
- 7) Aruin AS, Rao N. The effect of a single textured insole in gait rehabilitation of individuals with stroke. *Int J Rehabil Res* 2018 ; 41 : 218-23.
- 8) Senzaki D, Okamura K, Yoshida H, et al. Effect of protruding stickers enhancing plantar sensory feedback on control of the center of force trajectory during gait : A preliminary study. *The Foot* 2023 ; 56 : 102023.
- 9) 佐藤慎也, 長谷川正哉, 高宮尚美他. 指導方法の差異が短期的な運動技能保持に及ぼす影響. *認知神経リハビリテーション* 2019 ; 18 : 53-7.

踵無し一本歯下駄歩行中の足関節背屈角度と底屈筋々活動の解析

Analysis of ankle dorsiflexion angles and plantar flexor muscle activity during gait in single-tooth clogs without a heel

¹⁾兵庫医科大学リハビリテーション学部

²⁾川崎病院リハビリテーション部

³⁾京都がくさい病院リハビリテーション部

⁴⁾神戸医療福祉専門学校三田校 義肢装具士科

⁵⁾兵庫医科大学リハビリテーション研究科

¹⁾Hyogo Medical University, Faculty of Rehabilitation

²⁾Kawasaki Hospital, Department of Rehabilitation

³⁾Kyoto Gakusai Hospital, Department of Rehabilitation

⁴⁾Department of Prosthetist & Orthotist, Kobe College of Medical Welfare Sanda Campus

⁵⁾Hyogo Medical University, Department of Graduate School of Rehabilitation Science

坂口 顕¹⁾, 佐藤 奏²⁾, 北野 蓮³⁾, 山本 悟士⁴⁾⁵⁾

Akira Sakaguchi¹⁾, Kana Satoh²⁾, Ren Kitano³⁾, Satoshi Yamamoto⁴⁾⁵⁾

Key words : 踵無し一本歯下駄 (single-toothed Japanese clogs without a heel), 古武術 (Ancient Japanese martial arts), 歩行解析 (Gait analysis), 筋電図解析 (Electromyogram analysis), クロスサポートメカニズム (Cross-support mechanism)

要 旨

<緒言>近年、一本歯かつ台座の踵部分が無い下駄がトレーニング用として市販されている。この下駄の効用を検証するために、踵無し一本歯下駄の歩行の動作解析を行った。

<対象と方法>健常大学生13名を対象に、裸足歩行と下駄歩行を三次元動作解析と筋活動を用いて比較した。

<結果>下駄歩行では、立脚期前半において足関節背屈角度と腓腹筋・後脛骨筋・長腓骨筋の筋活動が増加した。

<考察>一本歯下駄歩行は、足関節背屈を促し底屈筋の、stretch-short cycle を誘発したと考えられる。また踵の無い台座は、後足部の安定性に関わる後脛骨筋と長腓骨筋の筋活動を増加させ後足部の制御を促すと考えられる。

緒 言

下駄は古来より日本の伝統的な履き物として用いられてきた。下駄には様々な形状があるものの、一般的には台座、台座に取り付けられた鼻緒と二本の歯から構成されているものがほとんどであ

(2024/12/26 受付)

連絡先：坂口 顕 〒650-8530 兵庫県神戸市中央区
港島1-3-6 兵庫医科大学リハビリテーション
学部

TEL : 078-304-3120 FAX : 078-304-2820

E-mail : sakaguchi@hyo-med.ac.jp



図1. トレーニングで用いられる一本歯下駄 (Arucuto 社製, 一本GETTA). 踵部分の台座がなく, 下駄の歯は1本のみである.

る. 近年, トレーニング用の下駄が開発され市販されている. (図1) この下駄は, 従来の二本歯の下駄とは異なり, 一本歯で, なおかつ台座の踵部分が無いのが特徴である. この一本歯下駄は, アスリートを中心にエクササイズの一環として取り入れられている. 下駄トレーニングの経験者はこれを使用することによりパフォーマンスアップを口にする. また, アスリート以外の一般人においても, 歩行や走行が変化することを実感するという内省報告を聞くことが多い. しかしながら, この一本歯下駄を履くと, 身体にどのような変化があるのかについての客観的指標を用いた報告は無い. そこで本研究では, 踵無し一本歯下駄が動作を変化させる要因を紐解くために, 踵無し一本歯下駄歩行における立脚相前半での足関節周囲の動きと筋活動に着目し, 動作解析と筋電図解析を行った.

対象と方法

下肢に疾患や疼痛がなく, 書面による同意を得た健常男子大学生 13 名 (21.8 ± 0.6 歳) を対象に,



図2. 下駄歩行は, 下駄の歯をついてから踵を付ける様式で行った.

裸足歩行と下駄歩行での比較を行った. 一本歯下駄は踵の無い一本歯下駄 (Arucuto 社製, 一本GETTA) を用いた. 動作解析は三次元動作解析装置 (Vicon Nexus) を用い, Plug in Gate Lower model に従ってマーカーを貼付し, サンプリング周波数は 200Hz とした. 解析項目は歩行立脚相前半 50% の膝関節, 足関節の関節角度ピーク値を計測した. 筋活動は筋電図解析装置 (Nolaxon, 酒井医療社製) を用い, サンプリング周波数 2,000Hz とした. 被験筋は, 腓腹筋 (GC), 後脛骨筋 (TP), 長腓骨筋 (PL) の足関節底屈筋とし, 立脚相前半 50% の平均値を算出した. 裸足歩行は被験者の快適歩行とし, 下駄歩行は下駄トレーニングで行う歩行様式で被験者の歩きやすい速度とした. 両条件とも, 3 試行測定し, その平均値を算出した. まず, 裸足歩行試行した後, 2 分間の下駄歩行の練習を行った. 下駄歩行練習は, 後ろ歩きでの歩行を 1 分間行った後, 次の 1 分間は前向き歩行を行い, 十分に下駄歩行が獲得できたことを確認してから下駄歩行の測定を実施した. なお下駄練習ならびに下駄歩行測定時の下駄歩行の方法は, 一本歯下駄トレーナーの指導に従い, 下駄の歯を接地した後に踵を接地する方法で行った. (図2)

各項目結果は EZR Version 1.64 を用いた. Shapiro-Wilk の検定を用い正規性の確認を行い,

表 1. 立脚相前半 50% での足関節背屈角度ピーク値 (* p<0.05)

	裸足歩行	下駄歩行	(°)
足関節背屈角度	12.2±3.2	22.4±5.0	*

* < 0.05

正規性が認められた項目を対応のある t 検定, 正規性が否定された項目は Wilcoxon の符号付順位検定を行い, 有意水準を 5% とした。

なおこの研究は兵庫医科大学倫理審査委員会の審査・承認を得て実施した(倫理審査番号: 4509)。

結 果

立脚相前半 50% での足関節背屈角度ピーク値は, 裸足歩行 (12.2±3.2°), 下駄歩行 (22.4±5.0°) であり, 下駄歩行で有意に増加していた。(表 1) その他の関節では差がなかった。立脚相前半 50% での足関節底屈筋の筋活動は GC (裸足 229.8±140.7, 下駄 487.1±276.7%), TP (裸足 91.5±34.2, 下駄 138.4±42.8%), PL (裸足 104.3±26.4, 下駄 141.0±36.0) であり, 腓腹筋, 後脛骨筋, 長腓骨筋の筋活動が有意に増加していた。(表 2)

考 察

一本歯で推奨されている下駄歩行トレーニングは, 下駄の一本歯をついた後, 踵をつける歩行であり, 本研究においての一本歯下駄歩行はこれに倣った。この歩行様式は, 古来より古武道などで伝承されてきた「踵を踏む」という動きを意識したトレーニングである¹⁾。この一本歯下駄歩行では, 下駄の歯で接地した後に足関節は強制的に背屈を促される。そのため足関節背屈角度が増加したと考えられる。足関節背屈角度の増加は, 下駄の歯と踵の高低差により, 強制的に足関節背屈が促され, その結果として足関節底屈筋である腓腹筋, 後脛骨筋, 長腓骨筋が急激に伸張される。急激に伸張された筋は, 反射的な筋収縮が生じる。この現象を Stretch-short cycle といい²⁾, プライオメトリクストレーニングはこの現象を利用するこ

表 2. 立脚相前半 50% における各筋の筋活動平均値 (* p<0.05)

	裸足歩行	下駄歩行	(%)
腓腹筋 (GC)	229.8±140.7	487.1±276.7	*
後脛骨筋 (TP)	91.5±34.2	138.4±42.8	*
長腓骨筋 (PL)	104.3±26.4	141.0±36.0	*

* < 0.05

とで, 通常よりもより強力な張力を発揮させるといわれている。一本歯下駄トレーニングは, 足関節底屈筋を賦活する効果があるのでは無いかと推察される。

また, 後脛骨筋と長腓骨筋は, 足部の側方安定性に関わる筋である。下腿内側から足底に付着する後脛骨筋と下腿外側から足底を通り, 内側に付着する長腓骨筋について, 川野は「クロスサポートメカニズム」と称し³⁾, 後足部の安定性に重要な役割を持つと述べている。一本歯下駄では, 台座と歯により安定している前足部に対し, 後足部は台座が無いため不安定な状態である。後足部の安定性を得るためには, 筋による制御が必要となり, 後足部の安定性に寄与する後脛骨筋, 長腓骨筋の筋活動が増加したものと考えられる。

結 語

本研究により, 一本歯下駄トレーニングは, 足部の筋活動を賦活することが明らかとなった。しかしながら本研究では, トレーニング後の動作や筋活動の変化については解析しておらず, 下駄トレーニングの効果を検証できていないため, 今後は, 下駄トレーニング後の歩行やパフォーマンスについて検証していく必要がある。

文 献

- 1) 寺島直美, 脇田裕久. 武術における位置エネルギーを利用した前進動作の効果. 三重大学教育学部研究紀要 2006; 57: 21-31.
- 2) Turner AN, Ian J. The Stretch-Shortening Cycle: Proposed Mechanisms and Methods for Enhancement. Strength Cond J 2010; 32: 87-99.

- 3) 川野哲英. 部位別エクササイズ 足関節. ファンクショナルエクササイズ. 東京:ブックハウス・エイチデイ;2004.106-21.

糖尿病患者の足底胼胝に対し 減圧効果を有する治療用靴下の効果の検討 Study of the effect of therapeutic socks with decompression on plantar calluses in patients with DM

¹新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

²新潟県厚生農業協同組合連合会 豊栄病院 整形外科

³株式会社 山忠

¹Graduate School of Health and Welfare, Niigata University of Health and Welfare

²Department of Orthopedic Surgery, JA Niigata Koseiren Toyosaka Hospital

³Yamachu Co., Ltd.

蓮野 敢^{1,3)}, 阿部 薫¹⁾, 吉田 桂²⁾, 中林 功一³⁾
Kan Hasuno^{1,3)}, Kaoru Abe¹⁾, Kei Yoshida²⁾, Koichi Nakabayashi³⁾

Key words : DM (Diabetes Mellitus), 治療用靴下 (Medical Socks), 胼胝 (Callosity), 中足骨頭 (Metatarsal Head)

要 旨

日本特有の家で靴を脱ぐ文化により、糖尿病患者の足底胼胝の減圧を屋内で行うために靴下に着目し、中足趾節関節 (MTP 関節) に減圧効果を有する治療用靴下を作製した。普通靴下と治療用靴下を比較した結果、治療用靴下の方が MTP 関節での荷重の最大値、荷重の平均値、足底全体のピーク圧力において全てで値が減少した。結果より屋内生活での治療用靴下活用による足疾患へのアプローチの可能性が示唆された。

a) 緒 言

糖尿病 (以下, DM) の足トラブルの一つに足底の胼胝および胼胝下潰瘍がある。これは慢性的な機械的刺激や圧力の集中により発生する。胼胝は長時間の立位や歩行および、足と靴の不適合が原因であることが知られている。DM では末梢神経障害により痛みを感じないため自認できず、発見が遅れるケース¹⁾が問題となっている。

DM では自律神経障害により上半身では発汗量が増加するが、下肢の発汗量が減少するため足部の皮膚は乾燥する。これに胼胝への軽度の外傷が重なることで亀裂を生じ、微生物が皮膚に侵入しやすい環境となる²⁾。このため胼胝は潰瘍や壊疽が発生する前駆病変であり、足部切断となるかどうかの明暗を分ける要素である。

そのため胼胝は削る必要があり、胼胝形成を予防するために患肢に合った足底板 (インソール)

(2024/12/20 受付)

連絡先 : 蓮野 敢 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町 1398 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科
TEL・FAX : 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail : hwd22004@nuhw.ac.jp

を作製しなければならない³⁾。インソールは胼胝形成の予防効果はもちろん、既に形成された胼胝を柔らかい素材によって減圧することができるため有用である⁴⁾。インソールは基本的に屋外で使用する靴に合わせて作製されるため、屋内での使用を想定していないことが多い。日本式住居の屋内では胼胝部にガーゼを貼った状態で、裸足または靴下を着用していることが多く、インソールや靴型装具が効果を発揮できない。仮に屋外用のインソールを屋内でも使用できるように考えた場合に、屋内用の靴やルームシューズを用意し、インソールを屋内外で併用することで対応できると考えられる。しかし、一つだけのインソールでの使用となるため、屋内外で履き替えをする手間や、靴間の形状の違いによる着用感への影響が考えられ、特に日本式住居である場合には靴は適さない。さらに現在の法制度上では保険を適用して一度に複数のインソールの作製は不可能であるため、依然としてハードルが高い。

こうしたDM患者の生活環境の問題解決のために、靴より簡易に履けるサンダルを用いたアプローチ⁵⁾も模索されているが、屋内で靴を脱ぐ文化が強く根付いた日本では容易に受け入れられるとは考えにくい。このように屋内生活における胼胝部の減圧について満足な方策があるとは言い難い現状がある。

そこで本研究では靴下について着目し、減圧機能を具備した治療用靴下を作製し、その効果について検討することを目的とした。靴下の長所として、①屋内での着用が容易であり日本の生活様式に合っている、②靴下を履くだけのため簡便であり長時間着用可能である、③屋外ではインソールとの相乗効果が見込める、④毎日洗い替えができるため清潔を保つことができる、ことが挙げられる。靴下の短所として、インソールと比較して、①糸の素材特性より即時的な効果が小さいこと、②修正が容易でなく作り直しをする必要があること、③耐久性に劣ること、④編み機械に限界があり、自在な形状にすることが困難であること、が

挙げられる。

整形靴技術は欧米の生活様式をスタンダードとした装具の理論の確立・進化がなされてきた。義肢装具士がDM患者への靴下着用について指導する点として、①厚手で柔らかい靴下を履く、②滑りやすい靴下、③ほつれを直した靴下、または縫い目のある靴下は避ける、④日本の5本趾靴下は足趾間の皮膚を傷める可能性があるため履かない、⑤自宅でも必ず中敷き入りの靴を履く、⑥家で靴下や素足でいることは日本の文化の一部だが、特別な問題を起こし得ることを十分に認識すること⁶⁾が挙げられる。またDM患者への靴下を使用したアプローチとしては、一般的な編み方による減圧効果の検討⁷⁾などが散見される程度であり、屋内生活で機能を発揮する装具の代わりとして開発された治療用靴下は見当たらなかった。

足部疾患の治療すべてに共通して、屋内外を問わず疾患への対処ができることが望ましく、日本固有の生活様式に即した装具の進化が必要である。整形靴技術の知識をもとに靴下に機能を具備することで現状の問題を解決する手段になりうると考えた。

b) 対象と方法

対象はDM患者1名(男性, 60歳), 身長174.0cm, 体重100.5kgであった。13年前より整形外科に通院しており, 過去に右足の第3趾の感染による足趾切断があり, 第2中足骨頭部に胼胝がある。(図1) これまで複数回インソールを製作して対応してきたものの, 胼胝の改善が見られなかったため, インソールの使用を拒否している。DMは傷口からの感染に対する管理の徹底が強く推奨されるが, 患者がインソール使用を拒否したため胼胝の悪化に対する方策がない状態で生活しており, 対応に難渋していた。

方法として減圧効果を持つ治療用靴下を作製した。(図2) 靴下のベース素材は綿で構成されている。特徴として, 踵部クッション⁸⁾として用いられていた構造を中足骨頭部に配置し, 通常糸とゴム



図1. 右足底



図3. F スキャンの中足部の計測範囲の設定



図2. 作製した治療用靴下

糸で構成された半円状かつ六角形状のクッション（ハニカムクッション）を具備させた。なおハニカムクッションの範囲はMTPの胼胝部を十分に覆うサイズとした。

計測には足圧分布測定装置Fスキャンモバイル（ニッタ社）を用いて足圧を計測した。

使用した靴下条件は、特別な機能のない先丸の靴下を普通靴下（NS：Normal Socks）、ハニカム

クッションが付いた靴下を治療用靴下（CS：Cushion Socks）とした。各条件で足圧データを2回計測した。Fスキャンの解像度は1セルあたり5×5mmで、解析範囲は横21セル×縦60セルをカバーし、足底全体の接触面を描出する。

母趾を除いた位置（遠位21セル地点）から横21セル×縦14セル内を解析対象として足部の計測位置・範囲を統一した。（図3）計測区間では10～12歩が記録され、歩行開始の加速期と歩行終了の減速期を削除し中間の8歩を解析対象とした。2回の計測データから得られた荷重の平均値および荷重の最大値を比較した。患側である右足の足底全体のピーク圧力についてNSとCSで比較を行った。

倫理的配慮として、症例報告については人を対象とする医学系研究に関する倫理指針の適応外であるが、症例報告対象者には本研究の目的、内容について十分に説明し、同意を得た後に計測を行った。

なお利益相反（COI）について、研究に使用した靴下は株式会社山忠で作製し提供された。第1著者の蓮野敢は株式会社山忠の顧問である。

表 1. 右足の NS と CS における中足部の荷重の最大値, 荷重の平均値, 足底全体のピーク圧力の比較

		計測		平均	差 (NS - CS)
		1 回目	2 回目		
中足部の荷重の最大値 (kg)	NS	110.1	112.2	111.2	7.8kg (7% 減)
	CS	100.4	106.4		
中足部の荷重の平均値 (kg)	NS	47.1	48.4	47.8	0.9 (2.2% 減)
	CS	46.1	47.3		
足底全体のピーク圧力 (N/cm ²)	NS	75	77	76.0	16.5 (21.7% 減)
	CS	54	65		

c) 結 果

右足の荷重の最大値, 荷重の平均値, 右足足底全体のピーク圧力の結果を表 1 に示した。

胼胝の変化は実験開始より 5 か月経過時点で約 1/3 の範囲に縮小し, 経過観察終了の 8 か月目まで状態を維持していた。

d) 考 察

NS と CS の結果より, 荷重値の最大値の減少量が大きく, 荷重の平均値の変化量が少なかったことから, かかる荷重自体の総量はあまり変わらないが一点に集中するような圧力に対して足底のハニカムクッションが機能し荷重を分散する効果があったと考えられた。靴下による減圧が装具という尺度で考えた時にどの程度影響するかについてインソールとの比較が必要である。そこで足底全体のピーク圧力の減圧量についての系統的レビュー⁹⁾の報告により, インソールなしと比較してインソールありでは, 概ね 30% 程度の減圧量であることが判明した。本研究で得られた結果より CS 靴下によって 21.7% のピーク圧力の減少が認められた。これはインソールと比較して約 8% 少ないが, 裸足状態や普通靴下着用状態と比較して中足部の減圧効果が認められ, 使用開始から 8 か月もの間, 靴下のみでの現状維持に寄与したことが考えられた。

足部疾患をもつ患者は外を出歩く機会が少ない

ことが予想されるため, 屋内でもインソールのような荷重分散機能を必要とする本症例については現在も追跡調査中であり, その最中で印象的なことは, 被験者から「靴下を履く習慣はずっとあったため, 継続しやすい」との意見であった。靴下に使い込まれた様子も伺えたため, 糖尿病の足病変の一つのアプローチ方法として有用であると考えられる。

本研究では DM 患者に対して義肢装具の理論を応用し, インソールの役割を靴下に代替させた試みであった。靴下のような縫製製品が医療分野で活用されている事例としては, 深部静脈血栓症に対して使用される着圧ソックス¹⁰⁾があり, 医療分野で用いられる靴下の研究について調査したところ, その大半を占めていた。こうした現状から, 靴下ではゴム糸による締め付けや糸素材の機能が活用されているものの, 着圧ソックス以外で靴下が主体となった治療方法は例がなく, この分野の研究は未開拓であると言える。靴を履く際には靴下を着用することが一般的であることから, 特定の機能を有する靴下が治療手段として活用される場面が多いと想定される。このため, より多角的な視点を持ち足部疾患へのアプローチの選択肢として, インソールなどの治療用装具に比肩できるよう継続して研究開発を進める必要があろう。

なお本研究の限界として, 治療用靴下は既存の技術であるハニカムを試用したため, この形状が最適な減圧効果を発揮するかは判明していない。

また本研究では対象が1例であるため、この論拠を裏付けるためには対象を増やしての機能比較・検討が必要である。今後は六角形以外の形状でクッションを作製し、減圧インソールの機能に匹敵する減圧効果を有する形状の検討が必要であると考えられた。

e) 結 語

屋内生活での胼胝部の減圧方法について靴下に着目し、DM患者の胼胝に対して使用した結果、普通靴下と比較して治療用靴下の方がMTP関節にかかる荷重値の最大値の減少と、平均荷重値の減少、足底全体のピーク圧力の減少が確認された。日本の屋内で靴を脱ぐ文化に治療用靴下という形で適応することで、足部疾患の予防に貢献できる可能性が示唆された。

文 献

- 1) 安在 崇. 糖尿病足病変に対する装具療法—糖尿病足病変・靴型装具・足底装具—. 日本義肢装具学会誌 2011 ; 27 : 162-70.
- 2) Bakker K, Apelqvist J, Schaper N C. Practical guidelines on the management and prevention of the diabetic foot 2011. Diabetes/metabolism research and

reviews 2012 ; 28 : 225-31.

- 3) 寺師浩人: 糖尿病の足病変. 四国医学雑誌 2009 ; 65 : 141-8.
- 4) 金森 晃, 青木主税, 矢島義忠. 糖尿病性神経障害患者における足底胼胝部圧測定と過剰圧軽減の試み. 糖尿病 1999 ; 42 : 201-7.
- 5) 伊藤 理, 高見麻衣子, 矢野智之, 他. 糖尿病足底潰瘍に対する免荷の一工夫. 創傷 2015 ; 6 : 16-9.
- 6) グリンデマンオラフ, 井口万里. 靴型装具 (II) 糖尿病による足の病変及びフットケア・コンセプトを用いた保存療法. 日本義肢装具学会誌 2002 ; 18 : 214-20.
- 7) Soltanzadeh Z, Shaikhzadeh N S, Haghpanahi, M, et al. Effect of socks structures on plantar dynamic pressure distribution. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H : Journal of Engineering in Medicine 2016 ; 230 : 1043-50.
- 8) 実用新案登録 第3193857号 (登録日:平成26年10月1日) <https://www.j-platpat.inpit.go.jp/c1800/PU/JP-3193857/58C6BEB2D49D2099C8F96CD689EFD783FB3A2E4CEF3523661E5086CD8E1B4A48/25/ja> (2024.9.1 アクセス)
- 9) Paton J, Bruce G, Jones R, et al. Effectiveness of insoles used for the prevention of ulceration in the neuropathic diabetic foot : a systematic review. Journal of Diabetes and its Complications 2011 ; 25 : 52-62.
- 10) Lim C S, Alum H D. Graduated compression stockings. Cmaj 2014 ; 186 : E391-8.

発達性協調運動症に認められた外反扁平足に対し 足底挿板が有用であった 1 例

A Case of Pes Planovalgus in Developmental Coordination Disorder Successfully Managed with Foot Orthoses

¹三重県立子ども心身発達医療センター 整形外科

²三重大学大学院医学系研究科 スポーツ整形外科学

¹Dept. of Orthop. Surg., Mie Prefectural Medical Center for Child Growth, Development and Disability

²Dept. of Orthop. And Sports Med., Graduate School of Medicine, Mie University

西村 淑子¹，西村 明展²

Toshiko Nishimura¹，Akinobu Nishimura²

Key words : 知覚運動インサート (sensomotoric insoles), 協調性運動障害 (developmental coordination disorder), 外反扁平足 (flat foot), 足底圧中心軌跡 (center of foot pressure)

要 旨

近年, 発達障害と診断される児童は増えており, 整形外科で尖足歩行や運動の不器用さを診察することがある. 発達性協調運動症 (DCD) の有病率は 5~11 歳の児で 5~6% に達し, 注意欠如・多動症の 50% に併存するとされている. 症例は 9 歳 3 か月男児. ダンスがうまく踊れないことをきっかけに不登校になり児童精神科を受診した. 注意欠如・多動症の診断で転びやすいことを主訴に整形外科を受診した.

DCD に伴った外反扁平足の診断にて足底挿板と体幹筋力向上のため理学療法を施行した. 治療後, 歩容の改善と運動機能の向上が得られ, 学校

の体育にも参加できるようになった. 以上から同法は DCD の症状の改善にも有効になる可能性が示唆された.

緒 言

発達性協調運動症 (Developmental Coordination Disorder; 以下 DCD) とは, 協調運動技能の獲得や遂行が, その人の生活年齢や技能の学習および使用の機会に応じて期待されるものよりも明らかに劣っている状態で, その困難さは物を落とす, または物にぶつかるなどの不器用さ, 物をつかむ, ハサミや刃物を使う, 書字, 自転車に乗る, スポーツに参加するなどの運動技能の遂行における遅さと不正確さによって明らかになる¹⁾. 診断は, 病歴や身体検査, 学校からの報告, および心理測定的に妥当性があり標準化された検査を用いて総合判断することによって下され, 運動技能の障害が, 家庭, 社会, 学校での日常活動を行ったり参加したりすることを著しく妨げている場合にのみ診断される. この症状は発達段階早期でなければなら

(2024/04/05 受付)

連絡先: 西村 淑子 〒514-0125 三重県津市大里窪田町 340-5 三重県立子ども心身発達医療センター 整形外科
TEL : 059-253-2000 FAX : 059-253-2031
E-mail : nishit41@pref.mie.lg.jp

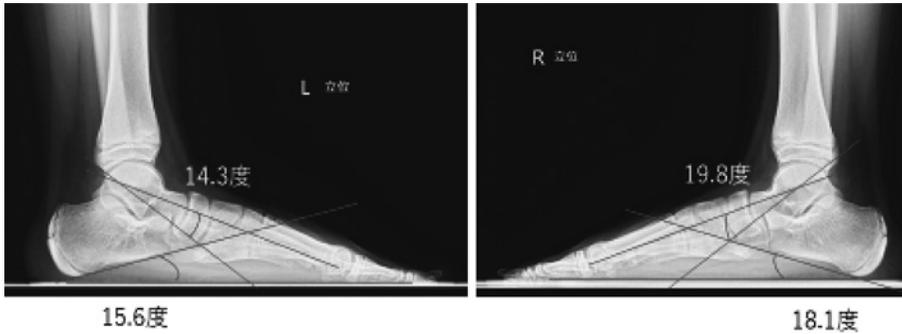


図1. 足部X線

Meary角は左14.3度、右19.8度、で距骨は底屈し外反扁平足を認めた。calcaneal pitch角は左15.6度、右18.1度で外側縦アーチは比較的保たれていた。

ない。また、協調運動の困難さが知的能力障害、視覚障害や神経疾患によるものでないことが条件である。有病率は5～11歳の児で5～6%に達し、注意欠如・多動症の50%に併存するとされている。男性は女性よりも有病率が高く、男女比は2:1～7:1の間である¹⁾。DCDは1987年に精神疾患の診断・統計マニュアル [Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM)-III-R] で取り上げられ、2014年DSM-5の中で、自閉症スペクトラム症、注意欠如・多動症との重複診断が認められ、広く知られるようになった。治療は視覚・聴覚・触覚的な手法を用い、特定の運動課題に対する知覚運動訓練を行う。介入には2つあり、障害指向的な介入と課題特異的な介入がある。どれも姿勢制御や姿勢保持などに必要な体幹筋、上肢から肩の安定性など、粗大運動が微細運動を支えているという視点が重要である²⁾³⁾。尖足歩行や運動の不器用さを主訴に整形外科を受診する傾向にあるが、骨・関節に異常がないことが多く治療方針を決定しにくい。当センターでは、DCDのうち、つまずきやすい、歩き方がおかしいなどを主訴に受診する例に対して、まず理学療法を実施している。理学療法では、歩容・歩行の問題に対し、子どもが取り組みやすい課題を準備し、励ましや賞賛、運動指導を行っている。MBIシステムはパッド一体型のインサートである⁴⁾。2020

年から痙縮のある脳性麻痺児、幼児期の関節弛緩のある外反扁平足にこれを処方している。今回、学童期の発達性協調運動症に伴う外反扁平足でも装具療法と継続的な理学療法を行うことで運動能力向上につながったDCDを1例経験したので報告する。

症 例

症例：9歳3か月 男児

主訴：歩行異常と易転倒性

現病歴：1年前に学校での体育でダンスがうまく踊れないことをきっかけに不登校になり当センター児童精神科を受診した。注意欠如・多動症の診断で通院し転びやすいことを主訴に整形外科へ紹介受診となった。

現症：身長137cm、体重46kg、肥満（ローレル指数178）で歩容はうちわ歩行、外反扁平足であった。足関節背屈角度（膝屈曲位）は右40度、左40度で軽度の関節弛緩を認めた。

単純X線：立位足部側面像ではMeary角（距骨第1中足骨角）左14.3度、右19.8度で距骨は底屈し外反扁平足を認めた。calcaneal pitch角は左15.6度、右18.1度で外側縦アーチは比較的保たれていた。（図1）以上から発達性協調運動症に併存する外反扁平足と診断した。

治療とその経過：Gotec社（ゴテック社）GP

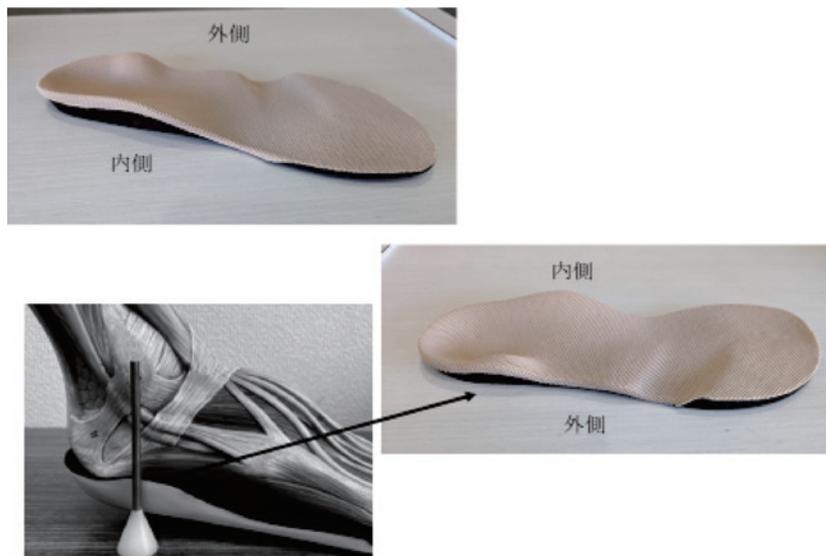


図 2. CAD/CAM を用いたパッド一体型の足底挿板

足底腱膜停止部に近い位置を頂点とするパッド (外側中央部パッド), 長趾屈筋の母趾を除く 4 趾の足趾先端の MP 関節以遠のパッド (外側先端部パッド), 長・短腓骨筋腱の外果下端のターニングポイントにパッド (外側近位パッド) を作製し, 内側にはアーチサポートを作製した.

秦. 知覚連動インサートの理論. PO アカデミージャーナル. 2021 より引用

モバイル データ システムを用いて, 複数の歩行周期で足底圧分布を計測した. 外反扁平足に対して足底挿板を作製した. 足底挿板は足関節の関節弛緩に対し足底腱膜と足底内在筋のストレッチ効果を目的に MBI システムによる知覚連動インサートを処方した. なお MBI システムとは, CAD/CAM というコンピューター上で 3D モデルを作製・設計 (CAD) し, 製造 (CAM) する技術を用いたパッド一体型の知覚連動インサートをさす⁴⁾. 足底圧中心軌跡は外反扁平足により内側に寄っていたため, 正常の軌跡をたどるようにこれを外側に移動させる目的で内側縦アーチをサポートするアーチサポートを作製した. 秦の知覚連動インサートの理論⁵⁾を参考に, 足底腱膜ストレッチを目的に足底腱膜停止部に近い位置を頂点とするパッド (横アーチ部) を作製し, 長趾屈筋の伸展ストレッチを目的に母趾を除く 4 趾の足趾先端の MP 関節以遠にパッドを作製した. 長・短腓骨筋腱の外果下端のターニングポイントにパッドを作

製した. (図 2) また, 理学療法を開始し体幹を鍛え, 姿勢制御や姿勢保持などの練習を行った.

結果: 初診時, 裸足での歩行周期では, 両足ともに足底圧中心軌跡は不均一で, やや内側に寄り内側縦アーチの圧は高い状態であった. 足底挿板挿入直後に足底圧中心軌跡は均一となり, 内側縦アーチでの圧が減少した. (図 3, 4) 床反力と立脚期時間の力積は, 裸足では足底全体で接地していたが, 足底挿板使用後, 踵接地時間が短くなり踏み返しができていた. (図 5) 理学療法の効果判定は開始後 6 か月後に評価した. 外来での協調運動の簡易の評価では, 初診時, 片脚立位は右 10 秒, 左 30 秒, ケンケンでは右 4 回, 左 10 回で右下肢での片脚立位が不安定であった. 6 か月後, 片脚立位は左右 30 秒可能になり, ケンケンは左右 10 回可能になった. 理学療法を併用することで, 姿勢制御や姿勢保持の運動機能が向上し, 学校では転ぶことがなくなり, 体育や活動に参加できるようになった. (表 1)

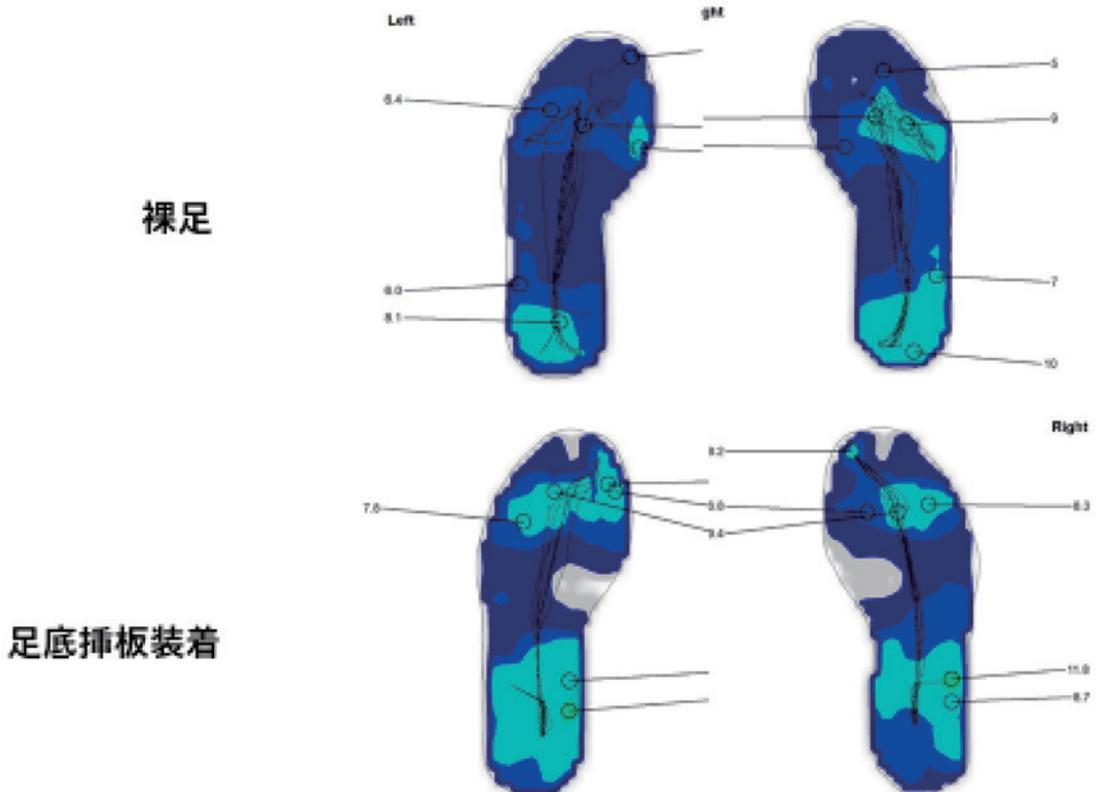


図3. 足底挿板装着前後の足底圧中心軌跡
足底挿板装着により足底圧中心軌跡は踵から母趾に均一な線になった。

考 察

当センターには児童精神科があり DCD の患者が時々紹介受診するが、児童精神科に通院歴がない児童も受診することがあり、全国的に尖足歩行や運動の不器用さを主訴に整形外科を受診する傾向にある⁶⁾。近年、自閉症、注意欠如・多動症などの発達障害と診断される子どもは増えている。文部科学省初等中等教育局の特別支援教育課資料では、自閉症・情緒障害と診断された令和4年度の特別支援級の児童は平成24年と比べ2倍以上に増えていた⁷⁾。DCDは注意欠如・多動症の50%に併存するとされている²⁾。DCDの子どもは運動に苦手意識が強いため、運動不足になりやすく肥満児であることを臨床上経験する。本症例もローレル指数では肥満であった。思春期の肥満児では70%

が外反扁平足であったとの過去の報告⁸⁾から、外反扁平足の原因は肥満が影響している可能性がある。足底挿板の目的は、変形予防、矯正、病的組織の免荷・保護、失われた機能の代償・補助である。さらに知覚連動インサートは、従来の足底挿板とは違い、パッドで筋や腱膜を刺激し、足の内返し、外返し、足関節の底背屈を制御する足底挿板のことである。今回使用した MBI システムは、過去の報告では骨折、神経・筋疾患などの既往がない20代男性13名で内旋歩行、外旋歩行、踵離れが速いなどの症状が改善し⁴⁾、足関節捻挫の既往がある青年8名では腓骨筋の筋活動が有意に強くなり、捻挫再発予防が期待できる結果であった⁹⁾。今回の症例から知覚連動インサートを利用した足底挿板が内側縦アーチに偏った荷重を減少させ、足底圧中心軌跡を正常化する効果があることが分

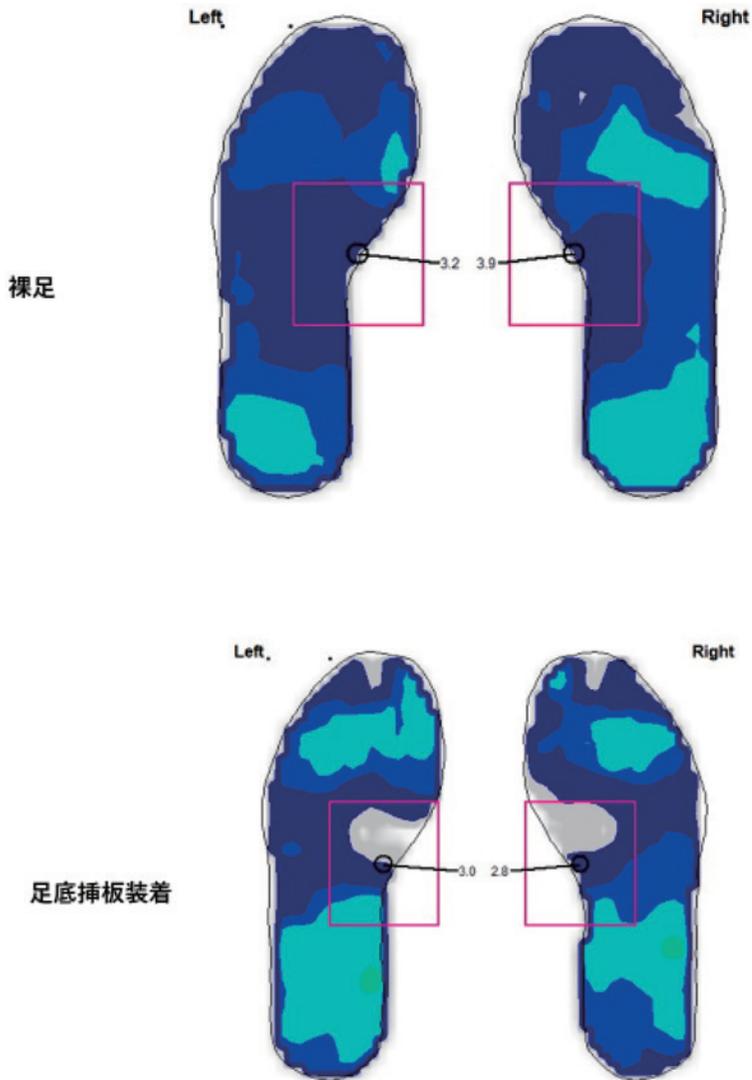


図4. 内側縦アーチ（四角エリア内）の平均足底圧（N/cm²）
内側縦アーチの足底圧は右3.9, 左3.2から足底挿板装着により右2.8, 左3.0と減少した.

かった。さらに理学療法を併用し、姿勢制御や姿勢保持に取り組むことで、足底挿板の効果が高まったと考えている。さらに本症例では歩容の改善のみならず体育などの運動への参加の機会も増加したことからDCDに伴った肥満の解消も期待できると考える。本療法の限界として足底から刺激を加えるため、足底感覚過敏のある自閉症スペクトラム症などの子どもでは使用できない可能性

はある。今回の症例では従来のアーチサポートと知覚運動インサートとの比較をしていないため効果の違いを検証できなかったが、今後従来のアーチサポートと知覚運動インサートの効果を比較検討する予定である。

結 語

DCD 患児の外反扁平足に対して足底挿板装着

歩行時の力積

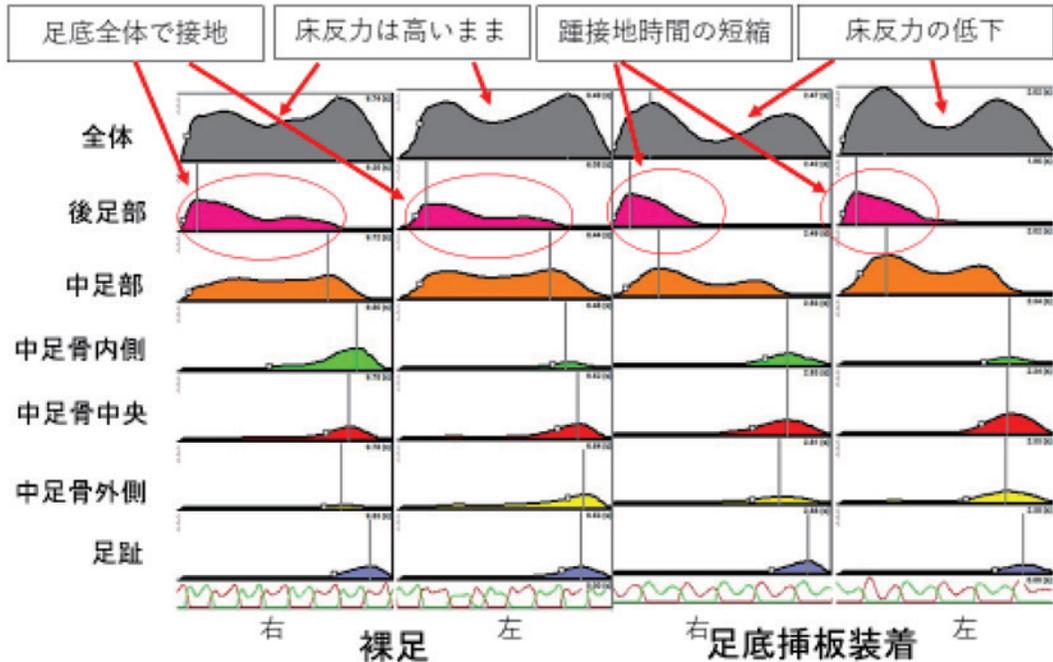


図5. 床反力と立脚期時間の力積
足底挿板装着により踵接地時間が短くなり、立脚中期での床反力が低下した。

表1. 足底挿板装着後の変化

	足底挿板装着前		足底挿板装着後	
内側縦アーチの平均足底圧力 (N/cm ²)	右 3.9	左 3.2	右 2.8	左 3.0
片脚立位時間 (秒)	右 10	左 30	右 30	左 30
ケンケン (回)	右 4	左 10	右 10	左 10
登校	不登校		登校可能	
体育	欠席		参加	

と理学療法を行うことにより歩容の改善と運動機能の向上が得られ、学校の体育にも参加できるようになったことから同法はDCD症状の改善にも有効になる可能性が示唆された。

文 献

- 1) 高橋三郎, 大野 裕. DSM-5 精神疾患の診断・統計マニュアル 5th ed. 日本精神神経学会, 東京: 医学書院; 2014. 72-6.
- 2) 四宮滋子, 田宮 聡. カプラン 臨床精神医学テキスト

- 3) 中井昭夫. 発達性協調運動症. 精神科治療学 2021; 36 (10): 20-1.
- 4) 清水新悟, 秦 康司, 富金原敦. CAD/CAMを用いてシステム化された知覚運動インサート. 靴の医学 2019; 33 (2): 26-31.
- 5) 秦 康司. 知覚運動インサートの理論. POアカデミージャーナル 2021; 29 (3): 191-6.
- 6) 長谷川幸, 伊藤弘紀. 整形外科での自閉症や発達障害のある児に対する診察. 臨床整形外科 2022; 57 (5): 475-80.

- 7) 文部科学省 初等中等教育局 特別支援教育課. R5 特別支援教育の充実について. 4-8. <https://www.mhlw.go.jp/content/001076370.pdf> 2024.4.5 参照
- 8) Yan S, Li R, Shi B, et al. Mixed factors affecting plantar pressures and center of pressure in obese children : Obesity and flatfoot. Gait posture 2020 ; 80 : 7-13.
- 9) 清水新悟. 靭帯損傷における予防的な装具療法と運動療法. PO アカデミージャーナル 2020 ; 28 (3) : 147-51.

陳旧性足関節外側靭帯損傷に対する 外側ウェッジとアーチサポートで歩行能力が改善した一例

A case report ; Improved gait with lateral wedge and arch support for old lateral ankle joint ligament injury

¹新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

²新潟医療福祉大学院 医療福祉学研究科

¹Department of Prosthetics & Orthotics and Assistive Technology, Niigata University of Health and Welfare

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

清水 緑¹, 阿部 薫^{1,2}, 岡部 有純², 前田 雄¹
Midori Shimizu¹, Kaoru Abe^{1,2}, Azumi Okabe², Yu Maeda¹

Key words : 足関節捻挫 (ankle sprain), 外側ウェッジ (lateral wedge), アーチサポート (arch support)

要 旨

足関節捻挫は発症率の高い外傷である。適切な治療や対処を怠ると日常生活の基本である歩行能力の低下や疼痛などを生じることがある。今回、陳旧性の足関節外側靭帯損傷を有する症例に外側ウェッジと内側縦アーチサポートを製作し、歩行能力の変化を評価した。症例は中高生時代の学生スポーツ活動にて複数回の右足関節回外捻挫と右膝関節複合靭帯損傷を既往歴に持つ30代女性であった。スニーカー内のインソールに外側ロングウェッジと内側縦アーチサポートを挿入した歩行では、歩行速度、歩幅、歩行率がそれぞれ有意に改善し、足圧中心は直線的な軌跡から、外側弧状の正常に近い軌跡に変化した。

(2024/12/26 受付)

連絡先 : 清水 緑 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町1398 新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科
TEL・FAX : 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail : raa24023@nuhw.ac.jp

緒 言

足関節内反捻挫(2022年の改訂に伴い、以下回外捻挫)は発症頻度やその再発率が高く、多くのスポーツ競技で受傷される外傷であるにも関わらず、十分な治療を受けずに経過する例も多い^{1,2)}。しかしながら、足関節捻挫の既往は前十字靭帯(Anterior Cruciate Ligament 以下 ACL)損傷の危険因子である³⁾と報告されており、上位関節に二次的な障害を生む可能性があるほか、繰り返す足関節捻挫は慢性的な再発や主観的な足関節不安定感を特徴とする⁴⁾慢性足関節不安定症(Chronic Ankle Instability 以下 CAI)に結びつく^{2,4)}とされている。CAIの病態としてバランス機能障害や固有受容感覚障害、筋機能障害、異常キネマティクスが挙げられ⁵⁾、適切な治療や処置を怠るとさまざまな機能・能力障害への影響が懸念される。さらに、CAI患者の約80%は将来的に変形性足関節症を発症する⁴⁾とされ、日常生活に大きな支障を来す因子にもなり得る。急性期治療後の足関節捻挫

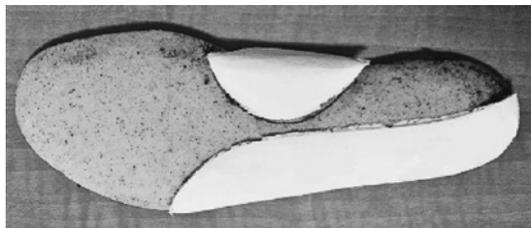


図 1. 右スニーカー内インソール

の治療には機能面に対しては多面的な運動療法が実施され、構造的不安定性に対しては補装具が用いられる。しかし、受傷から長期間経過し、日常生活での活動を対象にした装具装着場面や時間について明確な基準はない。また、後遺症が重度でない場合には装具装着の手間や外観美の問題から装具を日常生活場面で常用することに難しさがあることは想像に容易い。そこで、今回は陳旧性の足関節外側靭帯損傷と ACL 再腱術を既往に有し、近年長時間の立位活動や歩行で足関節に不快感を認める一例に対し、普段使いしているスニーカーのインソールに外側ロングウェッジと内側縦アーチサポートを設定し、歩行能力の変化を評価した。インソールを使用した歩行では、歩行速度、歩幅、ケイデンスが有意に改善したので報告する。

対象と方法

1. 対象の病歴

症例は中学と高校でバスケットボールの部活動中に複数回の右足関節外側靭帯損傷と右 ACL 損傷、右膝内側側副靭帯損傷、内側半月板損傷の既往を持つ 30 代女性であった。膝関節に関しては 18 年前に ACL 再腱術とその術前後に理学療法士による専門的なフォローを受けた。足関節に対しては複数回の回外捻挫受傷後（最も古い受傷は 21 年前）、いずれも医療機関にて足関節外側靭帯損傷の診断、急性期処置を受けた。その後はリハビリなど運動療法の経験はなく、競技復帰や日常生活を送っていた。現在は競技レベルでの運動は行っていない。右足関節捻挫は 3 年前に段差降段時に

受傷したものが直近であり、すでに陳旧例となっている。近年、長時間の立位活動や歩行にて右足関節周辺の不快感を自覚していた。また、膝関節に関しても階段の昇降時では若干の不安定さを感じ、静的立位保持時には無意識のうちに右膝関節が過伸展しているような感覚があった。

2. 身体評価

足関節は前方引出しテストが右側にて陽性、関節可動域は右外がえし 30°、内がえし 50°、左外がえし 20°、内がえし 40°であり左右差を認めた。右膝関節に関しては前方引出しテスト陽性、ラックマンテスト陽性、内外反ストレステスト陰性であった。右足底小趾球部に胼胝を認めた。

3. 方法

右スニーカー内に踵部から小趾球までの外側ロングウェッジと内側縦アーチサポート（以下合わせてインソール）を設定した。（図 1）外側ロングウェッジは長さ 180mm、幅 30mm、厚みを 5mm、内側縦アーチサポートは長さを 75mm、幅 30mm、アーチ頂点の厚みを 10mm にそれぞれ設定した。材質には硬度 JIS C 70 の EVA を使用した。

歩行の評価項目は歩行速度、歩幅、ケイデンスとした。歩行計測は 10m の歩行路に前後 2.5m の予備歩行距離を配置し、中間の 5m を計測区間とした。インソールありとなしの 2 条件でそれぞれ 5 回歩行を計測し平均値を求めた。歩行速度は快適速度とした。足圧分布測定は F スキャンモバイル（ニッタ社）を使用し足圧中心軌跡の偏位を評価した。また、各評価項目の比較にはウィルコクソンの順位和検定を用いた。

結 果

歩行計測の結果を表に示す。（表 1）インソールなしの条件で、歩行速度は（平均±SD）137.9±8.5cm/秒、歩幅は 79.4±2.9cm、ケイデンスは 104.4±8.2 であった。インソールありの条件で、歩行速度は 157.5±3.9cm/秒、歩幅は 85.9±1.6cm、ケイデンスは 110.0±2.4 となり、3 項目全てにおいて有意差（ $P<0.05$ ）が認められた。

足圧中心は、インソールなしの条件では直線的な軌跡（図2）であったが、インソールありの条件では外側弧状の正常に近い軌跡（図3）に変化した。

考 察

ヒトの歩行周期における足部・足関節の運動として、足関節は中間位から底屈位で初期接地を迎え、立脚終期にかけ背屈運動を行い、前遊脚期に底屈運動を行う。足部の運動としては、後足部は荷重応答期から立脚中期に外がえし、立脚終期から前遊脚期において内がえしを行い、中足部は荷重応答期から立脚終期に外がえし、前遊脚期に内がえしをする。前足部においては荷重応答期に内がえし、立脚中期に外がえし、立脚終期に内がえしをする⁵⁾。また、足圧中心は後足部から中足部ま

では足底のやや外側を通り、前足部では内側に抜けていく軌跡を描く⁶⁾とされる。本症例のインソールなしの足圧中心軌跡は、足底接地全相において直線的であることが確認でき、足部・足関節は矢状面での運動が主であり、本来生じるべき水平面・前額面上の運動が少ないことが示唆された。これは繰り返す足関節回外捻挫によって足関節外側靭帯の機能が破綻し、足関節における内外側の安定性に不均衡を生じていることが影響していると推察された。

入江ら⁶⁾は、足圧中心位置は足部モーメントの影響を大きく受けることから、足部全体の剛性や柔軟性を調整する距骨下関節が歩行時の足圧中心位置に影響する可能性があるとしている。距骨下関節の歩行周期における肢位と運動は、初期接地では距骨下関節軽度内がえし（距骨の回外）位で接地し剛性を高めた直後、急速に外がえし（距骨の回内）方向への運動を起こしながら足部に柔軟性をつくり衝撃吸収をする。その後、内がえし運動をおこない、前足部離地では力を床に伝えるために再び距骨下関節内がえし位に転じ⁷⁾、推進力を生む。本症例は足関節外側靭帯損傷によって生じた構造的な支持機構の破綻を動的な支持機構により

表 1. 歩行測定の結果

	インソールなし	インソールあり
歩行速度 (cm/sec)	137.9±8.5	157.5±3.9*
歩幅 (cm)	79.4±2.9	85.9±1.6*
ケイデンス (step/min)	104.4±8.2	110.0±2.4*

* : P<0.05



図 2. 足圧中心軌跡（インソールなし）



図 3. 足圧中心軌跡（インソールあり）

補っていたと考えられた。したがって、足部の剛性を向上させるために距骨下関節の内がえしに関与する筋群が努力的に活動していたと推察された。

また、荷重下では筋活動を用いなくとも、脛骨に対して踵骨が外側に位置しているため荷重線がずれることによって外反モーメントが生じる。しかし、外側靭帯が損傷されている本症例は荷重に伴う過度な外がえしを抑制するために、内がえし作用を持つ前脛骨筋や後脛骨筋が活動していたことも推察された。これらの構造破綻の代償に加え、歩行周期における筋活動は足関節回内（背屈、外転、外がえし）に比べ回外（底屈、内転、内がえし）に作用する筋の方が大きいことや、内がえしでは前脛骨筋が最も大きなモーメントアームを有することなども筋活動にアンバランスを助長させていた要因と考えられた。これらによって、立脚期中に外がえし運動が生じにくい状態にあったと考えられ、一般的とされる踵部から足部外側へ向かう足圧中心軌跡とはならず、直線的な軌跡になっていたと推察された。

一方、インソールありの歩行では、足圧中心軌跡は前足部周辺で外側から内側方向への曲線的な移動を示していた。これは、踵部から小趾球部までのロングウェッジを設定したことに起因したと考えられた。ロングウェッジにより物理的傾斜を設けることで体重移動を内側へ曲線的に変化させ、立脚中期における足部の外がえし運動をサポートすることができたと推察された。また、内側縦アーチサポートを設定することで過度な距骨の回内を抑制することが可能となったと考えた。歩行速度や歩幅、ケイデンスの改善要因についても同様の因子が挙げられ、本症例の足部は立脚期の全相で剛性の高い状態となっていたと考えられ、柔らかい足から硬い足へと交互に変化させ、効率的な蹴り出しを生むことができていなかったと考えられた。そこで、インソールを使用することで足部機能を補助し、推進力を生み出すことができ、歩行能力の改善に繋がったと考えられた。

結 語

陳旧性の足関節外側靭帯損傷と膝関節複合靭帯損傷を有する症例に対してインソールを製作し、歩行能力が改善された。普段使いしているスニーカー内にインソールを用いるだけでも簡便に足部の機能を補助することができた。しかしながら、今回は即時的な効果判定とその報告をしているため、今後は継続的な身体評価を行い、インソール修正を行っていく必要がある。また、考察の展開も足部・足関節のみに留めており、筋電図学的健闘や膝関節との関係性も含め、インソールの長期使用による身体機能の変化など評価をしていきたいと考える。

補足として、足部・足関節の運動「外がえしと内がえし」および「回外と回内」を表記するにあたり、日本整形外科学会、日本リハビリテーション医学会、日本足の外科学会が2022年に改訂した定義を使用した。

文 献

- 1) Fong TF, Hong Y, Chan L, et al. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med* 2007 ; 37 : 73-94.
- 2) Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research. A position statement of the international ankle consortium. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013 ; 43 : 585-91.
- 3) Terada M, Pietrosimone B, Gribble PA. Individuals with chronic ankle instability exhibit altered landing knee kinematics : potential link with the mechanism of loading for the anterior cruciate ligament. *Clin Biomech* 2014 ; 29 : 1125-1130.
- 4) 小林 匠. 新しい International Ankle Consortium 基準を用いた慢性足関節不安定症の該当率とその特徴の検討. *日本臨床スポーツ医学会誌* 2016 ; 24 : 269-74.
- 5) 片寄正樹. 足部・足関節理学療法マネジメント機能障害の原因を探るための臨床思考を紐解く. 第1版. 小林 匠, 三木貴弘編. 東京 : メディカルビュー ; 2018. 5-26, 83-109.
- 6) 入江裕正. 歩行時における足圧中心軌跡と距骨下関節の可動性の関係. *理学療法科学* 2018 ; 33 : 169-72.
- 7) 嶋田智明, 大峯三郎. 実戦 Mook 理学療法プラクティス 膝・足関節障害 全身から評価・治療することの意義と実際. 杉原敏道編. 東京 : 文光堂 ; 2010. 8-14.

当社における足底挿板作製のリピータに関する実態調査

Survey on repeat customers of our insole manufacturing

東名ブレース株式会社

Tomeibrace Co., Ltd.

鈴木 綾那, 小野 嘉昭, 奥村 庄次

Ayana Suzuki, Yoshiaki Ono, Shoji Okumura

Key words : 足底挿板 (insole), リピータ (repeater), 実態調査 (survey), 保存療法 (conservative treatment)

要 旨

足部疾患の保存療法で用いられる足底挿板を更新作製した患者 (リピータ) がどの程度, 存在しているのかを明らかにするための実態調査を行った. 過去5年間の受注分から足部疾患の多い1病院分を抽出し, 作製人数の割合と個数・両足または片足 (左右) の割合と個数・病名・年代・性別の5項目について比較検討したので報告する.

緒 言

従来より足部疾患の保存療法は, 疼痛の軽減や変形の進行予防を目的として足底挿板が多く処方¹⁾されている. しかしながら, 調整や更新作製を患者が希望するか, または医師の指示がない限り義肢装具士との関わりはほとんどない. そのため, 足底挿板作製後の経過が把握しづらい傾向がある. そこで今回, 当社における足底挿板の耐用年数である1年6ヶ月 (障害者総合支援法: 補装具の種目, 購入等に要する費用の額の算定等に関す

る基準 令和6年3月29日改定) を経過し, 更新作製した患者 (リピータ) に関して, どの程度, 存在しているのかを明らかにする目的で実態調査を行った.

対象と方法

期間は2019年1月~2024年1月までの5年間で, 足部疾患の多い1病院における足底挿板リピータを対象とした. 評価内容は, ①作製人数の割合と個数, ②両足または片足の割合と個数, ③病名, ④年代, ⑤性別を抽出し, 比較検討を行った.

結 果

①作製人数の割合と個数

総人数840名, そのうちリピータは169名. リピータ割合は総人数の約20%であり, おおよそ5人に1人が足底挿板を更新作製している結果であった. 更新作製した個数 (以下片足を1単位, 両足を2単位で個数カウント) は, 総数1488足, そのうちリピート数は325足で, リピータ割合は総数の約21%であった.

②両足または片足の割合と個数

作製した足底挿板が両足か片足かについては, 総人数840名中, 両足648名 (1296足), 右足の

(2024/11/22 受付)

連絡先: 鈴木 綾那 〒259-1147 神奈川県伊勢原市白根字初川 472-5 東名ブレース株式会社関東支店
TEL: 0463-92-5578 FAX: 0463-92-5582
E-mail: suzuki@tomeibrace.co.jp

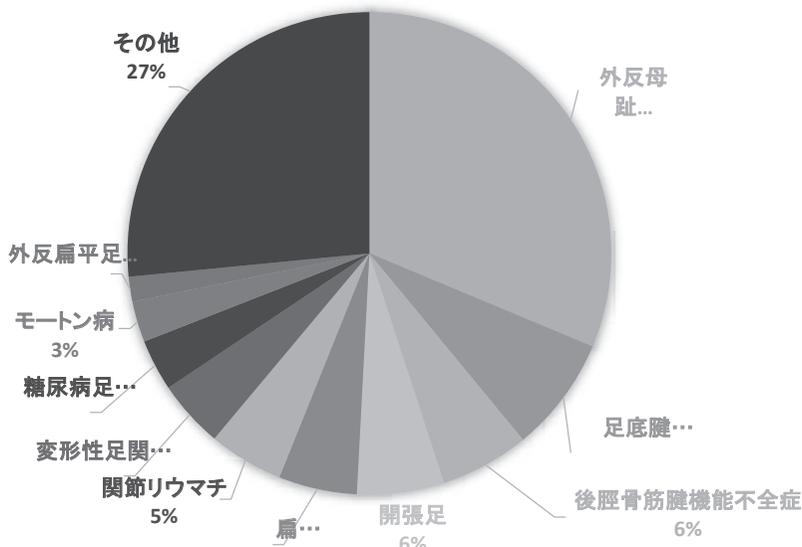


図1. 病名 (総人数)

み 105 名 (105 足), 左足のみ 87 名 (87 足) で, 全体の 77% が両足作製者であった. リピータ 169 名中では, 両足 156 名 (312 足), 右足のみ 7 名 (7 足), 左足のみ 6 名 (6 足) で, 両足作製者がリピータ全体の 92% を占めていた.

③病名

病名については, 総人数 840 名中, 外反母趾が 263 名で全体の 31% を占めていた.

次いで足底腱膜炎 65 名 (8%), 後脛骨筋腱機能不全症 50 名 (6%), 開張足 49 名 (6%), 扁平足 44 名 (5%), 関節リウマチ 42 名 (5%), 変形性足関節症 38 名 (4%), 糖尿病足病変 (シャルコー足含む) 29 名 (3%), モートン病 23 名 (3%), 外反扁平足 14 名 (2%), その他 223 名 (27%) であった. (図 1)

リピータ 169 名の病名は, 外反母趾が 68 名と最も多く, リピータ全体の 40% を占めていた.

次いで後脛骨筋腱機能不全症 16 名 (10%), 関節リウマチ 14 名 (8%), 変形性足関節症 9 名 (5%), 足底腱膜炎 9 名 (5%), 扁平足 8 名 (5%), モートン病 7 名 (4%), 開張足 7 名 (4%), 糖尿病足病変 (シャルコー足含む) 5 名 (3%), 外反

扁平足 5 名 (3%), その他 21 名 (13%) であった. (図 2)

総人数に対する病名におけるリピータ割合は, 外反扁平足が最も多く 35%, 外反母趾に関しては 25% であった.

④年代

年代は, 総人数 840 名中, 70 代が 214 名 (26%), 60 代 185 名 (22%), 50 代 161 名 (19%), 40 代 94 名 (11%), 80 代 66 名 (8%), 30 代 39 名 (5%), 10 代 36 名 (4%), 20 代 32 名 (4%), 10 歳未満 10 名 (1%), 90 代 1 名 (1% 未満), 不明 2 名 (1% 未満) であった. (図 3) 総人数に対するリピータ割合は, 70 代が最も多く 23%, 次いで 10 代 22%, 60 代 21%, 50 代 20%, 10 歳未満 20% であった.

リピータ 169 名では, 70 代が最も多く 51 名でリピータ全体の 30% だった.

次いで 60 代 40 名 (24%), 50 代 33 名 (19%), 40 代 15 名 (9%), 80 代 10 名 (6%), 10 代 8 名 (5%), 20 代 5 名 (3%), 30 代 5 名 (3%), 10 歳未満 2 名 (1%).

70 代と 60 代でリピータ全体の半数以上を占め

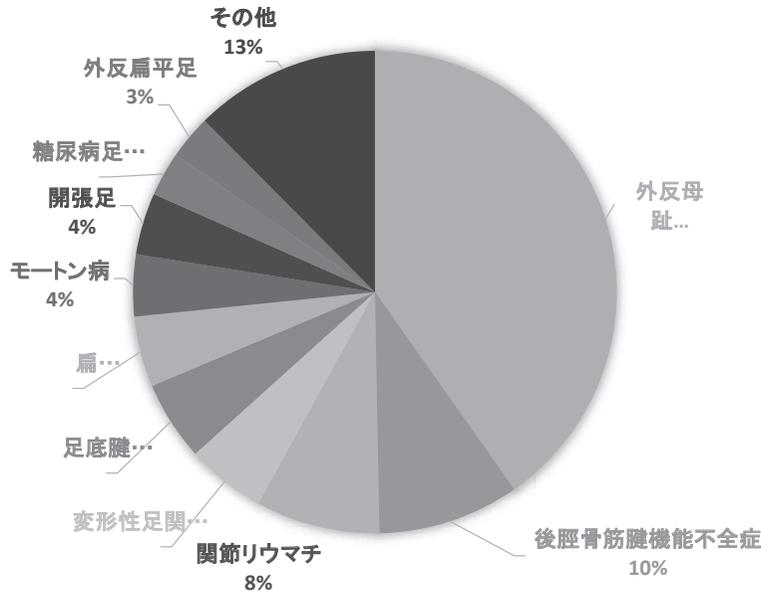


図2. 病名 (リピーター)

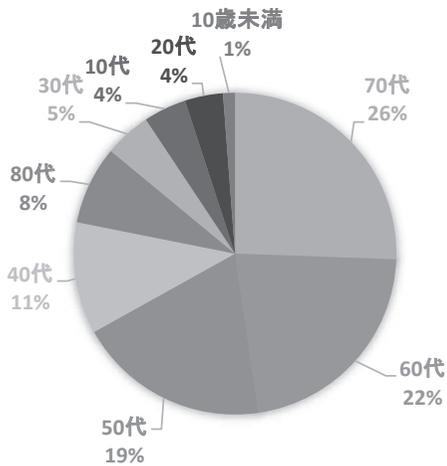


図3. 年代 (総人数)

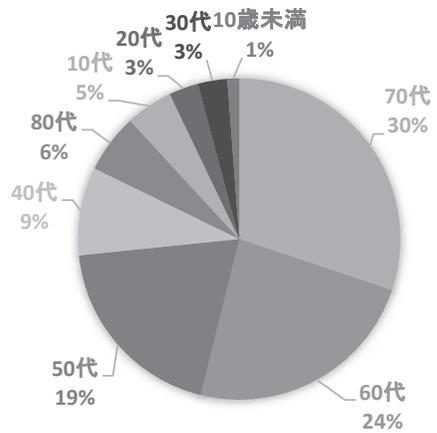


図4. 年代 (リピーター)

ていた。20代、30代は少ない傾向であった。(図4)

⑤性別

性別は総人数840名中、女性577名(69%)、男性263名(31%)。リピーター169名では、女性134名、男性35名とリピーター全体の79%を占めていた。総人数、リピーターともに女性が圧倒的に多かった。

た。

考 察

過去5年間、足底挿板を作製した人数の約20%がリピーターで、おおよそ5人に1人が更新作製している状況であったことから保存療法において足底挿板を選択する層が一定数存在していることがわかった。

そして足底挿板作製総人数, リピータともに70代と60代で全体の半数以上を占めており, 総人数に対してのリピート割合も70代と60代で高いことから, 中高年層に多い傾向があると考えられる. 年齢的にも他の疾病との関連や, 手術に対する心理的要素が影響し, 観血療法が適応である症例でも本人の希望により保存療法の継続を選択しているものと推測される.

また20代, 30代のリピータが少ないのは, 一時的な治療効果で済んでいるケースが多いのではないかと推察される.

病名割合では, リピータの中で外反母趾のリピート割合が高くリピータ全体の40%を占めていたことから, 足底挿板を更新作製し, 継続的に使用することで疼痛の軽減や変形の進行予防という目的に対して足底挿板が有効であると考えられる.

総人数に対してのリピート割合は, 外反扁平足が最も多く35%, 外反母趾が25%であったことに関しては, 外反扁平足が多い年代が10歳未満, 10代であったため, 成長に伴い足底挿板がサイズアウトし更新作製となるケースが多いと推測される. 外反母趾に関しては70代, 60代の割合は高かったが, 20代~40代の割合が低かったため, 総人数に対するリピート割合は低い結果となった.

作製した足底挿板が両足または片足に関しては, 総人数, リピータともに両足作製の割合が高いことから, 両足に変形や疼痛などの症状を呈している患者が多いことが推察される.

最後にリピータの79%を女性が占めていたことに関しては, リピート割合が高かった外反母趾, 後脛骨筋腱機能不全症, 関節リウマチは「女性に

好発しやすい」^{2)~5)}という報告とほぼ一致する結果となった.

結 語

足底挿板は治療的な効果が期待される反面, 明確なエビデンスが確立されていない. 効果には個人差があり, 靴の影響も受けやすく, 靴の種類によっては足底挿板の適合不良を起こし効果を減少させる要因ともなり得る. そのため, 足底挿板を継続的に使用していても観血療法になってしまう症例もある.

今回の実態調査の結果から足底挿板のリピータが一定数存在していることがわかった. このことから, 保存療法における足底挿板の有用性が再認識されたのではないかと考える.

今後は足底挿板のリピートにつながる要因を明確にするため, 今回の結果をもとに引き続き調査を行っていく.

文 献

- 1) 和田郁雄, 堀内 統. 足底装具の処方とチェック. 足の外科の要点と盲点 整形外科 Knack&PitFalls. 山本晴康編. 東京: 文光堂; 2006. 86-92.
- 2) 外反母趾診療ガイドライン2022. 改訂第3版. 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, 外反母趾診療ガイドライン策定委員会編. 東京: 南江堂; 2022. 7.
- 3) 山口 智. 外反母趾. 実践 足の保存療法 手術の前にすべきこと. 第1版. 熊井 司編. 東京: 文光堂; 2023. 248-49.
- 4) 平野貴章. 成人期扁平足. 実践 足の保存療法 手術の前にすべきこと. 第1版. 熊井 司編. 東京: 文光堂; 2023. 277.
- 5) 重症化予防のための足病診療ガイドライン. 日本フットケア・足病医学会編. 東京: 南江堂; 2022. 148.

足関節・足部軟部組織再建の治療成績

～靴関連スコアを用いた評価～

The treatment results of foot and ankle soft tissue reconstruction

～Evaluation using shoe-related scores～

神戸市立医療センター中央市民病院

Kobe City Medical Center General Hospital

塚本 義博, 安田 義

Yoshihiro Tsukamoto, Tadashi Yasuda

Key words : 皮膚欠損 (skin defect), 軟部組織再建 (soft tissue reconstruction), SAFE-Q (Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire), 靴 (shoes)

要 旨

足関節・足部に軟部組織再建を行った25例の靴関連スコア（自己記入式足部足関節評価質問票 Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire : 以下, SAFE-Q の靴関連下位尺度）を評価した。平均は 57.33 点であり, 植皮・局所皮弁・一部の有茎筋皮弁など比較的小さな欠損に対して用いる再建方法を採用した症例群は, それ以外と比較してスコアが高い傾向にあった。市販のどのような靴も履けるようになった症例は約 1/4 に過ぎず, 最終治療目標達成は十分ではなかった。靴に対する自己評価改善のため, 追加手術の検討や義肢装具士・シューフィッターの積極的介入が必要であると考えられた。

緒 言

足関節・足部に生じた皮膚欠損に対する軟部組織再建は, 各種皮弁手術の進歩にも関わらず依然として治療は複雑で困難である。欠損のサイズ・深度や, 周囲組織・皮弁ドナーの有用性など全てに考慮する必要がある¹⁾。初期治療目標である足関節・足部の欠損創の被覆ならびに機能再建には, 血流豊富な組織移植が骨癒合などに有効である。再建術式を検討する際は, 足関節・足部の区域別皮弁選択が治療計画立案に役立つ²⁾。通常靴を痛みなく履けることが最終治療目標であるが, 不適切な皮弁選択によって靴のサイズが合わなかったり, 縫合部で靴擦れをおこしたりすることもあり, 靴関連の愁訴は比較的多い。しかし, 足に合った靴を履くための再手術の必要性について, 未だ議論は不十分である³⁾。本研究の目的は, 足関節・足部に軟部組織再建を行った症例の治療成績における靴関連スコアを評価することである。

(2024/12/14 受付)

連絡先 : 塚本 義博 〒650-0047 兵庫県神戸市中央区
港島南町 2-1-1 神戸市立医療センター中央市民病院
TEL : 078-302-4321 FAX : 078-302-7537
E-mail : zip-b2.yt@zf6.so-net.ne.jp

表 1. 患者背景, 欠損の病因・部位, 再建術式, 術後合併症・追加手術, SAFE-Q 靴関連下位尺度

年齢(歳)	性別	経過観察(ヶ月)	欠損の病因	欠損部位	再建術式	術後合併症	追加手術	SAFE-Q(点)	問 8	問 9	問 34
21	男	30	外傷	後足部	局所皮弁	感染	デブリードマン	100	4	4	4
47	男	26	外傷	前足部	前外側大腿皮弁		植皮	16.66	1	1	0
48	男	31	外傷	前足部	第1背側中足骨動脈皮弁	部分壊死	植皮	100	4	4	4
72	女	7	外傷	後足部	外側上腕皮弁		植皮	0	0	0	0
58	女	27	創離開	後足部	逆行性腓腹動脈皮弁			83.33	4	3	3
78	女	50	創離開	後足部	逆行性腓腹動脈皮弁			66.66	4	4	0
70	女	32	外傷	前足部	外側広筋皮弁		除脂肪	33.33	2	2	0
74	女	18	外傷	後足部	前外側大腿皮弁	部分壊死	除脂肪	91.66	4	3	4
52	男	32	外傷	前足部	前外側大腿皮弁		除脂肪	83.33	4	3	3
71	男	24	創離開	後足部	短腓骨筋弁			100	4	4	4
63	男	36	創離開	後足部	短腓骨筋弁			66.66	4	2	2
37	男	24	外傷	後足部	前外側大腿皮弁		植皮	0	0	0	0
69	女	13	外傷	中後足部	前外側大腿皮弁	全壊死	植皮	58.33	4	3	0
29	男	26	外傷	中後足部	外側広筋皮弁		植皮	58.33	4	3	0
62	男	8	外傷	前足部	外側果上皮弁			0	0	0	0
92	女	38	外傷	前足部	植皮			41.66	1	3	1
31	男	36	外傷	前足部	植皮			100	4	4	4
66	女	48	創離開	後足部	短腓骨筋弁		植皮	100	4	4	4
23	男	8	外傷	前足部	外側果上皮弁			0	0	0	0
33	男	53	創離開	後足部	逆行性腓腹動脈皮弁	感染	遊離皮弁	50	4	1	1
67	男	26	外傷	前足部	前外側大腿皮弁		植皮	91.66	4	3	4
41	男	15	外傷	中後足部	短趾伸筋弁	部分壊死	遊離筋皮弁	66.66	4	4	0
18	男	14	外傷	前足部	植皮			100	4	4	4
30	男	23	外傷	後足部	前外側大腿皮弁		除脂肪	25	3	0	0
64	女	15	外傷	後足部	短趾伸筋弁	部分壊死	遊離皮弁	0	0	0	0

靴関連質問項目 問 8, 9, 34 (4, 3, 2, 1, 0点)

問 8. 最近 1 週間, 足の痛みのためにいつも履いている靴が履けないことがありましたか?

問 9. 足の症状のために足に合った靴を見つけるのは難しいですか?

問 34. この 1 ヶ月間, ファッション性の高い, あるいは冠婚葬祭用の靴を履くことが難しいと感じたことがありましたか?

対象と方法

2019年1月から2023年12月までの間に, 当科で軟部組織再建を行った全ての足関節・足部皮膚欠損症例を対象とした後ろ向き研究である. 周術期死亡症例は除外した. 患者背景として手術時年齢・性別・経過観察期間, 欠損の病因と部位, 再建術式, 術後合併症, 追加手術, SAFE-Q の靴関連下位尺度^{4)~6)}を調査した. 統計量計測はそれぞれ対応のない t 検定で行い, R version 3.6.1 を使用し, $p < 0.05$ を有意差ありとした.

結 果

症例は 25 例 (男性 16 例, 女性 9 例), 手術時平

均年齢は 52.6 歳 (18-92 歳), 平均経過観察期間は 26.4 ヶ月 (7-53 ヶ月), 外傷に起因する皮膚欠損が 19 例 (76%), 外傷術後創離開による皮膚欠損が 6 例 (24%) であった. 欠損部位は前足部 10 例 (40%), 中後足部 3 例 (12%), 後足部 12 例 (48%) であった. 再建方法は植皮 3 例 (12%), 有茎 (筋) 皮弁 12 例 (48%), 遊離 (筋) 皮弁 10 例 (40%) であった. 広範囲に及ぶ欠損は遊離皮弁の選択が多く, 最も多い遊離皮弁は前外側大腿皮弁 7 例 (28%) であった. 術後合併症は感染 2 例 (8%), (筋) 皮弁の部分壊死 4 例 (16%), 全壊死 1 例 (4%) であった. 壊死は有茎 (筋) 皮弁に多く, 足関節周囲に多く認めた. 追加手術はデブリードマン 1 例 (4%), 遊離 (筋) 皮弁 3 例 (12%), 植

表 2. 再建術式別術後成績

術式		症例数	術後合併症	追加手術	SAFE-Q (点)	問 8	問 9	問 34
植皮		3						
有茎 (筋) 皮弁	局所皮弁	1	感染 1	デブリードマン 1	82.57 (± 22.50)	3.727 (± 0.904)	3.363 (± 1.026)	2.818 (± 1.537)
	第 1 背側中足骨動脈皮弁	1	部分壊死 1	植皮 1				
	短腓骨筋弁	3		植皮 1				
	逆行性腓腹動脈皮弁	3	感染 1	遊離皮弁 1				
	外側果上皮弁	2						
	短趾伸筋弁	2	部分壊死 2	遊離 (筋) 皮弁 2	37.49 (± 36.50)	2.142 (± 1.875)	1.571 (± 1.554)	0.785 (± 1.577)
遊離 (筋) 皮弁	外側上腕皮弁	1		植皮 1	* $p=0.001$	* $p=0.017$	* $p=0.003$	* $p=0.003$
	前外側大腿皮弁	7	部分壊死 1 全壊死 1	植皮 4 除脂肪 3				
	外側広筋皮弁	2		植皮 1 除脂肪 1				

平均値 \pm 標準偏差. * $p<0.05$

皮 8 例 (32%)、除脂肪 4 例 (16%) であり、多くの症例で追加手術がなされていた。SAFE-Q の靴関連下位尺度の平均は 57.33 点であった。(表 1) 植皮・局所皮弁・一部の有茎筋皮弁など比較的小さな欠損に対して用いる再建方法 (植皮、局所皮弁、第 1 背側中足動脈皮弁、短腓骨筋弁、逆行性腓腹動脈皮弁) を採用した症例群 11 例は、それ以外と比較して靴関連の点数ならびに各質問項目の点数が全て統計学的に有意に高かった。(表 2)

代表症例 1) 52 歳男性、足背テグローピング損傷。(図 1a) 前外側大腿皮弁で被覆した。(図 1b) 術後 12 ヶ月では皮弁が厚すぎて希望するサイズの運動靴が履けず、(図 1c) SAFE-Q は 66.66 点であった。術後 14 ヶ月で除脂肪の追加手術 (図 1d) を行うことでシューフィッティングが改善し SAFE-Q は 83.33 点を獲得できた。(図 1e)

代表症例 2) 47 歳男性、外傷性前足部壊死。(図 2a, b, c) 前外側大腿皮弁で被覆し、皮膚小欠損部に植皮術も追加したが、(図 2d) 足部の痛み・痺れが残存した。ローカットの靴は脱げそうになり履けないため、SAFE-Q は 16.66 点と非常に低くなった。(図 2e)

考 察

再建方法について、過去の報告では足背の表層欠損・足底は筋膜上までの皮膚欠損であれば植皮

も選択肢になりうる¹⁾⁷⁾。皮弁は多くの部位で薄さが必要になるが、足底荷重部は厚みと耐久性を要し、足関節周囲は可動域を確保するしなやかな皮弁が必要である⁸⁾。その点において、本研究では概ね適切な術式選択がなされていたと考えられた。しかし、術後合併症を生じ遊離 (筋) 皮弁で再手術を要した症例や、厚すぎる (筋) 皮弁に対して除脂肪の追加手術を要した症例もみられた。

近年のシステムティックレビューで各文献の術後合併症率は大きく異なる⁷⁾が、本研究は有茎 (筋) 皮弁での術後合併症が比較的多かった。本研究の対象は慢性創傷ではなく、外傷時に皮膚が欠損したか、または外傷の術後に創部が離開・壊死して欠損を生じた症例群であるため、選択肢になり得る有茎 (筋) 皮弁は Zone of injury (外傷時に伝達されたエネルギーにより損傷された骨・軟部組織の全体の容積) にあり血行が不安定であった可能性が考えられた。

足関節・足部機能評価は欠損部位や再建術式と有意な相関を認めず、患者満足度評価も再建術式と有意な相関を認めなかった¹⁾と過去に報告がある。しかし、機能獲得が良好であっても多くの患者は靴の修正を要しており、機能だけでなく通常の靴を履けるか否かも評価すべきである³⁾と指摘されている。また、このことは最も評価が難しいと言われており、長期経過観察で明らかになる皮



図 1

- a. 受傷時. 前足部皮膚剥脱創を認めた.
- b. 遊離前外側大腿皮弁で被覆した.
- c. 受傷 12 ヶ月.
- d. 受傷 14 ヶ月. 除脂肪を行った.
- e. 希望するサイズの運動靴を履けるようになった.



図 2

- a. 足趾多発開放脱臼骨折.
- b. 前足部壊死.
- c. 受傷 12 日目, 前足部切断術後.
- d. 受傷 26 ヶ月, 潰瘍等の皮膚トラブルを認めず.
- e. ハイカットの靴しか履けない.

弁損傷や潰瘍もあることが原因²⁾とされている。本研究では、比較的小さな欠損に対して用いる再建方法を採用した症例群 11 例においても、靴関連項目の間 34 は間 8・9 より点数が低い傾向にあった。また、全く問題なく市販のどのような靴も履けるようになった症例は約 1/4 に過ぎず (SAFE-

Q 100 点 6 症例), 最終治療目標達成は十分ではないと考えられた。

本研究における遊離 (筋) 皮弁や一部の有茎 (筋) 皮弁など比較的大きな欠損に用いる再建術式を選択した症例群のスコア改善のために、単純に除脂肪など皮弁の大きさを縮小する追加手術を行

うのみでは不十分であると考えられる。本研究では骨折治癒の状態や足部アライメント変形の有無・程度を評価していない。さらに、SAFE-Qにおける靴関連項目は3項目しかなく症例数も少ないため、欠損部位や再建術式がスコアに相互に及ぼす影響の有無を統計学的に検討できておらず、治療成績の評価としては限界がある。代表症例のように、長期経過観察でシューフィッティングの改善に関連する追加手術の必要性が明らかになることもあるため、更なる長期フォローが必要と考えられる。さらに、義肢装具士やシューフィッターの関わりを調査できておらず、足に合った靴を履くための介入が必要と考えられた。

結 語

当院で足関節・足部の軟部組織再建を行った症例の初期治療目標である欠損被覆は概ね達成されていた。しかし、靴関連スコアが低い症例もあり、最終治療目標達成は十分ではなかった。シューフィッティング改善のため、追加手術の検討や義肢装具士・シューフィッターの積極的な介入をさらに検討する必要があると考えられた。

文 献

- 1) Laitonjam M, Khan MM, Krishna D, et al. Reconstruction of foot and ankle defects : A prospective analysis of functional and aesthetic outcomes. *Cureus* 2023 ; 15 : e40946.
- 2) Hollenbeck ST, Woo S, Komatsu I, et al. Longitudinal outcomes and application of the subunit principle to 165 foot and ankle free tissue transfers. *Plast Reconstr Surg* 2010 ; 125 : 924-34.
- 3) Breidung D, Fikatas P, Mandal P, et al. Microsurgical reconstruction of foot defect : A case series with long-term follow-up. *Healthcare* 2022 ; 10 : 829.
- 4) Niki H, Tatsunami S, Haraguchi N, et al. Validity and reliability of a self-administered foot evaluation questionnaire (SAFE-Q). *J Orthop Sci* 2013 ; 18 : 298-320.
- 5) 仁木久照, 立浪 忍, 原口直樹, 他. 自己記入式足関節評価質問票 Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire (SAFE-Q) 作成報告書. *日整会誌* 2013 ; 87 : 451-87.
- 6) Niki H, Haraguchi N, Aoki T, et al. Responsiveness of the Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire (SAFE-Q) in patients with hallux valgus. *Journal of Orthopaedic Science* 2017 ; 22 : 737-42.
- 7) Crowe SC, Cho DY, Kneib CJ, et al. Strategies for reconstruction of the plantar surface of the foot : A systematic review of the literature. *Plast Reconstr Surg* 2019 ; 143 : 1223-44.
- 8) Hallock GG. The mangled foot and ankle : soft tissue salvage techniques. *Clin Podiatr Med Surg* 2014 ; 31 : 565-76.

重度外反母趾手術患者に対してプレリハビリテーションを 実施した影響および治療成績の傾向について

Efficacy evaluation of preoperative rehabilitation for surgery of severe hallux valgus

¹国保中央病院 リハビリテーション科

²国保中央病院 整形外科

³奈良県立医科大学整形外科

¹Department of Rehabilitation, Kokuho Central Hospital

²Department of Orthopaedic Surgery, Kokuho Central Hospital

³Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University

津村 愛¹, 佐本 憲宏², 森田 成紀², 谷口 晃³, 田中 康仁³

Ai Tsumura¹, Norihiro Samoto², Shigeki Morita², Akira Taniguchi³, Yasuhito Tanaka³

Key words : 外反母趾 (hallux valgus), 手術治療 (surgical treatment), リハビリテーション (rehabilitation), バルキードレッシング (bulky dressing), ボディイメージ (body image)

要 旨

当院での重度外反母趾手術では、治療上、前足部免荷の必要性があり踏み返し動作の制限を要する。近年の高齢社会に伴い、手術患者も高齢者が多くなり、前足部免荷を厳守し早期離床、日常生活動作 (ADL) を安全におくることが困難となりやすい。また、転倒や骨切り矯正部の早期転位等の合併症リスクが高まりやすく、その予防が必要である。本研究では、術後合併症予防のために徹底した早期離床や ADL 自立に向けたリハビリテーションの必要性が高いと考え、手術後の課題遂行を想起した、手術前からはじめるプレリハビ

リテーションを実施した。その結果として早期 ADL 自立に繋がることが示唆され、術後合併症を減らし、良好な治療成績が得られた。

緒 言

高齢者は加齢に伴い身体、精神心理機能面に変化が生じやすく、ボディイメージ (身体像) の正確性が低下しやすい特徴がある¹。ボディイメージの正確性は動作スキルの向上に重要な役割を果たし、運動学習の過程においても有効にはたらくと先行研究にて報告されている²。ボディイメージとは意識的なものであり、その例として手を大きく振る、踵から歩くなどの動作を認識し実感することである。視覚的情報や体性感覚情報を統合させながら意識的に動いてみることで身体は認知し、ボディイメージの正確性は向上する。重度外反母趾手術患者の多くは高齢者であり、術後の踵部歩行が困難となりやすい。本研究の目的は、この運

(2024/12/09 受付)

連絡先 : 津村 愛 〒636-0302 奈良県磯城郡田原本町大字宮 404-1 国保中央病院 リハビリテーション科
TEL : 0744-32-8800 FAX : 0744-32-8811
E-mail : qdam8160@yahoo.co.jp

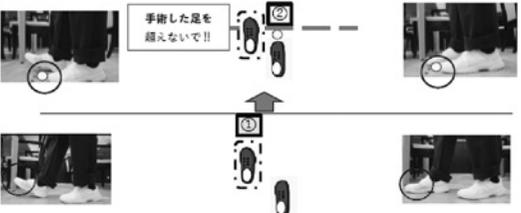
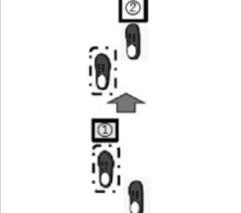
左足用 3つの段階	前期	中期	後期	
横から見た				
注意点	<ul style="list-style-type: none"> ・踵（かかと）で歩く。 ・つま先が床についてはいけません。 ・踏み返しをしてはいけません。 	<ul style="list-style-type: none"> ・足の裏、全体を床につけて歩く。 ・踏み返しをしてはいけません。 	<ul style="list-style-type: none"> ・普段通りに歩く。 ・踏み返ししても良いです。 	
歩き方 足の順序	 <ul style="list-style-type: none"> ○手術した足 ① ○反対側の足 ② ※手術した足 ① を超えてはいけません 		 <ul style="list-style-type: none"> ○普通に歩きます ○踏み返しをして歩きます 	

図 1. 外反母趾パンフレット

動学習の過程に基づき、手術前からプレリハビリテーションを行うことで、ボディイメージの正確性が向上し、術後、早期 ADL 獲得が得られるかを検討することである。また、合併症や治療成績の傾向について、プレリハビリテーションを実施していない例と比較し、関連性があるのかを検討した。

対象と方法

プレリハビリテーションを施行した対象例は、2022 年 1 月から 2024 年 3 月に重度外反母趾手術患者に対して、回旋差し込み中足骨骨切り術³⁾⁴⁾を施行した 46 例 51 足、平均年齢 69.7 (47~85) 歳、男性 3 例 3 足、女性 43 例 48 足とした。術前の外反母趾角 (Hallux Valgus Angle: 以下 HVA) は $49.3^{\circ} (\pm 6.8^{\circ})$ 、第 1 第 2 中足骨間角 (Inter 1st and 2nd Metatarsal Angle: 以下 M1M2A) は $19.6^{\circ} (\pm 2.9^{\circ})$ 、術前術後評価は日本足の外科学会母趾判定基準 (JSSF hallux metatarsophalangeal-interphalangeal scale: 以下 JSSF scale⁵⁾⁶⁾) を用い、術前は平

均 35.8 点 (± 7.1 点)、平均経過観察期間は 1 年 3 か月とした。プレリハビリテーションを施行しなかった対象例としては、2017 年 7 月から 2019 年 3 月に、当院ではなく他院での重度外反母趾手術患者を比較した。術式は同じく回旋差し込み中足骨骨切り術を施行した 43 例 46 足、平均年齢 67.3 (52~80) 歳、術前の HVA は $47.5^{\circ} (\pm 8.4^{\circ})$ 、M1M2A は $21.2^{\circ} (\pm 4.1^{\circ})$ 、JSSF scale は平均 38.8 点 (± 7.1 点)、平均経過観察期間は 1 年 9 か月とした。骨切り矯正部の早期転位を 3 か月まで、再発は 3 か月以降とした⁷⁾。

プレリハビリテーションは、手術前日に実施する。当院作成による外反母趾パンフレットを用いて理解を深めてもらうために、左右のいずれの足用があり、リハビリテーションの内容や ADL 注意点、退院後の生活を文章や図で表記している。(図 1)

術後の歩行形態や ADL 方法を理学療法士がデモンストラーションする。手術する側の患者の足に、術創部を想定した実際のパルキードレッシング



図 2. 実際のカストシュードレッシング



図 3. タオルで再現したカストシュードレッシング



図 4. 術前の踵部歩行練習

グ(図2)をタオルで再現し、(図3)踵部歩行やADL訓練を実施する。(図4)歩行補助具は歩行器を使用し、靴はギプス固定用シューズを用いる。

術後、翌日より離床開始する。約3週間の入院期間、後療法としてリハビリテーションを継続する。当院プロトコルは、歩行練習については、踵部歩行を術後翌日～2週、全足底接地歩行を術後2週～5週、踏み返し歩行は術後5週で許可とした。足趾可動域訓練は、母趾IP関節は翌日、母趾MTP関節は術後2週以降とした。ADL練習は、翌日～退院まで実施した。

結 果

プレリハビリテーションを行った患者の術後のHVAは $9.3^{\circ} (\pm 4.6^{\circ})$ 、M1M2Aは $3.7^{\circ} (\pm 2.1^{\circ})$ 、

JSSF scaleは平均92.0点(± 3.1 点)に改善した。プレリハビリテーションを行わなかった患者のHVAは $10.1^{\circ} (\pm 8.9^{\circ})$ 、M1M2Aは $5.0^{\circ} (\pm 3.2^{\circ})$ 。JSSF scaleは平均90.8点(± 4.5 点)であり、両群ともに外反母趾の矯正は良好であった。術後の歩行においては、手術翌日より安定した踵部歩行を獲得でき、(図5)プレリハビリテーションでの再現性がみられ早期離床や安全なADL自立に繋がった。術後合併症は、プレリハビリテーションを実施した本研究群では、骨切り矯正部の早期転位、転倒、再発は認められなかった。プレリハビリテーションを実施しなかった従来群では、骨切り矯正部の早期転位が3例3足、転倒1例、再発が2例2足という結果であり、プレリハビリテーションの効果があったと考えられる。(表1)



図5. 術後初回の踵部歩行練習
術前の踵部歩行練習の通りに踵部歩行の再現性がみられる。

表1. 本研究群と従来群の合併症の比較
プレリハビリテーションを行った群では、術後の骨切り部の早期転位、転倒および早期再発例をゼロにすることができた。

術後合併症	プレリハビリテーションあり (本研究群)	プレリハビリテーションなし (従来群)
早期転位 (入院中)	なし (0%)	3例3足 (6.5%)
転倒	なし (0%)	1例 (2.1%)
創部遷延治癒	3例3足 (6.2%)	4例4足 (8.7%)
軽度内反母趾	1例1足 (2.1%)	3例3足 (6.5%)
再発例	なし (0%)	2例2足 (4.3%)

考 察

近年の高齢社会に伴い、手術患者も高齢者が多く、加齢による様々な身体機能面の低下がみられる。安静期間が長期的になるとADL低下を招き、廃用が進み合併症のリスクが高まりやすいといえる⁸⁾。本研究では、これらのリスク要因を軽減させるために、手術前日の入院時から手術後の課題遂行を想起したプレリハビリテーションを実施することで、ボディイメージの正確性を高めていくことに意識し、取り組んでいる。パンフレットを使用することで、言葉では表現しにくいイメージが伝わりやすく、記憶に残りやすい。また何度でも見直すことができ、正しい情報の修正ができる手段としても有効であると考え、作成し配布してい

る。また実際に、バルキードレッシングに見立てた状態をタオルで再現し、歩行訓練やADL訓練を実施することにより、術後、早期より安定した踵部歩行の獲得や、安全なADL自立を獲得することができた。これらの取り組みは、術後合併症の予防に繋がり、外反母趾手術の良好な治療成績の安定化が得られた要因のひとつになったと考えられる。また、プレリハビリテーションのみならず、術後合併症対策として後療法も重要と考える。本術式は、ほぞの原理を利用した方法であり、ラグスクリュー2本とロッキングプレートで固定している⁹⁾。

強固な内固定である術式ではあるが、術後2週間以降は、さらに合併症を減らすために、各個人に適した矯正装具を装着し、足趾の可動域訓練を

実施していく。重度外反母趾手術を受ける患者は母趾外転筋運動がうまく行えず、足部内在筋の筋力低下や足趾全体の可動域が低下していることが多くみられる。本装具を併用することにより、母趾を回内位から回外位に矯正維持を図ることができ、母趾外転筋運動や MTP 関節可動域訓練がしやすくなる。外反母趾のリハビリテーションの役割は、手術に至るまで長期にわたり、機能低下をもたらした足部内在筋を賦活化させ、足趾の可動域拡大を目指し、また、足部の機能改善のみならず、筋骨格系疾患の予防も含めたりハビリテーション介入が外反母趾手術の矯正維持を図り、痛みのない生活と自分の足で長く歩けることに繋がり、QOL を高めることが重要だと考える。

結 語

重度外反母趾手術患者に対してバルキードレッシングを想定したプレリハビリテーションを実施した。

プレリハビリテーションを実施することで、していない例と比較すると骨切り矯正部の早期転位や転倒など術後合併症の低下に繋がり、良好な治療成績が得られた。

現状では入院期間のみのリハビリテーション介入であり、退院後も QOL を高めることができるリハビリテーションを提供していくことが重要だ

と考える。

*本研究は第 38 回日本靴医学会学術集会で発表した

文 献

- 1) 山田 実, 上原稔章, 小野 玲他. ボディイメージの発達と加齢変化. 理学療法学雑誌 2007; 34: 142-2.
- 2) 谷 浩明. 練習が運動の獲得に与える影響. 運動生理 1994; 9: 123-9.
- 3) 佐本憲宏, 磯本慎二, 杉本和也他. 重度外反母趾に対する回旋差し込み骨切り術. 日本足の外科学会雑誌 2013; 34 (1): 101-6.
- 4) 佐本憲宏. ポイント解説 整形外科診断の基本知識 下肢疾患 外反母趾の診断. Orthopaedics 2017; 30: 225-32.
- 5) Niki H, Aoki H, Inokuchi S, et al. Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders I : development of standard rating system. J Orthop Sci 2005; 10: 457-65.
- 6) Niki H, Aoki H, Inokuchi S, et al. Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders II : interclinician and intraclinician reliability and validity of the newly established standard rating scales and Japanese Orthopaedic Association rating scale. J Orthop Sci 2005; 10: 466-74.
- 7) 佐本憲宏. 外反母趾手術の合併症の回避のポイント. 整形外科 Surgical Technique 2017; 7: 31-7.
- 8) 内村公亮. リハビリテーションから見た早期離床の注意点や工夫点. 外科と代謝・栄養 2023; 10: 154-7.
- 9) 佐本憲宏. 外反母趾に対する新しい手術療法 回旋差し込み中足骨骨切り術. 外反母趾の治療最前線 MB Ortho 2016; 29 (4): 59-68.

グラウンドサーフェイスの相違が学童期児童の 足部接地面へ及ぼす影響

The effects of different ground surfaces on the feet of school children

¹⁾(一財) 日本バランスポスチャリスト財団

²⁾畿央大学健康科学部看護医療学科

³⁾みらい鍼灸整骨院

¹⁾Nippon Balance Posturist Foundation

²⁾Department of Nursing, Faculty of Health Sciences, Kio University

³⁾Mirai Acupuncture & Bonesetter's Office

邵 基虎¹⁾, 文 鐘聲²⁾, 柳 永善³⁾
Giho So¹⁾, Jong-seong Moon²⁾, Yongson Ryu³⁾

Key words : グラウンドサーフェイス (ground surface), 人工芝 (artificial turf), 足部接地面 (ground contact area), 浮き趾 (floating toe), 回外足 (cavovarus foot)

要 旨

本研究は土および人工芝グラウンドで活動を行う児童の足部接地面を比較することにより、サーフェイスが及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。朝鮮初級学校5校より足部接地面及び学年、性別、身長、体重、利き足、グラウンドサーフェイス、新体力テストの記録の提供を受けた。浮き趾スコアにおいて、人工芝群よりも土群でより高値を示した。外アーチ崩れは、人工芝群において高値を示し回外足傾向であった。20m シャトルランにおいて、土群が人工芝群よりも高値が示され、回外足に起因する着地動作の制限が影響し

ていると考えられた。以上のことから人工芝群が児童の足部の接地状況や運動能力に負の影響を及ぼす危険性が考えられた。

1. 緒 言

2000年に国内でロングパイル人工芝が導入されて以来、学校施設やスポーツ施設においてグラウンドの人工芝化が急速に拡大している。2004年3月時には180施設ほどであったものが2008年3月時には約930施設と増加しており、人気が高いことがうかがえる¹⁾。グラウンド造成にあたって学校や施設運営側が天然芝ではなく人工芝を選択した主な理由としては、天然芝よりも維持管理費が削減でき、養生期間確保のためにグラウンドの使用が制限されないことなど、施工性や維持管理が容易であることが挙げられる²⁾。

そのような背景の中、兼ねてより土グラウンドと人工芝グラウンドのグラウンドサーフェイスの

(2024/12/24 受付)

連絡先 : 文 鐘聲 〒635-0832 奈良県北葛城郡広陵町馬見中4-2-2 畿央大学健康科学部看護医療学科
TEL : 0745-54-1601 FAX : 0745-54-1600
E-mail : j.moon@kio.ac.jp



図1. 足部接地面の形態学的データの算出方法

違いにより引き起こされる損傷について比較研究が行われてきた。人工芝グラウンドでは下肢への損傷が有意に多く引き起こされ、特に膝関節外傷が多かったという報告がある³⁾。サッカーのユース世代における第5中足骨疲労骨折は世界的に見ても日本で顕著に多いことが指摘されており、ロングパイル人工芝の普及と共に増加していることが報告されている⁴⁾。このように日常的に使用される練習グラウンドや学校の運動場などでは、長期に亘り高頻度でその場での身体活動を余儀なくされるため、急性の症状だけでなく、日々蓄積される慢性的なストレスも考慮した上でその予防に努める必要がある。身体活動において、サーフェイスと身体との接点になる足部接地面の不良に起因する障害も報告されている⁵⁾が、グラウンドサーフェイスがジュニア期における足部接地面に影響を及ぼすかについてはほとんど先行研究がない。従って本研究は、土グラウンドと人工芝グラウンドで学校生活をおくる児童の足部接地面を比較することにより、グラウンドサーフェイスが足部接地面に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 対象と方法

対象は西日本地域の朝鮮初級学校（小学校に相当）5校（A県4校，B県1校，2023年度現在）に在籍する初級部（小学）4～6年生児童204人（男児102人，女児102人）であった。本研究は、各初級学校にて測定した足形および体力測定データの提供を受け分析及び評価を行った。提供を受けたデータは、フットプリントを用いた足部接地面及び新体力テストの記録の一部（長座体前屈，反復横跳び，20mシャトルラン），学年，性別，身長，体重，利き足，2022年度～2023年度に対象者が在籍した学校およびグラウンドサーフェイスの状況であった。フットプリントを用いて得られた足部接地面の提供データは，スキャナーからコンピュータに取り込み，画像処理ソフト image-j を用いて足部接地面積，アーチ角，外反母趾角を算出した。（図1）アーチ角については30°以下を扁平足，外反母趾角については14°以上を外反母趾と判定した。外アーチ崩れ，浮き趾指数は同一測定者により目視にて評価を行った。浮き趾指数の判定は矢作らの評価方法を用いた⁶⁾。新体力テス

表1. 基本属性

		人	%
グラウンドサーフェイス	土	83	40.7
	人工芝	121	59.3
学年	4年生	65	31.9
	5年生	55	27.0
	6年生	84	41.2
性別	男性	102	50.0
	女性	102	50.0
利き足	右利き	178	87.3
	左利き	26	12.7

トは対象者全員が土グラウンドにて同日に実施した。

統計解析は土グラウンド群（以下、土群）と人工芝グラウンド群（以下、人工芝群）とに分け、長座体前屈、反復横跳び、20m シャトルランについて正規性を確認した上でt検定を用いて行った。足部接地面における形態学的データの比較については、調整変数を投入した共分散分析を行った。外アーチ崩れについては、利き足、非利き足の外アーチ崩れの有無とグラウンドサーフェイスについて χ^2 乗検定を行った。両足の外アーチ崩れ、片足の外アーチ崩れ、外アーチ崩れなしとグラウンドサーフェイスについて χ^2 乗検定を行った後、残差分析を行った。また、外アーチ崩れの有無別に浮き趾指数、接地面積の比較について正規性を確認した上でt検定にて行った。統計ソフトはSPSS28.0Jを用い有意水準を5%とした。本研究は畿央大学研究倫理委員会より承認を得て実施された（承認番号 R6-01 号）。なお、本研究は朝鮮初級学校にて行われたものであるが、対象児童の身長、体重は2023年度学校保健統計調査における各学年のそれらと遜色ないことを確認した。

3. 結 果

対象者の基本属性を表1に示した。男性102人、女性102人と同数であり、4年生が65人（31.9%）、5年生が55人（27.0%）、6年生が84人（41.2%）であった。利き足については、右利きが178人

（87.3%）、左利きが26人（12.7%）であった。対象者のグラウンドサーフェイスは、土83人（40.7%）、人工芝121人（59.3%）であった。また、対象者全員がサッカー等のクラブ活動以外では一般的なシューズにてグラウンド活動を行っていた。

次に、グラウンドサーフェイスの別による各種成績の比較について表2に示した。身長および体重においては、人工芝群の方が有意に高い値を示した。新体力テストの結果では、長座体前屈および反復横跳びは有意であるとはいえなかったが、20m シャトルランでは人工芝群に比べ土群の方が有意に高い値を示した。足部接地面の形態学的データのうち接地面積、アーチ角、外反母趾角、浮き趾指数について両群の比較を行った結果、非利き足接地面積、利き足外反母趾角、非利き足浮き趾指数、両足浮き趾指数において土群の方が有意に高値となった。また、学年、性別、身長と体重、20m シャトルランを共変量とした共分散分析において、非利き足接地面積、非利き足浮き趾指数、両足浮き趾指数において土群の方が有意に高値となった。アーチ角、外反母趾角については両群ともに正常範囲であった。また、左足、右足、両足のすべてにおいてアーチ崩れが生じている児童の割合が土群に比べて人工芝群の方が有意に高いことが示された。また、外アーチ崩れの有無別に接地面積の平均値の比較を左右ともに行った結果、左右ともに外アーチ崩れのある群の方がいない群に比べて接地面積が大きいことが明らかになった（表には掲出せず）。

4. 考 察

土群と人工芝群における立位時の接地状況の相違について、フットプリントによる足部接地面の形態学的データでは、アーチ角、外反母趾角では正常範囲内であり、土踏まずの発達に差があるとは言えなかった。しかしながら、浮き趾指数において土群で有意に高い値を示したのと共に外アーチ崩れでは左右両足ともに土群において外アーチ

表2. グラウンドサーフェイス別からみた各種成績の比較

	土群		人工芝群		p 値
	Mean ± SD/人	%	Mean ± SD/人	%	
身長	140.1 ± 8.9		142.8 ± 8.8		
体重	33.5 ± 8.0		37.1 ± 9.0		
長座体前屈†	36.6 ± 8.5		36.7 ± 9.5		0.949
反復横跳び†	44.2 ± 6.6		44.7 ± 6.4		0.588
20m シャトルラン†	56.5 ± 18.5		50.7 ± 19.6		0.036
非利き足接地面積‡	71.3 ± 1.1		67.4 ± 0.9		0.007
利き足接地面積‡	72.9 ± 1.1		70.6 ± 0.9		0.126
非利き足アーチ角‡	43.0 ± 1.1		45.3 ± 0.9		0.103
利き足アーチ角‡	43.5 ± 1.2		44.6 ± 1.0		0.487
非利き足外反母趾角‡	7.7 ± 0.5		6.8 ± 0.4		0.206
利き足外反母趾角‡	7.1 ± 0.5		5.8 ± 0.4		0.068
非利き足浮趾指数‡	6.3 ± 0.2		5.5 ± 0.2		0.012
利き足浮趾指数‡	6.6 ± 0.2		6.0 ± 0.2		0.095
両足浮趾指数‡	12.9 ± 0.4		11.5 ± 0.3		0.005
非利き足外アーチ崩れあり §	33	39.8	75	62.0	0.002
利き足外アーチ崩れあり §	38	45.8	85	70.2	<0.001
外アーチ崩れ § ¶					
両方あり	27	32.5	68	56.2	<0.001
どちらか片方あり	17	20.5	26	21.5	
なし	39	47.0	27	22.3	

†: t 検定

‡: 共分散分析. 学年, 性別, 身長, 体重, 20m シャトルランを共変量とした. 推定平均値 ± 標準誤差.

§: χ^2 乗検定.

¶: 残差分析の結果, 「両方」と「なし」で有意

崩れなしの割合が高かったことから土群において人工芝群よりも良い接地をしていることが示唆された。これらの形態学的な相違をもたらした要因として、グラウンドの柔らかさが影響しているものと考えられる。宮地は、硬いソールと中程度のソール、軟らかいソールのシューズを作成し、着地動作の衝撃を計測した結果、着地動作の最大加速度の平均値に相違はなかったが、標準偏差は軟らかいソールで2倍大きかったことを報告しており⁷⁾、人間側がソールの軟らかさに応じて、無意識に着地戦略を調整しているということを示唆している。小林は、靴底の硬さの異なるシューズを履いてランニングした時の着地衝撃の大きさにも差は認められず、逆に軟らかい靴底の方が強い衝撃が現れることもあることを述べている⁸⁾。これらのことから本研究においては、硬いサーフェイスの土グラウンドよりも軟らかいサーフェイスの人工

芝グラウンドの方が、より大きな地面反力を得るために地面に大きな力を加える必要があり、高い筋出力を伴いながら複雑な調整を強いられた可能性が示唆された。

ランニングの着地動作では、足部の回外、回内運動が下肢全体の運動に影響を与えながら、着地衝撃の吸収、分散に大きな役割を果たしている。着地動作初期には足部アーチを固定させるために回外する。その後、重心移動に伴い足部をサーフェイスに適合させ、アーチを緩め衝撃を吸収するために回内し、踏み切り時に再度回外しアーチを固定する⁹⁾。本研究において土群と比べ人工芝群で多く示された外アーチ崩れは、軟らかいサーフェイスに適合した結果であると考えられる。軟らかいサーフェイス上では、着地初期に足部アーチを固定するために生じる回外フェーズが長くなる可能性が考えられる。着地動作では、本来回外フェー

ズで着地し、その後、回内フェーズへと移行し、アーチを緩め、着地衝撃を緩衝しながら前足部へと足圧が移動するが、軟らかいサーフェイス上ではサーフェイスが着地の衝撃を緩衝してしまうため、回外から回内動作へとアーチを緩める局面が作れずに足部内在筋や下腿の筋の緊張時間が長くなる可能性が考えられる。回内動作へと移行できずに行き場を失った足圧が外側に逃げてしまうことで外アーチ崩れが生じたものと考えられる。浮き趾に関しても上記と同様に、着地機序の制限により生じた可能性が考えられる。

新体力テストにおける20mシャトルランの結果、人工芝群よりも土群の方が高値を示したことも着地動作による影響が考えられる。反復横跳びの着地動作では、接地時間が非常に短いため、足部は着地から離地までアーチを固めた動作が主となる。一方、20mシャトルランでは自身で走速度を制御するため、必然的に着地から離地までの接地時間が長くなり、より足部の回内動作の制限に対する影響を受けた可能性が考えられる。江波戸らは、股関節・鼠径部痛を抱えるサッカー選手のランニングの特徴として、足関節の回外から回内への角度変化が少なかったことを明らかにしている¹⁰⁾。このようにランニングでの着地動作において、足部の回内動作が制限されることにより、衝撃を足部でうまく緩衝できず股関節や鼠径部まで上行性の負荷が波及したことにより痛みが生じたと考えられる。本研究は横断研究のため長期的な予後について言及できるものではないが、サーフェイスが軟らかく身体への負担も少ないと考えられがちな人工芝グラウンドにおける一般的なシューズによる持続的な活動が、土グラウンドでの活動と比較して足部への負担を増大し、着地動作における足部の機能低下に起因する運動能力の低下や、オーバユース性の障害をもたらす危険性が考えられる。

結 語

1. 朝鮮初級学校高学年児童204人の足部接地面等について、グラウンドサーフェイス別に土群と人工芝群に分け比較を行った。

2. 土群と人工芝群との比較において、アーチ角、外反母趾角に有意差があるとはいえなかったものの、足部接地面積、浮き趾指数では土群の方が、外アーチ崩れでは人工芝群の方が高く、回外足傾向であることが示唆された。

3. 人工芝群では土グラウンドよりも軟らかい人工芝グラウンドで日常的に活動するため、足部のアーチ機能が低下し、回外足傾向を示したことが考えられ、将来的に足部の形態学的な変化だけでなく、運動能力や障害リスクにおいても負の影響をもたらす危険性が考えられた。

文 献

- 1) 体育施設出版. 依然として人気は上々安定的に増えるロングパイル人工芝. 月刊体育施設増刊号 2008; 37: 2-5.
- 2) 飯島健太郎. グラウンドサーフェイスによるスポーツ障害と人工芝・天然芝. 芝草研究 2013; 42: 1-8.
- 3) 西村 忍, 川村真紀, 中里浩一, 他. グラウンドサーフェイスの変化が大学アメリカンフットボール選手の身体損傷に及ぼす影響/土グラウンドと人工芝グラウンドの比較. 日本体育大学紀要 2003; 33: 17-24.
- 4) 齋田良知, 西尾啓史, 稲葉晃子: Jones骨折の発生要因と予防. 月刊スポーツメディスン 2019; 209: 2-9.
- 5) Green B, Ménard AL, Leduc S, et al. Subtle cavovarus foot: A missed risk factor for chronic foot and ankle pathologies. Int J Foot Ankle 2020; 4: 1-9.
- 6) 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: 65-71.
- 7) 宮地 力. 着地衝撃における計測とシミュレーション. 計測と制御 1992; 31: 425-9.
- 8) 小林一敏. スポーツ工学において人間をどう扱うか. 日本機械学雑誌 1992; 95: 971-4.
- 9) 山下文治, 山際哲夫. 衝撃と下肢関節の障害. バイオメカニズム学会誌 1990; 14: 100-6.
- 10) 江波戸智希, 廣重陽介, 吉岡利貢, 他. 股関節・鼠径部痛の既往者におけるランニング動作の特徴. 日本アスレティックトレーニング学会誌 2021; 7: 75-84.

幼児を対象とした靴教育による足部形態の変化

Changes in foot morphology due to shoe education for preschool children

¹⁾金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究所

²⁾奈良こども療育学園 びりーぶ

³⁾田中町温泉ケア・センター

⁴⁾金沢南ケアセンター

⁵⁾株式会社 シューズ・アカデミック

¹⁾Course of Rehabilitation, Graduate School of Rehabilitation, Kinjo University, Ishikawa, Japan

²⁾Nara Child Therapeutic School BELIEVE, Nara, Japan

³⁾Tanakamachi Onsen Care Center, Ishikawa, Japan

⁴⁾Kanazawa South Care Center, Ishikawa, Japan

⁵⁾Shoes Academic Co., Ltd., Ishikawa, Japan

小島 聖¹⁾, 丸尾 朝之²⁾, 二谷 彩³⁾, 土田 早希⁴⁾, 小間井宏尚⁵⁾
Satoshi Kojima¹⁾, Tomoyuki Maruo²⁾, Sayaka Futatsuya³⁾, Saki Tsuchida⁴⁾, Hironao Komai⁵⁾

Key words : 靴 (shoes), 靴教育 (shoes education), 幼児 (preschool child)

要 旨

3歳児24名を対象に3年間の継続した靴教育を実施し、靴教育の有無による足部形態の変化を追跡調査した。靴教育群には幼児の足長、足幅に合致した靴を提供し、適切な靴の着脱方法を3年間通して繰り返し教育した。対照群は靴教育を実施せずに、1年に1回の評価のみ実施した。その結果、対照群の外反母趾角は、経年的に増加傾向であったが、靴教育群では減少傾向が認められた。土踏まずの形成率は、対照群が3年目で88.5%に留まったのに対して、靴教育群は100%となった。

(2024/10/04 受付)

連絡先：小島 聖 〒924-8511 石川県白山市笠間町
1200 金城大学大学院総合リハビリテーション学研究所
TEL : 076-276-4400 FAX : 076-275-4316
E-mail : kojima@kinjo.ac.jp

3年間の継続した靴教育により、足趾角の増大を予防できることや土踏まずの形成を促進させる可能性が考えられた。

緒 言

日本では下駄や草鞋の履き方から波及した独特な靴の脱ぎ履き動作が浸透している¹⁾²⁾。これまでに、足と靴の不適合によって生じたトラブルが種々報告されており²⁾³⁾、これらを予防する目的で靴の選び方や履き方が啓発されている¹⁾²⁾。

靴に関する教育（以下、靴教育）が啓発される一方で、靴教育の効果に関する報告は少ない。この課題に対して筆者は、幼児を対象に1年間の靴教育を実施した結果、適切に靴を履く動作の改善が認められたことを報告した⁴⁾。そこで今回、3年間の継続した靴教育を実施し、靴教育による足部形態の変化を検討することを目的とした。

対象と方法

1. 対象

2017年にA市内の幼稚園に入園した3歳児15名と2021年度に入園した3歳児14名の計29名を対象とした。2017年度に入園した幼児は1年に1回の足部評価のみ実施する対照群とし、2021年度に入園した幼児は3年間の靴教育を行う靴教育群とした。入園から卒園まで追跡が可能であったのは対照群13名(男児5名, 女児8名), 靴教育群11名(男児7名, 女児4名)であり, 研究期間中に転園した幼児は対象から除外した。本研究の実施前には保護者と幼児に対して趣旨説明を行い, 書面にて同意を得た。なお, 本研究は金城大学研究倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号第27-07号, 第2019-05号, 第2022-04号)。

2. 方法

1) 靴の採寸と提供

研究期間中に靴教育群の幼児が使用する靴は筆者が選定した。靴の採寸は簡易足計測器(足守計測ボックス, JES社製)を用い, 足長と足幅を測定した。採寸結果から対象者の足に合致した靴(AMT-311(屋内用), AMT-361(屋外用), JES社製)を提供した。この靴は同一足長サイズに対して複数幅サイズが展開されているので, 採寸結果に基づき足長と足幅の双方に合わせた。

選定後にはフィッティングを行い, 痛みやサイズ不一致がないことを確認した。提供した靴は登園してから降園するまでの間, 常時使用してもらった。月に1回は筆者がサイズチェックを行い, 足先部分の捨て寸が10mm未満になった場合や破損した場合は適宜交換した。

対照群が使用する靴については, 種類やサイズを指定せずに任意のものを屋内用, 屋外用として使用し, 足部評価の際にサイズの確認を行った。

2) 靴教育

靴教育群はフィッティング終了後, 筆者が幼児と幼稚園教諭に靴の着脱方法を指導した。その方法はJASPE足育指導資料²⁾に準じ, 先行研究⁴⁾と

同様の手順で着脱を指導した。(図1)着脱の肢位は座位とし, 靴を履く際は靴の踵部分と自身の踵を合わせてベルクロを留めるよう指導した。指導した方法を幼児自身が実施できるまで筆者が繰り返し指導した。

3) 足底接地状態の評価

足底接地状態の評価は, 両群とも1年に1回実施した。Foot Look(フットルック社製)を用い, 先行研究⁵⁾と同様の方法で評価した。立位時の足隔は任意とした立位を保持させ, 前方を注視させた状態で足底をスキャンした。趾に過剰な力が入り屈曲・伸展することがないように測定者が確認した上で, 安静立位状態を保持させるよう努めた。得られた画像を専用解析ソフトに取り込み, 足長, 足幅, 外反母趾角, 内反小趾角, 開帳角(第1中足骨と第5中足骨の接線がなす角), 土踏まずの形成度を算出した。

4) 統計解析

足趾角の経年的な群間比較については分割プロット分散分析, 土踏まずの形成度の比較は χ^2 検定を用いた。解析はMac OS版のR4.2.1(CRAN, freeware)を用い, 有意水準は5%とした。

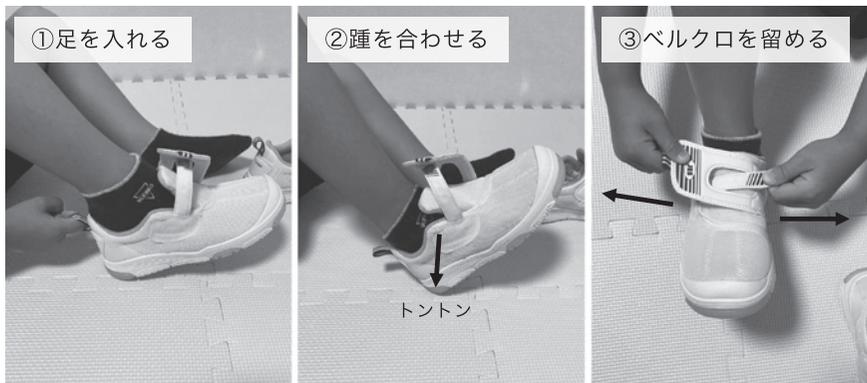
結 果

1. 靴の評価

足部評価の際に対照群の靴を評価した結果, ベルト付きを使用していた割合は1年目40.0%, 2年目46.7%, 40.0%であった。足の実測よりも1cm以上大きい靴を履いている割合は1年目86.7%, 2年目73.3%, 3年目66.7%であり, 足の実測よりも小さいサイズを履いていた幼児は2年目と3年目に各1名のみであった。

靴教育群の幼児が3年間で靴を交換した回数は, 最小で6回, 最大で9回, 総数で89件であった。交換する理由は, サイズアウトが81件, ベルクロの破損が5件, 月型芯の破損が3件であった。研究期間中に, 靴に起因すると思われる爪の痛みや靴ずれなどのトラブルを起こした幼児はいなかった。

履き方



脱ぎ方

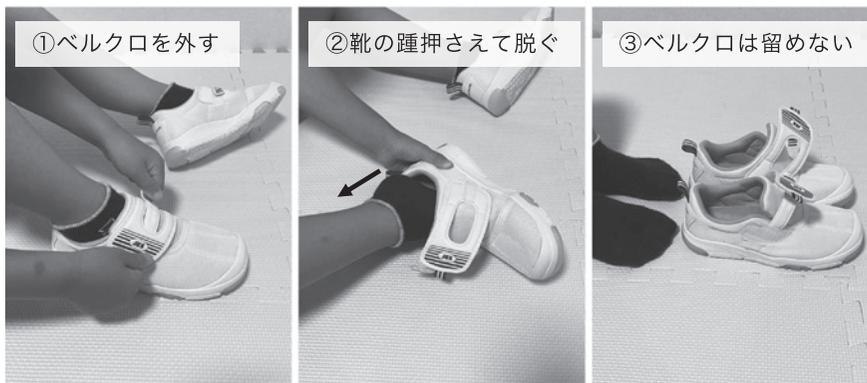


図 1. 靴の履き方, 脱ぎ方の指導方法 (文献5) から転載)

表 1. 足長と足幅

足長	1年目	2年目	3年目
対照群	15.4±0.9	16.2±1.0	17.5±1.1
靴教育群	15.8±0.8	17.0±0.8	17.8±0.9

いずれも有意差なし

単位: cm

足幅	1年目	2年目	3年目
対照群	6.7±0.4	7.0±0.4	7.4±0.4
靴教育群	6.5±0.3	6.9±0.3	7.2±0.3

いずれも有意差なし

単位: cm

2. 足長と足幅 (表1)

足長と足幅は両群とも経年的に増加し, いずれの時期においても群間に有意差は認められなかった。

3. 足趾角と開帳角 (表2)

対照群の外反母趾角は経年的に増加して3年目に $15.1 \pm 3.2^\circ$ となった。靴教育群は経年的に減少して3年目に $8.0 \pm 3.6^\circ$ となり群間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。

内反小趾角は, 対照群が経年的に微増傾向, 靴教育群は微減傾向であったが群間に有意差は認められなかった。

開帳角については, 両群とも経年的に減少傾向が認められた。2年目で対照群が $20.3 \pm 1.5^\circ$, 靴教育群が $16.1 \pm 1.8^\circ$ で群間に有意差を認めたが ($p < 0.05$), 3年目には有意差は認められなかった。

4. 土踏まずの形成率 (表3)

土踏まずの形成率は経年的に増加傾向を示し,

表2. 足趾角と開帳角

外反母趾角	1年目	2年目	3年目
対照群	10.0±3.2	10.9±3.5	15.1±3.2
靴教育群	10.5±2.8	8.5±3.0	8.0±3.6*

*: p<0.05

単位: °

内反小趾角	1年目	2年目	3年目
対照群	13.0±4.6	13.7±5.1	14.0±7.3
靴教育群	10.3±3.4	10.5±4.8	10.1±3.6

いずれも有意差なし

単位: °

開帳角	1年目	2年目	3年目
対照群	20.7±1.3	20.3±1.5	17.3±1.7
靴教育群	20.9±1.6	16.1±1.8*	15.8±2.0

*: p<0.05

単位: °

対照群は2年目、3年目ともに88.5%であった。靴教育群は3年目で形成率が100%となったが、群間に有意差は認められなかった。

考 察

1. 足長と足幅

足長と足幅は両群とも経年的に増加した。これは先行研究⁶⁾を支持する結果となり、年齢とともに足長と足幅の成長が認められた。本研究では対象者数が少ないことや男女比にばらつきがあったことから性差による検討をしていないが、幼児期は性差による影響も報告されていることから⁶⁾、今後は対象者数を増やして検討することが課題である。

2. 足趾角と開帳角

靴の機能としては、靴の中で足が前にずれることを防ぐためのベルトや紐の有無が重要である⁷⁾。足に合わない靴を履いていた場合に生じる傷害については国内外で種々の報告がなされている⁸⁾。また、ハイヒールのような先端が細くなっている靴や大きすぎる靴を履いてつま先部分に前足部が押し込められた状態では、足の形が歪み、前足部の可動性が十分に発揮できないことが報告されている⁹⁾。本研究では研究期間を通して自身の足に合った靴を着用し、靴に踵を合わせてベルクロをしつ

表3. 土踏まずの形成率

	1年目	2年目	3年目
対照群	65.4%	88.5%	88.5%
靴教育群	77.3%	90.9%	100.0%

いずれも有意差なし

かり留めるよう繰り返し指導した結果、対照群と比較して外反母趾角が有意に低値を示した。この要因としては、適切に靴を履くことで加辺らが指摘するように足部や足趾への外的なストレスが軽減したことや、足や靴が本来の機能を発揮しやすい環境であったことが考えられる。

一方で、内反小趾角や開帳角については、靴教育の有無による形態的な変化は認められなかった。この原因としては、対象者数が少ないことに加えて、計測値の個人差が大きかったことや、体重、家族歴などを含めて検討していないことから一定の傾向を得られなかった可能性が考えられる。

3. 土踏まずの形成率

本研究はFootLookの解析ソフトで土踏まずの形成度を評価しており、平沢の方法に準じたHラインを基準としている。Hラインを基準として評価している尾田らの研究グループによると、幼児244人を対象に足部形態を調査した結果、形成率は3歳児で42%、4歳児で61%、5歳児で60%であったと解釈できる¹⁰⁾。先行研究と本研究では1年目(3歳児)の時点で20%以上の差異が生じており、単純に比較することは困難である。しかしながら、適切な大きさの靴を履くことで土踏まずの形成率が増加したのは小中高生の報告⁸⁾と同様であり、適切な大きさの靴を適切に履くことで幼児期における土踏まず形成を促進させる可能性が考えられる。対象者数が少ないことや男女比、体重を考慮していない点は前述の通りで、今後の課題を有している。

4. 靴教育

本研究では継続した靴教育によって多くの幼児で動作の習慣化に至った。課題解決型学習と

フィードバックの組み合わせにより、幼児同士の相互教育が好影響を及ぼしたと考えられる⁴⁾。適切にベルトを締める習慣は靴に足が固定された感覚を知覚させることに繋がり、靴を変えても適切に履くことへ波及すると推測される。本研究では動作の所要時間や早期に技術習得した幼児の行動特性を評価していないが、今後の検討課題である。

一方で、3年間の靴教育を実施しても適切な方法が習慣化できなかった幼児が存在した。その特徴は動作が拙速であることや立位で着脱することであった。先行研究¹⁾³⁾で指摘されるように、下駄箱周囲のスペースの問題や保護者の関わり方も重要な要因であるため、今後は保護者を含めた靴教育が必要である。

結 語

3年間の継続した靴教育により、足趾角の増大を予防できることや土踏まずの形成を促進させる可能性が考えられた。適切な大きさの靴を適切に履く習慣化により、足や靴が本来の機能を発揮しやすい環境であったこと、足部や足趾への外的ストレスが軽減されたことが要因と考えられる。

謝辞：本研究の実施にあたり、多大なご協力を賜りました

実施施設の教職員の皆様、対象者とその保護者の皆様に感謝いたします。なお、本研究はJSPS 科研費（19K20087）および金城大学特別研究費の助成を受けたものです。

文 献

- 1) 吉村真由美. 子どものための靴教育・シューエデュケーション®. 人間生活工学 2013;14 (2):19-24.
- 2) 日本学校体育研究連合会足育推進委員会. JASPE 足育指導資料 第三集. 東京:日本学校体育研究連合会; 2018. 2-25.
- 3) 小林 睦, 橋本佳美, 弓削美鈴, 他. A 地域における幼児期の子どもの足と靴に関する実態調査. 佐久大学看護研究雑誌 2020;12 (2):35-41.
- 4) 小島 聖, 丸尾朝之, 小間井宏尚. 幼児に対する靴教育の効果. 靴の医学 2022;36 (2):1-6.
- 5) 小島 聖, 丸尾朝之, 二谷 彩, 他. 靴の適合化による足部形態の変化～小学生と高校生を対象とした1年間の追跡調査～. 靴の医学 2018;32 (2):35-40.
- 6) 荒木智子, 鳥居 俊. 幼児における足部形態. 成長会誌 2007;13 (1):3-10.
- 7) 野口昌彦. 子どもの靴の指導. 臨床スポーツ医学 2008;25 (11):1313-8.
- 8) 小島 聖, 丸尾朝之, 川口朋子, 他. 子どもの足に対する靴の影響. 教育医学 2020;66 (2):78-83.
- 9) 加辺憲人. 足趾の機能. 理学療法科学 2003;18 (1):41-48.
- 10) 尾田 敦. 平成17～19年度科学研究費補助金(基盤研究B)研究成果報告書. 2007.

小学 3~4 年生の足の実態調査

Survey of 3rd and 4th graders' feet

¹⁾リハラボ BayWalking 株式会社 Medical body Innovations

²⁾一般社団法人 フット&ボディバランスアジャストメント機構

¹⁾Reha Labo BayWalking Medical Body Innovations Inc.

²⁾Foot and Body Balance Adjustment Organization

遠山 竜也¹⁾²⁾, 佐々木克則²⁾

Tatsuya Tooyama¹⁾²⁾, Katsunori Sasaki²⁾

Key words : 浮き趾 (floating toe), 子ども (child), 形態変化 (morphogenesis), 成長期 (growth period), 靴の適正サイズ (proper shoe size)

要 旨

足には様々なトラブルがあるが、子どもの頃からトラブルが起こるのは問題である。幼児期の足の形態変化の報告はあるが、小学生年代の形態変化に関する報告は少ない。また成長期の足の障害の要因に、靴の影響もあるという報告もある。本調査では、小学3年生、4年生の足の計測を行い、細く柔らかい傾向の足や浮き趾の形態変化が多く、適合サイズ (= 足の実測値に当てはめた靴の適合サイズ) を履けている子どもは少なかった。今後、足の形態変化と適正サイズの靴の関連をより精査していき、子どもの保護者にも靴に関心をもってもらおう活動を継続していく。

緒 言

足には様々なトラブルがあるが、子どもの頃からすでにトラブルが起こっているのを目にするこ

とが多い。子どもの成長期は形態変化が起きやすく、幼児期から浮き趾が多いという報告¹⁾は以前からあるが、小学生年代での報告はあまり多くない。また成長期の子どもの足の障害は靴の影響もあるという報告²⁾もある。

今回、東京都大田区の小学3年生、4年生の足の計測の依頼があり、成長期の足の特徴と適正サイズの靴が履けているかの実態調査を行ったので報告する。

対象と方法

対象は東京都大田区の小学3年生 (男児 53 名, 女児 45 名), 4年生 (男児 35 名, 女児 40 名) の計 173 名 (4年生男児 1名除外) とした。

方法はフットゲージとメジャーを用いて左右の足サイズ計測を実施した。足長は立位荷重位のみで実施した。靴の適正サイズは捨て寸を考慮すると定義が難しい。ここでは 0.5cm 刻みで変化する靴の規格に、当所属団体が推奨する方法で算出した。具体的には計測データを 2 捨 3 入, 7 捨 8 入という考えで算出した数値 (単位は mm) に適合する靴のサイズを当てはめたサイズを適正サイズとした。他の方法として足長の実測値と靴サイズの差 (以下: 捨て寸) が 10~15mm を基準とする

(2024/12/19 受付)

連絡先: 遠山 竜也 〒227-0063 神奈川県横浜市青葉区榎が丘 14-4 サンクレスト青葉台 501 リハラボ BayWalking 青葉 訪問看護
TEL: 045-777-6021 FAX: 045-777-1677
E-mail: rehalabo.baywalking.houkan@gmail.com

表 1. 学年別性別計測結果 (足長, 足囲, 足幅)

計測項目	男児					女児					全体					
	右		左			右		左			右		左			
	n	平均値	SD	平均値	SD	n	平均値	SD	平均値	SD	n	平均値	SD	平均値	SD	
全体	足長	88	210.24	13.90	209.89	14.22	85	210.07	12.15	209.52	12.03	173	210.16	13.19	209.71	13.07
	足囲 (非荷重位)	88	190.02	13.15	190.13	13.87	85	187.31	11.13	187.58	11.58	173	188.69	12.27	188.87	12.86
	足囲 (荷重位)	88	204.80	13.99	204.75	14.32	85	201.99	12.56	202.14	12.29	173	203.42	13.38	203.47	13.43
	足幅 (非荷重位)	88	75.02	5.39	74.98	5.05	85	74.27	5.03	74.38	4.99	173	74.65	5.23	74.68	5.03
	足幅 (荷重位)	88	84.05	5.52	84.02	5.86	85	83.06	5.57	83.06	5.66	173	83.56	5.56	83.55	5.78
4年生	足長	36	220.61	11.81	220.39	12.12	40	214.78	11.44	213.75	11.69	76	217.54	11.98	216.89	12.35
	足囲 (非荷重位)	36	197.61	12.47	198.14	13.19	40	189.03	11.49	189.68	12.02	76	193.09	12.71	193.68	13.27
	足囲 (荷重位)	36	213.25	13.31	213.22	13.54	40	204.63	13.42	204.48	13.40	76	208.71	14.04	208.62	14.16
	足幅 (非荷重位)	36	77.83	5.20	77.39	4.77	40	75.20	5.17	75.38	5.22	76	76.45	5.35	76.33	5.11
	足幅 (荷重位)	36	87.06	5.02	87.61	5.54	40	83.88	6.29	84.28	6.15	76	85.38	5.94	85.86	6.10
3年生	足長	52	204.37	10.77	204.07	10.90	45	205.89	11.20	205.76	11.05	97	204.37	10.77	204.07	10.90
	足囲 (非荷重位)	52	185.24	10.72	185.10	11.16	45	185.78	10.56	185.71	10.85	97	185.24	10.72	185.10	11.16
	足囲 (荷重位)	52	199.27	11.20	199.43	11.29	45	199.64	11.23	200.07	10.81	97	199.27	11.20	199.43	11.29
	足幅 (非荷重位)	52	73.25	4.67	73.39	4.57	45	73.44	4.74	73.49	4.60	97	73.25	4.67	73.39	4.57
	足幅 (荷重位)	52	82.13	4.79	81.74	4.80	45	82.33	4.72	81.98	4.94	97	82.13	4.79	81.74	4.80

※n: 人数 (人) 平均値: 単位は mm SD: 標準偏差

方法⁸⁾もあるが, 捨て寸を計測しなくても適正サイズが算出できるため, この方法を採用した。

足囲と足幅に関して, 歩行中に増減する足を考慮し, 荷重位立脚相の足と非荷重位遊脚相の足を想定して計測した。計測した足長, 足囲, 足幅を日本産業規格 (以下, JIS 規格) で分類した。足囲は非荷重位と荷重位で JIS 規格のサイズ変化が 3 サイズを基準とし, 4 サイズ以上の変化を柔らかい傾向性の足, 2 サイズ以下の変化を硬い傾向性の足とした。足幅はサイズ変化が 4 サイズを基準とし, 5 サイズ以上の変化を柔らかい傾向性の足, 3 サイズ以下を硬い傾向性の足とした。足の太さに関しても, 算出したデータを JIS 規格上のアルファベットに当てはめ, B~D を細い傾向性の足, E~3E を普通の傾向性の足, 4E~G を太い傾向性の足とした。

フットプリンターは主に浮き趾の有無を評価するために実施し, インクが計測用紙に付いていない状態を浮き趾と判定する基準とした。また適正サイズの靴が履けているかを浮き趾あり群, なし群に分け, 前述した足の特徴も含め割合を出した。

結 果

足長, 足囲, 足幅の平均値, 標準偏差 (以下 SD) は表 1 に示す。フットプリントは浮き趾の児童が全体で 63.79% であった。浮き趾の割合は先行研究で内田らが報告³⁾している研究と類似した結果で, 第 V 趾に集中しており, その割合は右足で 81.98%, 左足で 80.18% であった。サイズ計測では, 適正サイズの靴が履けていない児童が全体で 87.86% であった (図 1)。オーバーサイズの靴を履いている児童の割合は, 浮き趾あり群となし群で

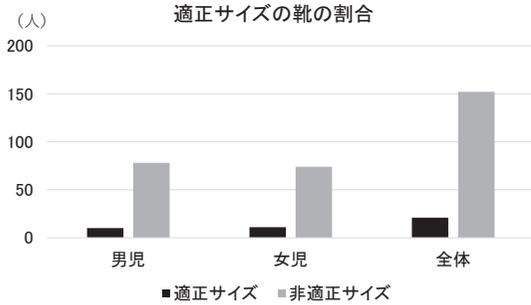


図 1. 適正サイズ靴の割合

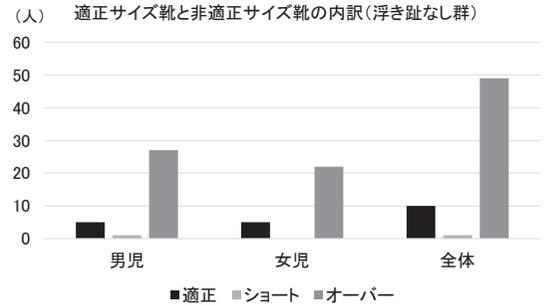


図 3. 適正サイズ靴と非適正サイズ靴の内訳(浮き趾なし群)

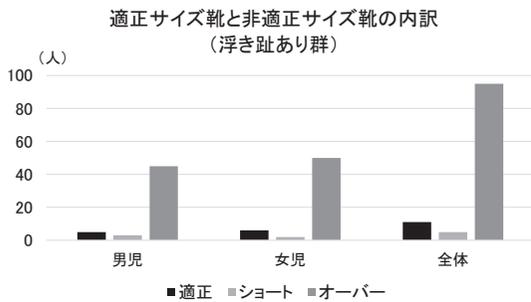


図 2. 適正サイズ靴と非適正サイズ靴の内訳(浮き趾あり群)

分け、あり群で 85.58% (図 2)、なし群で 81.66% であった (図 3)。

足の特徴も浮き趾あり群となし群で分け、硬い傾向性の足は浮き趾あり群全体で 18.91%、なし群で 8.57% であった。柔らかい傾向性の足はあり群全体で 36.03%、なし群では 38.70% であった。細い傾向性の足はあり群全体で 52.25%、なし群で 59.67% であった。太い傾向性の足はあり群全体で 16.21%、なし群で 8.06% であった。

考 察

子どもの身体の形態変化は成長期にみられるものだが、足の形態変化は将来的な障害発生と関連する時期であるにもかかわらず、足に合わない靴が多いという報告がある⁴⁾。本研究では適正サイズの靴が履けていない児童が多く、原田ら¹⁾が報告している浮き趾や非荷重位、荷重位での足の形態変化として細い、太い、硬い、柔らかいといった傾向性があることがわかった。様々な議論がなされ

ているが、子どもの頃から足の異常な形態変化が起こっている以上、靴と足の形態変化には何らかの関連があると考えられる。現状で靴の長さのバリエーションはあるものの、以前よりも種類は増えてはいるが足囲・足幅を考慮した靴のバリエーションはまだ足りないと考えられる。

当所属団体では歩くための靴合わせ、歩くための靴内調整を提唱しており、その方法を対象者に用いて日々対応している。特に小さいサイズの足、細い傾向性の足、柔らかい傾向性の足、変形のある足等の対応は難渋することが多い。Araki らは浮き趾と足長、足幅との関係を検討しているが、それらの間に関係性はないと報告している⁵⁾。しかし足趾の形状や Sachithanandam and Joseph による靴を履いている期間によっても足部の形態変化があるという報告⁶⁾もあることから、子どもの年代からの靴合わせは重要ではないだろうか。今回は運動習慣や筋力、関節可動域や筋の柔軟性等は調査できていないが、様々な要因が子どもの成長期には関与することが考えられる。男女児間でも、足幅に性差が学年で異なるという報告⁷⁾もあるため、性差にも考慮しつつ、今後も靴と足の形態変化の関連性を継続調査したい。また正しい靴の履き方や靴の合わせ方の啓蒙活動は、子どもの足を守る上での最重要課題となるため、今後も継続して活動していきたい。

結 語

東京都大田区の小学 3 年生 (男児 53 名、女児

45名), 4年生(男児35名, 女児40名)の計173名の足サイズ計測を行った。

浮き趾の児童が全体で63.79%, サイズ計測では適正サイズの靴が履けていない児童が全体で87.86%, オーバーサイズの靴を履いている児童の割合は, 浮き趾あり群で85.58%, なし群で81.66%であった。

今後も靴と形態変化の関連性を調査しながら, 歩くための正しい靴合わせ, 歩くための靴内調整を継続していく。

文 献

- 1) 原田碩三. 幼児の1980年と2000年の足について. 靴の医学 2001; 15: 14-28.
- 2) 塩之谷香, 伊藤笑子. 子供の歩容を改善させる靴. 日本フットケア学会誌 2018; 16: 213-8.
- 3) 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.
- 4) 内田俊彦, 佐々木克則, 他. 小学校の足型計測(第1報)靴の医学 2005; 19: 107-13.
- 5) Araki T, Masuda T, Jinno T, et al. Incidence of floating toe and its association with the physique and foot morphology of Japanese children. J Phys Ther Sci 2015; 27: 3159-62.
- 6) Sachithanandam V, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 1846 skeletally mature persons. J Bone Joint Surg Br 1995; 77: 254-7.
- 7) 弓岡まみ, 村田 伸, 松井宏彰. 小学生の足部と足趾の年代差と性差. 保健医療学雑誌 2023; 14: 87-92.
- 8) 佐々木広人, 三浦雅史. 小学生における足部の変形とスポーツシューズの適合性に関する実態調査. 研究紀要青葉 Seiyō 2022; 13: 199-206.

10歳子どもの荷重位と非荷重位の男女児間足サイズの比較

Comparison of 10 (y-o) children foot size between boys and girls in loading/unloading

¹⁾リハラボ Bay Walking 株式会社 Medical Body Innovations

²⁾フット&ボディバランスアジャストメント機構

¹⁾Reha Labo Bay Walking Medical Body Innovations Inc.

²⁾Foot and Body Balance Adjustment Organization

片平みなみ¹⁾²⁾, 菊地 耕¹⁾²⁾, 佐々木克則²⁾
Minami Katahira¹⁾²⁾, Ko Kikuchi¹⁾²⁾, Katsunori Sasaki²⁾

Key words : 10歳 (10y-o), 荷重位 (loading), 非荷重位 (unloading)

要 旨

2023年に菊地ら¹⁾が10歳の男女児の足計測を行い、男女児間における足サイズの特徴を比較したが、男女児間の足サイズに有意な差が認められなかった。前回と同じ小学校に通う10歳の男女児を対象として、母数を増やし再度比較検討した。その結果、10歳の男女児で足サイズの有意差が認められたことから、JIS規格の見直しと子ども靴のサイズ展開を増やす必要があると考える。

女共用サイズであることを踏まえると男女児間での足サイズの差や特徴を知ることが歩くための靴合わせに重要ではないかと考える。佐々木ら²⁾は歩行において最適な靴合わせをするためには歩行周期における荷重位(立脚期)と非荷重位(遊脚期)での歩く足のサイズの変化特徴を捉えることが重要ではないかと述べており、現代の11歳以下の子どもの足サイズの違いを比較し検討することで子どもの歩行における最良の靴合わせに重要ではないかと考える。

緒 言

様々な機会を得て大人や子どもの足サイズの計測を行っているが、日頃より足のサイズと靴のサイズが合っていないケースが非常に多い現状に直面している。現代の11歳以下の子どもの足サイズの実態や傾向性を知ることが重要で、JIS規格における11歳以下の子どもの靴サイズの規格が男

対象と方法

2022年12月~2023年3月に東京都内小学校に通う10歳の男女児84名、2024年3月に同小学校に通う男女児74名の計158名を対象とし足サイズの計測を行った。方法はフットゲージとメジャーを用いて左右の足長、足囲、足幅のサイズ計測を裸足で行った(図1, 2)。なお、足囲と足幅に関しては、立脚期・遊脚期の足サイズの増減を考慮し、荷重位と非荷重位での測定をした。足長は荷重位のみでの計測とした。①荷重位、非荷重位における足囲、足幅の各項目サイズを比較。②荷重位、非荷重位における足囲、足幅の足サイズの増減差

(2024/12/19 受付)

連絡先 : 片平みなみ 〒227-0054 神奈川県横浜市青葉区しらとり台35-11 株式会社 Medical Body Innovations
TEL : 045-532-3257 FAX : 045-532-3258
Email : minami71511@icloud.com



図1. 荷重位にて足長, 足囲・足幅測定

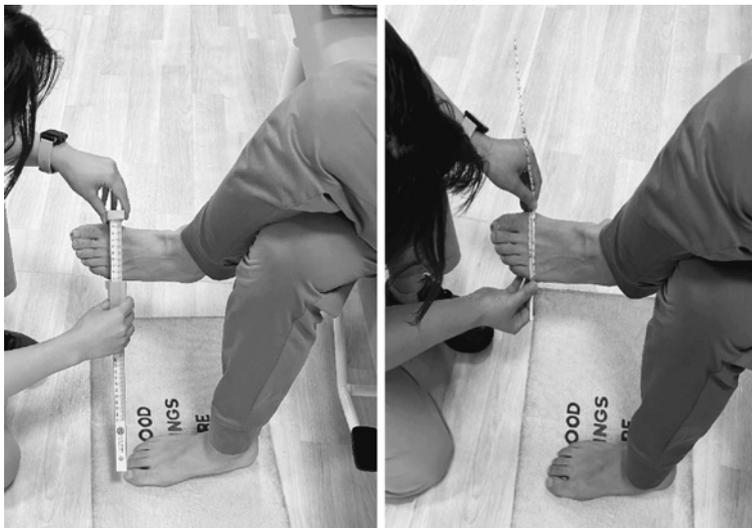


図2. 非荷重位にて足囲・足幅測定

を比較. 増減差の算出方法としては荷重位と非荷重位のサイズの差を増減差とした. t検定にて統計処理を行い, 有意水準は5%未満とした.

結 果

結果①男女児間における荷重位および非荷重位での足囲と足幅においては左非荷重足幅以外に有意差が認められた(表1, 2). また, 荷重位・非荷重位ともに足囲・足幅全項目で平均値は男児よ

り女児が細い結果となった. 結果②荷重位, 非荷重位における足囲, 足幅の足サイズの男女児間の増減差は左足幅のみ有意差が認められた(表3, 4).

考 察

10歳の男女児間で足サイズに有意差が認められた考察としては, アーチは10~11歳にかけて形成されることや足長と幅の割合は成人の形に近づ

表 1. 左下肢の各測定項目の男女児の平均値と p 値

単位：mm

左	足長	荷重足囲	非荷重足囲	荷重足幅	非荷重足幅
男児	216.21 ± 12.7	213.68 ± 13.6	198.89 ± 12.8	87.39 ± 5.8	77.52 ± 4.9
女児	214.97 ± 12.8	208.38 ± 13.9	193.38 ± 12.5	85.33 ± 6.0	76.46 ± 5.1
p 値		0.0175	0.006	0.028	0.189

表 2. 右下肢の各測定項目の男女児の平均値と p 値

単位：mm

右	足長	荷重足囲	非荷重足囲	荷重足幅	非荷重足幅
男児	218.73 ± 12.4	213.75 ± 13.1	198.76 ± 12.5	87.05 ± 5.5	77.83 ± 5.1
女児	215.71 ± 12.4	208.46 ± 13.8	193.25 ± 12.7	83.87 ± 6.0	75.2 ± 5.2
p 値		0.014	0.006	0.019	0.03

表 3. 男女児の足幅の増減差と p 値

単位：mm

足幅 (増減差)	左	右
男児	9.87	8.79
女児	8.87	8.28
p 値	0.008	0.23

表 4. 男女児の足囲の増減差と p 値

単位：mm

足囲 (増減差)	左	右
男児	14.90	15.06
女児	15.05	15.22
p 値	0.82	0.82

くという木田ら³⁾の先行文献から、10歳の男女児では成人と同様に足サイズに性差が認められたと考える。今回、10歳の男女児間で足サイズに性差があり、女児のほうが細いという結果から、JIS規格のキッズのサイズ表が11歳から男女兼用であることから、キッズのサイズ表の見直しが必要ではないかと考える。また、市販の子ども靴では男女兼用かつサイズ展開が少ない現状にある。このことから、自分の足にあった靴選択ができないことで、足トラブルに繋がるのではないかと考える。ドイツ靴のWMS規格にならって、おおまかに広い・中間・細いサイズにわけることで、少しでも自分の足サイズにあった靴選択が可能でないかと考える。

全項目の平均値が男児より女児が細い結果となった考察としては、内田ら⁴⁾の小学5、6年生のサイズ計測では女児のほうが細い足が多いという先行研究にならった結果となった。大人と同様に10歳でも男女差があることが分かった。女児のほ

うが足が細いことから、靴を履く際に靴と足との隙間が生じやすいことが考えられる。下枝ら⁵⁾の報告によると11歳から12歳にかけて外反母趾の傾向が急激に増え、女児は男児の3倍の出現率であることから、足サイズと靴の不適合で関節の変形が生じやすいことも考えられる。そのため、女児は特に靴の履き方に注意しなければならない。正しい靴の履き方を行い、紐またはベルトを確実に締め、ゆるみのないように靴との隙間を埋める必要がある。

荷重位、非荷重位における足囲、足幅の足サイズの男女児間の増減差では左足幅のみ有意差が認められた考察としては、白坂ら⁴⁾の先行研究による非利き足の方が荷重量が多く、MP関節の広がり大きいということが関与していると考えられる。しかし、今回は利き足・非利き足の聴取を行っていないため、今後研究を進める場合は利き足・非利き足の聴取が必要と考える。

結 語

今回、10歳男女児間の足サイズにおいて、左非荷重位足幅以外に有意な差が認められ、全項目で男児より女児が細い結果となった。このことから、10歳では足サイズに性差があるため、JIS規格の見直しと、市販の子ども靴のサイズ展開を増やす必要があると考えられる。子どもの成長期による足トラブルを予防するためにも、自分の足にあった靴選びができる環境を作っていくことが重要である。今後も研究を進めていき、10歳だけではなく、10歳以下の児童の足測定を行い、幅広く子どもの特徴を調査していきたい。

文 献

1) 菊地 耕, 佐々木克則. 10歳子供の荷重位と非荷重位

の男女児間足サイズの比較. 靴の医学 2023; 37(2): 68-71.

- 2) 佐々木克則. 歩くための靴をさらに歩きやすくするために. 靴の医学 2019; 33(2): 129-35
- 3) 木田盈四郎. 足の発達と靴の役割. 靴の医学 1993; 7: 44-9.
- 4) 内田俊彦, 藤原和郎, 高岡 淳, 他. 小学5, 6年生の足型計測. 靴の医学 2001; 15: 19-23.
- 5) 下枝恭子, 鈴木 精, 町田英一, 他. 小児の足の成長過程について. 靴の医学 1993; 7: 50-3.
- 6) 白坂裕二, 田中 創, 副島義久, 他. 利き足・非利き足の違いが前足部横アーチ機能に与える影響について. 第32回九州理学療法士・作業療法士合同学会 2010: 388-8.
- 7) 松本直子, 楠見浩行, 勝 眞理, 他. 小学生の足の特徴についての報告. 靴の医学 2003; 17: 16-8.
- 8) 和田 定, 萩原一輝. 子どもの足の成長と子どもの靴の等差について. 靴の医学 1996; 10: 140-8.
- 9) 佐々木克則, 内田俊彦. 子供の足の現状と考慮した靴の開発. 靴の医学 2007; 21: 104-7.

幼児の足部形態の利き足非利き足差は発育に伴い変化するか？

Does the difference of morphology between dominant foot and nondominant foot change during in infant foot morphology change with development?

¹⁾丸紅コンシューマーブランドズ (株)

²⁾早稲田大学スポーツ科学学術院

¹⁾Marubeni Consumer Brands Inc.

²⁾Faculty of Sport Sciences, Waseda University

植山 剛裕¹⁾, 鳥居 俊²⁾

Takehiro Ueyama¹⁾, Suguru Torii²⁾

Key words : 利き足 (dominant foot), 足幅 (foot width), 横断研究 (cross-sectional study)

要 旨

幼児期の足長, 足幅, 足囲, 踵幅の利き足非利き足差 (以下, D-ND 差) が3歳から6歳でどのように変化するかを337名の幼児で検討した. 利き足が右足の割合は83.7%と成人を対象とした先行研究と同様の結果を示した. 月齢とD-ND差の関係では, 男児の足幅D-ND差のみ有意な正の相関関係がみとめられた. 一方, 各項目間のD-ND差同士の間には有意な相関関係は認められなかった. ヒトの足には運動性に富む利き足と支持的な役割を果たしている非利き足と機能に違いがある. この機能の違いから足幅D-ND差が増大したと考えられる. しかし, 今後は縦断研究により実際の機能分化と足部形態の差を正確に捉える必要がある.

a) 緒 言

幼児期は歩行開始時期であり, 足部の骨格成長や形態変化が著しい特徴がある. 先行研究¹⁾によると, 幼児期の足部形態の年間発育量は, 足長で8~10mm, 足幅で2~3mm, 足囲で8mmと報告されている. 靴のサイズが5mm刻みであることを踏まえると, 幼児期の発育変化が著しいことが認識できる.

また, 幼児期の足部形態に左右差があることが報告されている. 荒木ら²⁾は, 3~5歳の257名を対象にした測定では全ての年齢で足長は右足, 足幅は左足が大きく, 左右差の月齢に伴う増大は足幅でのみ示されたと報告している. ヒトの足には機能的左右差が存在し, 右足は運動性に富む利き足, 左足は支持的な役割を果たしている非利き足であると臼井ら³⁾は述べており, この機能的左右差から足部形態の左右差が生まれると考えられる.

一方, 利き足が右足である割合は約8割と報告¹⁾がある. つまり, 左足が利き足の割合が約2割いることを踏まえると, 足の機能的観点から足部形

(2024/12/14 受付)

連絡先: 植山 剛裕 〒530-0004 大阪府大阪市北区堂島浜1-2-1 新ダイビル 丸紅コンシューマーブランドズ (株)
TEL: 06-6347-8270
E-mail: tueyama@marucob.com

態の違いを検討するには左右差より利き足と非利き足の差が適当であると考え、しかし、利き足と非利き足の発育変化の違いを検討した報告は渉獵の限りない。そこで本研究の目的は、幼児の足部形態の横断データから、利き足と非利き足の差（以下、D-ND 差）が発育に伴いどのように変化するかを明らかにすることとした。

b) 対象と方法

1) 対象

本研究の対象者は、研究の趣旨を理解し、保護者の賛同を得られた千葉県某私立こども園に在籍する幼児 337 名とし、本人及び保護者から参加の同意を得た。また、基本情報として、本研究の調査と同時期にこども園で行われた身体測定の結果より、身長・体重のデータを取得した。（表 1）さらに、生年月日の調査を行い、足部形態計測当日における月齢の算出を行った。

表 1. 年齢別の対象者数および身長・体重

性別	年齢	対象数 (名)	身長 (cm) (mean ± SD)	体重 (kg) (mean ± SD)
男児	3 歳	14	98.4 ± 3.4	15.5 ± 1.4
	4 歳	57	103.5 ± 4.3	16.9 ± 1.7
	5 歳	56	110.4 ± 4.2	19.1 ± 1.9
	6 歳	48	117.7 ± 4.9	22.0 ± 2.9
女児	3 歳	14	100.3 ± 3.6	16.1 ± 1.7
	4 歳	61	103.0 ± 4.3	17.1 ± 2.1
	5 歳	46	110.5 ± 4.5	19.8 ± 2.6
	6 歳	41	116.9 ± 5.4	21.8 ± 2.8

2) 足部形態計測

対象者全員の立位荷重位での左右の足部形態は、シューフィッター有資格者が手計測にて計測を行った⁴⁾⁵⁾。算出した項目は、足長・足幅・足囲・踵幅の 4 項目とした。

3) 利き足の調査

利き足に関する調査は、先行研究⁶⁾を参考に「ボールを蹴る時どちら側の足を使うか」を対象者に質問を行い、ボールを蹴る足を利き足として評価した。なお、質問に対して口頭での回答が難しい場合は、実際にボールを蹴ることで評価をした。

4) 統計処理

D-ND 差の算出は、利き足の値から非利き足の値を減じ、結果が正のものは利き足側が大きいものと定義した。

統計学的検討は Spearman の順位相関係数を用いて、男女児それぞれにおける月齢と足部形態の D-ND 差の関係と足部形態の各項目間の D-ND 差の関係を検討した。すべての統計解析は EZR を使用し、有意水準は危険率 5% 未満とした。

c) 結果

1. 対象者の足部形態および利き足

本研究の年齢別にみる小児の足長・足幅・足囲・踵幅は、表 2 の通りであった。全ての項目において、利き足、非利き足ともに年齢ごとの発育が見られた。男児における年齢別の利き足が右足の状況は、3 歳で 11 名 (78.6%)、4 歳で 45 名

表 2. 年齢別にみる利き足・非利き足の足部形態の平均値

性別	年齢	足長 (cm)		足幅 (cm)		足囲 (cm)		踵幅 (cm)	
		利き足	非利き足	利き足	非利き足	利き足	非利き足	利き足	非利き足
男児	3 歳	15.5 ± 0.6	15.6 ± 0.6	6.4 ± 0.6	6.5 ± 0.4	16.2 ± 0.9	16.2 ± 0.9	3.9 ± 0.4	3.8 ± 0.3
	4 歳	16.3 ± 0.7	16.3 ± 0.7	6.7 ± 0.4	6.7 ± 0.4	16.7 ± 0.8	16.8 ± 0.9	4.2 ± 0.4	4.2 ± 0.4
	5 歳	17.2 ± 0.7	17.3 ± 0.7	7.1 ± 0.4	7.1 ± 0.4	17.7 ± 0.9	17.7 ± 0.9	4.2 ± 0.4	4.3 ± 0.4
	6 歳	18.2 ± 0.8	18.2 ± 0.9	7.2 ± 0.5	7.2 ± 0.5	18.1 ± 1.1	18.1 ± 1.2	4.4 ± 0.4	4.5 ± 0.3
女児	3 歳	15.8 ± 0.6	15.9 ± 0.6	6.5 ± 0.3	6.5 ± 0.3	16.2 ± 0.6	16.3 ± 0.5	3.7 ± 0.4	3.8 ± 0.4
	4 歳	16.1 ± 0.8	16.1 ± 0.9	6.5 ± 0.4	6.5 ± 0.4	16.4 ± 0.8	16.5 ± 0.9	4.1 ± 0.4	4.1 ± 0.4
	5 歳	17.0 ± 0.8	17.1 ± 0.8	6.8 ± 0.4	6.9 ± 0.4	17.1 ± 1.0	17.1 ± 1.0	4.2 ± 0.4	4.2 ± 0.4
	6 歳	18.0 ± 1.0	18.0 ± 1.0	7.1 ± 0.5	7.1 ± 0.5	17.6 ± 1.1	17.7 ± 1.1	4.4 ± 0.4	4.4 ± 0.4

◇足長 D-ND 差	△足幅 D-ND 差	□足囲 D-ND 差	○踵幅 D-ND 差
.....線形(足長 D-ND 差)	----線形(足幅 D-ND 差)	- - -線形(足囲 D-ND 差)	—線形(踵幅 D-ND 差)
$y=0.0005x-0.0643$	$y=0.0023x-0.1356$	$y=-0.0009x+0.0311$	$y=-0.0046+0.2755$
$\rho=0.03$	$\rho=0.183$	$\rho=-0.002$	$\rho=-0.123$

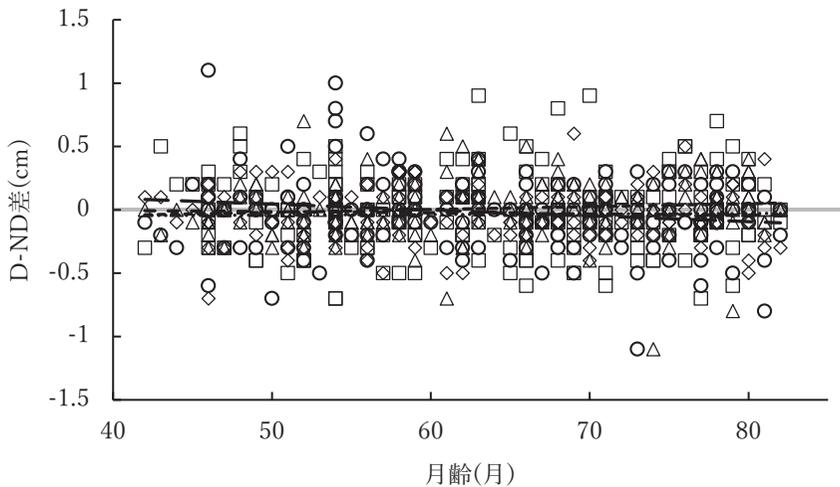


図1. 男児における月齢と足部形態の D-ND 差の関係

(78.9%), 5歳で51名(91.1%), 6歳で40名(83.3%)であった。また、女児においては、3歳で11名(78.6%), 4歳で51名(83.6%), 5歳で42名(91.3%), 6歳で38名(92.7%)であった。

2. 月齢と足部形態の D-ND 差の関係

男児において月齢と足幅の D-ND 差の間に、弱い有意な負の相関関係が認められた ($\rho=0.183$, $p=0.015$)。 (図1) しかし、女児においては有意な相関関係は認められなかった。 (図2)

3. 足部形態の各項目間の D-ND 差の関係

男女児共に足部形態の各項目間の D-ND 差の関係において、有意な相関関係は認められなかった。しかし、男児における足幅と足囲の間の D-ND 差にわずかな相関の傾向がみられた ($\rho=0.148$, $p=$

0.0504) (表3, 表4)。

d) 考 察

本研究は、幼児における利き足と非利き足の足部形態の差が発育に伴って変化するかどうかを横断データから検討した。

対象者における利き足を右足と答えた者は、男児で147名(84.0%), 女児で142名(87.7%)であった。幼児での利き足の左右割合の報告はなく、17~35歳の男女3,307名を対象とした Coren ら⁷⁾の報告とほぼ一致していた。

男児の足幅 D-ND 差は月齢とともに有意に増大しており、利き足側の足幅が大きくなることが示された。3歳から5歳を対象に月齢と左右差の関

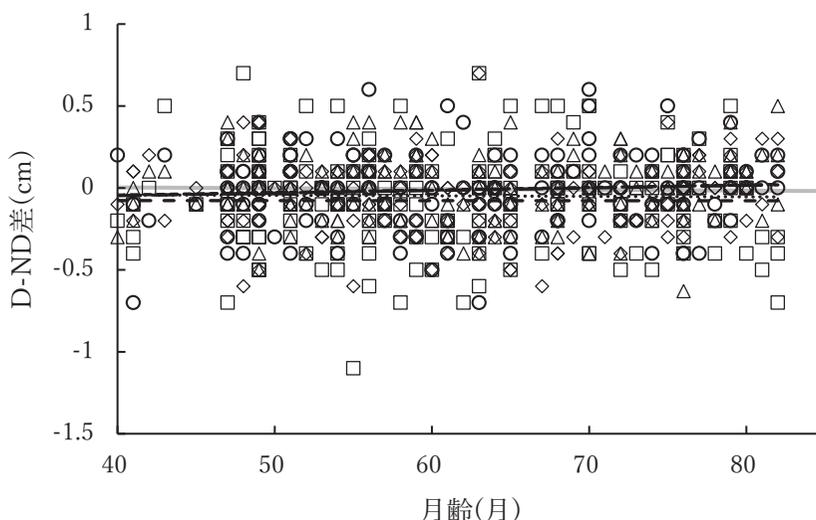
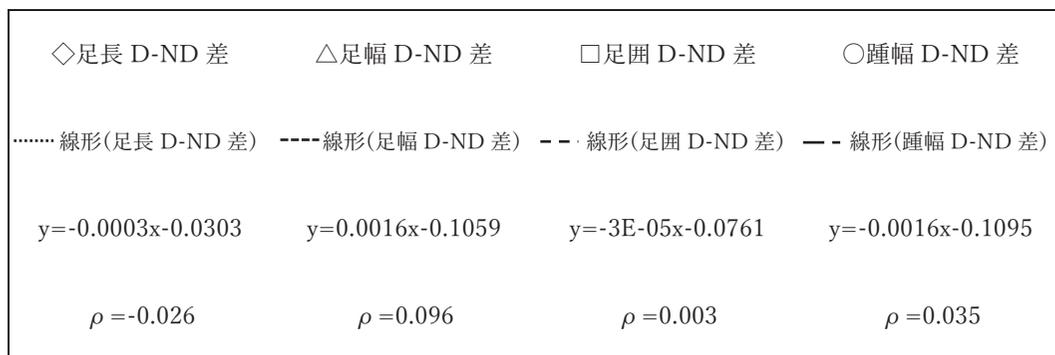


図2. 女兒における月齢と足部形態の D-ND 差の関係

表3. 男児における足部形態の各項目間の D-ND 差の関係

足部形態	足長	足幅	足囲	踵幅
足長	1.000			
足幅	0.122	1.000		
足囲	0.072	0.148	1.000	
踵幅	0.098	-0.027	-0.025	1.000

相関係数 ρ

表4. 女兒における足部形態の各項目間の D-ND 差の関係

足部形態	足長	足幅	足囲	踵幅
足長	1.000			
足幅	0.089	1.000		
足囲	0.055	0.070	1.000	
踵幅	0.110	-0.057	-0.065	1.000

相関係数 ρ

係を検討した報告²⁾では、足幅のみ月齢の増加とともに左足が有意に大きい値を示したと述べている。本研究の約8割が利き足を右足と答えていることから、先行研究と異なる結果となった。ただ一方で、健常成人327名を対象とした足形計測の結果では、足幅において左右差がある者の中で、

左足が大きい割合より右足が大きい割合の方が多かったと菊田ら⁸⁾は報告している。以上を踏まえると、多くの先行研究も本研究同様横断的検討の為、実際の機能分化と足部形態の差を正確に捉えられていない可能性が考えられる。

男女児共に足部形態の各項目間の D-ND 差の関

係において、有意な相関関係は認められなかった。2~4歳の幼児89名対象とした足形計測の報告⁹⁾によると、足長・足幅・足囲・踵幅の各項目間で有意な正の相関があると述べられている。したがって、各計測値には有意な正の相関があっても、D-ND差には関連性がない結果となった。

全ての結果において、女兒は有意な関係が認められなかった。岩瀬ら¹⁰⁾は、小学1年生の男女それぞれの足部および足趾の形態を調査しており、女兒は小趾角のみ左右差が認められ、足長、足幅、母趾角、開張角、浮き趾数に有意差は認められなかったと報告している。本研究はD-ND差を横断的に検討しているため、先行研究と近似した結果となった。また成人においても、足長・足幅・足囲ともに左右等しいパターンが男性より多いと報告がある⁸⁾。したがって、D-ND差は男児より起きにくいと考えられるが、外反母趾の発生頻度が男性より女性の方が高いことを考えると、今後発育変化を調査する必要がある。

e) 結 論

3歳から6歳の幼児の足部形態を計測した。またその結果から足部形態の成長と利き足との関連を検討した。

①利き足が右足の割合は、男児で84.0%、女兒で87.7%であった。

②男児の足幅D-ND差は月齢とともに有意に増大した。

文 献

- 1) Müller S, Carlsohn A, Müller J, et al. Static and dynamic foot characteristics in children aged 1-13 years : a cross-sectional study. *Gait Posture* 2012 ; 35 : 389-94.
- 2) 荒木智子, 鳥居 俊. 足部形態の発育と手足の機能分化の検討. *理学療法-臨床・研究・教育* 2007 ; 14 : 34-41.
- 3) 白井永男, 平沢彌一郎. 小児の足の機能的左右差に関する発育発達の考察. *放送大学研究年報* 1989 : 143-54.
- 4) 市川 将, 楠見浩行. 人の足と形態変化. *バイオメカニズム学会誌* 2019 ; 43 : 89-94.
- 5) 森野潤一. 足形計測. シューフィッター養成講座プライマリーコーステキスト. 3版. 足と靴と健康協議会 ; 2022. 1-22.
- 6) Schneiders AG, Sullivan SJ, O'Malley KJ, et al. A valid and reliable clinical determination of footedness. *PM R* 2010 ; 2 : 835-41.
- 7) Coren S. The lateral preference inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and earedness : Norms for young adults. *Bulletin of the Psychonomic Society* 1993 ; 31 : 1-3.
- 8) 菊田文夫, 近藤四郎, 大塚 斌, 他. 日本人成人の足の計測値からみた左右差. *人類学雑誌* 1992 ; 100 : 511-25.
- 9) 土肥麻佐子. 幼児用の運動靴設計のための形態計測. *デサントスポーツ科学* 1990 ; 11 : 169-82.
- 10) 岩瀬弘明, 村田 伸, 弓岡まみ, 他. 小学1年生の足部および足趾の形態に関する調査報告. *ヘルスプロモーション理学療法研究* 2017 ; 7 : 115-9.

コロナ禍が幼児期の土踏まず形成に与えた影響：

2018-2024 年のコホート研究

Impact of the COVID-19 Pandemic on Arch Development in Preschool Children: A Cohort Study from 2018 to 2024

¹畿央大学教育学部

²子どもの足と靴を考える会

³中京大学スポーツ科学部

¹Faculty of Education, Kio University

²The Association for the Consideration of Children's Feet and Shoes

³School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

上田 恵子¹⁾²⁾, 渡辺 祐子²⁾, 山本美由紀²⁾, 柴田 祥江²⁾, 國土 将平³⁾

Keiko Ueda¹⁾²⁾, Yuko Watanabe²⁾, Miyuki Yamamoto²⁾, Yoshie Shibata²⁾, Shohei Kokudo³⁾

Key words : 幼児 (preschool children), 発育発達 (growth and development), 扁平足 (flatfoot), 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19), コホート研究 (cohort study)

要 旨

コロナ禍が幼児期の土踏まず形成に与えた影響を明らかにするため、コホート分析を実施した。対象は3~6歳の保育園児443名(男児240名, 女児203名)で、土踏まず形成状況をクラス年齢別および男女別に解析した。その結果、2020年のコロナ禍において、特に3歳男児の形成率が25%に有意に低下し、低年齢層への影響が顕著であることが明らかとなった。一方、女児では80%の形成率が維持され、性差による影響の違いが示唆された。2021年以降、運動機会の増加により形成率は回復傾向を示したが、2023年以降に再び低下が確

認され、コロナ禍の長期的な影響が懸念される。

緒 言

2020年に発生した新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の世界的流行は、社会全体の生活様式に大きな変化をもたらした。感染拡大防止のため、外出自粛や教育・保育施設の臨時休校・休園が実施され、子どもたちの身体活動は著しく減少した。さらに、外出制限が解除された後も感染予防対策としてソーシャル・ディスタンスの確保が求められ、室内時間の増加など、子どもたちの運動機会が制限される状況が続いた。

コロナ禍前後の児童生徒の体力・運動能力に関する先行研究を概観すると、児童の運動パフォーマンスが顕著に低下していることが指摘されている¹⁾²⁾。青山³⁾は、小学5年生を対象にした調査で、男女ともに長座体前屈と立幅跳びを除く多くの項目において、コロナ禍による運動パフォーマンス

(2025/02/12 受付)

連絡先：上田 恵子 〒635-0832 奈良県北葛城郡広陵町馬見中4-2-2 畿央大学 教育学部 現代教育学科
TEL : 0745-54-1602 FAX : 0745-54-1600
E-mail : k.ueda@kio.ac.jp

の顕著な低下を報告している³⁾。また、Ito ら⁴⁾は、児童生徒の身体機能と生活習慣を調査した結果、コロナ禍が動的バランス機能や体脂肪レベル、生活習慣に悪影響を及ぼし、転倒リスクや肥満リスクを増加させる可能性を示唆している。

保育現場においても、遠足時に足の疲労を訴える園児の増加や、例年の距離を歩けなくなる事例が報告されており、コロナ禍による身体活動不足が幼児の体力や足部機能に及ぼす影響が懸念されている。足裏には筋肉や靭帯によって形成される3つのアーチ（外側縦アーチ、内側縦アーチ、横アーチ）があり、これらは地面からの衝撃を緩衝するとともに、推進力を生み出すバネの役割を果たす。特に、内側縦アーチが未形成の扁平足（flat-foot）では、地面からの衝撃を十分に緩衝できず、足裏への負荷が増大し、疲労や血行不良の原因となる。幼児期は土踏まず形成に重要な時期であり、下枝ら⁵⁾は3歳で80%（対象：43名）、上田ら⁶⁾は3.0～3.5歳（対象：179名）で78～83%の土踏まず形成率を報告している。

コロナ禍の幼児を対象とした研究では、日阪ら⁷⁾が2020年と2012年の幼児の足部を比較した結果、浮き趾の増加や重心の後方偏移を報告し、コロナ禍が幼児の足部に与えた影響を示唆している。しかし、コロナ禍が幼児の土踏まず形成に与えた影響についての報告はみられない。

そこで本研究では、コロナ禍が幼児期の土踏まず形成に与えた影響を明らかにするため、2018～2024年のデータをコホート分析により検討することを目的とした。

対象と方法

調査対象は、兵庫県K市の私立保育園に通う3歳から6歳の幼児566名（男児295名、女児271名）である（表1）。調査時期は2018年から2024年で、例年6月の午前中に測定を実施した。ただし、2020年および2021年はコロナ禍の影響により、調査時期を半年遅らせ、12月に測定を行った。なお、2019年までは4・5歳児クラスのみを

表1. 調査時期および対象者の性別

クラス		2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	合計
3歳児	男児		15	8	11	16	18	6	74
	女児		9	15	10	6	7	14	61
4歳児	男児	9	12	15	8	11	14	13	82
	女児	13	9	9	15	10	7	7	70
5歳児	男児	9	9	17	15	7	12	15	84
	女児	11	13	8	9	15	10	6	72
合計		42	67	72	68	65	68	61	443

対象としていたため、3歳児クラスのデータは2019年以降のものである。

測定方法は、被験者を荷重直立時とし、足裏バランス測定装置「FootLook」（株式会社フットルック社製）を用いて画像を取得した。評価は、内側線と外側線の交点から第2趾中央を結んだHラインを基準とし、土踏まずがHラインを超えていれば「土踏まず形成あり」と評価した。

解析方法は、年齢別・男女別の土踏まず形成率を算出し、カイ二乗検定を用いて比較を行った。統計解析にはSPSS Ver29 for Macを用い、有意水準は5%とした。

結 果

図1および図2に、各年度（2018年以前3歳、2019年3歳、2020年3歳、2021年3歳、2022年3歳、2023年3歳、2024年3歳）におけるコホート分析の結果を示す。なお、3.5歳および4.5歳の表記は、コロナ禍により調査時期が半年遅れたため、年齢に0.5を加えている。

男児の形成率の推移

コロナ前（2018年以前）の3歳児（2019年以前の3歳のデータなし）では、4歳83.3%、5歳100%と土踏まずの形成率が高かった。2019年の3歳児も86.7%と高い形成率を示し、5歳までその傾向が維持された。しかし、2020年3.5歳児（コロナ禍）では、調査時期が半年遅れたが、形成率が25%と急激な低下がみられた。さらに、2019年の

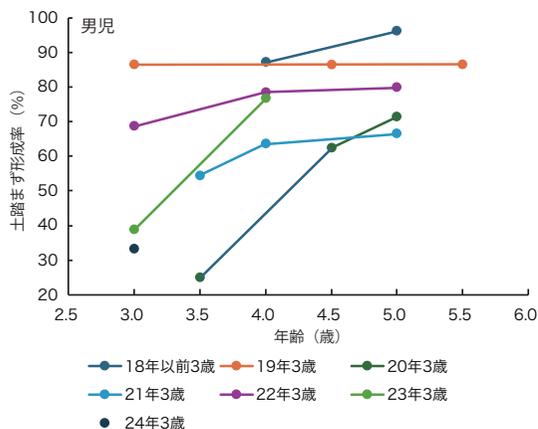


図 1. 男児の形成率の推移

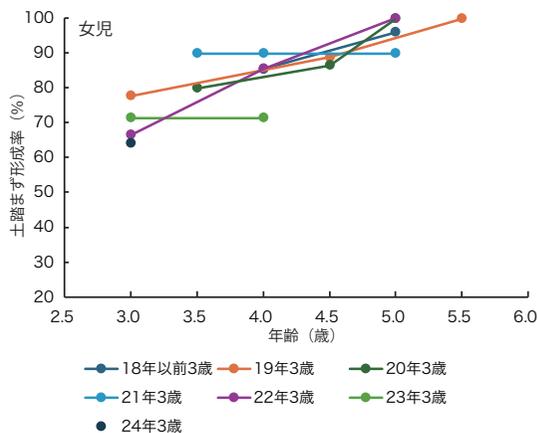


図 2. 女児の形成率の推移

3歳児 (86.7%) と2020年の3.5歳児 (25%) の間に有意な低下が認められた ($p < 0.05$)。その後、4.5歳で62.5%、5歳で71.4%とやや回復傾向を示した。2021年の3歳児も同様の傾向を示し、3歳で54.5%、4歳で63.6%、5歳で66.7%と回復傾向を示したが、コロナ前の水準には達していなかった。2022年の3歳児 (コロナ禍後) では、68.8%と回復がみられ、4歳で78.6%、5歳で80%とコロナ禍前の水準に近づいた。しかし、2023年および2024年の3歳児 (コロナ禍後) では、形成率が30%台と再び顕著な低下を示した。特に、2022年と2023年の形成率の間には有意な差が認められ ($p < 0.05$)、コロナ禍後も形成率の低下が継続していることが示唆された。

女児の形成率の推移

コロナ前 (2018年以前) の3歳児 (2019年以前のデータなし) では、4歳で84.6%、5歳で92.3%と高い形成率を示した。2019年の3歳児も77.8%と高く、4.5歳で88.9%、5.5歳で100%と年齢とともに形成率が高くなる傾向がみられた。2020年の3.5歳児 (コロナ禍) では、形成率は80%とわずかに高くなり、4.5歳で86.7%、5歳で100%と高い形成率を維持した。これにより、性差による影響の違いが明らかとなった ($p < 0.05$)。2021年の3.5歳児 (コロナ禍) では、90%とさらに高い

形成率を示し、5歳まで維持される傾向であった。

しかし、調査時期が例年通りに戻った2022年の3歳児 (コロナ禍後) では、66.7%とやや低下傾向を示したが、4歳で85.7%、5歳で100%と顕著な回復傾向を示し、年齢とともに形成率が高くなる傾向がみられた。2023年の3歳児 (コロナ禍後) では、71.4%とやや高くなったが、4歳でも同様の結果を示し、形成率の停滞がみられ、2024年の3歳児 (コロナ禍後) では、64.3%と再び低下がみられた。

考 察

3歳児の土踏まず形成率は、コロナ前 (2019年) には先行研究⁵⁾⁶⁾と同様に、男女ともに約8割の形成率であった。しかし、2020年には特に男児で25%と急激な低下が認められた。

通常、幼児期には歩く・走る・跳ぶなどの動きを通じて足部の筋肉や靭帯が発達し、土踏まずの形成が促進される。しかし、コロナ禍における外出自粛や保育施設での活動制限が運動機会を減少させ、形成の遅れを引き起こした可能性がある。この結果、3歳までに適切な運動経験を提供することの重要性が改めて認識された。特に、3歳以前の生活環境や運動経験の不足がその後の形成遅延に影響を及ぼした可能性が考えられる。

一方、女兒の形成率は全体的に高く、2020年のコロナ禍においても3.5歳時点で80%を維持していた。調査時期が半年遅れであったことを考慮しても、コロナ禍の影響は男女で異なり、特に男児の方が影響を受けやすいことが示唆される。この性差については、女兒の方が男児よりも早く土踏まずが形成されるという報告⁸⁾があり、発達特性の違いが要因と考えられる。

2021年以降、形成率は回復傾向を示したが、これはコロナ禍の制限緩和による運動機会の増加を反映している可能性がある。しかし、2023年以降には再び低下が確認され、運動機会の再減少が懸念される。また、2022～2024年の3歳児の形成率はコロナ前の水準に回復しておらず、3歳までの生活環境や運動不足が長期的に形成の遅れに影響を与えた可能性が示されている。このため、3歳以前のデータ収集を進めることで、形成率低下の原因を解明し、改善策を提案する必要があると考えられる。

コロナ禍以降、足の疲労を訴える幼児が増加した背景には、運動機会の減少による体力不足や土踏まず形成の遅れが関与している可能性がある。幼児の健全な土踏まず形成には、足に合った靴の選択や正しい履き方の指導、さらに足指を使った運動の重要性が指摘されている^{8)~10)}。今後、コロナ禍のような社会的制約が再発した際には、幼児期における運動機会を確保するための取り組みや環境整備が求められる。

最後に、本研究の限界について述べる。可撓性扁平足 (flexible flatfoot) は、成長に伴い一定の改善がみられるものの、体重、家族歴、既往歴などの要因によっては、土踏まずの形成が十分に認められない症例も存在する。本研究では、これらの要因に関する調査を実施していない。また、非荷重時での評価を行っていないことから、可撓性扁平足の診断に必要な情報が不足している点も、本研究の限界の一つである。

結 語

3～5歳児クラスの土踏まず形成率を分析した結果、2020年のコロナ禍において、特に3歳男児の形成率が25%まで有意に低下し、低年齢層への影響が顕著であることが明らかとなった。一方、女兒では形成率が80%と維持され、性差による影響の違いが示唆された。

2021年以降、運動機会の増加に伴い形成率は回復傾向を示したが、2023年以降には再び低下が確認され、コロナ禍の長期的な影響が以前として残っている可能性が示唆された。

文 献

- 1) Pombo A, Luz C, de Sá C, et al. Effects of the COVID-19 lockdown on Portuguese children's motor competence. *Children (Basel)* 2021 ; 8 : 1-10.
- 2) Stanford M, Davie P, Mulcahy J. Growing up in the COVID-19 pandemic : an evidence review of the impact of pandemic life on physical development in the early years. London : Early Intervention Foundation ; 2021. 4-11.
- 3) 青山 翔. COVID-19 流行前後における児童の体力の比較. *学校保健研究* 2023 ; 64 : 322-330.
- 4) Ito T, Sugiura H, Ito Y, et al. Physical functions among children before and during the COVID-19 pandemic : a prospective longitudinal observational study. *Int J Environ Res Public Health* 2022 ; 19:18 : (stage 2) 1-11.
- 5) 下枝恭子, 佐藤雅人, 佐藤栄作他. 幼児の足底アーチの発達と靴の調査—第2報—. *靴の医学* 1996 ; 10 : 162-164.
- 6) 上田恵子, 國土将平. 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. *靴の医学* 2016 ; 30 : 141-146.
- 7) 日阪歩都恵, 長瀬修子. コロナ禍における幼児の足の発達と遊びについて—2020年と2012年の調査の比較—. *兵庫大学短期大学部研究集録* 2020 ; 58 : 35-41.
- 8) 坪井 宏, 田中靖久. 幼児の土踏まずについて—年齢による形成の変化—. *東海大学短期大学部生活科学研究報告* 2003 ; 17 : 41-47.
- 9) 吉村真由美. 子どものための靴教育・シューエデュケーション[®]. *人間生活工学* 2013 ; 14 : 19-24.
- 10) 一般社団法人 日本フットケア・足病医学会「子どもの足・靴改革ワーキンググループ」. *小児靴の手引き書* 2023 ; 2 : 14-30.

特別講演

靴医学との連携においてシューフィッターができること

What shoe fitters can do in collaboration with shoe medicine

一般社団法人 足と靴と健康協議会

Foot, Footwear, and Health Association

原田 繁

Shigeru Harada

Key words : シューフィッター (Shoe fitter), 足のトラブル (Foot trouble), 足型計測 (Foot measurement), シューフィッティング (Shoe fitting), 靴の履かせ方 (How to put on shoes)

要 旨

一般社団法人 足と靴と健康協議会 (FHA) が養成、認定しているシューフィッターは、お客様の健康管理の一翼を担うとの自覚に立って、足に関する基礎知識と靴合わせの技能を習得し、足の疾病予防の観点から正しく合った靴を提案するシューフィッティングの専門家のことである。靴医学との連携においてシューフィッターができることは、正しいシューフィッティングにより、顧客の足にフィットする靴を提案してトラブルから足を守る。病院にかかった方が良いと判断した場合は、医療機関に引き継ぐ。これらが果たすべき役割だと考えている。シューフィッターについて、そして連携の中でできることについて解説する。

緒 言

シューフィッターは一般社団法人 足と靴と健康協議会 (FHA) が養成、認定している資格である。「靴医学を取り巻く関連分野の連携」の重要性

は今後、ますます高まってくると考えている。実際に今も様々なところで多くの医療や足靴に携わる人々が多様な方法を模索している。

靴医学との連携においてシューフィッターができることは何であろうか。病院に行くほどではない軽度の足トラブルの人も専門店、スポーツショップ、百貨店等で靴を買う。そこにシューフィッターが在籍していれば、顧客の足部の状態を確認でき、顧客本人も意識していない問題に気付くことがある。このように比較的、早期に足のトラブルを発見できる環境にいるシューフィッターは多い。そこで足に正しくフィットする靴を提供してトラブルから足を守る。病院にかかった方が良いと思われる場合は医療機関に引き継ぐ。これがシューフィッターにできることだと考える。

シューフィッターは足を守るためのゲートキーパー、足の番人である。関連分野が連携できる体制を整えることが、日本人の足を守ることに繋がると考える。

シューフィッティングの重要性

なぜ、足の健康を保つために自分の足に合った靴を履くことが大切なのか。理由の一つには自分の足に合わない靴を履き続けることで、足のトラブルになることがあるためである。外反母趾や陥

(2025/01/09 受付)

連絡先：原田 繁 〒111-0032 東京都台東区浅草7-1-9 皮革会館3F 一般社団法人 足と靴と健康協議会 (FHA)
TEL : 03-3874-7646 FAX : 03-3875-0880
E-mail : fha@tokyo.email.ne.jp

入爪、ハンマートーなど症状は異なるが、原因は同じであることが多く、靴による圧迫が一因だと考えられる。二つ目に自分の足に合った靴を履かないと疲れやすくなる。靴が合っていない（特に大きすぎる）と、歩行時に靴の中で足が前にずれることを防ぐために、一步一步、趾に無理な力を入れて踏ん張らなくてはいけない。人は一日、何千歩、多いと何万歩と歩く。一步一步の負担は小さくても、それが何千倍、何万倍と積み重なると趾への負担は大きくなり疲れやすくなる。それを防ぐためには足に正しくあった靴を履くことが大切で、そのために正しいシューフィッティングの知識が必要となる。

FHA とは

一般社団法人 足と靴と健康協議会のことで、英語表記すると Foot, Footwear, and Health Association となり、その頭文字をとって FHA、当会の通称である。足により良くフィットする靴を提供するためにシューフィッターを養成・認定、また情報を発信してシューフィッティングの大切さを啓発している団体である。シューフィッティングを体系的に養成講座として構築して、「シューフィッター」を養成・認定している唯一の組織である。

シューフィッター概要

シューフィッターは疾病予防の観点から、足に正しく合った靴を提供するシューフィッティングの専門家のことである。基本的には足と既成靴(市販靴)のフィッティングを行い、顧客の足にフィットする靴を選ぶ。ただし、オーダー靴やオーダーインソール製作を生業とするシューフィッターもいる。

シューフィッターはグレード別に分かれており、プライマリー（初級）、バチェラー（上級）、マスター（最上級）の3グレードがある。また、各グレードに付随する専門資格として、幼児子ども専門とシニア（高齢者）専門の2つの資格があ

る。

シューフィッターは2025年3月現在、3,434名が全国で活躍している。内訳はプライマリーが2,980名、バチェラーが417名、マスターが37名、その中で幼児子ども専門有資格者が276名、シニア専門有資格者が221名となっている。

シューフィッターが就いている職業の内訳トップ3の1位はチェーン展開している大手靴専門店や個人経営の靴屋、スポーツシューズショップなどで約1,500名、2位は百貨店の靴売場で約700名、3位がメーカーの企画や営業で約500名である。そして最近、急増しているのが医療関係者である。人数はまだ少なく100名くらいだが、数年前までは数十名だったため増加傾向が顕著である。内訳は医師、看護師、理学療法士、義肢装具士にフットケア関係者、また介護施設勤務者などである。

シューフィッターにできること

シューフィッターは具体的に何ができるのか解説する。まず、シューフィッターは顧客の足に正しく靴を履かせることができる。これについては後で詳しく解説する。そして、足にフィットした靴選びの「お手伝い」ができる。靴はファッションアイテムでもあり一人一人の好みがある。そのため、足を計測してフィッティングを行い、最適にフィットする靴を選択してもその靴を履くことを強制しない。靴の選択には個人の嗜好が加わることが多く、足にフィットする靴を選択・提案して、最終的に顧客が決める。シューフィッターは靴選びの「お手伝い」をする専門家である。さらに、高等技術として靴内の微調整（パッキング）ができる。人の足は左右で必ずといっていいほど、足の大きさ、形状が異なる。その足に機械で左右均等に作られた既成靴を合わせるので、どちらかの足がぴったりフィットすれば、もう片足はどこかが合わない。熟練のシューフィッターはフィットしない方の足、基本的には小さい方の足の靴内をパッキングして、調整することができる。具体

的にはインナーソール（中敷）を入れたり，部分的なパッド（図1）を挿入して合わない方の足のフィット感も高めることが可能である。

次いで，シューフィッターは片足で，プライマリー（初級）で11か所，バッチェラー（上級）以上は14か所，足部のサイズを正確に計測することができる。この足部の計測のことを「足型計測」という。一般消費者が靴を選ぶ際に確認する「サイズ」は「足長」に当たり，11か所のうちの1つにすぎない。このことからシューフィッターのフィッティング精度の高さが分かるであろう。

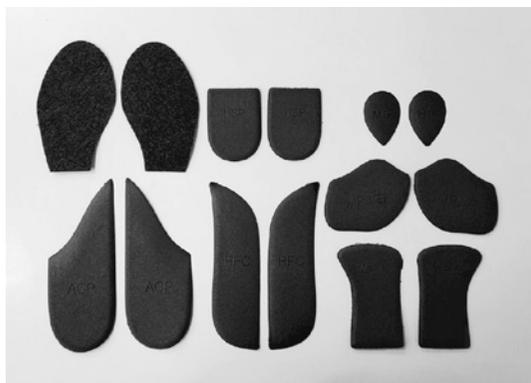


図1. 靴内調整パッド

足型計測

シューフィッターの足型計測について解説する。まずはペドカルテ（FHA製の足型計測用紙）にスクライバー（図2）という専用の器具を用いて足型をトレースする。

次に直尺と分度器を用いて片足で10本の直線を作図して，プライマリーで11か所，バッチェラー以上で14か所（3か所のグレー項目を追加）を計測する。（図3）

足型計測主要箇所の解説

足型計測で主要箇所の計測方法を解説する。

1. 足囲（ボールガース）(図4)

第1中足骨骨頭で一番外側に張り出している部分と，第5中足骨骨頭で一番外側に張り出している部分を結んだ周径。

ここは足部（foot）で唯一，大きく曲がる部分である。この部分と靴が屈曲するように設計されている部分が合わないとフィット感が悪く歩きづらい。足囲はシューフィッティングで最も重要な箇所の1つである。



図2. スクライバー

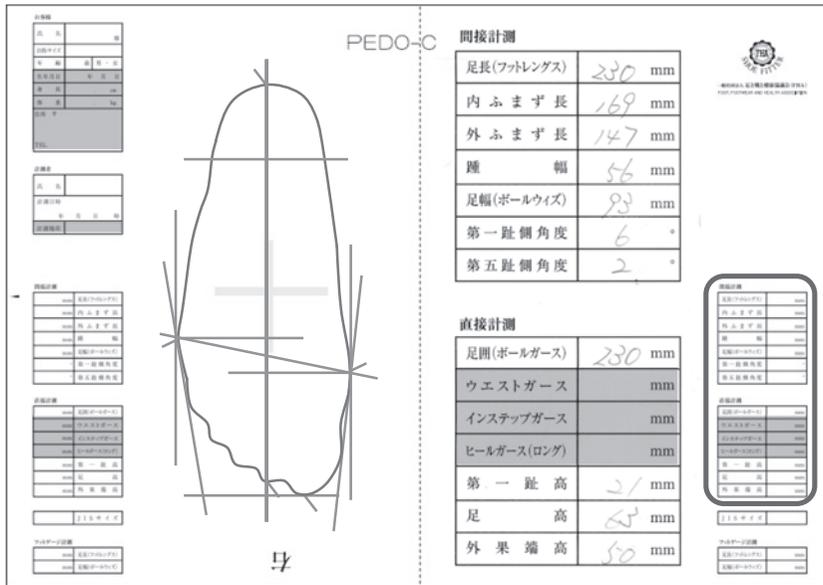


図3. 計測項目

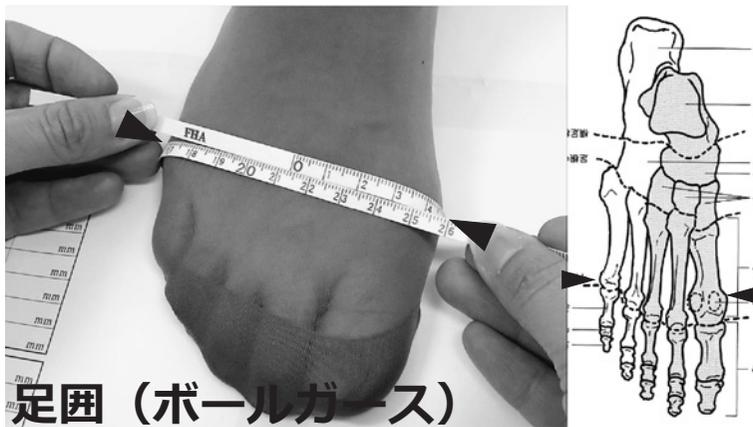


図4. 足囲 (ボールガース)

2. 足高 (甲の高さ) (図5)

中間楔状骨で最も高い点.

骨格構造上では舟状骨や距骨の方が中間楔状骨より高位にあるが、シューフィッティングは足と靴のマッチングである。そのため靴で一番高位に相当する中間楔状骨を足高として計測する。足高の計測によりハイアーチや扁平足の目安を付けることができる。



図5. 足高 (甲の高さ)

3. 外果端高 (外くるぶし最下端の高さ) (図6)
腓骨最下端の高さ。

足関節には外果と内果があるが骨格構造上、正常足では外果の方が低位にあり、(図7) 靴の履き口(トップライン)に当たって靴擦れになる頻度が高い。そのため、外果の最下端の高さを計測し



図6. 外果端高 (外くるぶし最下端の高さ)

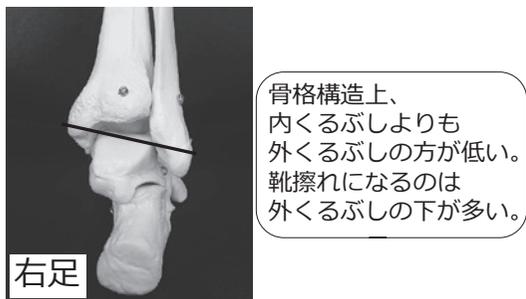


図7. 内果より外果の方が低位にある

て、トップラインの当たり具合を確認することで靴擦れを予防する。

4. 足幅 (ボールウィズ) (図8)

第1中足骨骨頭で一番外側に張り出している部分と、第5中足骨骨頭で一番外側に張り出している部分の幅。

最初に同じ箇所の周径を「足囲」として計測した。同じ箇所を2通りの方法で計測するには理由がある。足囲は周径なので甲高で縦長の足も、扁平で横長の足も、足囲では同じになることがあるが足幅は異なる。そこで足囲と足幅、両方計測して横アーチの落ち具合を確認、開張足の目安を付けてシューフィッティングに活用する。(図9)

5. 踵幅 (図10)

踵の一番後方の点から足長の18%の位置の幅。踵幅を計測して踵の大きな靴、小さな靴、どち

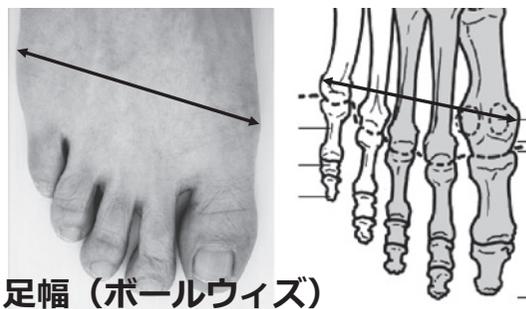


図8. 足幅 (ボールウィズ)

足囲が同じでも足幅は異なる。
横アーチの落ち具合が分かる。

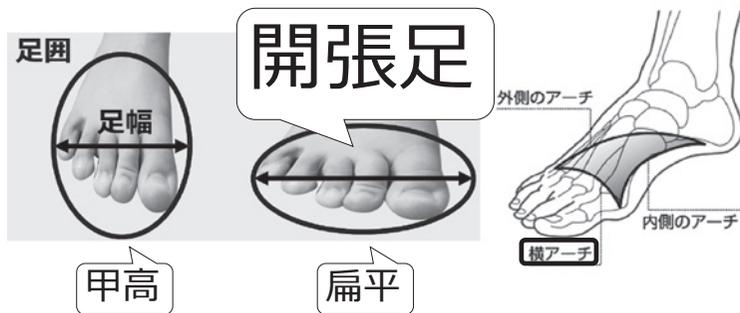


図9. 足囲と足幅、両方計測する理由

らがフィットしやすいか確認する。日本人は西洋人よりも平均的に踵が小さいため、日本メーカーの靴は踵が小さく、西洋メーカーの靴は踵が大きい傾向にある。(図11)このような国による靴の作りの違いもシューフィッティングに応用する。

6. 第1趾側角度

母趾の角度 (図12)

15度以上を外反母趾と判断(図12)して母趾のフィッティングに注意する。医師は20度以上を外反母趾として診断する。シューフィッターと医師で外反母趾を判断する角度が異なる理由は、ベースとなる基準線が違うためである。シューフィッターは踵の一番後方の点と第2趾の先端を結んだ

「足底縦軸線」を基準として母趾の皮膚の外側に接する線で外反母趾を判断するため、第1中足骨骨軸と基節骨骨軸のなす角で判断する医師の診断基準とは異なる。(図13)

そのため、医療業界では外反母趾を20~30度で軽度、30~40度で中度、40度以上で重度と定義して医師は診断するが、シューフィッターは15~25度で軽度、25~35度で中度、35度以上を重度と判断してフィッティングに注意する。

以上のようにシューフィッターは足部を正確に計測することができる。そして足型や計測値から足に正しくフィットする靴を選ぶ。これが「シューフィッティング」である。

シューフィッティング

シューフィッティングについて解説する。靴は歩行・走行するために履く。歩行・走行時は立っている。そのため、フィッティングチェックは必ず立位でFHA製のフィッティングトリアルチェックシート(図14)を用いて行う(※顧客のフィッティング姿勢には様々な考え方があり、立位だけが正解ではない)。紐靴以外の靴(パンプス

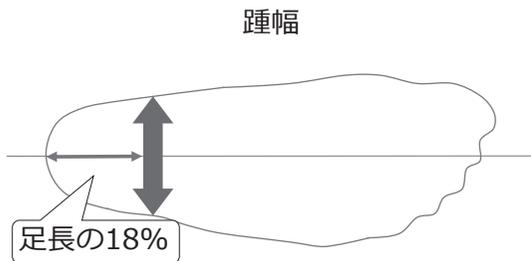


図10. 踵幅



図11. 国による靴の作りの違い

第1趾側角度

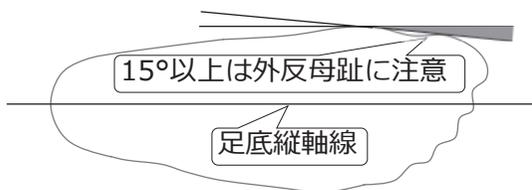


図12. 第一趾側角度



図15. ヒールグリップ

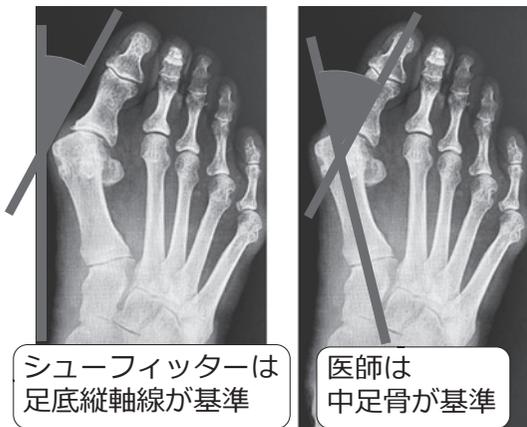


図13. 外反母趾角度の基準線



図16. 捨て寸

フィッティング・トライアル・チェックシート

図14. フィッティングトライアルチェックシート

やローファーなど)は片足で20か所、紐靴は19か所のチェックを行う。

フィッティングチェック主要箇所の解説

フィッティングチェックの主要箇所を解説する。

1. ヒールグリップ (図15)

靴の踵部分を片手で掴み、顧客に踵を上げ下げ

してもらい、歩行時に靴の踵が足の踵に付いてくるか、バカバカしないかを確認する。

2. 捨て寸 (図16)

爪先の余裕寸法を確認する。歩行時、単脚支持期に片足への荷重が増えて、足部のアーチが落ち込み、足趾が伸びる。捨て寸とはその伸びた足趾を逃がす爪先の余裕寸法のことである。捨て寸の目安は女性で10~15mm、男性で15~20mmくらいが適正な長さとなる。ただし、捨て寸は靴の先端が細く尖ったデザインだと長く取る必要があり、爪先に余裕があり、高さも十分に確保されていれば短くてすむ。(図17)すなわち、靴の爪先形状によって必要な捨て寸の長さは変わる。

3. ボールフィット (図18)

足囲に相当する部分をチェックする。足部(foot)で唯一大きく屈曲するボールフィットのフィッティングは重要である。

捨て寸はデザインによって大きく変わる。



図 17. 捨て寸はデザインによって変わる

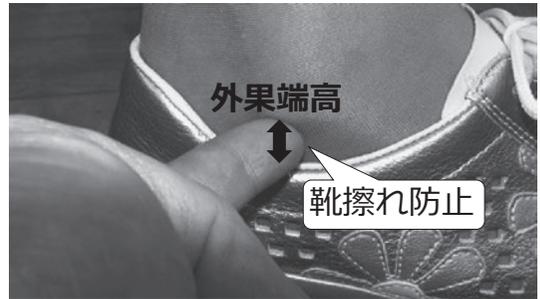


図 19. 外果端高



図 18. ボールフィット

4. 外果端高 (図 19)

外果の最下端がトップライン (靴の履き口) に当たらないかチェックして、着用後の靴擦れを予防する。

総 評

主要箇所のフィッティングチェック方法を解説した。このように片足で 20 か所、両足で 40 か所のフィッティングチェックを行い、最後に 40 か所を総合的に判断して総評を行う。総評は 4 つに分かれており、①販売可、②許容範囲、③このままでは販売不可、④販売不可、となっている。

冒頭の要旨で「靴医学との連携においてシューフィッターができることは、正しいシューフィッティングにより、顧客の足にフィットする靴を提案してトラブルから足を守る」と提言したが、それはこの総評で可能となる。

具体的には、外果がトップラインに当たっており、その靴を着用すると靴擦れになる可能性があ

るが、後足部にインナーソール (中敷) を入れて踵を上げ、外果がトップラインに当たらないようにすることで靴擦れを予防する。そのようなケースは「③このままでは販売不可」に該当する。

また、前足部全体が圧迫されており、その靴を履くと外反母趾や陥入爪、ハンマートーなどのトラブルになることが予見されるケースは「④販売不可」となる。その場合はサイズを 1 つ上げる、または余裕ある爪先デザインに変更してトラブルから足を守る。

以上のようにフィッティングチェックを行い、足に正しくフィットする靴を選ぶ。片足で 11 か所計測して、20 か所フィッティングチェック、合計 31 か所を確認して、顧客に最適にフィットする靴を選ぶのがシューフィッターである。しかし、それだけでは足を守ることはできない。最適にフィットする靴を正しく履くことが重要である。

正しい靴の履かせ方

靴の正しい履かせ方を解説する。シューフィッターは基本的に顧客に靴を履かせるために「履かせ方」という視点で解説するが「履き方」も同様である。

1. 靴を履かせる前に靴下やストッキングにたるみや締め付けなどがいないか、顧客が座位の状態を確認する。たるみがあるとその部分が靴の中で固まりとなり、足部が圧迫されることがあるためしっかりとる。また圧の強いストッキングなどを着用していると趾が丸まってしまう、そのまま靴

1)
履かせる前に
靴下やストッキング
のたるみをとる。

ストッキングは
趾を伸ばす。



図 20. 趾を伸ばす

1) 踵がしっかりしているか



図 22. 月形芯



図 21. 一番下まで全開

4) 足の踵が靴の踵部分にキチンと収まった
(爪先を上げた) 状態で留め具をしっかり留める。



図 23. 爪先を上げて留め具を留める

を履くと実寸よりも足が小さい状態でフィッティングチェックしてしまうケースがある。趾が丸まっている場合は伸ばしてから靴を履かせる。(図 20)

2. 靴紐やストラップなど留め具がある靴の場合は、留め具を全開にして足が入るスペースを広くとる。紐靴の場合、靴紐を結ぶ上部だけでは不十分で一番下まで全開にする。(図 21) このように足が入るスペースを十分に確保して、履かせる際に足が靴内の途中で引っ掛からないようにする。

3. 靴ベラを使って履かせる。靴の踵部には月形芯という踵の形状を保持する重要なパーツが内蔵されている。(図 22) 靴ベラを使わず足をねじ込むと、月形芯を壊してしまうことがある。

4. 爪先を上げて足の踵を靴の踵部に収め、その

ままの状態でもめ具を締める。(図 23) これは靴の履かせ方における「シューフィッティングの基本のキ」である。

以上の手順で靴を正しく履かせる。

結 語

正確に計測した足部データを元に、正しいシューフィッティングを行い、足に正しくフィットする靴を選択して、正しく履かせる。そのようにして、靴が原因で足に起こるトラブルを予防する。これがシューフィッターにできることである。すなわち、シューフィッターは足を守るゲートキーパー、足の番人である。その立場から靴医学と連携して足を守っていくことが、シューフィッターの使命であると考えられる。

コラム

雑誌「靴の医学」におけるフットケアと糖尿病足に関する 論文の調査と所感

Review and opinions of literature on foot care and diabetic feet in
the Journal of the Japanese Society for Medical Study of Footwear

福岡鳥飼病院整形外科
Fukuoka Torikai Hospital

井上 敏生
Toshio Inoue

Key words : フットケア (foot care), 糖尿病足 (diabetic foot), 雑誌「靴の医学」(Journal of the Japanese Society for Medical Study of Footwear)

a) 緒 言

日本靴医学会は、靴と足に関する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という目的で、1987年にまず研究会として発足し、毎年学術雑誌「靴の医学」を発行してきた。今回、雑誌「靴の医学」を振り返り、フットケアに関連して行われてきた研究の原著論文をいくつか紹介する。

b) 対象と方法

雑誌「靴の医学」におけるフットケアに関する論文を医学中央雑誌から検索式「フットケア」にて検索した結果、解説と原著論文併せて21編あった。一方「フットケア」OR「糖尿病」の検索では80編あった。今回は、これら80編の年次別論文数の推移を調査するとともに代表的な論文の紹介

(2024/12/27 受付)

連絡先 : 井上 敏生 〒814-0103 福岡県福岡市城南区
鳥飼 6-8-5 福岡鳥飼病院整形外科
TEL : 092-831-6031
FAX : 092-822-9772
E-mail : inouet@kouikai.jp

を行う。

c) 論文の内訳と年次別推移

80編の論文の内訳は、解説が22編、原著論文が58編であった。解説は、主に学術集会での講演やシンポジウム・パネルディスカッションをまとめたもので、その年度の学術集会のテーマが反映されており、2009年以前はほとんど見られなかったのに対し、2010年以降増えてきたのは、フットケアが注目されてきたことの現れと思われた。一方、原著論文は58編であるが、第2巻(1988年)より比較的コンスタントに見られている。(図1)初期には「糖尿病と履物」というテーマがはっきりしていたが、最近はずしも靴にこだわらず「糖尿病の足」について多岐のテーマでの論文が増えてきた。(図2)「糖尿病と履物」に関する原著論文では、新城孝道先生(以下新城)が22編、橋本健史先生(以下橋本)が7編で、両者でかなりの数を占めており、それぞれが特徴のある研究を行っているため、今回はこの2名の研究についての紹介を行った。

新城らによる論文紹介 : 靴の医学に載った最初

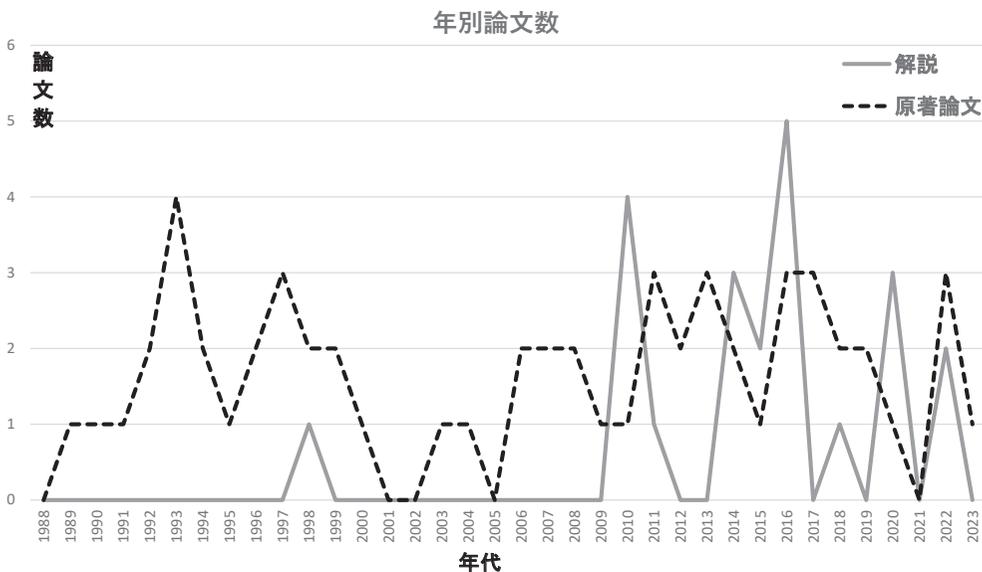


図 1. フットケアに関する論文数の推移

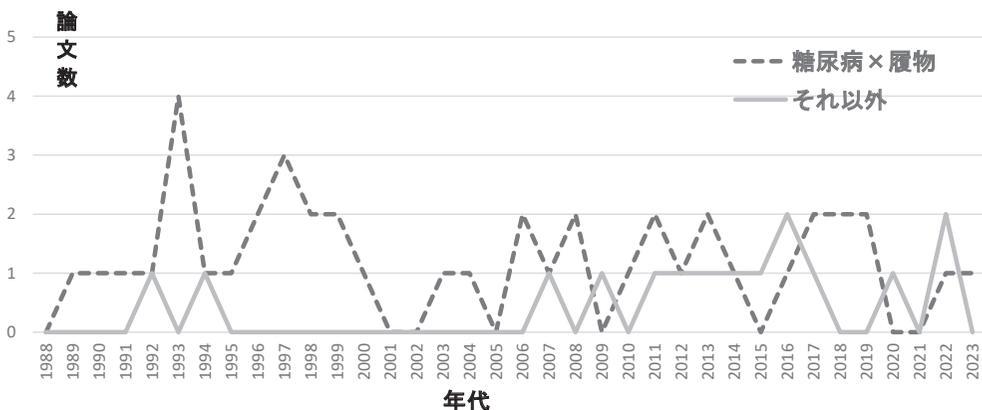


図 2. 原著のテーマの推移

のフットケアの論文は1989年の「履物によると思われる糖尿病性足病変の臨床的検討」という新城の論文である¹⁾。糖尿病での入院患者23例の足の変形、足病変の種類と部位、靴の種類・使用状況・サイズ、自覚症状の有無、足病変発見時期、足病変の治療と結果を調べ、その結果、足の形態にフィットした靴を選ぶこと、市販靴で不適なら靴を作ること、靴の履き慣らしに十分時間をかけることを推奨した。1990年には糖尿病患者132例の足病変に対し、足底装具や靴すなわち履物

シューズ、靴型装具にて治療し、これらの効果を調査している。鶏眼、潰瘍、足底腱膜炎・中足骨頭痛は改善したが、変形は不変であり、Extra Depth Shoeは美的感覚からは受け入れにくい、症状の改善が得られたと報告している²⁾。1991年には、靴型装具の使用状況・満足度に関するアンケート調査を糖尿病患者213例に行った。満足度は62.2%、不満例は15.5%であり、不満点としては、靴が重い・靴擦れ・蒸れ・デザインが悪いなどを挙げている。また、以前に市販靴による足の

トラブルを経験した例ほど不満は少なく、靴型装具をよく着用したと述べている³⁾。1993年には、糖尿病の足病変の主な誘因が靴ずれであることを踏まえて糖尿病患者 365 例に医療靴を作製・装着し、325 例 (89%) で良好な成績を得たと報告した。また、足病変再発は、治療靴を継続した例では 14.9%、市販靴に戻った例では 50.2%に見られ、治療靴継続の必要性を説いている⁴⁾。1995年には、糖尿病足に対して独自に考案した処方箋により作製した靴型装具の使用経験を報告した。処方箋の使用により、指示が具体的に数量化できたこと、指示の不適や誤りが明らかになったこと、靴の仮合わせや靴完成後の改善点が明らかとなったこと、義肢装具士および靴製作士との情報交換が十分になされ靴型装具の不備な点が改善されることで品質管理の向上に役立ったことなどが挙げられる。一方、記載項目が多いため労力を要することやデザインについて患者の不満が少なからず見られたという短所も指摘しているが、処方箋を用いたことで糖尿病患者の足病変の予防が 89.7%と高率に得られ有用であったと報告した⁵⁾。2011年には、足白癬症と靴内の衛生状態の比較と題して、足ないし爪白癬症が疑われフットケア外来を受診した症例 (糖尿病 55 例と非糖尿病 10 例) の足と爪の白癬症の有無、および靴内の白癬菌の検査と、工業用内視鏡による靴内の状態観察を行い、白癬症は糖尿病群の 92.7%、非糖尿病群の 40.0%と、糖尿病群で高頻度に見られたが、靴内の白癬菌は糖尿病群で 94.5%、非糖尿病群でも 80.0%に検出され、靴内のごみの状態も含め、いずれの群も靴の衛生が不良であったため、白癬症対策として足のみならず履物に対しても十分な対策と患者教育が重要であると述べている⁶⁾。さらに、靴下による足底圧への影響を調べた報告、足底圧と表面筋電図を調べた報告が続く。2016年から2019年にかけては、履物の底の Rigidity と Flexibility に関する一連の研究で、靴底の硬さ、曲がりにくさの定量化を試みた。数種類の履物と、その靴底に rocker sole を貼り付けたものを、長軸方向に圧縮する測

定装置を使って計測し、靴底に rocker sole を貼り付けたものの方が底が硬くて曲がりにくく、糖尿病足に有利であることを証明した^{7)~9)}。このように新城の原著論文は比較的多数の糖尿病患者に対して糖尿病足に特化した多岐にわたる研究を行ってきたのが特徴である。多数の患者を診療している糖尿病内科医であるからこそできた研究と思われる。

橋本らによる論文紹介：1993年に糖尿病性足部壊疽に対し、欧米で治療に用いられる total contact plaster walking cast をヒントに、本邦の高温多湿な気候および屋内では靴を脱ぎ風呂を好む生活習慣に合わせた硬性治療靴を開発し、その着用により足部壊疽が消退したことを報告した¹⁰⁾。橋本はその後も開発した硬性治療靴による、糖尿病性足部潰瘍に対する効果について報告した。1994年には4例に使用し全例で潰瘍が治癒あるいは消退したこと¹¹⁾、1997年には5例について2年以上経過観察し全例で潰瘍が軽快したが治療靴を止めると2例で再発し再装着で治癒した¹²⁾と一連の報告を続けた。1998年には硬性治療靴の靴内足部圧の分散効果について報告している¹³⁾。2000年には、硬性治療靴を着脱のしやすい短靴型へ改良し、同様の治療効果が得られ、履き心地の悪さを改善することができたことを報告した¹⁴⁾。整形外科医である橋本には多くの足と靴のバイオメカニクスの研究があるが、糖尿病足に関しては、ここに示したように自家開発した靴型装具について、その基礎的研究、改良、効果、長期成績を順次報告するという手法をとってきたことが特徴である。

d) 結 語

糖尿病足と履物の研究には、糖尿病足の形状等の研究、履物に関するデータ収集による研究、糖尿病足の治療効果を調べる臨床的研究などがあり、それを踏まえて実際に履物を作って有用性・問題点を探り、それを臨床にフィードバックし、その効果を調べていく繰り返しとなる。今回は雑誌「靴の医学」における新城および橋本のフット

ケアの研究を紹介したが、雑誌「靴の医学」にはそのような研究が他にも多数報告されてきており、今後もこのような研究が続いていくことが期待される。

文 献

- 1) 新城孝道. 履物によると思われる糖尿病性足病変の臨床的検討. 靴の医学 1989; 2: 47-50.
- 2) 新城孝道, 森川勝義. 足病変を有する糖尿病患者に対する治療靴. 靴の医学 1990; 3: 49-52.
- 3) 新城孝道, 森川勝義. 糖尿病患者に対する靴型装具のアンケート調査. 靴の医学 1991; 4: 28-32.
- 4) 新城孝道. 糖尿病性足病変に対する治療靴の効果と限界. 靴の医学 1993; 6: 20-4.
- 5) 新城孝道, 藤倉知子, 中谷文夫, 他. 糖尿病患者に対する靴型装具の処方箋の作製. 靴の医学 1995; 8: 61-6.
- 6) 新城孝道. 足白癬症と靴内の衛生状態の比較. 靴の医学 2011; 24: 76-81.
- 7) 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 2016; 29: 7-12.
- 8) 新城孝道. 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). 靴の医学 2017; 30: 66-72.
- 9) 新城孝道. 糖尿病患者の履物のRigidityとFlexibilityに関する臨床的検討 (第3報). 靴の医学 2019; 32: 13-8.
- 10) 橋本健史, 井口 傑, 宇佐見則夫, 他. 糖尿病性壊疽に対する硬性治療靴の試み. 靴の医学 1993; 6: 87-9.
- 11) 橋本健史, 井口 傑, 宇佐見則夫, 他. 糖尿病性足部潰瘍に対する硬性治療靴の試み—第3報—. 靴の医学 1994; 7: 33-6.
- 12) 橋本健史, 井口 傑, 宇佐見則夫, 他. 糖尿病性足部潰瘍に対する硬性治療靴の試み—第4報—. 靴の医学 1997; 10: 134-6.
- 13) 橋本健史, 井口 傑, 宇佐見則夫, 他. 糖尿病性足部潰瘍に対する硬性治療靴の靴内足部圧の分散効果について. 靴の医学 1998; 11: 42-4.
- 14) 橋本健史, 井口 傑, 宮崎 祐. 糖尿病性足部潰瘍に対する硬性治療靴—短靴型への改良—. 靴の医学 2000; 13: 1-3.

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。

2024年度査読担当者

青木 孝文	秋山 唯	阿部 薫	池澤 裕子	生駒 和也
井上 敏生	印南 健	宇佐見則夫	内田 俊彦	宇野 秋人
浦辺 幸夫	遠藤 拓	大内 一夫	大塚 和孝	奥田 龍三
落合 達宏	垣花 昌隆	門野 邦彦	金澤 和貴	木村 克敏
倉 秀治	佐々木克則	笹原 潤	佐本 憲宏	嶋 洋明
常德 剛	庄野 和	須田 康文	竹内 一馬	田中 康仁
谷口 晃	寺本 篤史	鳥居 俊	仁木 久照	西井 幸信
橋本 健史	平石 英一	平野 貴章	福士 純一	松本 芳樹
峯岸 英絵	安田 義	安田 稔人	矢部裕一郎	吉野 伸司
吉村 一郎	吉村真由美	早稲田明生		

(敬称略)

靴の医学 編集委員長 畔柳 裕二

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きの事業を行う。

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るとき、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ことができる。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

学術集會に特別参加し、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、特別の功勞のあった者とする。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、学会学術集會の演題発表または「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。文献は本文中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

新潟での実り多き学会の後、思いがけず編集委員長長の打診を受けました。まさに寝耳に水のことで、熟慮する間もなく引き受けてしまいました。仕事の多さに幾度も後悔しました。ようやく仕上がりが見え、安堵の気持ちでいっぱいです。一つひとつの論文には、歴代編集委員長長の多大なるご苦労があったことを身をもって痛感いたしました。

団塊ジュニア世代である私たちは、研修医時代をはじめ若い頃は安価な労働力として夜遅くまで雑務に追われ、時間外手当や有給休暇など考えることなく働いてまいりました。最近では、若手が勝手に医事課と給料の交渉をする、時間外手当が出ないなら朝のカンファレンスには出ない、といった話を大学の関連病院部長会において複数の先生方から伺い、驚かされた次第です。若い世代の“タイパ・コスバ”意識に、隔世の感を抱かずにはられません。

学会で発表し、その成果を論文として世に広めることは、素晴らしい仕事であると確信しております。昨今は論文投稿数が減少傾向にあり、寂しさを感じます。若い先生方には、“タイパ・コスバ”の観点だけでなく、論文執筆がもたらすやりがいと意義をぜひ知っていただきたいと願っております。

また、無報酬にもかかわらず、査読をお引き受けていただき、丁寧に査読くださった査読者の先生方には、心より御礼申し上げます。お忙しい中、誠にありがとうございました。多くの先生方の使命感の結晶ともいえる本論文集を、ぜひお手に取ってご覧いただければ幸いです。

最後に、慣れない私に親切にご指導くださり、編集作業において多大なご尽力を賜りました杏林舎の皆様、特に編集室の川村様に、心より深く感謝申し上げます。

2025年4月29日

編集委員長 畔柳裕二

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 (<https://www.kutsuigaku.com>) にてご確認下さい。

理事 副理事 監評 議員	長	正仁	池澤	大内	落合	門野	
	長	憲宏	須田	田中	仁木	平野	邦彦
名譽會員	理事	阿部	裕子	一夫	達宏	貴章	
	理事	倉部	康文	康仁	久照		
名譽會員	議員	稲田	龍三	和也	健	秋人	
	議員	早稲	敏生	也孝	隆	和貴	
名譽會員	議員	井上	孝文	裕二	哲郎	木克則	
	議員	木辺	幸司	剛	和史	一馬	
名譽會員	議員	浦本	光潤	晃一	純	俊達	
	議員	岸原	信之	英一	純一	裕一朗	
名譽會員	議員	竹中	信之	由美	稔	純道	
	議員	西井	幸芳	眞		寛之	
名譽會員	議員	吉野	伸司	俊彦	衛	北	
	議員	井口	傑	人	晃	新城	
名譽會員	議員	木下	光	雅	司	中嶋	
	議員	杉本	和昌	公	昭夫	山崎	
名譽會員	議員	野口	彦	義和		信寿	
	議員	山本	晴康	郁			

(2025年4月現在, 50音順)

靴の医学 第38巻2号 2025年5月発行©

定価 5,500円 (本体価格 5,000円 税 500円) 送料 300円

編集・発行者 日本靴医学会

〒101-0003 東京都千代田区一ツ橋1-1-1 パレスサイドビル

株式会社毎日学術フォーラム内

FAX : 03-6267-4555

E-mail : maf-kutsuigaku@mynavi.jp

Printed in Japan

製作・印刷：株式会社 杏林舎