

靴の医学

Volume 34
No. 2

2020

編集

日本靴医学会

第 35 回日本靴医学会学術集会のお知らせ

第 35 回日本靴医学会学術集会を下記の要領にて開催いたします。
皆様からの多数の演題とご参加をお待ち申し上げます。

【開催概要】

会 長：平野 貴章 聖マリアンナ医科大学 整形外科学講座

会 期：2021 年 9 月 3 日（金）・4 日（土）

会 場：川崎市コンベンションホール

〒211-0063 神奈川県川崎市中原区小杉 2 丁目 276 番地 1

パークシティ武蔵小杉 ザ・ガーデンタワーズイースト 2 階

TEL：044-455-6340 FAX：044-455-6341

※新型コロナウイルスの影響により、開催形式を変更する場合がございます。

開催形式変更の際は、学術集会ホームページ、メール等でご案内いたします。

【テーマ】

変わらない靴 変わる靴

【プログラム予定】

・理事長講演：宇佐見則夫 先生（うさみ整形外科）

・特別講演：井口 傑 先生（井口医院）

秋山 唯 先生（聖マリアンナ医科大学 整形外科学講座）

・シンポジウム：

靴教育 靴選び 女性靴 スポーツ靴 フットケア

・一般演題

【演題募集期間】

2021 年 3 月 22 日（月）～5 月 31 日（月）

【演題登録方法】

演題登録はインターネットからのオンライン登録とさせていただきます。

詳細は学術集会ホームページ「演題募集」をご確認ください。

ホームページ：<https://kutsu35.secand.net/>

【お問い合わせ先】

学会・運営事務局

聖マリアンナ医科大学 整形外科学講座内

〒216-8511 神奈川県川崎市宮前区菅生 2-16-1

TEL：044-977-8111（内線 3435） FAX：044-977-9683

靴の医学

Volume 34

No. 2

2020

編集

日本靴医学会

原著
靴

右 toe-out は一般的か？ ……………浦辺 幸夫ほか……………	1
3次元足型計測によるヒール高変化時の足趾動態の解析 ～足部を直行座標系と仮定した 足趾位置変化の検討～……………蓮野 敢ほか……………	9
靴紐を締める・締めないによる 小児の歩容の変化……………石川 早紀ほか……………	15
ハイヒールとダンス用ハイヒール装用時における 母趾外転筋の筋電図解析……………谷澤 真ほか……………	20
靴紐の締め方が小学生の歩行状態に与える影響……………伊藤 太祐ほか……………	24
化膿性膝関節炎後の膝関節症に対する保存療法 —靴と足底挿板による治療—……………内田 俊彦ほか……………	30
外反母趾に対し第1中足骨水平骨切り術を施行した症例において SAFE-Qを用いた靴関連評価の検討 ……………永野 智子ほか……………	35

足底挿板

ポストポリオ症候群に対する足底挿板療法……………内田 俊彦ほか……………	39
低アーチ足に対する知覚連動インサートの長腓骨筋抑制効果と 後脛骨筋向上効果の検討……………清水 新悟ほか……………	43
大学女子バレーボール選手の競技用シューズへのインソール使用の効果 —パフォーマンステストによる評価—……………阿部 薫ほか……………	48
Werner 症候群2例における難治性足部潰瘍に 対する足底挿板の効果……………城戸 優充ほか……………	53
第1中足骨内転に伴う若年性外反母趾に対して インソール治療が有効であった1例……………水野 稚香ほか……………	60

足計測と装具療法

幼稚園児の身長，足長，足幅の卒園までの 変化量の関係……………	加城貴美子ほか……………	64
足底腱膜の形態および硬度と不安定台上での 片脚立位保持能力との関係……………	廣田亜梨朱ほか……………	70
変形性足関節症の治療選択 —装具療法と人工関節置換術との比較—……………	秋山 唯ほか……………	75
一般住民の外反母趾がSAFE-Qに与える影響 —大台町コホート研究より—……………	西村 明展 ……………	79
外反母趾に対して足趾運動を行い，アーチ高率が上昇し 疼痛軽減がみられた2症例……………	永尾 秀幸ほか……………	84
COVID-19感染症による大学生の歩数減少……………	浦辺 幸夫ほか……………	89
外反母趾患者の足サイズ計測と 単純X線像との関係……………	山口 楨介ほか……………	94

シンポジウム

婦人靴のファッションと機能の両立を考える—ヒールパンプスに注目して—

シンポジウム総合討論：婦人靴のファッションと機能を考える —ヒールパンプスに注目して—……………	阿部 薫ほか……………	98
木型師（ラストモデリスト）が考える婦人靴の ファッションと機能の両立……………	五十石紀子 ……………	105
婦人靴のファッションと機能の両立に 関する実験研究方法……………	阿部 薫 ……………	108

日独小児靴学研究会合同企画 小児の足を健全に育てるための足と靴の知識

小児の足の特徴……………	島村 雅徳 ……………	112
ドイツWMS規格と日独子供足靴環境と その比較……………	ベーレ ルッツほか……………	116
子ども靴の優先順位は，なぜ低いのか……………	大谷 知子 ……………	120

私の足底挿板療法—更なる活用のために—

内反型変形性足関節症に対する外側楔付足底挿板の

有効性と患者満足度……………黒川 紘章ほか…………… 126

足底挿板の有用性と

リハビリテーションへの応用……………須貝奈美子ほか…………… 132

特別講演

動物の進化，人の歩行，脚，足，靴，

そして関節外科の将来は？……………寺本 司 …………… 137

大震災・原発事故—危機下における大学の

使命・トップの責任—……………菊地 臣一 …………… 148

ランチョンセミナー

靴のファッションと機能の両立

—ヒール靴と足部の適合性に関する研究—……………阿部 薫 …………… 155

コラム

足病を防ぐ革新的歩行法

『キープ・アーチ・ウォーク・メソッド』の考案

趾動説から踵動説へ，

コペルニクスの発想の転換……………千崎 英隆 …………… 166

現代歩行システムの考察

—歩行に潜む致命的な問題について—……………千崎 英隆 …………… 173

巻頭言

日本靴医学会理事長 宇佐見則夫

昨年から続いている今までに類を見ないコロナ禍のなか、いかがお過ごしでしょうか？日常の診療・研究、学術活動などすべての面で大きな制約が生じるようになってしまいました。本学会だけでなく大半の学術集会がオンラインで行われ大過なく終了したことを考えますと 今後の学会の在り方自体がコロナ前後で変化していくのではないかと感じています。

さて昨年の第34回靴医学会学術集会は 福島医科大学の大内一夫会長のもと福島市で行われる予定でしたが他の学術集会と同様にオンラインで行われました。特別講演として菊池臣一先生による東北大震災における大学の役割、高倉義典元理事長による靴と足の話、寺本 司 前理事長による 動物の進化・人間の歩行など興味深い講演があり、そのほか例年のごとくシンポジウムや 他学会とのジョイントミーティングが行われました。例年のような対面式の討論ではなかったため聴衆の反応が分からず活発な討論というわけにはいきませんでした但有意義な内容であったと思います。また、今後の学術集会運営の礎となるべき学会であったと思います。大内会長以下福島医科大学の皆様のご尽力を持ちまして無事にやり遂げられたと思います。この紙面をもって深謝いたします。そして、いつも申していますが、発表するだけでは形になりません。より深い理解を得るためにも学会誌へのご投稿をよろしくお願いします。

なお、第35回学術集会は聖マリアンナ医科大学 平野貴章 先生によって開催されます。会員の皆様によるご支援、宜しくをお願いします。

最後に、先の見えないコロナ禍ですが皆様だけでなくご家族や周囲の皆様の各自愛のほどをお願いします。

右 toe-out は一般的か？

Laterality for the foot angle:

Is right toe-out more common than left?

広島大学大学院医系科学研究科

Graduate School of Biomedical and Health Science, Hiroshima University

浦辺 幸夫, 森川 将徳, 前田 慶明

Yukio Urabe, Masanori Morikawa, Noriaki Maeda

Key words : 下肢アライメント (lower limb alignment), 右 toeing-out (toeing-out in right side), 左右差 (laterality), スポーツ外傷・障がい予防 (prevention for sports injury)

要 旨

「右 toe-out が多いか」を明確にするために測定 1~3 を実施した。測定 1. では大学生 180 名の直線走行中の足先の向き, 測定 2. では皇居ランナー 2,790 名の左回り走行中の足先の向き, 測定 3. では男性 5 名を対象に下駄を履いた状態の右回り歩行中の足先の向き, 加えて下駄の歯の摩耗と天板に残った足痕を記録した。結果として, 測定 1. では右 toe-out が 37% で左 toe-out が 24% だった。測定 2. では右 toe-out が 46% と最多であった。測定 3. の右回り歩行では全員が左 toe-out を示していた。下駄の歯は両側の左側が摩耗し, 足痕は鼻緒を左側に押すように付いていた。このような非対称性を考慮して将来の靴づくりにも活かすべきではないかと考える。

緒 言

静的あるいは動的な下肢アライメントは, スポーツ外傷・障がいの発生に関係すると考えられている。膝前十字靱帯 (Anterior cruciate ligament, 以下 ACL) 損傷は若年成人に発生する重大なスポーツ外傷であるが, 膝関節外反の下肢アライメントがリスクになる可能性が報告されている。そのなかで, toe-out & knee-in (足先が外側を向き, 膝関節が内側に入り外反する) や toe-in & knee-out (足先が内側を向き, 膝関節は内反する) は典型的なマルアライメントとされている¹⁾。人の歩行やランニングでは本来 toe-out が圧倒的に多いが, 足先が外側を向く角度や, 左右差についてはあまり明確には示されていない。

上肢の左右差については「利き手 (Dominant hand)」「非利き手 (Non-dominant hand)」として, 違いがわかりやすい。右利きの場合, 利き手側は非利き手に対しおおよそ 85% の上肢機能を担っており, 多くの機能を利き手に委ねている²⁾。これに対して, 下肢の左右の違いは上肢ほど認識されていない。下肢の左右差については機能的な働きをする「利き足 (脚)」に対し, 反対側は支持的な

(2019/08/06 受付)

連絡先: 浦辺 幸夫 〒734-8552 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
電話番号: 082-257-5405 (携帯: 090-1015-4586)
FAX 番号: 082-257-5344
メールアドレス: yurabe@hiroshima-u.ac.jp

表 1. 人の左右差に関する報告

著者	論文タイトル	雑誌、書籍名	巻	頁	年	内容の要約
木村邦彦, 他	利き手と四肢の側優位性	神経神歩	24	610-622	1980	・本来利き脚は利き手と同側にあるが、上肢動作との関連性で複雑な優位性を示す
平沢彌一郎, 他	日本人の直立能力について	日生理人類会誌	87	81-92	1979	・立位姿勢は左足支持、右足補助という laterality がある
萱村俊哉, 他	健常児における利き手 (Handedness) に関する発達的研究	大阪市立大学生生活科学部紀要	38	205-211	1990	・健常者では利き手と利き足はほぼ一致する
田中正敏, 他	上肢の左右差について	体力科学	40	833	1991	・利き手の握力や肩関節の可動域を計測した結果、男女とも握力と関節可動域は右側優位
高畑由起夫, 他	ヒトの動作にあらわれる左右差についての研究	鳴門教育大学研究紀要	11	37-39	1996	・ボールキック動作から、利き足と非利き足に左右差を確認
渡邊朋雄	スポーツ選手の側性に関する調査検討	秋田工業高等専門学校研究紀要	33	120-124	1998	・バスケットボールでは、利き手と利き足での右傾向化がみられる
三上一貴	軸足・利き足の検討	理療研	16	15-18	1999	・接地足趾面積は非利き脚は利き脚より大きい
木村和樹, 他	健常成人における歩行時間から分析した左右差の検討	理療科	30	359-362	2015	・立脚 I 相 (踵接地から母趾球接地) は利き脚で長く、立脚 III 相 (立脚 III 相 (踵離地から母趾離地)) は非利き脚で長い
Grouios G	Footedness as a potential factor that contributes to the causation of corn and callus formation in lower extremities of physically active individuals	The Foot	15	154-162	2005	・胼胝が確認された足のうち、発生率は右側で 79%、左側で 52%
村田 伸, 他	上下肢の側優位性に関する研究	西九州リハビリテーション研究	1	11-14	2008	・上肢と下肢の周径、筋力および片足立ち保持時間などの形体と機能検査の結果から、上肢の側優位性は認められたが、下肢については認められなかった
原田妙子	若い女性の姿勢に対する意識について	名古屋女子大学紀要	57	67-74	2011	・正面の傾きでは、右に傾いている人が左に傾いている人よりやや多くみられる ・肩下がりには右に多くみられる ・重心が左に傾いている人は 33.6%、右に傾いている人が 48.6%
原田妙子	若い女性における体系の左右差について	名古屋女子大学紀要	58	43-52	2012	・正面から見た肩尖点の左右の高さが同じ人は非常に少なく、右が低い人が半数以上。 ・体幹の中央のずれは、右にずれている人が多い
横井 惇, 他	運動系における左右差	日神回路会誌	22	16-29	2015	・使用頻度と機能性との間には相関があり、右利きのヒトにおいては左 (腕) と比べて右手 (腕) の方が筋力や巧緻性などにおいて優れている ・左右差は道具使用など両腕を協調させて用いる際の役割分担にもみられ、利き手が主要な役割を担う一方で非利き手は道具を支えるなど補助的な役割に徹する傾向がみられる
湯 海鵬, 他	歩行・走行における下肢動作の左右差と片側優勢	スポーツ健康科学研究	38	43-48	2016	・自由歩行では右脚が左脚より高く上がり、男子が女子より左右差が大きい ・膝の垂直変位と筋力における右優勢人数の割合は約 60% で、男女とも右優勢の人数が多く、そのなかでも男子が女子より右優勢の人数が多い傾向
秦 和也, 他	視線および聴覚刺激による身体傾斜方向の関連について	生体医工学	57	21-26	2019	・被験者のべ 20 人のうち、17 人は利き手も利き足も右であり、2 人が利き手も利き足も左、1 人は利き手が右、利き足が左であった

役割をするために「非利き足 (脚)」と分類することが多い。しかしながら、下肢の利き足側と非利き足側の違いについて論じられることは非常にまれである。

前述した ACL 損傷を例にとると、左膝関節での発生が多いことを筆者らは示した⁴⁾。なぜ、左膝関節を受傷する割合が多いのかについては、筋力の左右差、上肢の左右差の影響、神経筋機能の違い

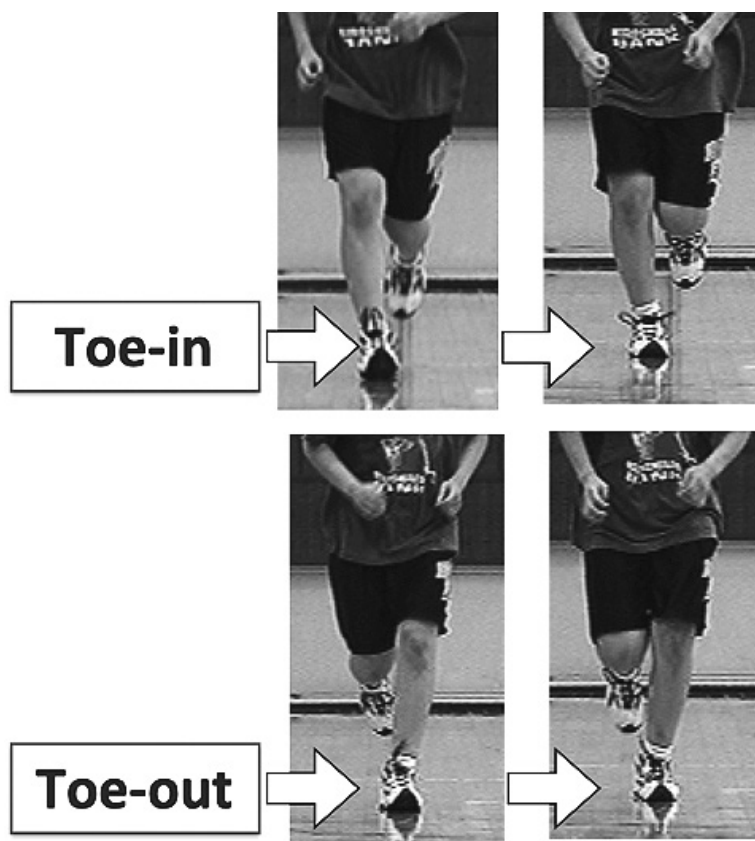


図 1. 直線走行時の足先の向き

右足は neutral から toe-in, 左足は若干 toe-out である。この例は「左 toe-out」と判定した

いなどを考えているが、誰も明確な回答を出していない⁵⁾。また、足関節内反捻挫はスポーツ外傷でもっとも発生率が高いことで知られているが、左右差はほとんどないようである⁶⁾。高齢者で多く発生している大腿骨近位部骨折については臨床的な1,000名程度の患者からの私見ではあるが、ほぼ52対48くらいでわずかに左側に多いと考えているが、左右差はほほない。

表1に利き手と利き足の関係について報告されている論文をまとめてみた(文献の引用は表1中に記載)。「右手が利き手の場合、利き足は右」「左手が非利き手の場合、非利き足は左」ということができる。手が右利きの人は世界中では90%程度と考える⁷⁾。手は右利きが多いために、「人は左足

で立つ」というのが専門家の表現である。そうすると、ACL損傷が左膝で多い理由のひとつとして、ジャンプ時に右手でシュートや投球を行った場合、左足部が支持脚として先に床面に接触するということが考えられる。したがって、toe-out & knee-inがマルアライメントであるという観点からみれば、人は左toe-outが多いはずである。

しかし、筆者らは人の歩行やランニングを観察するなかで、「右toe-out」が多いのではないかと考えた。もし、ACL損傷で左膝関節の過度の外反が問題視されるとすれば、左toe-outが多いはずである。ところが、人の動作で通常は右toe-outが多いとなると、下肢アライメントという視点からそこに矛盾が生じる。このような研究上の疑問か



図2. 皇居ランニングコースの俯瞰図
観察場所は桜田門近くの内堀通りの直線区間とした(図中×印の場所)

ら、「人は右 toe-out が多いのか」、そのデータを公表する必要があると考えた。副次的ではあるが、科学的な根拠は別にして「右の靴のかかとが左よりも減る」という結果もある⁸⁾。これも、間接的には右 toe-out で歩行を続ける結果ではないか？そうすると、人は一生かけて左右差をもって生きるわけであり、靴にも何らかの配慮があってもよいのではないかと、想像を膨らませた。本研究の目的は、その理由の如何を不問にし、まず人の歩行や走行中に「右 toe-out が多いのか」どうかを明確にすることである。

方 法

本研究は測定1., 2., 3. からなる。測定1. は、大学生を対象にした直線走行で足先の向きを観察した。対象は180名(男性96名, 女性84名, 平均年齢20.7歳)である。測定2. は皇居ランニングの参加者の観察である。測定3. は、約8kmのコースでの右(時計)回りのウォーキングである。測定1. と測定3. は、ヘルシンキ宣言を遵守し、対象に研究の意図と内容を十分に説明したうえで、書面にて了解を得て実施した。測定2. は、一般大衆

ランナーの観察であるため、公序良俗に反しないという条件に配慮しながら実施した。

本研究での足先の向きの決め方について説明する。測定1. では図1に示すように屋内に30mの直線走路を規定し、対象の前方からビデオ撮影を行った。得られた画像から、足先が外側を向く toe-out, 足先がほぼ進行方向を向くニュートラル(neutral), 足先が内側を向く toe-in のいずれかに分類する。本来、足先は進行方向に対して軽度外側に向くため、明らかに足先が外側を向く者を toe-out とした。足先の向きの判定は、経験のある3名の理学療法士によって行った。図1の例は右足は neutral から toe-in, 左足は若干 toe-out である。進行方向に向かって左方向にランニングしているようにもみえる。結果として「左 toe-out」と判定した。判定は右または左の toe-out, toe-in か toe-out が明確でなく左右差も判然としない neutral, 右または左の toe-in の5者のいずれかになる。

測定2. の皇居ランニングについて説明する。1周約4,950m, 標高差約30mである。信号機による遮断なしでランニングが可能である。事故やトラブルを避けるため、ランナーは左(反時計)周りのランニングに従わねばならないという取り決めがある。図2に皇居ランニングの全体がわかるような看板を示す。2011年から2018年の間で18回の観察を行った。観察者は理学療法士であるが、時々同伴者を伴って、足先の向きについて観察結果が一致するか、確認を行った。観察場所は、桜田門近くの内堀通りの直線区間とした。ビデオやカメラでの撮影は行わなかった。1回40分の定点観察で1ランナー1周中1回の観察結果を記録した。ランナーがコースを1周する所要時間はおおよそ25-35分であった。

測定3. は測定2. と対比させるために、広島市内で黄金山を取り巻く1周約7,500mの周回コースで、右(時計)回りでウォーキングを行った。対象は同意の得られた男性5名で、複数回に分けて1名について最低3回以上測定を行い、合計試行

表 2. 足先の向き（測定 1.～3.）

a. 直線走行時の足先の向き（測定 1.）				
人数（%）	右 toe-out	neutral	左 toe-out	左または右 toe-in
左利き脚で	67（37%）	52（29%）	43（24%）	18（10%）
左利き脚で	76（42%）	53（29%）	33（18%）	18（10%）
b. 左回り走行時の足先の向き（測定 2.）				
人数（%）	右 toe-out	neutral	左 toe-out	左または右 toe-in
	1283（46%）	1088（39%）	307（11%）	112（4%）
c. 直線または右回り歩行時の足先の向き（測定 3.）				
人数（%）	右 toe-out	neutral	左 toe-out	左または右 toe-in
直線歩行	5（100%）	0（0%）	0（0%）	0（0%）
右回り歩行	0（0%）	0（0%）	5（100%）	0（0%）



図 3. 左回り走行時の右 toe-out の例

回数は 19 回だった。履物は下駄とし、歯の摩耗と下駄についた足跡の観察を行った。観測地点は、コース内に数箇所設けた。

結 果

表 2 に測定 1. ～3. で観察された足先の向きの人数とその割合を示した。測定 1. では 180 名中、多いものから、1. 右 toe-out 67 名（37 %）、2. Neutral 52 名（29 %）、3. 左 toe-out 43 名（24 %）、

4. 左または右 toe-in 18 名（10 %）であった。（表 2-a）

測定 2. では、18 回の観察で述べ 2,790 名を記録した。1 回の観察で平均（±SD）155 ± 36 名であった。男性と女性の比率は 51 対 49 であった。多いものから、1. 右 toe-out 1,283 名（46 %）、2. Neutral 1,088 名（39 %）、3. 左 toe-out 307 名（11 %）、4. 左または右 toe-in 112 名（4 %）であった。（表 2-b）図 3 に皇居ランニングとは別であるが、左回

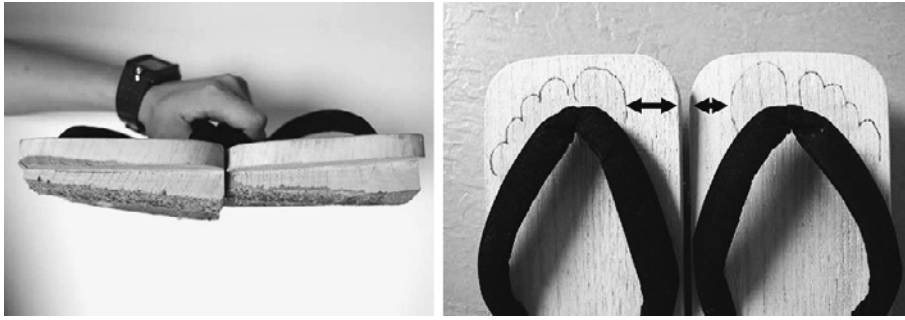


図4. 右回り歩行後の下駄の歯の摩耗と付いた足跡
下駄は両側ともに左側が摩耗し、足痕は足部が左側方に押されることが確認できる

表3. toe-out の左右差に関する報告

著者	論文、書籍タイトル	雑誌、書籍名	巻、版	頁	年	内容の要約
Dougan S, et al	The angle of gait	Am J Phys Anthropol.	7	275-279	1924	・男子高校生と大学生では、歩向角は右側が大きい
片山国幸, 他	健康男女歩行時ノ足跡ニ就テ	日整会誌	5	419-491	1931	・成人男女では、歩向角は右側が大きい
福原 正	足跡角及び足間巾について	日整会誌	28	431-432	1954	・成人男女では、歩向角は男子は右側が大きい、女子は左側が大きい
Morton DJ, et al	The angle of gait : a study based upon examination of the fact of central african natives	J Bone and Joint Surg.	30	741-754	1932	・中央アフリカの原住民（成人男女および男女児）では、歩向角は右側が大きい
Patek SD	The angle of gait in women	Am J Phys Anthropol.	11	279-291	1965	・女子（16-27 歳）では、歩向角は左側が大きい
Holden JP, et al	Foot angle during walking and running	Biomechanics	1	451-456	1985	・成人男女では、歩向角は右側が大きい
植村昭雄, 他	フーリエ解析によるヒト歩行時の歩向角にみられる変動パターン	日生理人類会誌	96	289-299	1988	・成人男子では、歩向角は右側が大きい
Ledebt A, et al	Functional significance of foot rotation asymmetry in early walking	Infant Behav Dev.	27	163-172	2004	・幼児のなかに明らかな右 toe-out を示す例を確認
Ekaterina BT, et al	Footprint analysis of gait using a pressure sensor system	J Electromyogr Kinesiol.	14	275-281	2004	・成人男子では、歩向角は右側が大きい（右： 9.46 ± 6.36 度、左： 8.28 度）

りランニング時の右 toe-out の例を示した。

測定3. では、参加者全員手は右利きだった。どの観測地点でも、全員が左 toe-out を示していた。（表2-c）この5名は、直線の歩行では全員が右 toe-out を示していた。下駄の歯は両側ともに図4のように、左側が摩耗した。また、下駄の天板についた足痕は、鼻緒を左側に押すようについていた。

考 察

測定1. から、直線走行で右 toe-out の比率が多いことが確認できた。これが本研究のタイトルでもある「右 toe-out は一般的か」の回答になると

考える。この理由について考察すると、まず人は本来右 toe-out であると考えるのはどうか？それはまた、手が右利きの組み合わせで出現することが多いようである。表1に人の一般的な左右差を報告した研究をまとめている。人は同側の手足が利き側であるとされ、さらに形体（上下肢の周径、肝臓の発生頻度）や姿勢（肩の高さ、体幹中央線のずれ、足底接地面積）、運動（肩関節可動域、歩行立脚相の時間、ボールキック動作など）、そして機能（立位時の支持側、握力、片側立位保持時間など）に一侧優位性があるようである。toe-out に関する左右の優位性についても検討さ

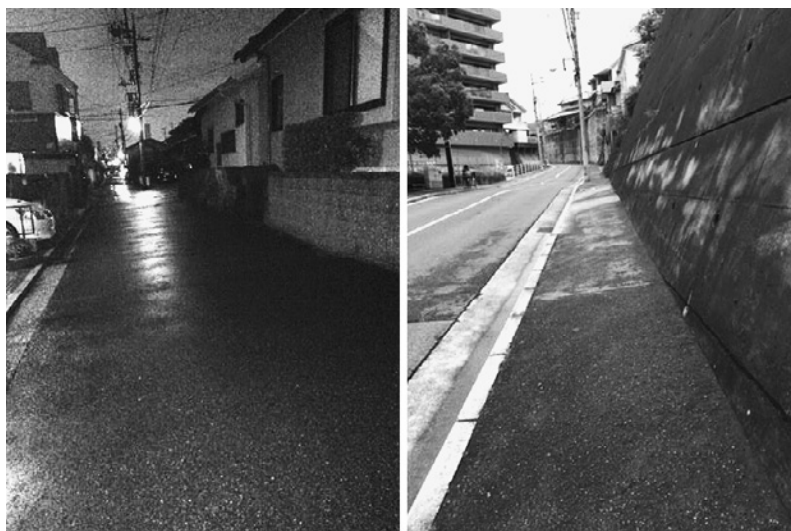


図5. 測定3. で歩いたコース風景
右回りの場合、コースのほとんどで左側が下がるようになり傾斜していた。

れているが、未だに一致した見解は得られていない。しかし、現在のところ表3の如く右 toe-out が多いという報告が優勢である。本研究の結果もこれを支持している。

次に、右 toe-out が後天的なものではないかと考える。陸上競技のトラック種目や野球のベースランニングは左（反時計）回りである。これは、本来人が左足を支持足にしているという考えからきている⁹⁾。岡戸らはトラックランニングのコーナー走で、直線走行よりも右 toe-in と左 toe-out が強くなる（右 toe-out の減少）としている¹⁰⁾。筆者は、左回りのランニングではこれとは反対で、右 toe-out は強まると考えている。これは、遠心力とランニング速度の関係で、ランニング速度が速い場合には右 toe-in に変化し、速度や Radius が緩いと右 toe-out で適応しようとした結果ではないだろうか。日本では歩行者は道路の右側を通行するため、排水のために道路の右の路肩が下がるように傾斜している。したがって、長い距離や時間道路を歩けば歩くほど、右 toe-out が強くなるのではないだろうか？膝関節の外側に疼痛をもたらす腸脛靭帯炎は、道路の端の方になる下肢に多く発

生することがいわれ、反対側を走れば疼痛が減少すると記されている例とあいまって興味深い¹¹⁾。右 toe-out が多い理由は、先天的な要素と後天的な要素の両方が関係していると考えられる。

測定2. では左回りに特化したランニングの調査として、皇居ランナーを対象とした。ランナーの利き手は不明であるが、右 toe-out 46%、左 toe-out 11%という結果である。後天的に右側通行、あるいは右側に下がる路肩の傾斜の影響ということで、半数近い46%のランナーが右 toe-out を呈することは、たいへん興味深い。また、左 toe-out はわずか11%である。ここで注意したいのは、観測地点である、外堀通りの幅の広い直線道路で観察した。右路肩の傾斜の下りが強い場所では、「右 toe-out の割合がさらに増大する」ことを非公式に確認済みである。したがって、もともと右 toe-out の人が、左回りのランニングをすることで、路面への適応でさらに右 toe-out が強調され、結果として直線走行になっても、右 toe-out が強調されたままになっていると考えた。

測定3. については、対象の足のサイズに合わせた新品の下駄を入手して行った。右（時計）回り

で7,500mのウォーキングを行った。この道路は交通量の少ない道路で、右回りの場合、コースのほとんどで左側が下がるように傾斜している。(図5) 図4のように下駄は両側ともに左側が摩耗し、足痕のプリントからも、足部が左側方に押されることが確認できる。全ての対象で直線の歩行で右toe-outが認められたが、右回りの歩行では左toe-outになっていた。

本研究でわかったことをまとめると、本来右toe-outが多く、右側通行や左回りのランニングをすると、右toe-outがより強調される。右回りをすると、左toe-outが強調される。このような非対称性があるなら、これを靴づくりにも応用すべきではないかと考えた。特に、スポーツ種目によっては、より左右の違いが強調される場合があるようにも思われるからである。

利き手は生涯変化しないと考えられている。下肢については、ボールを蹴る足は変わらないように思われるが、不意に出る足、階段を上り始める足や下り始める足は特に注意しない限り、意識にはのぼらない。これらの動作では、左右差の際立った違いはないのかもしれない。野球など左回りのランニングばかりを続けることは危険なので、右回りも取り入れるべきということもいわれたが、今となっては特段の科学的根拠はないかもしれない。右toe-out & knee-inが一般的であると考ええると、左ACL損傷が多い理由は下肢アライメントの問題だけではなく、支持足としての左下肢の機能がもとめられた結果かもしれない。

結 語

大学生180名を対象に実施した直線走では、右toe-outが67人(37%)、neutralが52人(29%)、

左toe-outが43人(23%)、左または右toe-inが18人(10%)と右toe-outが最も多くの割合をしめた。皇居ランナー2,790名を観察した左回りの走行中では、右toe-outの割合が増加し、46%と最多の割合を占めた。一方、直線歩行で右toe-outが観察された5名の男性を対象に、下駄を装着した状態で約7,500mコースを右(時計)回りで歩行した際には、全員が左toe-outを示しており、下駄の歯は両側の左側が摩耗し、足痕は鼻緒を左側に押すように付いていた。以上より、このような非対称性を考慮して将来の靴づくりにも活かすべきではないかと考える。

文 献

- 1) 川野哲英. 運動機構からみた好ましい動作とは. 関西理学療法 2002; 2: 17-24.
- 2) 木村邦彦他. ヒトの四肢の一側優位性について. 人類学雑誌 1974; 82: 189-207.
- 3) Urabe Y, et al. Injury trends in the past 5 years at a skiing area in western Japan. Skiing trauma and Safety 2015; 20: 112-21.
- 4) 竹内拓哉他. ストップ動作時の床反力と下肢関節角度の利き脚、非利き脚での差異. 日本運動器科学会誌 2018; 29: 312-7.
- 5) Waterman BR, et al. Epidemiology of ankle sprain at the United States Military Academy. Am J Sports Med 2010; 38: 797-803.
- 6) Coren S, et al. Fifty centuries of right-handedness: the historical record. Science 1977; 198: 631-2.
- 7) Finestone AS, et al. Pattern of outsole shoe heel wear in infantry recruits. J Foot Ankle Res 2012; 5: 27.
- 8) Runner's World. Why are track races run counter-clockwise? (2019.07.16 閲覧) <https://www.runnersworld.com/training/a20786308/why-are-track-races-run-counterclockwise/>
- 9) 岡戸敦男. カープ走における下肢関節運動の分析. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要 2011; 36: 59-61.
- 10) Orchard JW, et al. Biomechanics of iliotibial band friction syndrome in runners. Am J Sports Med 1996; 24: 375-9.

3次元足型計測によるヒール高変化時の足趾動態の解析 ～足部を直行座標系と仮定した足趾位置変化の検討～

Changes in toe morphology as a result of different heel heights measured by a three-dimensional foot scanner

～Assuming The Toe Position Change Is Based On The Cartesian Coordinate System Of The Foot～

新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

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

蓮野 敢, 阿部 薫, 笹本 嘉朝, 東海林 藍

Kan Hasuno, Kaoru Abe, Yoshitomo Sasamoto, Ai Shoji

Key words : 足部形態 (foot morphology), 3次元足型計測 (3 dimensional foot measurement),
ヒール高 (heel height), 足趾位置 (toe position), 靴型設計 (last design)

要 旨

ヒール靴のトゥ先形状による足趾部のトラブルを防止する靴型設計について検討するために、まずはヒール高を再現した状態の足部を計測し、靴型設計に应用することを考慮して足部を直交座標系と仮定し、足趾位置の変化を検討することを目的とした。

ヒール高の増加に伴い母趾は足部内側方向へ、小趾は足部外側方向へ移動することが明らかとなった。また各足趾で投影長の減少を示す回帰式が得られた。

緒 言

ヒール靴の使用と外反母趾発症の関係は深く¹⁾、ハイヒールの使用歴のある人はない人に比べて外反母趾を自覚する率が高い²⁾ことが報告されている。これは、ヒール靴は足に痛みがあっても我慢しておしゃれを楽しむものとしての認識が根底にあることが原因の一つとして考えられ、特に若い世代を中心に、このような風潮があるという印象を持っている。2017年度の厚生労働省「患者調査」³⁾によると、外反母趾などによる足部形態の異常を伴う受診者数は年々増加しており、1993年に比して約2.8倍であった。こうした背景から、靴の関連業界ではヒール靴使用による足部疾患の発症を低減させる機能性とファッションの両立が必要不可欠と考えられてきたが、現在に至るまでの外反母趾患者数の推移を傍証として、現状では達成されていないと推察される。

(2020/12/24 受付)

連絡先：蓮野 敢 〒950-3198 新潟県新潟市北区島見町 1398 番地
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：ham20002@nuhw.ac.jp

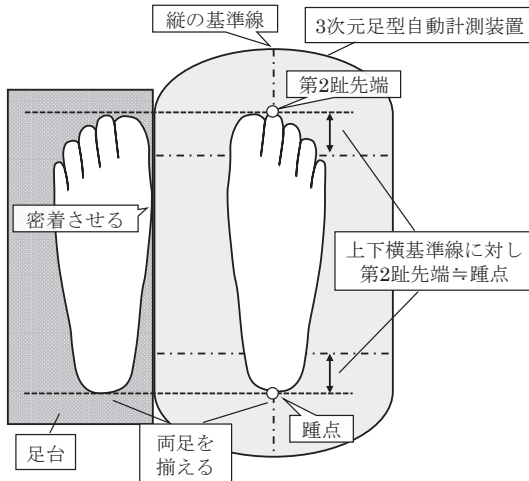


図1. 計測時の足部の位置設定

外反母趾の治療には様々な方法がある。外反母趾の装具療法ではインソールやパッドにより症状の軽減を図るという検討が多数なされている^{4)~6)}。そのため問題の解決方法の一つとして、ヒール靴に外反母趾を防止する効果を持つインソールを使用することが考えられるが、パンプスタイプのように各部品がコンパクトに構成されたヒール靴では靴底も薄いため、インソールを挿入できる十分なスペースが確保できない場合もある。また靴からの慢性的な刺激が外反母趾や内反小趾の原因となる⁷⁾ことも指摘されていることから、インソールによる調整よりも靴型の設計時点での足先形状の見直しが重要であると考えた。

靴製作の要は靴型であり、その底面形状から製作の基準となる中心線を導き出し、中心線から靴の種類やヒールの高さに合わせた靴の型紙を製作する。ヒール靴の靴型はボールラインで屈曲しており、底面に紙テープを貼って形状を転写し、底型の中心線を求める。このように3次元形状から2次元の平面に変換して設計されるため、足趾部が格納されるトゥ先形状は底型に依存して決定される。そのためヒール高変化時の足趾毎の形態変化を理解し、トゥ先の調整を行うことで靴との適合が向上すると考えられるが、明確な指標は見当たらなかった。

そこで本研究ではヒール高毎のトゥ先形状調整の指標を作成することを目的とし、その基礎研究としてヒール高を再現した状態の足部を計測し、足趾位置の変化について検討した。

対象と方法

対象は健常女子大学生12名24足（平均値±SD：年齢 21.0 ± 0.4 歳，身長 157.7 ± 5.1 cm，体重 53.6 ± 5.9 kg）とした。

使用機器の全体のシステムとして、制御用パソコン、3Dスキャナからなる。足部の計測は3次元足型自動計測器JMS-2100CU（株式会社ドリムGP社製）を用いた。計測データの解析には3D計測データ解析ソフト（GOM inspect 2019）を用いた。

被験者には両側裸足で立位を取らせ、計測足を計測器内にある縦の基準線に第2趾先端と踵中心が一直線上に位置するように設定し、横の基準線に対し第2趾先端と踵が同程度の距離になるように設定した。非計測足は計測装置との高さ調整用足台に載せ、足の内側が3次元足型自動計測器の筐体外側縁に密着するように設定し、計測足との前後位置を揃えて計測を行った。（図1）足部の位置の設定後、外界の光が入らないように遮光用クロスの口を閉じてスキャンした。スキャンの所要時間は片足約15秒であった。ヒール高毎の計測も同様に行った。

ヒール高は0～5cmまで1cm毎に変化させ、計6条件を計測した。ヒール高の再現には、各ヒール高に合わせてヒールピッチなし（フラット）でEVA（硬度JIS ASKER C70）製の差高台を作製し、体重負荷によっても大きな変形はないことを確認した。差高台の長さは、第5中足骨頭部にかからず、足底で荷重を受ける部分である第5中足骨底部が載る程度とした。（図2）踵の後端最突出部と差高台後端部を一致させた時に、差高台5cmで 20° となるように調整し、差高台1cmで 4° の角度変化となるように設定した。計測時の非計測足のヒール高も計測足の差高台と同様の高さとし

た⁸⁾。

本研究では足部の座標系を、持丸⁹⁾の靴型の踵部最下点とボール部下面をZ軸座標値の0とし、靴型の踵部最後端をこのZ軸0の平面上に投影した点を原点とする方法と、大塚¹⁰⁾の踵点から爪先端までを足長とする方法に準拠した。図3左はヒール高なし時で、踵点から床面へ鉛直に投影した点を原点とし、これと第2趾先端(Z軸座標値0)を結んだ線分をY軸、原点においてY軸と直交する線分をX軸とした。図3右はヒール高あり時で、踵位置が上昇している。この場合も同様にヒール高毎に踵点から床面へ鉛直に投影した点を原点としY軸およびX軸を設定した。このようにZ軸(上下)方向を除外することによって、

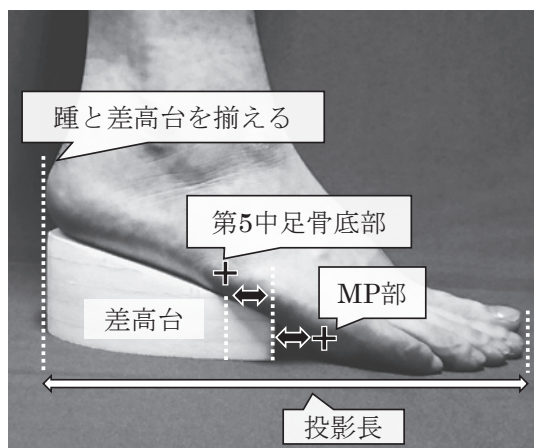


図2. 差高台の長さの設定(右足矢状面外側)

ヒール高の増加による踵位置の3次元的な変化を2次元的(X, Y座標系)に表現することにより、足趾との位置関係を運動機能解剖学的表現である遠位/近位, 外側/内側と説明できる。つまり右足を基準にY軸の正の方向を遠位, 負の方向を近位, X軸の正の方向を外側, 負の方向を内側とした。(図4) またヒール高の増加に伴い, MP部の角度が足長に対し傾斜しているため後足部は外側に移動する¹⁰⁾が, 計測時に踵点と第2趾先端の位置を調整しているため問題ないと考えた。なおこの手法はFree Form Deformation法(以下FFD法)を利用して, 2つの3次元形態間の距離(非類似度)を定量化する方法論であり, 寸法や断面形状特徴を抽出することなく全体としての3次元形態を分析することができるとされている¹¹⁾。このFFD法によって得られた形態間の変形関数を製品形状に適用することにより, 標準的でない身体形態に適合するような製品の形状設計に応用することができる⁹⁾。

座標の計測では, 足趾先端にマーカーを配置してX座標, Y座標の値を記録した。ヒール高0cmで得られる数値からヒール高変化時の各足趾位置の変化を予測するために, ヒール高1~5cmで得られた数値とヒール高0cmとの差をそれぞれ算出した。なお算出されるY座標の変化は, ヒール高増減時の足趾先端と踵点からの垂直線間の距離(以下, 投影長)である。

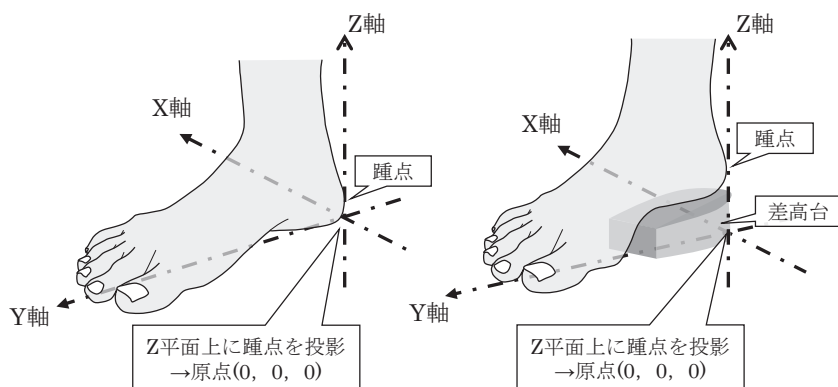


図3. 踵点を原点(0, 0, 0)とする足の軸設定(左図: ヒール高なし, 右図: ヒール高あり)

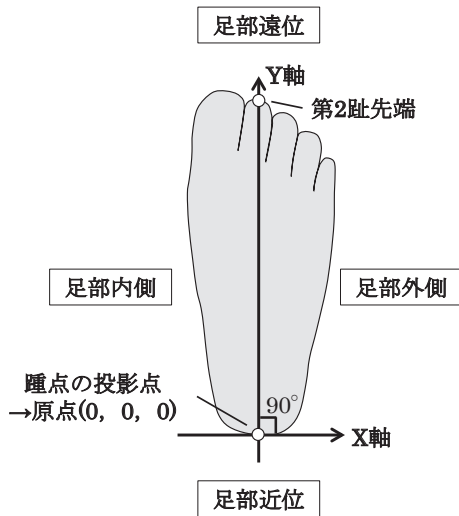


図4. 足の軸方向の設定(右足背側水平面)

統計分析には、Spearmanの順位相関を用いて、ヒール高をx、各足趾の座標をyとして単回帰式を算出した。なお第2趾のX座標変化については、Y軸の設定要素に第2趾が含まれているため回帰式はない。

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可(第18483号)を得て行われた。また被験者には本研究の目的、意義について十分に説明し、同意を得た後に計測を行った。なお本研究に関し開示すべきCOIはない。

結 果

X座標では第1趾と第5趾で有意な回帰式が得られた。X座標の結果を表1に示した。なお回帰式のxの係数がマイナスであれば足趾は足部内側方向へ、プラスであれば足部外側方向へ移動することを示す。

Y座標では第1趾から第5趾までのすべてにおいて有意な回帰式が得られた。Y座標の結果を表2に示した。なお回帰式のxの係数がマイナスであれば足趾は近位方向へ、プラスであれば遠位方向へ移動することを示す。

本研究のX座標の結果より、ヒール高の増加により母趾は足部内側へ、小趾は足部外側へ移動し

表1. X軸の足趾位置変化(x:ヒール高, y: X軸の各足趾位置変化)

	回帰式(単位:mm)	rs	p値
第1趾	$y = -0.70x + 0.03$	0.43	**
第5趾	$y = 0.39x - 0.34$	0.37	**

** : $p < 0.01$

表2. Y軸の足趾位置変化(x:ヒール高, y: Y軸の各足趾位置変化)

	回帰式(単位:mm)	rs	p値
第1趾	$y = -1.89x + 1.93$	0.81	**
第2趾	$y = -1.99x + 1.85$	0.84	**
第3趾	$y = -2.09x + 2.14$	0.89	**
第4趾	$y = -1.92x + 1.16$	0.72	**
第5趾	$y = -2.19x + 1.43$	0.72	**

** : $p < 0.01$

ていた。またY座標の結果より、ヒール高の増加により第1趾から第5趾のすべてにおいて投影長が減少した。

考 察

X座標の第1趾の結果より、ヒール高の増加によって母趾先端が足部内側方向に変化する式が得られたのは、母趾外転による内側移動と考えられた。しかし筆者らの先行研究⁸⁾では、ヒール高増加による第1趾側角度の変化はなかったと報告しており、一見相矛盾するような結果が得られた。ヒール高変化による足趾の移動と母趾末節骨の移動の関係性については、被験者は健常者であるためX線学的な評価を行っていない。そのため以下にその機序について考察した。

Corrigan John P¹²⁾は、0cm, 2cm, 4cmのヒール条件における歩行時の前足部の接触面積と圧力について検討した結果、ヒール高が増加するにしたがって前足部の接地面積は減少し、さらに前足部の内側の圧力が増加したことを報告している。またCong Y Cheungら¹³⁾はヒール高30, 50, 70mmの靴を使用し、静止立位時の母趾底部軟部組織にかかる剪断応力について検討した結果、ヒール高30mmでは足部後内側方向にはたらい

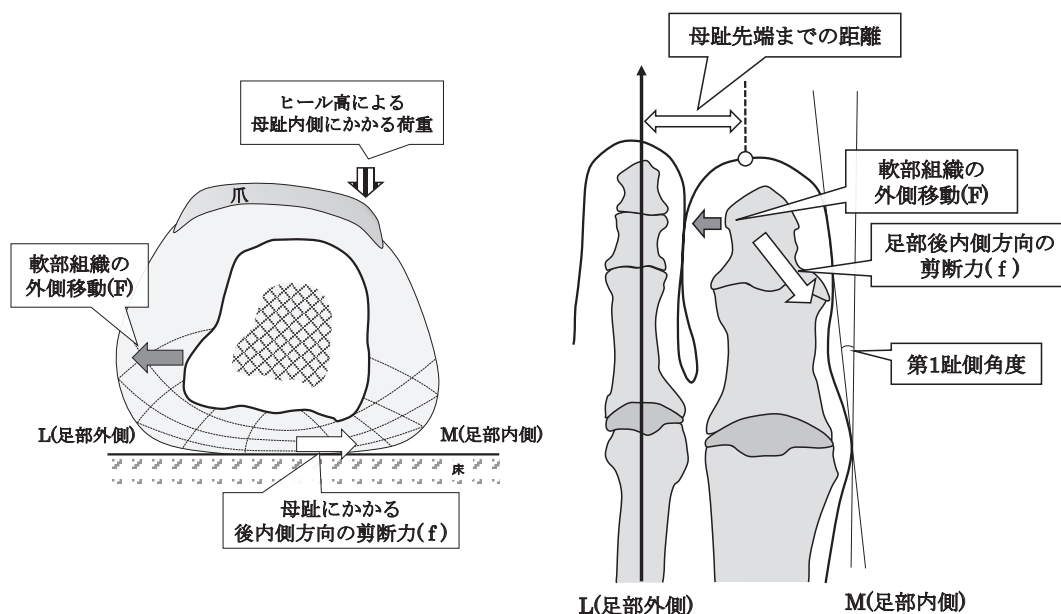


図5. ヒール高3cmまでの右母趾末節骨底部の軟部組織の圧縮変形
(左図：右母趾前額断面、右図：右母趾底側水平面)

いたが、ヒール高が50mm、70mmでは足部後外側方向にはたらいたと報告している。

これらのことから、本研究ではヒール高増加によって前足部内側への荷重が増加し、母趾末節骨が母趾底部の軟部組織を内側移動するように圧縮変形させ、ヒール高3cmまでは母趾底部の軟部組織にかかる剪断応力(f)が足部後内側方向にはたらい¹³⁾ことで母趾底部の軟部組織の外側移動(F)を生じたと考えられた。(図5)この軟部組織の圧縮変形は、ヒール高5cm時に母趾末節骨底部にかかる剪断応力(f')が足部後外側方向にはたらい¹³⁾ため母趾底部の軟部組織の内側移動(F')を生じ、ヒール高の増加により母趾基節骨底に付着している母趾内転筋が母趾全体を内転および回内させたことで、この圧縮変形は母趾の中心から鉛直方向に圧迫するような変形ではなく、内側に軟部組織が突出する偏位を生じたと考えた。(図6)この偏位分と母趾内転筋の収縮による母趾先端の外側移動分(母趾内転)が同等になり、ヒール高の増加毎に相殺される形で第1趾側角度の変化がなかったのではないかと推察した。

X座標の第5趾の結果は小趾外転筋の機能によるものと考えられた。小趾外転筋は踵骨を起始とし第5中足骨粗面を中間付着部とするため、停止である小趾基節骨の外側底を引っ張り、小趾を外転させる作用を持つ。そのためヒール高増加による足底の接地面積の減少により、外側への不安定性に対し小趾の基節骨底を停止とする小趾外転筋が強く収縮し、小趾の外側移動が生じたのではないかと考えられた。

Y軸の結果より、ヒール高増加に伴う踵点から各足趾の投影長の変化が明らかとなった。これはヒール高が増加する毎にMP関節から踵点までの投影長が減少したことによるものと考えられた。そのため各趾のMP部を基点とした前足部と踏まず部の投影長の変化を調査することにより、足趾毎の詳細な座標変化について解明できるのではないかと推察された。

結 語

ヒール高変化による足趾位置変化を直交座標系と仮定して検討を行った。その結果、ヒール高増

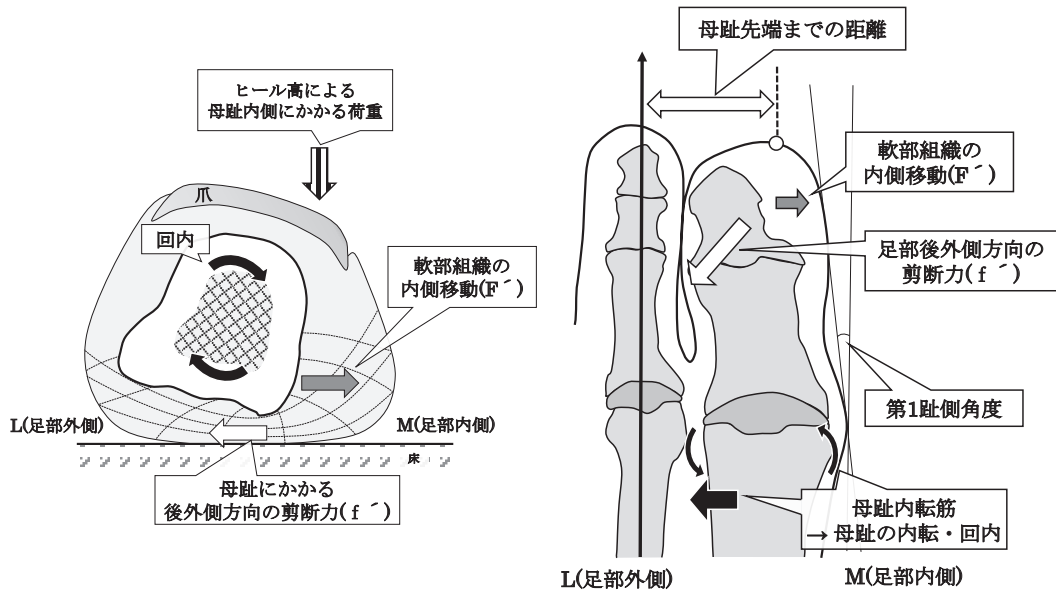


図6. ヒール高5cm時の右母趾末節骨底部の軟部組織圧縮変形と母趾内転筋による第1趾側角度への影響 (左図: 右母趾前額断面, 右図: 右母趾底側水平面)

加に伴い母趾は内側方向へ、小趾は外側方向へ移動することが明らかとなった。ヒール高変化時に母趾回内変形を呈することが推察されたため、今後は母趾末節骨底部の軟部組織の圧縮変形の偏りについて検討していきたい。

Y座標では投影長の減少を推測する式が算出できた。ヒール靴のトゥ先形状調整の指標作成のために、前足部と踏まず部のそれぞれで投影長の変化やヒール靴の捨て寸との関連について検討していく予定である。

文 献

- 1) Menz HB, Morris ME. Footwear characteristics and foot problems in older people. *Gerontology* 2005; 51 (5): 346-51.
- 2) 坂本直俊, 石井清一, 倉 秀治他. 靴による障害の実態調査 特に関節母趾に関して (第一報). *靴の医学* 1994; 7: 88-91.
- 3) 厚生労働省. 2017年度 患者調査. 2017. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/10syobyoyo/dl/h29syobyoyo.pdf> (2020年11月25日アクセス)
- 4) 内田俊彦, 入谷 誠, 山崎 勉他. 外反母趾に対する

- 足底挿板療法 足底挿板による変形矯正の限界. *日足外会誌* 1996; 17 (2): 105-11.
- 5) 内田俊彦. 外反母趾に対する足底挿板療法. *昭和医学会雑誌* 1996; 56 (4): 363-71.
- 6) 田中康仁. 幼児期外反母趾に対する足底挿板療法. *新OS NOW* 2002; 7: 162-5.
- 7) 谷口 晃, 田中康仁. 成人 lessor toe 障害 内反小趾 Bunionette. *関節外科* 2013; 32 (1): 88-92.
- 8) 蓮野 敢, 阿部 薫, 笹本嘉朝. 3次元足型計測器を用いた靴型のヒール高変化による母趾角度の変化の検討. *日本整形靴技術協会雑誌* 2019; 4: 11-4.
- 9) 持丸正明, 河内まき子, 福井幸男他. FFD法による形態間距離に基づく足部三次元形態の特徴分類. *人間工学* 1997; 33 (4): 229-34.
- 10) 大塚 斌, 近藤麻理, 菊田文夫他. 靴ヒール挙上に伴う足の計測値の変化. *日本家政学会誌* 1994; 45 (9): 845-56.
- 11) Sederberg, Thomas W, Parry, Scott R. Free-form deformation of solid geometric models. *Proceedings of the 13th annual conference on Computer graphics and interactive techniques* 1986; 151-60.
- 12) Corrigan John P, Moore David P, Stephens Michael M. Effect of heel height on forefoot loading. *Foot & ankle* 1993; 14 (3): 148-52.
- 13) Cong Y Cheung, J. T. M, Leung A K, Zhang M. Effect of heel height on in-shoe localized triaxial stresses. *Journal of biomechanics* 2011; 44 (12): 2267-72.

靴紐を締める・締めないによる小児の歩容の変化

The Changes of gait in children for tie or not tie one's shoelace

¹⁾戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院 整形外科

³⁾NPO オートティックスソサエティー

⁴⁾株式会社 早稲田エルダリーヘルス事業団

¹⁾Department of Rehabilitation, Totsuka Kyoritsu Rehabilitation Hospital

²⁾Department of Orthopedic Surgery, Totsuka Kyoritsu Rehabilitation Hospital

³⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

⁴⁾Waseda Elderly Health Association

石川 早紀¹⁾, 東 佳徳¹⁾, 久保 実²⁾, 内田 俊彦²⁾³⁾, 伊藤 太裕⁴⁾

Saki Ishikawa¹⁾, Yoshinori Higashi¹⁾, Minoru Kubo²⁾, Toshihiko Uchida²⁾³⁾, Taisuke Ito⁴⁾

Key words : 靴紐 (Shoelace), 歩行 (Gait), 観察による歩行分析 (Observational Gait Analysis)

要 旨

本研究では、スポーツクラブでサッカーをしている健常小学生 (男性69名: 平均年齢 9.5 ± 1.9 歳) を対象に、普段通りに靴を履いた状態の歩行と靴紐を締めた状態の歩行の比較を、観察による歩行分析を用いて調査した。普段通りに靴を履いた状態ではしっかり靴紐を結んでいる対象者はおらず、歩容の非対称性を認めた者は53名、認めなかった者は16名であった。靴紐を締めた状態では歩容の非対称性を認めた53名の内、48名が歩容の改善を認め、5名は変化を認めなかった。靴紐を締めたことによって歩幅の拡大、歩行速度の向上、安定性が増したため歩容が改善したと考えられる。症例を掲示して報告する。

緒 言

我々は社会貢献活動として足の計測会および講演会を実施しており、参加者の多くは足部の痛みや足趾の変形、膝関節痛や変形性膝関節症を有していた。変性疾患は、遡ると子供の頃からのケガ (捻挫等) や、靴のサイズ間違い、間違った靴の履き方を長年続けていたことが影響するといわれている¹⁾。また、塩ノ谷らは、足部や下肢症状を訴えている子供たちは靴のサイズ選び (大きすぎる・小さすぎる)、履き方 (紐を結ばない・踵を踏む) が不適切な場合が多いと報告している²⁾。成人においても、靴紐がゆるい状態の歩行では靴と踵の距離が離れ脱げやすく安定性が低下するという報告や³⁾、足関節最大底屈速度および最大底屈角度が小さく蹴り出し力の低下や歩行速度が低下する報告がある⁴⁾。

今回、スポーツクラブでサッカーをしている小学生を対象に足の計測会を開催する機会を得たため、適切に靴を履けているか調査をするともに、

(2020/12/24 受付)

連絡先: 石川 早紀 〒245-0024 神奈川県横浜市泉区
和泉中央北 1-40-34 戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科
TEL 045-800-0320
FAX 045-800-0321
E-mail: light61ue.0864@gmail.com



図 1. 第3腰椎の高さに AYUMI EYE を装着

靴紐を締めた状態と普段通りに履いた状態の歩容の変化を観察による歩行分析を用いて調査したので報告する。

対象と方法

1. 対象

東京都内のバディースポーツクラブでサッカーをしている健常小学生（男性 69 名：6 年生 14 名，5 年生 22 名，3 年生 17 名，1 年生 16 名，平均年齢 9.5 ± 1.9 歳）を対象とした。対象者と保護者に対してビデオ撮影の説明と同意を得た上で本調査を実施した。

2. 方法

歩行路 10m を確保し，歩行路正面からビデオ撮影を行った。歩行速度は観察対象者の快適歩行速度とした。対称者の第3腰椎の高さに早稲田エルダリーヘルス事業団製 AYUMI EYE を装着（図 1）し，指示せず対象者が普段通りに靴を履いた状態の歩行と検者が靴紐を締めた状態の歩行の比較を，観察による歩行分析を用いて歩容の変化について調査した。

表 1. 観察による歩行分析の2条件の結果

N = 69	非対称性なし	非対称性あり
普段通りに靴を履いた状態	16	53
靴紐を締めた状態	64 (16 + 48)	5

※（）内は，非対称性なし＋非対称性ありで改善を認めた対象者

観察による歩行分析は，前額面上での体軸の傾きと水平面上での骨盤の回旋運動に着目した。歩行中の身体的最も顕著な移動は前方移動であり，それに加え体重心の垂直と側方移動がある。また，歩行中の体重心は回転運動の総和の結果として直線的に偏位する。体重心への変化を視覚化させる最良の方法は頭部または体幹部の軌跡を追跡することとされている⁵⁾。前額面上での頭部（後頭隆起）—椎骨棘突起—殿裂（正中仙骨稜）を結んだ正中軸⁶⁾を基準に，体幹および骨盤帯の非対称性を観察した。非対称性の定義として，正中軸から体幹の側屈および側方移動が左右の立脚期でどちらへより大きく出現しているかとした。骨盤帯については，殿裂（正中仙骨稜）および AYUMI EYE をランドマークとし，左右の立脚期で正中軸からどちらへより大きく側方移動しているか，または腸骨稜の回旋が左右のどちらへより大きく出現しているかとした。

・体 幹：正中軸より，体幹側屈および，側方移動の左右非対称性

・骨盤帯：正中軸より，殿裂（正中仙骨稜）と AYUMI EYE ランドマークの側方移動および，腸骨稜の回旋の非対称性

結果及び症例揭示

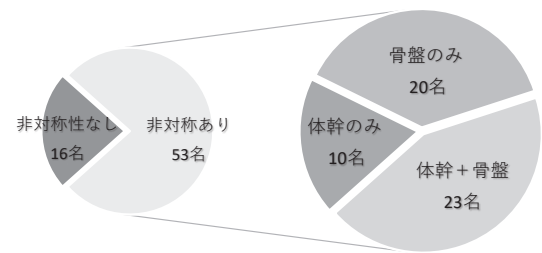
普段通りに靴を履いた状態では，しっかり靴紐を結べている対象者はいなかった。普段通りに靴を履いている状態の歩行において，非対称性を認めなかった者は 16 名，非対称性を認めた者は 53 名であった。（表 1）非対称性 53 名の内，体軸の傾きのみを認めた者は 10 名，骨盤の回旋のみを認

めた者は 20 名、体軸と骨盤の両方を認めた者は 23 名であった。(表 2) 靴紐を締めた状態の歩行では、非対称性を認めた 53 名の内、48 名が歩容の改善を認めており、全体の改善率は 91% であった(体軸の傾き 8 名、骨盤の回旋 19 名、体軸と骨盤の両方 21 名が改善)。5 名は変化がみられなかった。

以下に、実際の症例を紹介する。
症例 1: 12 歳 体幹の側屈が改善したケース(図 2)

普段通りに靴を履いた状態では、右立脚期に右の体幹の側屈を認める。

表 2. 非対称性を認めた対象者の局所診察結果



検者が靴紐を締めた状態では、右への体幹の側屈の動きの改善を認めた。

症例 2: 11 歳 骨盤の回旋が改善したケース(図 3)

普段通りに靴を履いた状態では、左立脚期に骨盤の左前方回旋・右後方回旋が強い。

検者が靴紐を締めた状態では、左右の骨盤回旋の動きが改善した。

症例 3: 10 歳 歩容が改善しなかったケース(図 4)

普段通りに靴を履いた状態でも靴紐をしっかり結べておらず、右足部が外側接地し、右へ骨盤が側方移動する。検者が靴紐を締めた状態でも歩容は改善されなかった。

考 察

靴を履いている状態において靴紐をしっかり結べている被験者はおらず、靴紐を締める習慣は定着していない。靴紐を緩めたまま、手を使わずにスリッポンで靴を履いてしまう報告は多くあり²⁷⁾、先行研究と同じ結果であった。

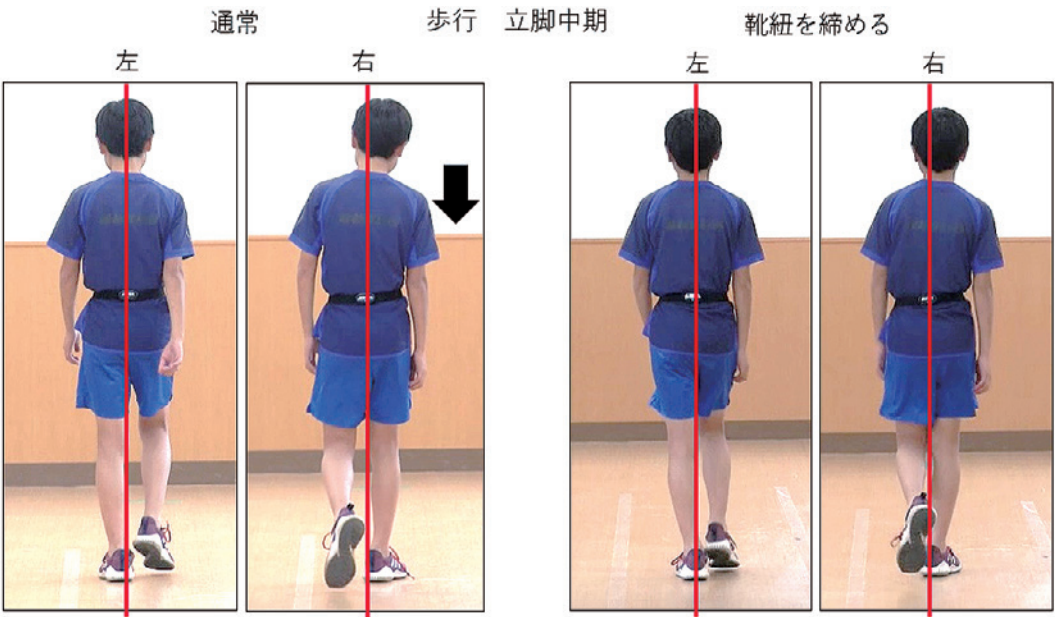


図 2. 症例 1

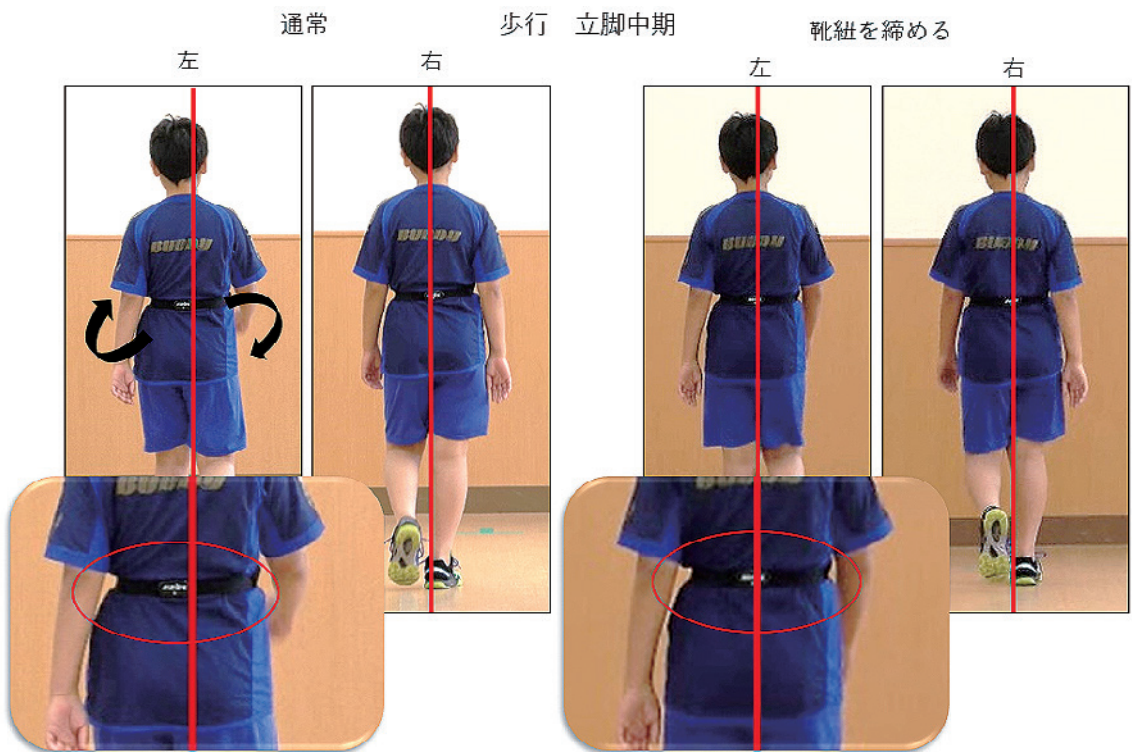


図 3. 症例 2

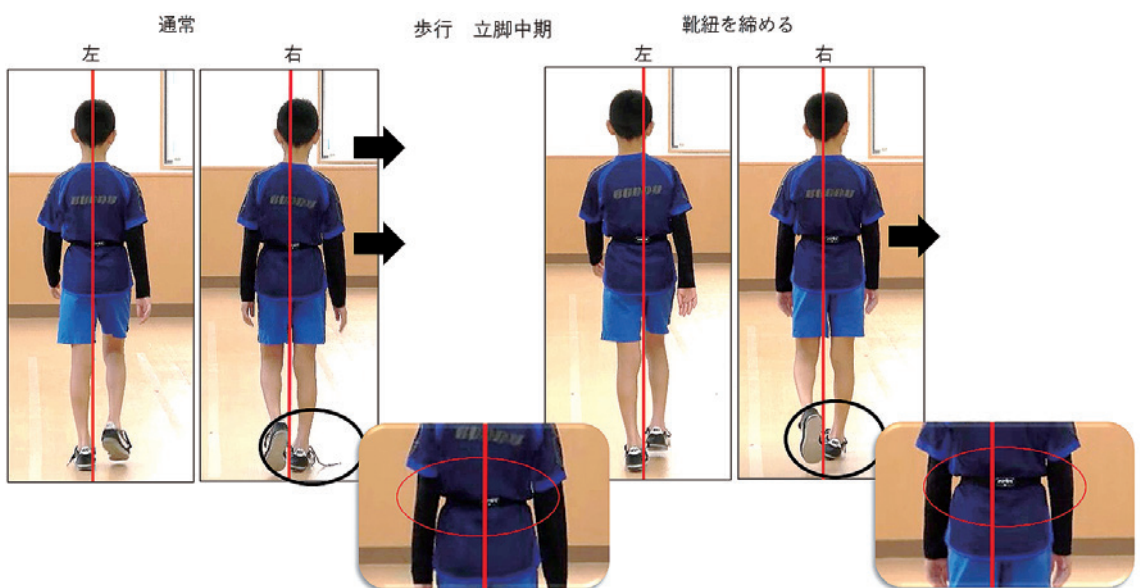


図 4. 症例 3

歩容の非対称性が改善されたことについては、靴紐を締めたことによって足の甲部・踵部が靴に固定されたことによって、靴の中でズレが生じにくくなり、安定性が増したためと考えられ、先行研究でも報告されている³⁾⁴⁾⁸⁾。また、歩容の改善を認めた中では、骨盤の前後方向への回旋の増大も特徴的であった。共同発表者である伊藤による2条件間での歩行機能（歩行速度、歩幅、RMS (Root Mean Square : 左右加速度の二乗平均平方根)）の報告結果においても、靴紐を締めた状態の歩行では、歩幅が大きくなり、歩行速度が向上し、かつRMSが減少したことから、通常条件に比較して歩きやすい状態であったとされている。歩幅の拡大および歩行速度の上昇は、靴紐を締めたことで甲部が固定され、足趾・足底の機能が向上したことにより蹴り出しの力が向上し、骨盤の回旋力が増大したのではないかと考える。また、靴紐を締めても歩容が改善されなかった対象者に対しては、改めて足サイズの確認や靴との適合性の確認、必要であれば足底挿板の作製も検討しなければならない。

靴紐がゆるんでいる状態、大きすぎる靴を履いている状態は、靴の中で足が滑り不安定な状態になり、不必要な筋肉に力が入って疲労により足部や膝関節に痛みが生じ、徐々に外反母趾、浮き趾、陥入爪、ハンマートゥ等の足趾や爪の変形や外反偏平足などの足の障害を引き起こす可能性があるとしており、長年の不適切な靴選び、靴の履き

方をしていれば子供の将来に悪影響を及ぼすこととなる⁷⁾。子供のころからきちんと靴を履く習慣を身につけることで大人になってからの下肢の変性疾患や足部障害の予防にも繋がると考えられる。我々は、子供への靴教育だけでなく、親や子供に携わる教育関係者たちにも向けて子供の足に関心を持てるように今後も周知活動が続けていく必要がある。

文 献

- 1) 内田俊彦. 外反母趾は切らずに治せる. 第初版. 東京：現代書林；2009. 80-95.
- 2) 塩ノ谷香, 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雑誌 2018 ; 16 (4) : 213-8.
- 3) 石川亜沙美, 堀川千紗都, 角田由美子. 靴紐のゆるみが歩行におよぼす影響. 一般社団法人日本家政学会 2018 ; 70 : 76.
- 4) 村尾竜次, 山崎貴博, 阿南雅也他. 靴ひもの締め方の強弱が歩行に及ぼす影響. 理学療法学 2009 ; 36 (2) : A3P1-101.
- 5) Donald A. Neumann. 筋骨系キネシオロジー. 第1版. 嶋田智明. 東京：医歯薬出版株式会社；2005. 556-72.
- 6) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩. 基礎運動学. 第6版. 東京：医歯薬出版株式会社；2009. 333-6, 366-72.
- 7) 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.
- 8) 沼田純希, 黒後裕彦. 靴製甲部の固定が地域在住高齢者のバランス能力に与える影響. 理学療法学 2019 ; 34 (4) : 399-403.
- 9) Ito T, Ota Y. Comparison of gait analysis between a triaxial accelerometer-based device and an optical motion capture system. *Preprints (www.preprints.org)*. Published online December 14, 2020. doi : 10.20944/preprints202012.0336.v1

ハイヒールとダンス用ハイヒール装用時における 母趾外転筋の筋電図解析

EMG analysis of Abductor hallucis in wearing high heels and high heels for dance

¹⁾獨協医科大学埼玉医療センター リハビリテーション科

²⁾獨協医科大学埼玉医療センター 第一整形外科

¹⁾Department of Rehabilitation, Dokkyo Medical University Saitama Medical Center

²⁾Department of Orthopaedic Surgery I, Dokkyo Medical University Saitama Medical Center

谷澤 真¹⁾, 増田 陽子²⁾, 大関 覚²⁾
Makoto Yazawa¹⁾, Yoko Masuda²⁾, Satoru Ozeki²⁾

Key words : ハイヒール (high heels), ダンス用ハイヒール (high heels for dancing), 筋電図 (electromyography), 母趾外転筋 (abductor hallucis)

要 旨

健常女性24名を対象とし、ハイヒール靴の機能の違いによる母趾に及ぼす影響を筋電図および足底圧にて検討した。スニーカー、ダンス用ハイヒール、およびヒール高を合わせた通常ハイヒールを装用した3条件下で、タンDEM肢位にて母趾外転筋の筋活動量および母趾IP関節内側、MP関節外側の足底圧を計測した。母趾外転筋の筋活動量は通常のハイヒールと比べダンス用ヒール装用時に有意に増大した。足底圧は最大値、最小値、平均値ともにヒールの種類による有意差は認めなかった。ハイヒール靴の機能の違いによりヒール高が同じであり母趾にかかる圧に差がなくても母趾外

転筋の筋活動量が異なることが示唆された。

緒 言

ハイヒール靴を仕事で装用することは少なからずあり、Frey ら¹⁾は女性の37%が工作中にハイヒールを装用していたと報告している。ハイヒールを着用している女性に生じる障害で発生頻度の高いものに外反母趾が挙げられ、踵の高い靴の外反母趾の発生リスクは通常の靴に対し2.48倍であると報告されており²⁾、外反母趾が予防できるハイヒールが求められる。

外反母趾と母趾外転筋の機能低下は因果関係があり、母趾外転筋における外転作用の低下が外反母趾を助長することも明らかにされている³⁾。したがって、外反母趾変形防止には拮抗筋としての役割を持つ母趾外転筋の筋活動量が重要である。ハイヒール装用時は筋活動量が増大することが知られているが、ハイヒール靴の機能の違いが筋活動量にどのような影響を及ぼすかは明らかにされていない。本研究では、激しい運動に対応するべく

(2020/12/25 受付)

連絡先：谷澤 真 〒343-8555 埼玉県越谷市南越谷
2-1-50 独協医科大学埼玉医療センター リハ
ビリテーション科
電話番号：048-965-1111
FAX 番号：048-965-1127
E-mail address：m-yazawa@dokkyomed.ac.jp



図1. 本研究で使用したスニーカー，通常ハイヒール，およびダンス用ハイヒール

足部の安定性と機能が追及されているダンス用ハイヒール（Perfume ダンスヒール，株式会社三越伊勢丹，東京）に着目した．通常のハイヒールとダンス用ハイヒール装用時の筋活動量の違いを筋電図解析にて検討した．

対象と方法

対象は健康女性 24 名（年齢 34.8 ± 11.4 歳，身長 159.1 ± 4.8 cm，体重 56.5 ± 8.2 kg，BMI 22.3 ± 3.1 ）とした．スニーカー，ダンス用ハイヒール，および通常ハイヒール（図1）のそれぞれを装用した条件の下，つま先と踵を一直線に配したタンデム肢位にて 30 秒間保持とし，その間の母趾外転筋の筋活動量および母趾 IP 関節内側，MP 関節外側の足底圧を計測した．測定の順序はランダムとし，同一日に全て計測した．本研究は獨協医科大学埼玉医療センター倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：1974）．

本研究では，スニーカーはナースウォーカー® 202（株式会社アシックス，兵庫）を使用した．ダンス用ハイヒールはヒール高 8cm，形状はラウンドトゥタイプで通常のファッション靴と類似しているが，特徴として内装にはメタルザルパッド

およびアーチサポートが組み込まれた起毛素材のインソールが，靴底には高耐久硬質ゴム（Vibram®，Albizzate, Italy）が使用されている．このアウトソールは元々登山用に開発されたものでグリップ力，衝撃吸収力と耐久性に優れている．また，ヒール位置は踵部の重心位置の真下にトップリフトが位置するように設計されている．通常ハイヒールに用いたのはダンス用ハイヒールと同一メーカーのものであり，ヒール高はダンス用ハイヒールと同じ 8cm で形状はラウンドトゥタイプ，インソールに低反発クッションが使用されており，靴底はゴム素材となっている．いずれの靴も新調した靴であり，対象者の足のサイズに合うものを使用した．

筋活動量は表面筋電図（マイオモーション，酒井医療株式会社）を用いて母趾外転筋の筋活動を導出した．足底圧はセンサー SF-5（イナバゴム社製）を使用し，抵抗器を直列接続することで圧力変化による抵抗値変化を抵抗分圧し，Texas Instruments 製 ADS1115 にて電圧を取得後コンピュータで記録した．足底圧の評価としては，使用による圧センサーの劣化を考慮し，絶対値ではなく対照基準となるスニーカーにおける足底圧を

1.0 としたときの比率にて算出した。

統計学的解析には SPSS 25.0 for Windows (IBM 社製) を使用した。筋活動量の比較には反復測定分散分析を用い、足底圧の比較には paired T-test を用いた。危険率は 5% 未満を有意とした。

結 果

タンデム肢位の母趾外転筋の平均筋活動量計測結果を図 2 に示す。通常のハイヒールと比べダンス用ヒール装用時に有意に増大していた。足底圧の計測結果を表 1 に示す。母趾 IP 関節内側および MTP 関節外側の足底圧はスニーカーと比べ増大しているものの、最大値、最小値、平均値ともにハイヒールの種類による有意な差は認められなかった。

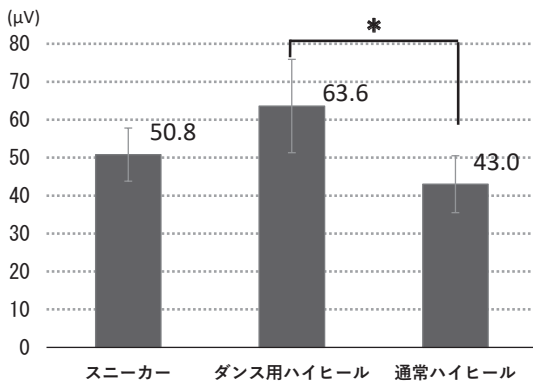


図 2. タンデム肢位の母趾外転筋の平均筋活動量

考 察

母趾外転筋は内側縦アーチの動的安定性に寄与しており⁴⁾、母趾外転筋の筋出力低下によって舟状骨の位置が下がるため⁵⁾、内側縦アーチの低下をもたらす。また、母趾外転筋の筋出力低下は扁平足の要因にもなり、扁平足や内側アーチの低下は外反母趾の原因となることが示唆されている⁶⁾⁷⁾。したがって外反母趾等の障害発生を防ぐためには母趾外転筋の高い筋活動量が求められる。本結果では通常のハイヒールと比べダンス用ヒール装用時に母趾外転筋の筋活動量は有意に増大していた。足底接地面が増加することで固有受容器が賦活するため⁸⁾、起毛素材により触圧覚への感覚入力が増加したと考えられること、インソールにおいても触圧覚への感覚入力が増加し足関節底屈筋群の筋活動促進により姿勢制御がなされること⁹⁾、この 2 点から足部内在筋である母趾外転筋においても起毛素材およびインソールによりダンス用ハイヒールの筋活動量が増大したことが考えられる。また、靴底の違いが反射運動の調整系に影響を及ぼし、筋活動量を高め動作の円滑化が図られるとの報告¹⁰⁾もあることから靴底の違いも筋活動量の差に寄与している可能性がある。

母趾圧の増大は第 1 中足骨や母趾に生じるストレスを増大させ、疼痛の発生や胼胝形成を招くが、母趾 IP 関節内側および MTP 関節外側の足底圧は通常ハイヒールとダンス用ハイヒール間で最大値、最小値、平均値に有意な差を認められなかつ

表 1. 各ハイヒールの部位別足底圧の比較

	最小値	P 値	最大値	P 値	平均値	P 値
母趾 IP 関節内側						
ダンス用ハイヒール	271.2 ± 382.6	0.879	106.8 ± 71.7	0.824	97.4 ± 97.8	0.403
通常ハイヒール	258.6 ± 374.3		115.4 ± 140.5		122.5 ± 156.0	
母趾 MTP 関節外側						
ダンス用ハイヒール	270.3 ± 429.3	0.668	113.5 ± 152.1	0.214	213.7 ± 168.0	0.167
通常ハイヒール	326.7 ± 592.7		81.6 ± 100.9		141.4 ± 216.5	

- ・スニーカーにおける足底圧を 1.0 としたときの比率
- ・30 秒間の足底圧平均値

た。このことから両ハイヒール間の筋活動量の違いは母趾に生じる力学的ストレスの差異によるものではなく、ハイヒール靴の機能による影響であることが示唆された。母趾に生じる力学的ストレスが同じであることから、高い筋活動量を発揮できるダンス用ハイヒールの方が障害防止にとって有効な靴であると言える。

本研究ではヒール高8cmのヒールを使用して行っているが、ヒール高によって母趾圧や母趾外転筋の筋活動量が異なることも考えられ、今後の検討課題と考える。

結 語

靴の機能の違いによる母趾に及ぼす影響を通常ハイヒールとダンス用ハイヒールを用いて筋電図および足底圧にて検討した。ダンス用ハイヒールは、同じヒール高の通常ハイヒールと比べ、母趾にかかる圧に差がなくても母趾外転筋の筋活動量が高くなることが示され、通常ハイヒールよりも外反母趾変形を防ぐ可能性があることが示唆された。外反母趾変形を防ぐためにはヒール高のみならずハイヒール靴の機能にも目を向け、選択することが重要になると考える。

文 献

- 1) Frey C, Thompson F, Smith J, et al. American Orthopaedic Foot and Ankle Society women's shoe survey. *Foot Ankle* 1993 ; 14 : 78-81.
- 2) Menz HB, Morris ME. Footwear characteristics and foot problems in older people. *Gerontology* 2005 ; 51 : 346-51.
- 3) Arinci Incel N, Genç H, Erdem HR, et al. Muscle imbalance in hallux valgus : an electromyographic study. *AM J Phys Med Rehabil* 2003 ; 82 : 345-9.
- 4) Wong YS. Influence of the abductor hallucis muscle on the medial arch of the foot : a kinematic and anatomical cadaver study. *Foot Ankle Int* 2007 ; 28 : 617-20.
- 5) Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, et al. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *J Electromyogr Kinesiol* 2008 ; 18 : 420-5.
- 6) Komeda T, Tanaka Y, Takakura Y, et al. Evaluation of the longitudinal arch of the foot with hallux valgus using a newly developed two-dimensional coordinate system. *J Orthop Sci* 2001 ; 6 : 110-8.
- 7) D'Arcangelo PR, Landorf KB, Munteanu SE, et al. Radiographic correlates of hallux valgus severity in older people. *J Foot Ankle Res* 2010 ; 3 : 20.
- 8) 飯島勇人, 阿部 薫. 足底面皮膚感覚閾値の違いを考慮したインソール設計のための基礎研究. *靴の医学* 2011 ; 25 : 22-5.
- 9) 小原謙一, 吉岡史晃. 靴インソールによる足底刺激部位の違いが足圧中心動揺に与える影響. *理学療法科学* 2013 ; 28 : 801-4.
- 10) 小野 喬, 芝山秀太郎, 田口信教他. シューズの底の厚さが着地時に身体に及ぼす影響. *デサントスポーツ科学* 1986 ; 7 : 118-25.

靴紐の締め方が小学生の歩行状態に与える影響

Effect of Shoelace Tightness on Gait Condition of Elementary Schoolchildren

¹⁾株式会社早稲田エルダリーヘルス事業団

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院 整形外科

³⁾特定非営利活動法人オーソティックスソサエティー

¹⁾Waseda Elderly Health Association Co., Ltd.

²⁾Department of Orthopedic Surgery, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

³⁾Nonprofit Organization of Orthotics society

伊藤 太祐¹⁾, 内田 俊彦²⁾³⁾

Taisuke Ito¹⁾, Toshihiko Uchida²⁾³⁾

Key words : 小学生 (Elementary Schoolchildren), 靴紐 (Shoelace), 靴サイズと足長の差 (Difference Between Shoe Size and Foot Length), 浮き趾 (Floated Toe), 歩行解析デバイス AYUMI EYE (Gait Analysis Device AYUMI EYE)

要 旨

健常小学生 69 名を対象に、靴サイズと足長の差、浮き趾スコアを計測し、3 軸加速度センサーを用いて、通常時の靴ならびに靴紐の状態、および靴を変えずに靴紐を理学療法士が締めた状態の 2 条件において歩行機能（歩行速度、歩幅、RMS (Root Mean Square)、歩行周期ばらつき）を測定し、靴紐の締め方が小学生の歩行状態に与える影響を検討した。歩行速度、歩幅および RMS において、条件間で有意差が認められた。また、重回帰分析において、有意な関連要因として抽出された因子はなく、小学生においては、年齢、足元の

状態に関わらず、靴紐の締め方が歩行状態に影響を与える可能性が示唆された。

緒 言

児童期は足部の骨格成長が著しい時期であり、女子は 13 歳で成人の足長に達するが、男子はそれより 2 年ほど遅れるとの報告がある¹⁾。そのため、この時期は一足の靴を着用し続けられる期間が大人に比較して非常に短く、それを保護者がもっていないと捉えているとの見方もあり²⁾、真に適合した靴を選択できていない例は多い。靴サイズについて、小学生の 60% 以上が不適切なサイズの靴を着用しているとの報告もあり³⁾、適切な歩行⁴⁾ならびに成長⁵⁾を阻害する要因として、不適切な靴の状態が与える影響は非常に大きいと考えられる。適正なサイズに比して大きな靴の着用下での歩行により、靴の中での足の安定性を求めて足趾が開き気味になり、靴が脱げたりしないように足趾が上を向く習慣がつくという報告もあり⁶⁾、前足部にお

(2020/12/25 受付)

連絡先: 伊藤 太祐 〒108-0074 東京都港区高輪 4-24-58 株式会社早稲田エルダリーヘルス事業団
TEL : 03-5447-5470 FAX : 03-5447-5480
E-mail address : t_ito@waseda-e-life.co.jp



図 1. 足長計測



図 2. Pedoscope による浮き趾スコア算出

ける問題として取り上げられることの多い浮き趾³⁾との関連も示唆されている。

現在市場には機能性やファッション性を重視した多種多様なデザインの靴が出回っている。特に靴紐を配した靴に関しては、程度の差はあるものの、靴紐が靴を足にフィットさせる役割を担っている。靴紐の締め方が歩行速度⁷⁾に影響を及ぼすとの報告もあり、調整具として靴紐が持つ重要性は大きい。しかしその調整機能は一般的に重要視されているとは言い難く、着脱毎に締め直す人は少ないとされている⁵⁾。その中でも、特に小学生にお



図 3. 歩行解析デバイス AYUMI EYE

いては、靴紐の締め方が歩行速度や歩幅、あるいはバランスやリズムといった歩行状態へ与える影響の検討がなされておらず、靴サイズと足長の差や、浮き趾の有無との関連も明らかにされていない。今回、靴紐の締め方が小学生の歩行機能に与える影響を検討したので報告する。

対象と方法

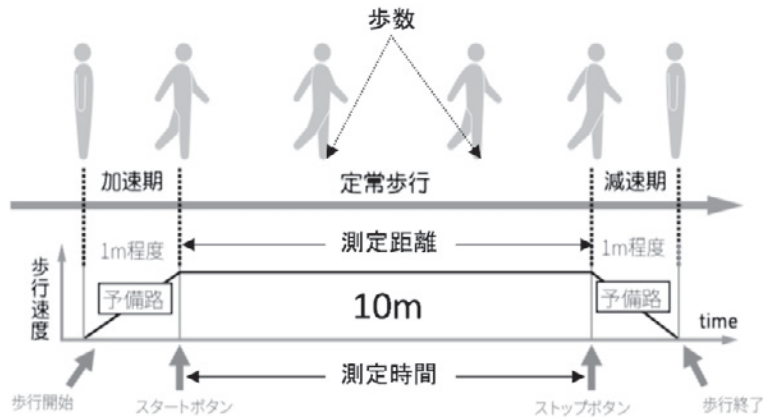
1. 対象

被験者は健常小学生（男性 69 名，平均年齢 9.5 ± 1.9 歳，平均身長 135.1 ± 10.4 cm，平均体重 29.9 ± 6.5 kg）を対象とし、靴サイズと足長の差、浮き趾スコア⁸⁾、歩行機能を測定した。なお実験実施に際しては、被験者保護者に口頭ならびに書面にて説明を実施し承認を得た。

2. 方法

靴は被験者が普段着用しているものを使用し、表記されている足長サイズを記録した。また、各被験者の足長計測を実施し³⁾、靴サイズと足長の差を測定した。（図 1）浮き趾スコアは、Pedoscope（丸手印靴工房製）を使用して足趾接地状態を調査し、先行研究の方法に準じて算出した⁸⁾。（図 2）

歩行機能は 3 軸加速度センサー（歩行解析デバイス AYUMI EYE⁹⁾：株式会社早稲田 EHA 製；図 3）を用いて、通常条件（来所時の靴・靴紐の状態）とタイト条件（靴を変えずに靴紐を理学療法士が締めた状態）の順に、各条件 1 本計 2 本、



歩行分析項目

- 歩行速度 (m/s)
[測定距離] ÷ [測定時間]
- 歩幅 (cm)
[測定距離] ÷ [歩数] ※スタート・ストップを押す前後の中途半端な歩数も内部的に補正
- RMS (Root Mean Square: 左右加速度の二乗平均平方根)

$$RMS\{a(t)\} = \left(\frac{1}{T} \int_t^{t+T} a^2(t) dt \right)^{\frac{1}{2}} + v^2$$
a = 左右加速度
v = 歩行速度
- 歩行周期ばらつき (秒)
1歩行周期にかかる時間の標準偏差

図4. 歩行計測の実施概要

10m 快適歩行にて計測し、(図4) 歩行速度、歩幅、歩行時の横揺れの程度の指標としてRMS (Root Mean Square: 左右加速度の二乗平均平方根を歩行速度の2乗で正規化)、時間的な安定性の指標として歩行周期ばらつきを算出した。

条件間の比較には Wilcoxon 符号付順位和検定を用いた。また、歩行機能の条件間の変化量を従属変数に、年齢、靴サイズと足長の差、浮き趾スコアを独立変数に投入した重回帰分析(強制投入法)を行った。いずれの検定も有意水準は5%未満とした。

結 果

来所時に、タイト条件に準ずる状態にある被験者はおらず、どの年代に関しても靴紐はしっかりと締められていなかった。靴サイズ、靴サイズと足長の差、浮き趾スコアの平均値はそれぞれ、21.9

±1.7cm, 6.7±5.9mm, 15.7±3.0であった。靴サイズと足長の差に関しては、9人が15mm, 2人が25mmあり、適切なサイズの靴を選択できていない被験者が一定数存在した。(図5) 浮き趾スコアに関しては、17点以下(47人)が18点以上(22人)の人数を大きく上回っていた。(図6)

歩行速度、歩幅およびRMSにおいて、条件間で有意差が認められた(歩行速度 (m/s): 1.12±0.20 vs 1.21±0.20, 歩幅 (cm): 57.8±8.9 vs 60.6±9.3, RMS (1/m): 2.11±0.62 vs 1.96±0.54, 歩行周期ばらつき (秒): 0.04±0.02 vs 0.04±0.02)。(図7) 重回帰分析において、多重共線性の問題はなく、歩行機能の条件間の変化量は年齢・靴サイズと足長の差・浮き趾スコアと有意な関連を持たなかった。(図8)

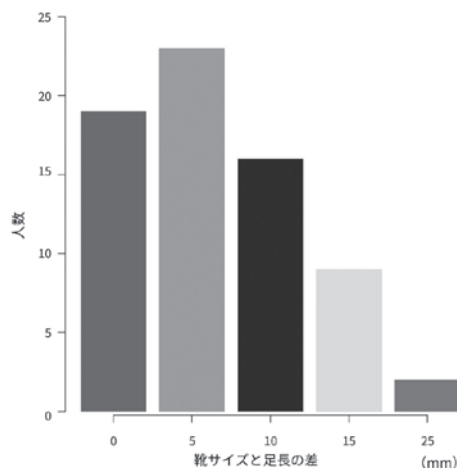


図5. 靴サイズと足長の差

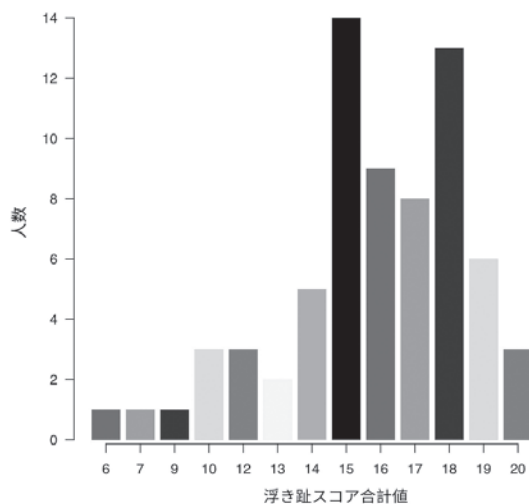


図6. 浮き趾スコア

考 察

児童期において靴のサイズ、着用方法を誤ること、下肢症状を訴え通院する例は多く、ほとんどの場合、靴をスリッポンで着用し、足と靴がフィットしていないとの報告がある⁴⁾。本研究に関しても、全ての被験者において靴紐がしっかり締められているとは言えない状況であった⁴⁾。また靴のサイズ選択が適切でない³⁾、あるいは複数趾が接地していない被験者も多数認められたことも³⁾、先

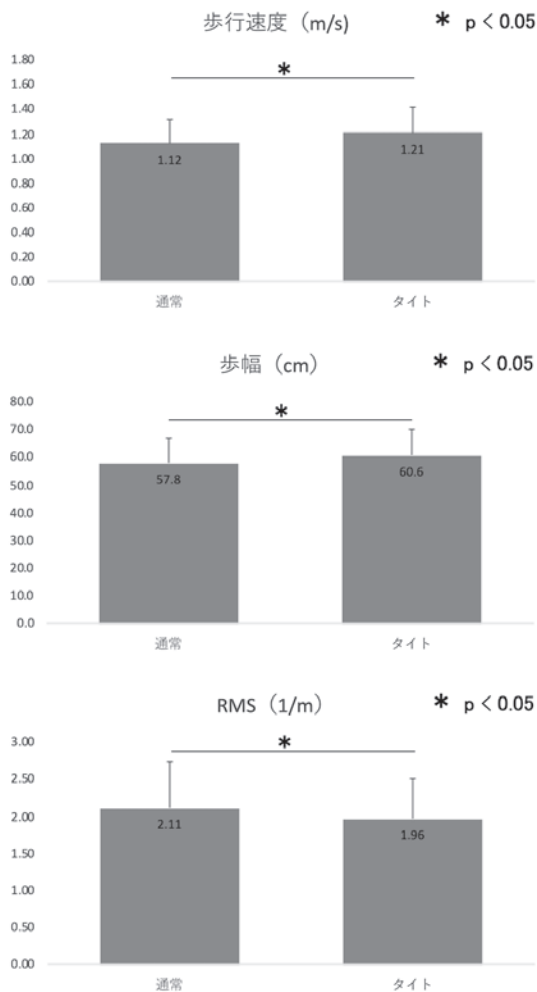


図7. 歩行機能

行研究と同様の結果を示した。

本研究において、通常条件と比較してタイト条件において、歩行速度・歩幅が増大し、かつRMSが減少したことから、通常条件では、靴サイズと足長の差が大きくなることによって、足と靴がフィットせず、足部が靴内で滑ることで、蹴り出しが不十分な状態となり、不要な横揺れが大きくなるが、靴紐をしっかり締めることでこれらが一定程度改善されると推察された。靴紐の締め方は歩行速度に影響を与えうる⁴⁾とされており、本研究結果を支持している。また、重回帰分析において、

歩行速度の変化量

	回帰係数	p	VIF※
年齢	-0.010	0.221	1.108
靴と足長の差	0.002	0.437	1.069
浮き趾スコア	-0.005	0.370	1.041

※VIF: Variance Inflation Factor

歩幅の変化量

	回帰係数	p	VIF※
年齢	-0.059	0.843	1.108
靴と足長の差	-0.043	0.644	1.069
浮き趾スコア	-0.251	0.179	1.041

※VIF: Variance Inflation Factor

RMSの変化量

	回帰係数	p	VIF※
年齢	0.027	0.065	1.108
靴と足長の差	-0.003	0.521	1.069
浮き趾スコア	0.004	0.658	1.041

※VIF: Variance Inflation Factor

歩行周期ばらつきの変化量

	回帰係数	p	VIF※
年齢	0.000	0.781	1.108
靴と足長の差	0.000	0.879	1.069
浮き趾スコア	0.000	0.752	1.041

※VIF: Variance Inflation Factor

図 8. 重回帰分析

有意な関連要因が抽出されなかったことから、小学生においては、年齢、靴サイズと足長の差、および浮き趾の有無に関わらず、靴紐が歩行状態に影響を与える可能性が示唆された。足長に対する適合サイズよりも靴が大きくなると、歩行の蹴り出し時に靴内で前足部が滑ることで、腓腹筋の活動が増加し、蹴り出し時の床反力が小さくなるとともに蹴り出しに要する時間が長くなり、荷重点移動軌跡に再現性が低くなる傾向がみられたとの報告がある¹⁰⁾。さらに、足長によらず靴のサイズが大きくなることで、歩行時の上半身の動揺量と軌跡長、歩行周期時間が有意に増加するとされており⁴⁾、本研究はそれらを追認する結果となったこ

とから、小学生においても、靴紐の締め方が歩行状態に影響を与えられられる。一方で、靴内での足の滑りに関しては、足長サイズよりも足囲サイズの影響が大きいことが報告されているが¹⁰⁾、本研究では考慮されていない。また、靴紐の締める圧力に関しては、担当した理学療法士の裁量に任されており、靴と足の適合の程度に関して定量化できていない。これらに関しては、今後十分な検討の必要がある。

児童期さらには小児期より、サイズの適合した靴を適切な方法で着用することの重要性は多くの先行研究で認められており²⁾⁵⁾、浮き趾との関連も言及されている³⁾⁶⁾。保護者が不適切なサイズの靴を着用することに対する弊害を正しく理解し、小児期より適切な靴を着用できる文化が醸成されていくことが望まれるが、子ども靴のもったいないサイクル²⁾という表現に代表されるように、足の成長が著しい時期における靴の選択においては、費用対効果が優先されているのが現状であり、またそのことに関して同情的な声が多数存在することも現実である。その中で本結果は、足長に比して大きいサイズの靴を着用している場合や、浮き趾がある状態であっても、少なくとも靴紐だけでもしっかり締めれば、一定程度歩行状態を改善できることを明らかにした。サイズの大きい靴の靴紐の役割に関する可能性に言及している先行研究もあるが⁵⁾、本研究は現状で実施可能な取り組みについて、積極的に実行すべきであることを明示した報告として意義深いと考えられる。今後は、靴紐をしっかり締めることの影響について、女性や高齢者など異なる属性の被験者においてみられる特徴、ならびに長期的に実行した場合にもたらされる変化に関して、横断的、縦断的調査によって明らかにしていきたい。将来的には、靴紐が靴着用状態に与える影響が、保護者含め一般的に浸透し、着脱毎に靴紐を締め直すことが習慣化されていくことが望まれる。

結 語

通常着用している靴の靴紐をしっかり締めることで、歩行速度、歩幅およびRMSにおいて、有意に改善が認められた。また、重回帰分析において、有意な関連要因として抽出された因子はなく、小学生においては、年齢、靴サイズと足長の差、浮き趾スコアに関わらず、靴紐の締め方が歩行状態に影響を与える可能性が示唆された。

文 献

- 1) 一般社団法人 日本皮革産業連合会. 足サイズ計測調査事業 (4歳~18歳) 報告書. 2013: 15-101.
- 2) 吉村真由美. 労働科学研究所公益財団法人. 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.
- 3) 内田俊彦, 藤原和朗, 高岡 淳他. 小学校 5, 6 年性の足型計測. 靴の医学 2001; 15: 19-23.
- 4) 村野良太, 佐藤 健, 加藤麻樹. 留め具がない靴のサ

イズと足長との相違が歩行姿勢に与える影響. *Hum Factors Japan* 2019; 24 (1): 11-8.

- 5) 塩之谷香. 不適切な靴が原因と考えられる成長期の下肢障害. 靴の医学 2008; 22 (2): 83-8.
- 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 (2): 66-71.
- 7) 清水新悟, 昆 恵介, 佐橋政次, 加藤幸久. 靴ひもの結び方が10mTUGテストに与える影響と靴ひもの緩みについての検討. 靴の医学 2018; 31 (2): 16-20.
- 8) 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.
- 9) Ito T, Ota Y. Comparison of gait analysis between a triaxial accelerometer-based device and an optical motion capture system. *Preprints (www.preprints.org)*. Published online December 14, 2020. doi: 10.20944/preprints202012.0336.v1
- 10) 林 亮誠, 細谷 聡, 佐藤雅人. 靴の足長及び足囲サイズの不適合が歩行動作に及ぼす影響. 靴の医学 2013; 26 (2): 58-63.

化膿性膝関節炎後の膝関節症に対する保存療法

—靴と足底挿板による治療—

Conservative treatment to the knee arthritis

after a purulent knee arthritis

—Using Shoes and shoe-insole—

¹⁾NPO オーソティックスソサエティー

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院

¹⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

²⁾Totsuka Kyoritsu Rehabilitation Hospital

内田 俊彦¹⁾²⁾, 東 佳徳²⁾, 横田 裕樹²⁾, 石川 早紀²⁾, 久保 実²⁾
Toshihiko Uchida¹⁾²⁾, Yoshinori Higashi²⁾, Yuuki Yokota²⁾, Saki Ishikawa²⁾, Minoru Kubo²⁾

Key words : 化膿性膝関節炎 (Purulent knee arthritis), 足底挿板療法 (Treatment with Shoe Insole), 変形性膝関節症 (Osteoarthritis of the knee)

要 旨

化膿性膝関節炎後の変形性膝関節症に対して、靴と足底挿板による治療結果を報告する。

治療開始時の JOA スコアは 35 点、X 線像上も膝関節内側面の不整と関節裂隙の狭小化が著しかった。足部は外反母趾変形が強く、使用している靴は大きく緩かったため靴を変更して足底挿板治療を行った。2~3 ヶ月に 1 回の割合で足底挿板の調整と靴のチェックを行った。治療開始から 4 年経過時の JOA スコアは 80 点となり、X 線像上も内側関節裂隙の拡大を認め、下肢アライメント

の変化は明らかとなった。靴合わせと足底挿板による治療は、有用な方法と考える。

緒 言

症状を有する変形性膝関節症（以下膝 OA）の中で、骨切り術や人工関節置換術を受ける患者数は全体の 1~2 割にすぎず、残りの 8~9 割は保存的治療が選択されている。保存的治療では薬剤投与、関節内注射、理学療法や装具療法などが主体に行われている。化膿性関節炎罹患後の膝 OA に対する治療は、関節内注射は禁忌であり他の保存療法が主体とならざるを得ない。われわれは化膿性膝関節炎後の膝 OA に対し、靴と足底挿板による保存的治療で、4 年の短期間ではあるが経過良好な症例を経験したので報告する。

症 例

62 歳女性、外反母趾変形があり、10 年ほど前か

(2020/12/25 受付)

連絡先：内田 俊彦 〒142-0064 東京都品川区旗の台
3-15-1 ツバセスパート 9 旗の台 1F NPO
オーソティックスソサエティー
tel : 03-3788-0608
fax : 03-5539-4760
e-mail : nikogabifoot7@gmail.com

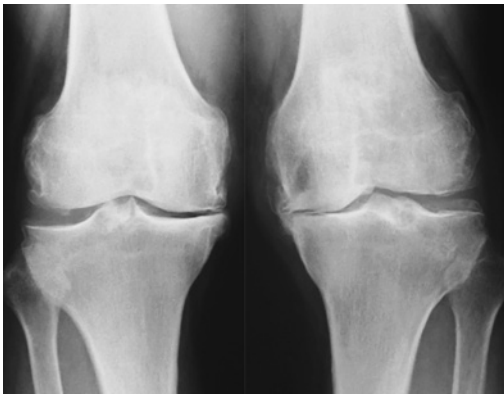


図 1-a 2016 年 初診時

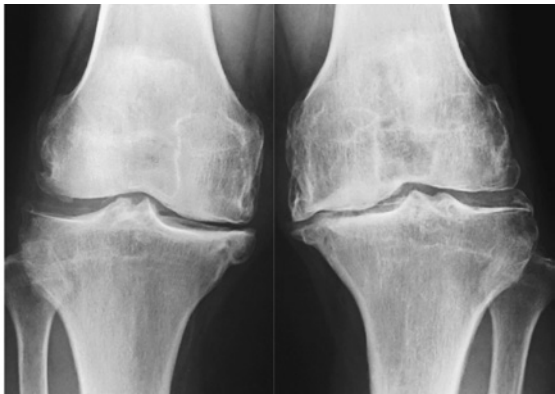


図 1-b 2020 年 最終観察時

図 1



図 2-a FTA195°

2016 年

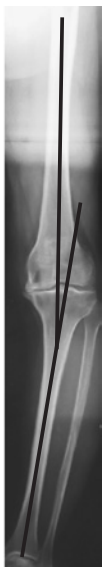


図 2-b FTA186°

2020 年

図 2

ら左膝関節の痛みと水腫を繰り返しその都度左膝関節への注射を受けていた。2016 年 6 月、突然左膝関節の腫脹と痛みが出現し、化膿性膝関節炎と診断され切開排膿治療を受け、炎症症状はおさまった。その後近医にて投薬とリハビリテーションを半年程行った後、足底挿板療法による治療目的で当院初診となった。

初診時、歩行時の左膝痛は常にあり、左膝の可

表 1. 左膝関節 JOA スコア

	初診時	経過観察時
疼痛・歩行能力	15 点	30 点
疼痛・階段昇降能力	5 点	20 点
屈曲角度	10 点	20 点
腫脹	5 点	10 点
	35 点	80 点

動域は伸展 -20°、屈曲 70°であった。また約 15mm の左脚短縮による脚長差を認めた。X 線像上、左右の膝関節は内側関節裂隙の狭小化を認め、特に左膝関節内側面の不整が著明であった。(図 1-a) 下肢全長像より FTA 左 195 度で (図 2-a)、膝関節 JOA スコアは 35 点であった。(表 1)

足部は両側外反母趾変形あり (図 3)、足長はフットゲージとメジャーを使用して計測すると右 228mm、左 220mm であった。(表 2) 靴は 24.5cm の 4E と母趾 MTP 関節部の当たりを避けるように緩くて大きい靴を使用していた。

足底挿板療法を開始するにあたり、まず靴サイズを 23.5cm の 4E に変更し足底挿板療法を開始した。

治療開始時の歩行姿勢をみると、左立脚期に脚短縮による体幹の沈み込みと側屈および肩甲帯の下制の動きを認め、左右の立脚期における身体バランスの左右差は明らかであった。(図 4)

左脚短縮に対して踵部分における補高を行い、



図3. 足部X線像
両足とも中等度以上の外反母趾変形で開張度も大きい

表2. 初診時足部計測値

	右		左
足長	228		220
足囲 (荷重位)	269	F ↑	258
足囲 (非荷重位)	251	F	244
足幅 (荷重位)	110	F ↑	107
足幅 (非荷重位)	102	F	98

単位 mm

歩行姿勢の左右のバランスが取れるよう足底挿板を作製した。補高は踵部分から中足部にかけてウェッジ状に1cmの厚さで作製した。足底挿板は内側アーチ、外側アーチおよび中足骨パッドを有する3軸アーチパッドとし、踵部分に5mmのRウェッジを使用した。

以後、1～3ヶ月毎に定期的な歩行姿勢の観察と足底挿板の調整、靴の消耗度のチェックを継続した。初回足底挿板作製から4年の最終調査時、図5に示すように左立脚期における歩行バランスも初診時に比べて良くなっていると判断した。平地歩行時の痛みはほぼ無く、膝伸展 -5° 、屈曲 75° で膝関節JOAスコアも85点(表1)と経過良好である。



左立脚期

右立脚期

図4. 立脚期における左右のアンバランス
右立脚期と左立脚期における体幹の動きの違いが明らかである

X線像の継時的な変化をみると、内側関節裂隙の開大を認め、FTAは 186° となっている。(図2-b)



初診時

経過観察時

図5. 歩行姿勢の改善

初診時の体幹の左側屈と肩甲帯の下制が経過観察時には少なくなっていると判断される

考 案

化膿性関節炎罹患後の膝 OA に対する治療としては、観血的治療の選択はチャレンジングであり、保存的治療が選択される場合が多い。痛みが強くと関節内注射は禁忌であり、投薬や理学療法、装具療法などが主体とならざるを得ない。

装具療法は簡便で、歩行動作時に直接作用するため臨床現場では広く用いられている。膝装具は、アライメント異常の矯正と膝関節の安定性向上による疼痛軽減には効果的であるという報告が多いが、装着の煩雑さなどによってその装着率は低いといわれている¹⁾。

われわれは軽度から重度の膝 OA に対して靴と足底挿板による保存療法を継続して行ってきた。その治療成績に関しては既に報告してきた^{2)~4)}。靴は毎日使用するものであり、膝装具に比べればその装着率ははるかに高いといえる。膝 OA に対する装具療法の目的は、関節の不安定性を関節外か

表3. 歩行分析から解析した健常者の歩行の特徴

- ・エネルギーを節約して歩く
- ・選択できる速度の幅が大きい
- ・左右対称に歩く
- ・重力を利用して歩く
- ・上体を動かさずに歩く
- ・余裕を最小にして歩く
- ・衝撃を最小にして歩く

ら減少させ、下肢アライメントの修正や膝の安定性の向上・ラテラルスラストなどの異常運動制御に作用することで疼痛の軽減や進行予防の面で効果を期待することである。

江原は⁵⁾、歩行分析から解析した健常者の歩行の特徴を表3の様に挙げている。われわれが足底挿板療法を行う上で着目しているのが左右対称に歩いているか、ということである。障害のある人の歩行姿勢は左右非対称であり、足底挿板によって対称になるような歩行姿勢を獲得出来るようにすることが筆者らの足底挿板の目的である。これは足部障害であっても膝の障害であっても基本的に変わりはない。

足底装具の効果は重度の膝 OA には十分でないといわれてきた。しかし、歩行における安定性の獲得にはピッタリ合った靴は必要不可欠なものである⁶⁾。靴が膝 OA に効果的である、というエビデンスはないが、靴に求められるのは特殊な機能をもつことではなく使う人の足に如何にぴったりと合っているかが重要である、とわれわれは考えている。ぴったりした靴の方が歩行バランスの改善が得られることは事実である。

膝関節症患者を含めて外反母趾変形などがあると大きい靴を選ぶ人がほとんどである⁷⁾。本例は現在、図6の4Eと2Eの靴を使用している。2Eの細い靴の方が母趾 MTP 部分の突出は大きい、メッシュ部分に MTP 部分があるため、圧迫による痛みは生じておらず、本人は細い2Eの靴の方が歩きやすいと言っている。治療に靴を使用する場合、どのようなタイプの靴選びをするか、ということは重要な要素である。革のウォーキング



4E の靴

2E の靴

図 6. 靴の太さの違いによる前足部変形
母趾 MTP 部の突出は細い 2E の方が大きい

シューズのようなタイプを使用するか、本例のようにカジュアルなスポーツシューズタイプの靴を使用するかによってそのサイズ選択は随分と変わってくる。本例の足サイズをみると（表 2）足長が右 228mm 左 220mm であり、靴サイズでいえば右は 23.0cm、左は 22.0cm と 2 サイズの違いがあった。長い方の右に足長を合わせると 23.0cm ないし 23.5cm に留めたい所である。これ以上足長を長くすれば短い左足の方がブカブカとなってしまう、かえってバランスを崩しやすくなることが懸念される。

靴と足底挿板による保存療法は歩行動作時に直接作用するものであり、その効果を持続させるためには継続的に調整を繰り返す事が重要である。われわれは靴の消耗度や中敷きや使用パッドの凹みなどを考慮して 2～3 ヶ月に一回の割合で来院してもらっている。

ま と め

1 経過良好な化膿性膝関節炎後の膝関節症を経験したので報告した。

2 外反母趾変形のため大きいサイズの靴を使

用していたが、ピッタリサイズの靴に変更して足底挿板療法をおこなった。

3 経過観察期間は 4 年と短い、X 線像上でも内側関節裂隙の開大もみられ、JOA スコアも 35 点から 80 点と改善した。

4 靴と足底挿板による保存療法では、定期的に靴のチェックと足底挿板の調整を繰り返しておこなうことが重要である。

文 献

- 1) 岡本卓也, 石井陽介, 出家正隆. 装具療法の有効性と課題. 関節外科 2019; 38: 57-63.
- 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) 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—第 2 報: 靴, 足部変形, 足サイズに関する検討—. 靴の医学 2017; 31: 21-5.
- 4) 内田俊彦, 東 佳徳, 横田裕樹他. 変形性膝関節症に対する足底挿板療法—第 3 報: FTA の経年変化に関する検討—. 靴の医学 2018; 32: 77-81.
- 5) 江原義弘. 歩行分析の基礎 (1) 人間はどのように歩くのか. 臨床リハ 1995; 4: 1181-6.
- 6) 小林文子, 東 佳徳, 金森輝光他. 靴の適合性が歩行に与える影響. 靴の医学 2010; 24: 45-50.
- 7) 笠原知子, 金森輝光, 東 佳徳他. 外反母趾の靴選びに関する検討. 靴の医学 2016; 30: 73-6.

外反母趾に対し第1中足骨水平骨切り術を施行した症例において SAFE-Qを用いた靴関連評価の検討

Shoe-related evaluation using SAFE-Q in the case of metatarsal osteotomy for hallux valgus

福岡歯科大学総合医学講座整形外科分野

Department of Orthopaedic Surgery, Fukuoka Dental College

永野 智子, 井上 敏生, 加島 伸浩

Tomoko Nagano, Toshio Inoue, Nobuhiro Kashima

Key words : 外反母趾 (hallux valgus), 第1中足骨水平骨切り術 (metatarsal osteotomy),
SAFE-Q (SAFE-Q), 靴 (shoes)

要 旨

外反母趾の患者は、ファッション性の高い靴を履くことに難渋することがある。今回、当院で外反母趾に対し第1中足骨水平骨切り術を施行した患者において、手術前後で日本整形外科学会・日本足の外科学会足部足関節評価質問票（以下、SAFE-Q）を用いて下位尺度である靴関連評価について検討した。SAFE-Qの靴関連項目における術前平均は36.1点（0点-83.3点）、術後平均は59.7点（25点-100点）であった。18例中16例では、術後、痛みのために靴を履けないということが全くなかった。しかし、術後に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については、難しいとの感じ方に個人差が大きかった。

緒 言

SAFE-Qは、患者立脚、多面的、科学性を満たした評価質問票とされている¹⁾。今回、外反母趾に対し第1中足骨水平骨切り術を施行した患者において、手術前後で日本整形外科学会・日本足の外科学会足部足関節評価質問票（以下、SAFE-Q）を用いて下位尺度である靴関連評価について検討したので報告する。

対象と方法

当院の第1中足骨水平骨切り術（以下、Scarf変法）の適応は外反母趾角（以下、HVA）30°以上、MTP関節亜脱臼のある症例としている²⁾³⁾。必要に応じて外側趾に対して中足骨短縮骨切り術等を施行している⁴⁾⁵⁾。

2015年10月から2019年6月まで、当院で外反母趾に対しScarf変法を施行した18例18足（手術時年齢39-84歳；平均64.9歳）において、術前と術後の立位単純X線像で、HVAおよび中足骨間角（以下、IMA）を計測した。また、SAFE-Qの、術前と術後6カ月から1年時における下位尺

（2021/01/05 受付）

連絡先：永野 智子 〒814-0193 福岡県福岡市早良区
田村 2-15-1 福岡歯科大学総合医学講座整形
外科学分野
電話：092-801-0411
Fax：092-801-0459
E-mail：nagano@college.fdcnet.ac.jp

表 1. SAFE-Q 下位尺度 手術前後の比較

下位尺度	術前スコア (点)	術後スコア (点)	p 値
痛み・痛み関連	58.7 (15.3-96.9)	77.7 (35-97.2)	<0.01
身体機能・日常生活の状態	75.9 (34.1-97.7)	91.3 (54.5-100)	<0.01
社会生活機能	70.1 (33.3-100)	87.5 (45.8-100)	0.01
靴関連	36.1 (0-83.3)	59.7 (25-100)	<0.01
全体的健康感	61.1 (15-90)	81.9 (55-100)	<0.01



図 1. SAFE-Q 靴関連項目の問 8

度を検討した。

結 果

X 線像の結果：HVA は，術前平均 40.9°，術後平均 11.2°であった。IMA は，術前平均 17.5°，術後平均 10.1°であった。SAFE-Q 下位尺度では，痛み・痛み関連，身体機能・日常生活の状態，社会生活機能，靴関連，全体的健康感はいずれも術前と比較して術後に改善を認めた。（表 1）靴関連項目の問 8 は，「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？」である。18 例中 16 例で，術後に痛みのために靴を履けないことは全くなかった。（図 1）靴関連項目の問 9 は，「足の症状のために足にあった靴を見つけるのは難しいですか？」である。足にあった靴を見つけるのが難しいという自己評価は，手術前後とも多様であった。（図 2）また，問 34 は，「この 1 か月間，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？」である。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についても，感じ方に個人差が大きかった。（図 3）

考 察

Scarf 原法は，中足骨骨軸に平行に骨切りを行う方法で，近位背側で疲労骨折を発症しやすい。Scarf 変法では，足底面に水平に骨切りを行うことで，荷重により骨切り部に十分な圧迫力がかかり，関節リウマチや骨粗鬆症を有する症例でも骨癒合が得やすいとされる²⁾³⁾。当科では，HVA30°以上の外反母趾に対して Scarf 変法の手術を行ってきた。外反母趾の術後の評価として SAFE-Q を用いて評価した。SAFE-Q は，患者立脚，多面的，科学性を満たした評価質問票とされており，靴に関する質問項目がある¹⁾。外反母趾の術後における靴の評価方法は我々が狩猟した範囲では少ない。Saro らは，外反母趾の患者は外反母趾手術で母趾

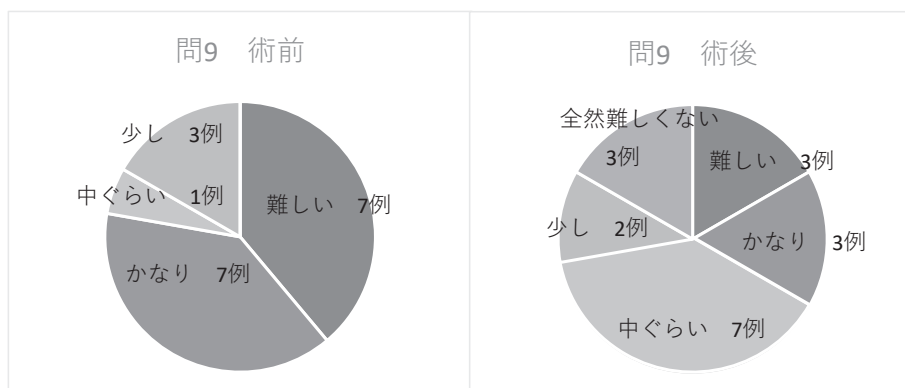


図2. SAFE-Q 靴関連項目の問9

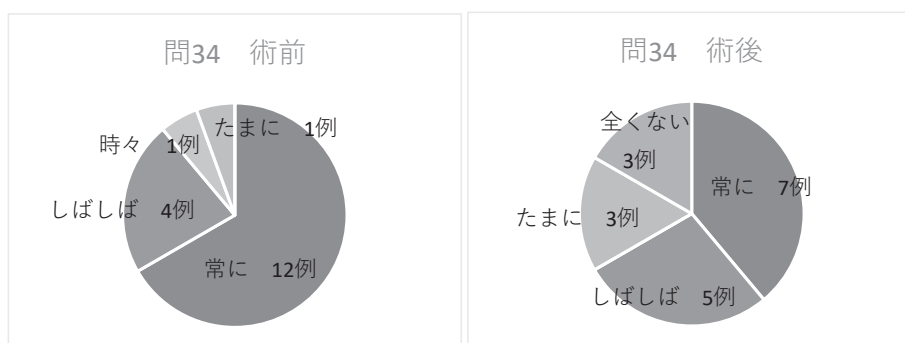


図3. SAFE-Q 靴関連項目の問34

の疼痛改善と、靴の問題が改善することを期待していると報告している⁶⁾。須貝らの報告では、外反母趾の術後にSAFE-Qスコアに影響を与える因子として、加齢や靴の問題があり、術後の活動レベルの向上には、靴、インソールを用いた足部環境の改善が有効であると報告している⁷⁾。今回の結果では、第1中足骨水平骨切り術(Scarf変法)による外反母趾の手術後は、疼痛なく靴を履けるようになったと自覚した症例を多く認めたが、足にあった靴を見つけることや、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については、自己評価に個人差が大きかった。外反母趾術後に履ける靴の種類については、制限される場合があると示唆された。地原らは、治療靴に対するファッション性の重要性について報告している⁸⁾。

外反母趾患者は、ヒールのある靴、素材や色彩、装飾や靴紐などを選択できる靴を、個人の好みによってファッション性が高いと認識する傾向にあるのではないかと筆者は推察している。足にあった靴を見つけにくいと回答する患者に対しては、治療靴の処方・作製も選択肢の一つとして挙げられるだろう。

結 語

外反母趾に対し第1中足骨水平骨切り術(Scarf変法)を施行した症例においてSAFE-Qを用いた靴関連評価を検討し、術後に疼痛なく靴を履けるようになったと自覚した症例を多く認めた。足に合った靴を見つけることや、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について

は、手術前後の自己評価に個人差が大きく、今後の検討課題と思われた。

文 献

- 1) 仁木久照. 自己記入式足部足関節評価質問票 Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire (SAFE-Q) 作成報告書 (平成 24 年 12 月 17 日). 日本整形外科学会雑誌 2013 ; 87 : 451-87.
- 2) 黒川紘章, 田中康仁. 第 1 中足骨水平骨切り術 適応と手術手技について. 整形外科 Surgical Technique 2017 ; 7 (6) : 19-25.
- 3) Crevoisier X, Mouhsine E, Ortolano V, et al. The Scarf Osteotomy for the Treatment of Hallux Valgus Deformity : A Review of 84 Cases. Foot & Ankle International 2001 ; 22 (12) : 970-6.
- 4) Okuda R, Kinoshita M, Morikawa J. Distal soft tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy in hallux valgus. Clin Orthop Relat Res 2000 ; 379 : 209-17.
- 5) 奥田龍三. 併用手術を要する外反母趾の手術療法. 関節外科 2009 ; 28 (7) : 75-83.
- 6) Saro C, Jensen I, Lindgren U. Quality-of-life outcome after hallux valgus surgery. Qual Life Res 2007 ; 16 : 731-8.
- 7) 須貝奈美子, 阿久澤弘, 橋本浩樹他. SAFE-Q を用いた外反母趾術後成績の検討. 日本足の外科学会雑誌 2014 ; 35 (1) : 99-101.
- 8) 地原千鶴, 尾花正義, 高橋 豊他. 女性医師の立場からの治療靴の検討. 靴の医学 2000 ; 14 : 12-4.

ポストポリオ症候群に対する足底挿板療法 Shoe Insole Treatment for Post Polio Syndrome

¹⁾NPO オーソティックスソサエティー

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院

¹⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

²⁾Totsuka Kyoritsu Rehabilitation Hospital

内田 俊彦¹⁾, 東 佳徳²⁾, 横田 裕樹²⁾, 石川 早紀²⁾, 久保 実²⁾
Toshihiko Uchida¹⁾²⁾, Yoshinori Higashi²⁾, Yuuki Yokota²⁾, Saki Ishikawa²⁾, Minoru Kubo²⁾

Key words : ポストポリオ症候群 (Post Polio Syndrome), 足底挿板療法 (Shoe Insole Treatment), 脚長差 (Leg Length Discrepancy), 補高 (Sole Elevation)

要 旨

筆者らはポストポリオ症候群 (Post Polio Syndrome : 以下 PPS) に対し, 靴と足底挿板による保存療法を行っている. 4 例と症例数は少なく, また3年から6年の短期経過観察期間ではあるが, その問題点について検討したので報告する. 最大の問題点は歩行時における脚長差による跛行であり, 2cm を越える場合は靴のアウトソールでの補正が必要であった. 全例において初診時の主訴は消失ないし軽減しており, 代償作用が生じるといわれる 3cm 以下の脚長差であっても補正を行うことは必要であると考える.

緒 言

ポストポリオ症候群 (Post Polio Syndrome : 以下 PPS) の 4 例に対して足底挿板療法を行い, その問題点について検討を行ったので報告する.

対象および方法

当院の足底挿板外来を受診した男性 2 例, 女性 2 例の計 4 例, 年齢は 59~73 才平均 66.3 才で, 経過観察期間は最短 3 年から最長 6 年である. 罹患側は右 2 足, 左 2 足である. 以前から靴に細工を施すなどして経過をみていたのは 1 例のみで, 残りの 3 例は靴を含めて下肢装具の使用経験は全くなかった¹⁾. 足部変形は内反尖足 2 例, 外反母趾と扁平足 1 例, 明らかな変形なし 1 例で全例に脚長差を認めた. 症状は足底の胼胝痛, 腰痛, 足背部痛, 外反母趾, 中足骨痛と症例ごとに様々であった. (表 1)

脚長差に対する補高は, 靴内における対応が可能であったのが 2 例, 靴のアウトソールで対応をしたのが 2 例であった. 対応した靴は全て市販のウォーキングシューズやスポーツシューズ, トレッキングシューズであり, 特殊靴は必要としなかった. 足底挿板外来における経過観察は 3 ヶ月に一度行い, 症状は全例で軽減している.

以下に症例を呈示する

症例 1 69 才男性

2013 年, 右第 5MP 部ベンチ痛を主訴に来院す

(2019/12/27 受付)

連絡先 : 内田 俊彦 〒142-0064 東京都品川区旗の台
3-15-1 ツバセスパート 9 旗の台 1F NPO ソ
サエティー
tel : 03-3788-0608
fax : 03-5539-4760
e-mail : nikogabifoot7@gmail.com

表 1. 症例内訳

症例	年齢	性別	観察期間	主訴	脚長差 (SMD)	補高部位	補高
1	69	男	6 年	右 5 趾 MP 部ベンチ痛	右短縮 5cm	靴底補高	右 4cm, 左 2cm
2	73	男	5 年	腰痛, 大腿部痛	左短縮 2cm	靴内補高	左 1.5cm
3	59	女	4 年	左足背部痛	左短縮 3cm	靴内補高	左 1.8cm
4	64	女	3 年	右中足骨痛, 外反母趾	右短縮 3cm	靴底補高	右 2cm



図 1
右踵が浮いている



a) 右のみの補高



b) 左右共に補高

図 2

る。靴のアウトソール部分で右のみ補高を施されていたが、立位時に踵接地はしていない。(図1) そのためつま先立ちの状態であり、MP 部への負荷が常に存在していた。右足関節は背屈制限-25度で左足関節は正常可動域であった。脚長差は5cmあり、歩行姿勢をみると右立脚期に脚延長状態となって、右足部回外の動きが大きくなり、体幹の右側方移動が大きくなっていた。(図2a) 市販のスポーツシューズを使用して左右に補高を施し(右は足底面が全接地するように4cm, 左は接地時に体幹が沈み込まないように2cmの補高)足底挿板療法を行った。図2bのように右立脚期に足部を回内方向に誘導して左右のバランスを整えるように調整した。右立脚期の体幹の側方移動は少なくなっている。初診時以降3ヶ月に一度ずつの調整を行い経過観察し。調整は歩行姿勢を観察して、パッドの高さを左右の歩行バランスが整うように行った。筆者らの使用しているパッドは、ソルボセインを用いているが3ヶ月ほど使用して

いるとその高さは微妙に低くなることで、歩行時のアンバランスが生じやすいためである。以後ベンチ痛は徐々に減少し、2019年現在、右第5MP部のベンチはまだ存在するも、以前よりは小さくなってきており(図3)、室内における裸足歩行でも痛みは消失している。

症例3 59才女性

左足背部痛を主訴に来院する。今まで脚長差の補正は一度もしたことはない。週に2回ほどエアロビクスなどの運動をしているうちに左足背部痛が出現した。下肢全長撮影像で、左骨盤帯の下制と左大腿骨及び下腿骨は細く発育不全を認める。(図4) 左足はスキューフォット変形を呈し、右足に

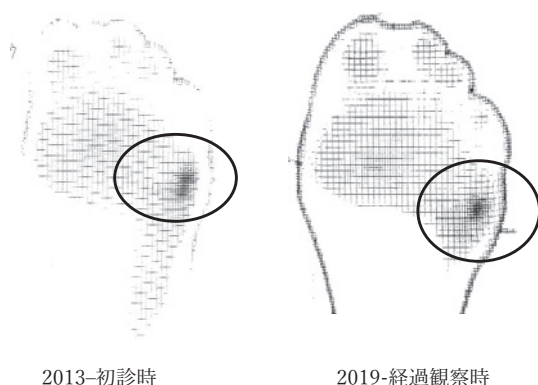


図 3

初診時の右 5 MP部のベンチは、経過観察時には小さくなって来ている

は変形はみられなかった。歩行姿勢を観察しながら左靴内での18mmの脚長補正を行い疼痛は消失している。定期的に歩行姿勢の観察を行いながら足底挿板の調整をし、現在は週に4回ジムに通って運動している。

考 察

1981年以降、本邦においては野生株によるポリオ罹患者の報告は確認されていない。しかし近年ポリオ経験者が罹患者後30～50年経過して新たに筋力低下、筋萎縮、疲労感増大などを呈するPPSが問題となって来ている²⁾。PPSは主にオーバーユースによって症状が出現するといわれているが、特にポリオ経験者の高齢化と相まって様々な症状の出現が考えられる。麻痺の程度や部位は個々で異なるが、今回の4例に共通した問題点は脚短縮による脚長差の存在である。

脚長差の存在があっても症例1のように靴で補正を行ってきた人もいれば、残りの3名のように補正を全く行わずに過ごしてきた人もいる。症例1はSMD(上前腸骨棘部間距離)で5cmと最も脚長差が大きかったために以前から補正を行ってきたようであるが、脚短縮側の足関節背屈制限によってつま先立ちすることで代償をしており、歩行姿勢を観察すると、かえって脚短縮側の

方が脚延長状態で歩行して左右のバランスを崩していた。したがって脚長差の存在する例では、歩行姿勢の観察は必須であると考え、残りの3例は3cm以内の脚長差であり、教科書的には代償作用の効くといわれる範囲内であった。

筆者らは足底挿板の効果は左右対称の動きを出すことでその結果が得られる事を報告してきた³⁾。日常診療において脚長差のある症例をよくみかけるのは、変形性股関節症や変形性膝関節症の術後、大腿骨骨折後などである。一般的に3cm以内の脚長差であれば代償作用によって跛行は生じないといわれているが⁴⁾1cmでも脚長差があると、その歩行姿勢を観察すれば外見的にも異常歩行は明らかである。黒澤ら⁵⁾は1, 2, 3cmと脚長差を作り三次元歩行解析装置を用いた実験を行い、1cmであっても正常歩行時に比べ、歩行周期全体を通じて骨盤帯の短縮側への下制と長脚側立脚期で上部体幹の長脚側側屈角度が増大したと報告している。また、脚長差の増大とともにこれらは大きくなり、加えて主観的、客観的にみても歩行に対する違和感が増大したと述べている。このように代償作用を働かせて歩行している状態であっても、歩行中の体の左右のバランスは明らかに崩れており、従って今特に症状なくとも5年先、10年先を見据えた場合、障害の発生が全くない、とはいいい切れない部分がある。筆者らがすでに報告してきたように³⁾、足部や膝などの荷重関節に障害のある人の歩行姿勢は左右のアンバランスが必ず存在しており、そのアンバランスを靴と足底挿板によって是正する事で疼痛の軽減や変形の矯正が行われる。健常者の歩行の特徴はエネルギー効率の良い左右対称の歩行であるといわれており、こういった健常者と同じ動きが維持できれば、変形や痛みなどの障害は発生しにくいといえる。僅かな脚長差であっても左右のバランスの崩れが生じているのであれば、それを是正する事で二次障害の発生活予防につながるものと考え、

靴内における脚長差の補正に関してWilliamら⁶⁾は左右の脚長差1cm以上で変形性膝関節症リ

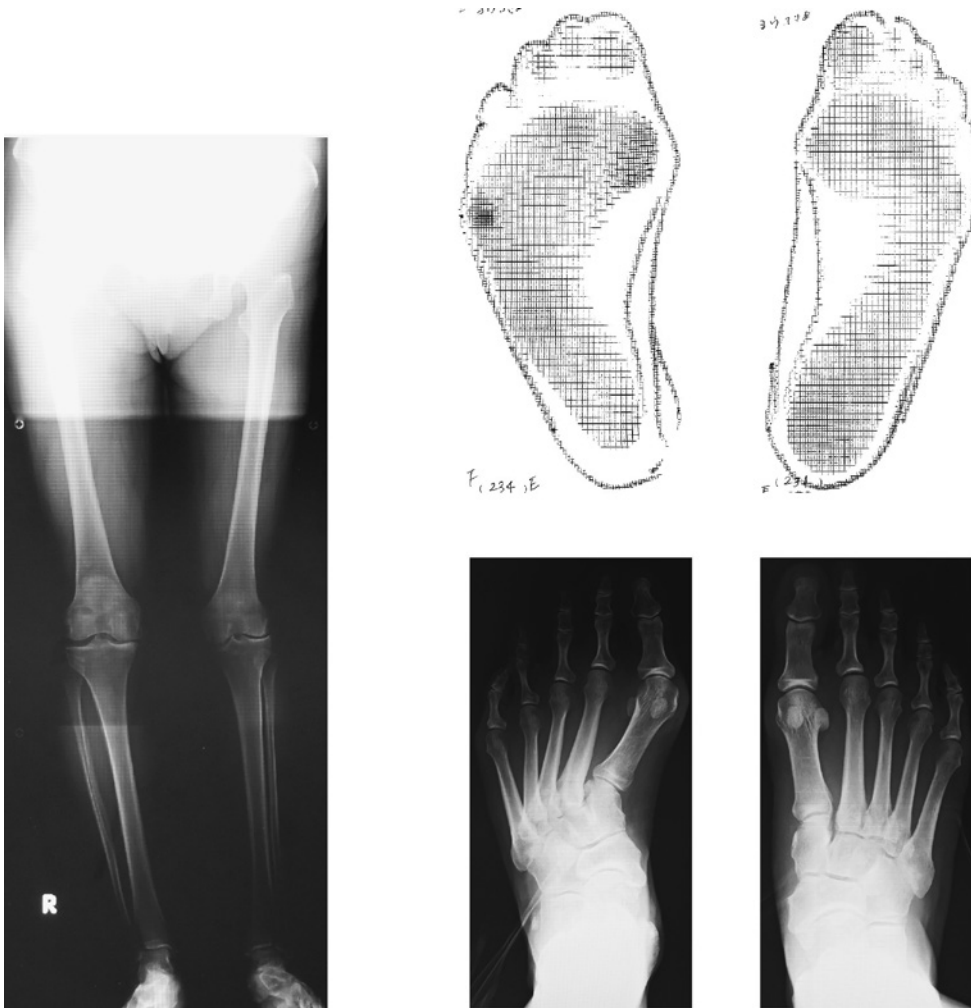


図 4. 症例 2

スクが上昇するため靴による補正が変形性膝関節症の効率的な予防法になる可能性を指摘している。PPSでも市販のウォーキングシューズやトレッキングシューズであれば、靴内においても2cmほどの補高の対応は可能であり、きちんと評価したうえで歩行における左右のバランスのとれた環境作りを目指すことは重要であると考え。

文 献

- 1) 横田元実他. ポリオの装具. MB Orthop 2017 ; 30 (6) : 61-7.
- 2) 青柳陽一郎他. ポストポリオ症候群. Jpn Rehabil Med 2015 ; 52 : 625-33.
- 3) 内田俊彦他. 歩行リハビリテーションにおける我々の足底挿板療法. 靴の医学 2010 ; 24 : 66-71.
- 4) 細田多穂. 異常歩行. 理学療法ハンドブック. 改定第3版. 柳澤 健編. 東京:協同医書出版社;2000. 603-4.
- 5) 黒澤千尋他. 歩行時における脚長差の代償パターンの検討. 第45回日本理学療法学会大会抄録集 2009 ; 37 : Suppl 2.
- 6) William F. H, et al. To determine whether leg-length inequality is associated with prevalent progressive knee osteoarthritis. Ann Intern Med 2010 ; 152 : 287-95.

低アーチ足に対する知覚連動インサートの 長腓骨筋抑制効果と後脛骨筋向上効果の検討

Examination of peroneus longus muscle suppression effect and posterior tibial muscle improving effect by sensomotoric insoles for low arch foot

¹⁾北海道科学大学 保健医療学部

²⁾株式会社 バンキフ

¹⁾Hokkaido University of Science Faculty of Health Sciences

²⁾Bamkifu Co., Ltd

清水 新悟¹⁾, 秦 康司²⁾, 富金原 敦²⁾

Shingo Shimizu¹⁾, Yasushi Hata²⁾, Atushi Fukimbara²⁾

Key words : 知覚連動インサート (sensomotoric insoles), 長腓骨筋 (peroneus longus muscle),
後脛骨筋 (posterior tibial muscle)

要 旨

知覚連動インサートとは、エレメントの作用を通して筋や筋連鎖を刺激または抑制し、正しい筋肉の使い方を学習させ、筋肉でアライメントを制御（足の外返し・内返し筋による運動制御、足関節の底背屈筋による運動制御）する足底挿板のことである。今回は、知覚連動インサートによる足の外返し、内返しに着目し、歩行時での長腓骨筋抑制と後脛骨筋向上などの筋の誘導が可能かを明確にする。

知覚連動インサートの理論では、低アーチ足に

ては、後脛骨筋の向上と長腓骨筋の抑制によってアライメントを整えるといわれているが、実際にどの程度の効果が得られるか健常男性9名にて検討した結果、後脛骨筋と長腓骨筋が装着前と比較して有意に高い筋活動を示した。また装着時に長腓骨筋と比較して有意に後脛骨筋が高い筋活動を示した。知覚連動インサートの装着にて長腓骨筋が抑制され後脛骨筋が向上すると仮説を立てたが、実際は異なり両方の筋活動が装着により高くなり、後脛骨筋の筋活動が長腓骨筋よりも高値を示した。したがって、内返しと外返しの両方の筋が収縮し、さらに後脛骨筋が強く収縮することで、筋のアライメントを整え、足関節の安定性が得られていると思われた。知覚連動インサートの効果を客観的に述べている研究は少なく、今回の研究は有効性を証明する一助となるため、今後に活かせる意義のある研究となった。

(2020/12/24 受付)

連絡先 : 清水 新悟 〒006-8585 北海道札幌市手稲区
前田7条15-4-1 北海道科学大学 保健医療部
電話番号 011-688-2308
FAX 番号 011-681-3622
eメール shimizu-s@hus.ac.jp

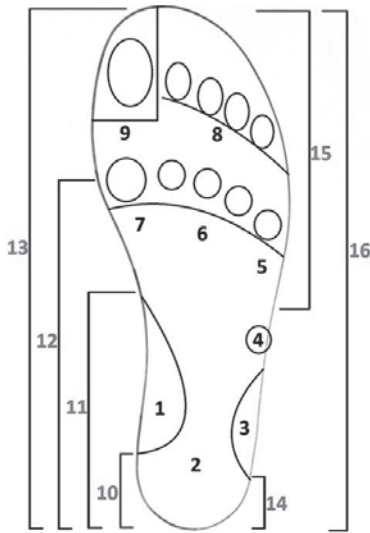


図1. 知覚運動インサートダイアグラム¹⁾

足の内返し・外返し運動を主動作筋（後脛骨筋・腓骨筋群）で制御する（図1：1・3）
足関節の底屈運動制御に関連する筋肉・筋膜で制御する（図1：6・8）

緒 言

人間の情報処理過程は、入力系である知覚（感覚）と出力系である運動（運動）がある。知覚と運動は別々に存在するのではなく、きわめて複雑に相互に作用しあっている。知覚情報を元に運動し、運動によって知覚が変化して相互作用している。これを知覚運動といい、スポットダイアグラムの各番号（エレメント）を刺激することで筋を制御する足底挿板を知覚運動インサートという¹⁾²⁾。（図1）

知覚運動インサートの機能としては³⁾、エレメント（スポット）をパッドで刺激することで筋肉の起始部から停止部までを刺激することで筋緊張を促す効果（足の内返し・外返し運動制御）と筋肉の起始部から停止部までを抑制することで筋緊張を低下させる効果（主に底背屈運動制御）がある。（図1）

今回は、知覚運動インサートによる足の外返し、内返しに着目し、歩行時での長腓骨筋抑制と後脛

骨筋の筋収縮向上などの筋の誘導が可能かを明確にするために、低アーチ足に対する知覚運動インサートの効果を確認する。図1にて外返し制御は3番、内返し制御は1番のエレメントである。本研究の目的としては、知覚運動インサートによる長腓骨筋の抑制効果と後脛骨筋向上効果による筋誘導が実際に得られているのかを明確にすることである。仮説としては、知覚運動インサートによる筋誘導により、長腓骨筋は抑制効果により低下し、後脛骨筋は筋緊張を促す効果により向上すると予測した。

対 象

被験者は、骨折などの特記すべき既往歴がない20代の男性9名を対象とした。対象は平均年齢 19.9 ± 0.4 歳、平均身長 167.4 ± 4.2 cm、平均体重 61.8 ± 8.4 kg、靴サイズは平均 26.7 ± 1.4 cmであった。

また平均縦アーチ高率は右 $14.0 \pm 1.5\%$ 、左 $13.2 \pm 1.8\%$ であり、先行研究より男性基準値の 16.5% より明らかに低い値のため、全被験者が低アーチと認められた⁴⁾。

なお実験実施に際しては、事前に北海道科学大学倫理審査委員会の承認を受けており、被験者には口頭ならびに書面にて承認が得られている。

方 法

知覚運動インサート装着時と非装着時の2水準とし、15m歩行路をメトロノーム110/分のテンポに合わせて歩行を行い、歩き始めの最初の4歩と歩き終わりの最後の4歩を計測から除外し、その際の右足の腓骨筋と後脛骨筋の筋活動を筋電計にてランダムに計測した。今回使用した知覚運動インサートを図2に示す。筋電図の計測には、対象者の長腓骨筋と後脛骨筋に酒井医療株式会社製のノラクソン筋電計を用いた。長腓骨筋と後脛骨筋は先行研究を参考に長腓骨筋は腓骨頭下約3横指遠位、後脛骨筋は内果の上方2横指近位の腱上に電極を貼り付け、アースは腓骨頭に貼り付けた⁵⁾⁶⁾。（図3）後脛骨筋は、表面筋電は、徳丸ら⁵⁾と山口

ら⁶⁾の先行研究を参考に筋活動を拾う方法を使用した。解析方法としては、長腓骨筋と後脛骨筋の筋電図波形は、整流平滑化し、最大随意収縮 (Maximum Voluntary Contraction：以下 MVC) 発揮時の平均振幅で除することによって筋活動の平均振幅値 (単位：%MVC) を求めた。長腓骨筋と後脛骨筋の筋活動の平均振幅値 (Electromyography：EMG) をランダムに 3 回抽出し、平均値にて知覚連動インサート非装着時と知覚連動インサート装着時を比較した。



図 2. 低アーチ足用の知覚連動インサート

使用した靴は、同一の靴を使用し靴のみと知覚連動インサート装着時それぞれにおける長腓骨筋と後脛骨筋の筋収縮の差を計測した。統計は、統計ソフト JSTAT にて Wilcoxon の符号付順位和検定を使用した。また株式会社バンキフとの共同研究開発であり、利益相反が認められている。

結 果

長腓骨筋と後脛骨筋の筋活動の平均振幅値 (EMG) をランダムに 3 回抽出し、平均値で比較した結果、長腓骨筋は、知覚連動インサート装着時に $1.13 \pm 1.13\%$ MVC となり、非装着時の $0.51 \pm 0.24\%$ MVC と比べ、有意に強い筋活動を示した。(表 1) 後脛骨筋は、知覚連動インサート装着時に $5.01 \pm 6.65\%$ MVC となり、非装着時の $1.65 \pm 1.12\%$ MVC と比べ、有意に強い筋活動を示した。

表 1. 長腓骨筋と後脛骨筋の平均振幅値 (3 回の平均)

	装着時	非装着
長腓骨筋 (%MVC)	$1.13 \pm 1.13^*$	0.51 ± 0.24
後脛骨筋 (%MVC)	$5.01 \pm 6.65^*$	1.65 ± 1.12

* : $p < 0.05$

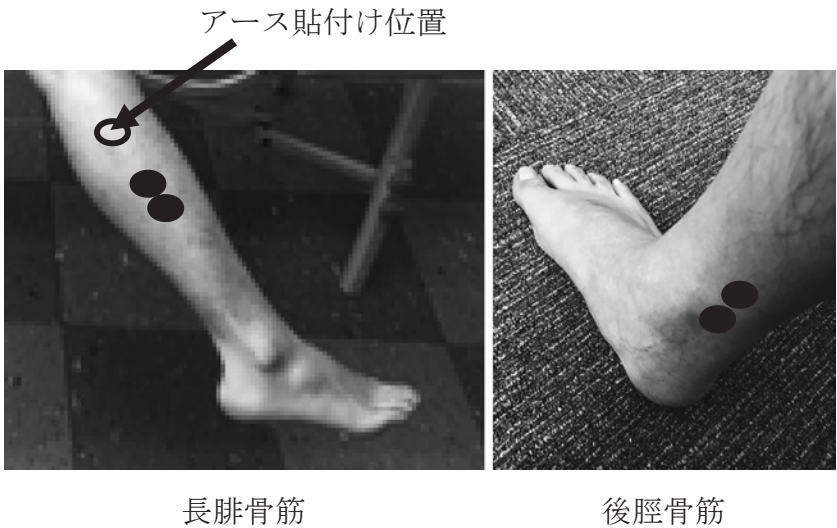


図 3. 腓骨筋と後脛骨筋の電極の貼付け位置

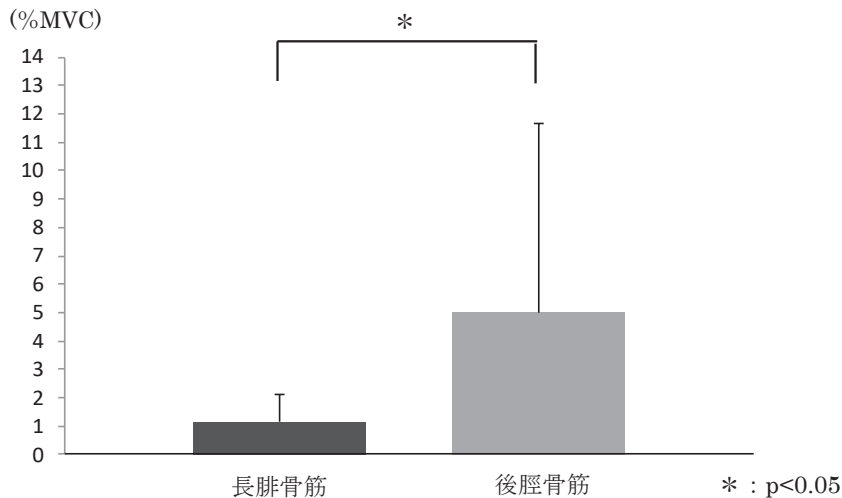


図4. 知覚連動インサート装着による長腓骨筋と後脛骨筋の平均振幅の差

(表1) また知覚連動インサート装着にて後脛骨筋が $5.01 \pm 6.65\%$ MVC であり, 長腓骨筋の $1.13 \pm 1.13\%$ MVC と比べ有意水準 5% 未満で大きな値を示した。(図4)

考 察

知覚連動インサートの効果は, 低アーチ足に対して長腓骨筋と後脛骨筋の筋収縮向上がみられ, 特に後脛骨筋の筋収縮向上がみられた。我々は知覚連動インサートの機能として低アーチ足に対しては, 長腓骨筋の筋抑制と後脛骨筋の筋収縮向上が得られると考えられてきたが, 本研究の結果は, 仮説とは異なり, 長腓骨筋の筋収縮向上がみられた。この結果は, 図1の後脛骨筋の1番と同様で長腓骨筋の3番のエレメントを上げることで筋収縮が向上したと思われた。ただ後脛骨筋と長腓骨筋の筋収縮を比べると明らかに後脛骨筋の筋収縮が向上していることから, 長腓骨筋より後脛骨筋が優位に筋が収縮し, 低アーチ足のアーチ部を上昇させる効果が期待できる。したがって筋アライメントの制御により, 低アーチ足の足部アーチを正常な方向に誘導していると考えられた。今回の研究により, 低アーチ足に対する知覚連動インサートは, 筋によるアライメント制御が得られて

いると思われた。

結 語

低アーチ足に対する知覚連動インサートの長腓骨筋抑制効果と後脛骨筋の筋収縮向上効果に着目し, その効果が得られるかを検討した。過去に突起すべき既往歴がない男性大学生9名を対象とした。低アーチ足に対して長腓骨筋と後脛骨筋の筋収縮向上がみられ, 特に後脛骨筋の筋収縮向上がみられた。低アーチ足に対する知覚連動インサートは, 筋によるアライメントの制御が示唆された。今後は知覚連動インサートの腓腹筋の抑制効果について検討していく。

文 献

- 1) René Baumgartner, Michael Möller, Hartmut Stinus. 整形靴と足部疾患オーソペディ・シューテクニク. 医学書院; 2017.
- 2) 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連動インサート. 2019; 33(2): 26-31.
- 3) 清水新悟. 知覚連動インサートの理論と評価. 日本義肢装具学会誌 2020; 36(2): 88-91.
- 4) 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.
- 5) 徳王丸香織, 稲水 惇, 関川清一他. カーフレイズ動

作と歩行中の蹴りだしにおける長腓骨筋・後脛骨筋の筋活動の関連. 広大保健学ジャーナル 2006 ; 6 (1) : 58-64.

6) 山口 剛, 高橋恭輔, 大工新一. 荷重変化に伴う足部周囲筋の筋積分値変化. 関西理学療法 2005 ; 5 : 103-8.

大学女子バレーボール選手の
競技用シューズへのインソール使用の効果
—パフォーマンステストによる評価—
Effect of insoles on shoes used by female
university student volleyball player
—Evaluation by performance test—

新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

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

阿部 薫, 濱野 礼奈, 笹本 嘉朝, 蓮野 敢, 東海林 藍
Kaoru Abe, Rena Hamano, Yoshitomo Sasamoto, Kan Hasuno, Ai Shoji

Key words : バレーボール (volleyball), インソール (insole), パフォーマンステスト (Performance test)

要 旨

大学女子バレーボール部所属のセッター担当の選手を対象として、監督から着地時や切り返し時に回外位にならないようにとの要望を具現化するため、専用インソールを作製した。現用の市販インソールの摩耗状態から靴内の足部の偏位やパワーロスを推測し、これを抑制するためのインソール形状とした。効果測定のためパフォーマンステストを実施し、ブロックジャンプ、反復跳び、9m3 往復走の各テストにおいて記録が向上した。また使用感アンケートの回答からも、パフォーマンス向上の実感が得られ、セッターに要求される

動作への効果を確認した。これらは専用インソールによって、選手の足部動作特性と靴との整合性を総合的に調整できたことにより達成された。

緒 言

バレーボールはあらゆる方向に俊敏かつ複雑な動作が要求される。足では過度な MP 関節の背屈や足関節の内外反が強制されるため、バレーボールシューズは足の運動性を阻害しないように、支持性よりも柔軟性を優先した構造となっている¹⁾。このため足への過負荷に対してシューズがサポートできないことにより、パフォーマンスの低下や怪我を惹起する。

個人およびチームとしてのパフォーマンスを向上させるために厳しい練習が行われているが、同時に練習中の怪我也多い。強化指定女子バレーボール部の監督より、セッター担当の有力選手の足動作に関する情報を得て、専用インソールによるサポートを行うことになった。スポーツパ

(2020/12/24 受付)

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

パフォーマンスの向上を目的としたインソールの研究は散見するが、バレーボールを対象とした研究¹⁾²⁾は少ない。

そこで本研究はバレーボールシューズの特性を阻害することなく、選手の足動作の特性を鑑みて怪我の発生を予防しパフォーマンスを向上させるために専用のインソールを製作した。パフォーマンステストでその効果を確認することを目的とした。

方 法

1. 対象者

研究内容を説明し、十分に理解し同意を得られた大学女子バレーボール選手1名を対象者とした。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用外であるが、症例報告対象者には同意を得ている。なお開示すべき利益相反はない。

2. 靴と足部状態の確認・インソール製作

現用のバレーボールシューズと市販のインソールの摩耗状態を目視にて確認し、靴内部における足部の動態を推測した。動作中の足部の安定化やパフォーマンス向上を意図したインソールの設計および製作を行った。

3. 身体測定

インソールの効果確認のためパフォーマンステストを実施するにあたり、身長および体重、特にジャンプ能力の測定のため指高（利き手および両手を最大に挙上した高さ）を測定した。

4. パフォーマンステスト

バレーボール選手の競技能力を測定するために使用されているパフォーマンステスト³⁾から、特に足部の機能に依存する5種類の課題動作を実施した。現用のバレーボールシューズを用いて、市販インソール（現用）と専用インソールを入れ替えて測定した。なお効果判定は最高値の比較とした。

1) 垂直跳び

助走せずその場で両足により垂直に飛び上がり、片手で到達する最高点を3回測定した。

2) ブロックジャンプ

助走せずその場で両足により垂直に飛び上がり、両手で到達する最高点を3回測定した。

3) ランニングジャンプ

助走し片足または両足により垂直に飛び上がり、片手で到達する最高点を3回測定した。

4) 反復横跳び

1メートル間隔に設定した3本の線をまたぐか踏むかにより1回とし、1分間の回数を2回測定した。

5) 9m 3 往復走

横幅9メートルのバレーボールコートを経由する時間を2回測定した。

5. 使用感アンケート

パフォーマンステスト終了後、5つの質問項目についてアンケート回答してもらった。

結 果

1. 対象者

新潟医療福祉大学強化指定女子バレーボール部所属の選手1名であった。現用の市販インソール使用時の指高は、片手215cm、両手212cm、作製した専用インソール使用時は、片手216cm、両手213cmであった。足部は回内傾向で日常的にはうちわ歩行を呈していた。同選手はセッター担当で、瞬時の切り返し動作やダッシュとストップを繰り返す激しい運動が要求されるため、着地時や切り返し時に回外位にならないようにと監督から要望があった。

2. 靴と足部状態の確認

現用のバレーボールシューズに使用されている市販インソールのトップカバーの摩耗状態を観察した。インソールに対して足部が外側へ偏位した位置で使用されていた。母趾球と母趾指腹の摩耗が大きく、踵部の摩耗は内側に偏位しており、全体的に中足部や後足部の摩耗は少なかった。（図1）

3. インソール製作

インプレッションフォーム（トリッシュム）を

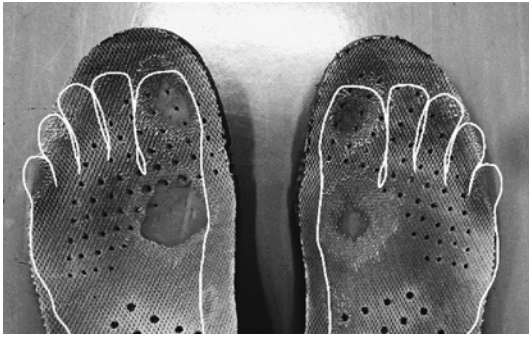


図 1. 現用市販インソール摩耗状態と足部との位置関係



図 3. インソール上縁を履口クッション部に一致させる



図 2. 作製した専用インソール（左足）

用い、踵部を中間位に保持しながら採型した。形状特徴として、ジャンプ等の踏み込み動作時の突き上げ防止のため内側縦アーチ部を低くし、横アーチも挙上修正しなかった。踵部の安定のためヒールカップ形状は深めとした。監督から要望のあった着地時や切り返し時の回外位防止のため、外側アーチ部を高くし、さらに外側ウェッジを設定した。靴内のインソールのずれを防止するため、シューズの内部形状に適合するように切削加工した。(図2) 特にインソールのヒールカップの上縁が履き口クッション部の下縁と段差なく滑らかな連続面を形成するようにして、インソールとシューズが一体化し踵部をホールドするようにした。(図3) インソールはEVAによる3層構造とし、真空成型(バキュープレス)によって作製した。

4. 身体測定

身長163.5cm, 体重59.7kgであった。現用の市販インソール入りシューズ使用における片手指高

は220.0cm, 専用インソール入りのシューズ使用では218.0cmであった。また両手指高はそれぞれ217.0cm, 216.0cmであった。

5. パフォーマンステスト

垂直飛びおよびブロックジャンプの実測値から両手指高を、ランニングジャンプから片手指高を減じた値を比較した。

専用インソール使用において、ブロックジャンプ、反復横跳び、9m3往復走の記録が向上し、垂直飛びとランニングジャンプでは変化はなかった。(表1)

6. 使用感アンケート

パフォーマンステスト終了後、アンケート5項目に対して次の回答を得た。

(1) インソールを使用したことによりパフォーマンス能力が向上したと感じますか? → はい

(2) 特にどのような場面で感じるかお分かりになる範囲でお書きください。→ 切り返しの動きでシューズの中で足が動かないため力が入りやすい。

(3) インソールを使用したことで以前まであった痛みや問題は改善しましたか? → はい

(4) どのような痛みや問題が解決したかを具体的にお書きください。→ 足の薬指の先がシューズにあたって痛むことがなくなった。足の裏にタコやまめができにくくなった。

(5) インソール使用により新たな問題などがありましたら具体的にお書きください。→ なし

表 1. インソール別のパフォーマンステスト記録の比較

パフォーマンステスト	回	インソール		判定 (最高値比較)
		市販	専用	
垂直飛び (cm)	1 回目	47	47	変化なし
	2 回目	48	48	
	3 回目	46	47	
ブロックジャンプ (cm)	1 回目	44	49	向上
	2 回目	47	50	
	3 回目	47	49	
ランニングジャンプ (cm)	1 回目	62	60	変化なし
	2 回目	57	60	
	3 回目	62	62	
反復横跳び (回)	1 回目	62	65	向上
	2 回目	63	67	
9m3 往復走 (秒)	1 回目	13"44	13"09	向上
	2 回目	13"44	12"91	

すべての項目に対して良好な結果が得られた。インソール使用による新たな問題が発生していないことを確認した。

考 察

インソール表面の摩耗状態を観察すると、シューズの中における足の動きを推測することができる。

現用のバレーボールシューズに使用されている市販インソールのトップカバーの摩耗状態を観察した。インソールに対して足部が外側へ偏位した位置で使用されており、靴内で横滑りが起きていることが判明し、切り返し動作時のレスポンスの遅延とパワーロスを生じてしまう。蹴り出しやジャンプ時に足圧が集中する母趾球と母趾指腹の摩耗が大きく、特に左足において顕著であったことから利き足が左であることがわかった。踵部の摩耗は内側に偏位しており、内反傾向を示していた。全体的に中足部や後足部の摩耗は少なく、対象者は常に踵を浮かし前足部のみが接地するポジションでプレーしていることが推測された。

バレーボールにおける専用インソールの効果を測定するため、パフォーマンステストを実施した。対象者はセッター担当であり、両側のバランスが

とれたジャンプとしてブロックジャンプ、コート内のボールをアタッカーへ素早くトスする能力として反復跳びや 9m 3 往復走の各テストが判断材料となるが、いずれのデータも向上した。この理由として、高い外側アーチ部と外側ウェッジが靴内における足部が外側に偏位することを防止し、さらに深いヒールカップ部と靴が一体化して後足部カウンターの役割を果たし、足の適合性や密着性が向上したことにより、パワーロスを最小限に抑制したためと考えられた。これに対して垂直飛びとランニングジャンプは共に片手到達を計測するジャンプであり、この専用インソールが目指した機能とは異なるため、パフォーマンステストの記録は変化がなかったと推察した。

アンケートの回答によれば、パフォーマンスが向上したと実感しており、その理由として「切り返しの動きでシューズの中で足が動かないため力が入りやすい」と、専用インソールの設計のねらいが具現化されていた。

結 語

スポーツ用インソールは、その競技に特有の動作とチーム内の担当に要求される特殊性、および選手の足動作特性と靴との整合性を総合的に調整

することが重要である。

文 献

- 1) 篠原梨乃, 阿部 薫, 北澤友子他. バレーボール動作のパフォーマンスを向上させるインソールの製作とその効果, 日本整形靴技術協会雑誌 2017; 2: 41-4.
- 2) 斎藤咲乃, 阿部 薫. バレーボールの踏み切りジャンプ動作における着地時の足圧分布特性の検討. 義肢装具自立支援学 2014; 1: 79-82.
- 3) 田中信雄, 村上博巳, 川之上豊他. バレーボール選手の競技能力判定法に関する研究(第2報) バレーボール指数について. 城西大学研究年報自然科学編 2012; 35: 23-40.

Werner 症候群 2 例における難治性足部潰瘍に対する足底挿板の効果

The effect of therapeutic insole in the treatment of intractable foot ulcer in two cases of Werner syndrome

¹⁾京都府立医科大学大学院 運動器機能再生外科学（整形外科）

²⁾京都府立医科大学附属北部医療センター 整形外科

¹⁾Department of Orthopaedics, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine

²⁾Department of Orthopaedics, North Medical Center, Kyoto Prefectural University of Medicine

城戸 優充¹⁾²⁾, 牧 昌弘¹⁾, 生駒 和也¹⁾

Masamitsu Kido¹⁾²⁾, Masahiro Maki¹⁾, Kazuya Ikoma¹⁾

Key words : Werner 症候群 (Werner syndrome), 難治性足部潰瘍 (intractable foot ulcer), 足底挿板 (therapeutic insole), 足底圧 (plantar pressure)

要 旨

Werner 症候群 (WS) の難治性足部潰瘍に対し, 足底挿板による装具療法で短期的な治療成績を得た. WS 2 例の VAS (visual analogue scale), 臨床および X 線所見を評価した. 裸足, 足底挿板装着時の足底圧を計測し, 足底挿板の効果を判定した. 足底およびアキレス腱の皮膚潰瘍, 足関節底屈制限を認めた. X 線上, 両アキレス腱の石灰化を認めた. 前足部拳上傾斜を伴う足底挿板の装着でピーク圧は低下し, VAS が改善した. 治療後 1 年時, 1 例は効果が継続しているが, もう 1 例は足部潰瘍増悪のため歩行困難となった. WS の難治性足部潰瘍は, 集学的かつ継続的なフォローが必要である.

緒 言

早老症の一つである Werner 症候群 (WS) は, 現在のところ根治療法のない常染色体劣性遺伝形式の難病である¹⁾²⁾. 思春期以降から白髪, 禿頭, 皮膚の萎縮・硬化, 両白内障などの老化徴候を生じ, 糖尿病, 冠動脈疾患や間葉系悪性腫瘍などのため早世すると報告される¹⁾. また鳥様顔貌, 皮膚潰瘍やアキレス腱の石灰化も特徴としている. 皮膚潰瘍は, 足底, アキレス腱部, 肘関節, 膝関節など, 圧のかかりやすい部位に好発する. 結合組織の代謝異常など様々な要因が関与する³⁾と報告されるが, 特に足部潰瘍の治療に難渋することが多い.

足底挿板は, 足の外科外来で頻用される保存療法の一つである. 糖尿病足⁴⁾や凹足⁵⁾では, 足底圧を分散させてピーク圧を低下させるため, 足部痛が改善すると報告される.

これまで WS における難治性足部潰瘍患者の足底圧を評価し, 足底挿板の効果を調べた報告はない. われわれは, WS の足底圧を解析し, 最適な治療用足底挿板を作製した. 治療用足底挿板を用

(2021/01/22 受付)

連絡先: 城戸 優充 〒602-0841 京都市上京区梶井町
465 京都府立医科大学大学院 運動器機能再生
外科学 (整形外科)
TEL : 075-251-5549, FAX : 075-251-5841
Email : masamits@koto.kpu-m.ac.jp



図 1. マクロ所見（症例 1 54 歳女性）

両足部の皮膚萎縮・色調不良，両アキレス腱および両足底（踵部）の浅い皮膚潰瘍を認める。

いた装具療法で，短期的な治療成績を得たので報告する。

対象と方法

WS における難治性足部潰瘍患者 2 例 4 足（54 歳，60 歳女性）を対象とした。臥位または座位で足部および足底の皮膚状態を観察し，身体所見を診察した。足部 X 線像を撮影し，裸足，足底挿板（市販，治療用）装着時の足底圧を評価した。足底圧は emed[®]（Novel 社，ドイツ）を用いて立位静止時 10 秒間の平均値を計測した。立位安静保持時の裸足，市販の足底挿板装着時，治療用足底挿板装着時の 3 条件における足底圧を計測して比較検

討し，治療用足底挿板を作製した。治療前，治療後 3 か月および 1 年で，SAFE-Q[®] によるアンケートを用いて，治療用足底挿板による効果を評価した。

症例 1 54 歳女性

糖尿病の既往があった。46 歳時，他院で左下肢血管バイパス術を施行された。49 歳時，左足部潰瘍を自覚した。51 歳時，右足部潰瘍を自覚した。両足部潰瘍は改善と増悪を繰り返しながら持続した。54 歳時，WS における難治性両足部潰瘍に対する装具作製を目的として，当院皮膚科から紹介された。



図2. X線像（荷重位背底像（上段），荷重位側面像（下段），症例1 54歳女性）
両外反母趾，両アキレス腱および右前脛骨筋腱の石灰化を認める．また右踵骨隆起底側は平坦化し，左後距踵関節裂隙は消失している．

表 1. 各条件での足底圧計測値の変化（症例1 54歳女性）

	裸足	足底挿板（市販）	足底挿板（治療用）
ピーク圧（kPa）	270/555 → 355/415	195/320	100/90 → 70/110
床反力（N）	88.2/208.4 → 98.7/190.2	104.4/197.8	131.2/184.6 → 91.8/202.3
接地面積（cm ² ）	11.1/15.8 → 11.4/14.1	13.9/21.5	26.4/43.4 → 24.5/47.5

治療前→治療後1年，左/右
足底挿板（市販）は治療前のデータのみ．

144.7cm，26.5kg，BMI 12.7kg/m²で独歩可能であった．両アキレス腱および両足底（踵部）に浅い皮膚潰瘍を認めた．（図1）両アキレス腱部では肉芽組織が露出し，右踵骨後方部では一部痂皮化していた．足関節可動域（右/左）は，背屈20°/30°，底屈5°/-10°と両足関節底屈制限を認めた．X線

上，両外反母趾，両アキレス腱および右前脛骨筋

腱の石灰化を認めた．（図2）また右踵骨隆起底側が平坦化し，左後距踵関節裂隙は消失していた．
各条件での足底圧計測値を表1に示す．治療用足底挿板は，従来のアーチサポートに加え前足部拳上傾斜をつけ，ピーク圧上昇の部位（踵部）に緩衝材を使用したものを作製した．治療用足底挿板を装着することで，足底圧が分散しピーク圧が

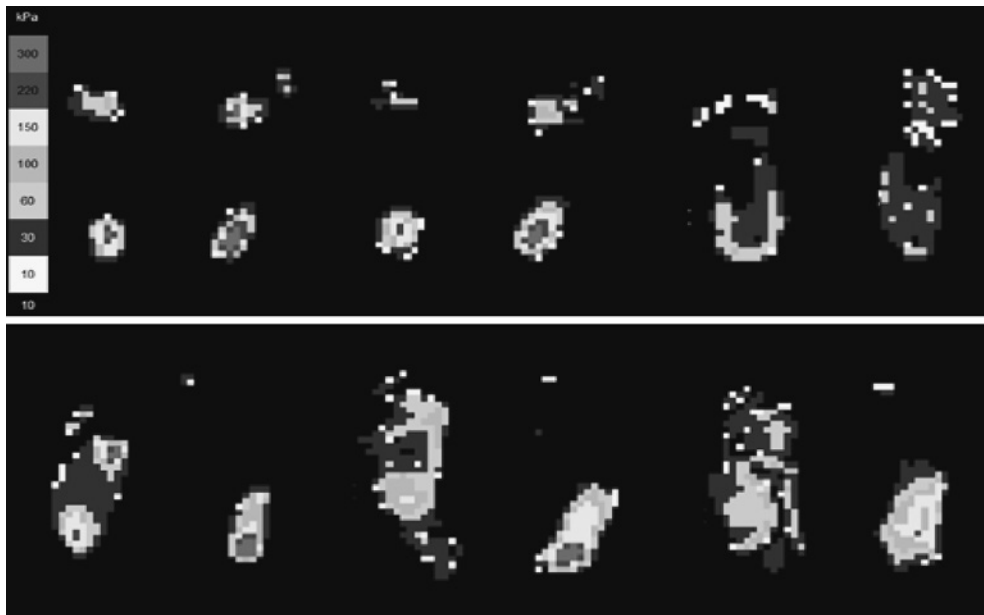


図3. 各条件での足底圧分布図（スケールバー（KPa），裸足（左），足底挿板（市販）（中央），足底挿板（治療用）（右））。（症例1 54歳女性（上段），症例2 60歳女性（下段））

裸足，足底挿板（市販）では踵部のピーク圧が上昇しているが，足底挿板（治療用）では接地面積が増えて踵部のピーク圧は低下している。

表2. 治療前後のSAFE-Qの結果

	症例1			症例2		
	治療前	治療後3月	治療後1年	治療前	治療後3月	治療後1年
痛み・痛み関連	41.7	71.7	68.3	44.2	46.7	60.2
VAS	50	30	35	55	53	35
身体機能・日常生活の状態	15.9	36.4	15.9	27.3	29.5	2.3
社会生活機能	12.5	12.5	41.7	0	0	0
靴関連	33.3	50	41.7	41.7	41.7	33.3
全体的健康感	50	80	75	25	25	30

VAS (visual analogue scale)

低下した。（図3）治療前後のSAFE-Qの結果を表2に示す。治療前に比べて，治療後3か月，1年で各項目の点数が改善した。

症例2 60歳女性

以前，近医内科でWSと診断された。その他，明らかな既往歴はなかった。50歳時，右足底痛，左母趾MTP関節痛を自覚した。52歳時，当科で左外反母趾矯正術を施行された。53歳時，右踵骨

骨髓炎に対し当院で投薬による保存療法を施行された。55歳時，近医で両足手術（詳細不明）を施行された。両足部潰瘍は改善と増悪を繰り返しながら持続した。60歳時，両足部潰瘍が難治性であるため，近医から紹介された。

152.0cm，40.3kg，BMI 17.4kg/m²で1本杖歩行であった。右足底（第5中足骨基部）に一部痂皮を伴う浅い皮膚潰瘍があった。（図4）右踵骨部に圧痛を軽度認めた。足関節可動域（右/左）は，背



図 4. マクロ所見 (症例 2 60 歳女性)
右足部の皮膚萎縮・色調不良, 右足底 (第 5 中足骨基部) に浅い皮膚潰瘍を認める.

屈 $30^{\circ}/10^{\circ}$, 底屈 $-5^{\circ}/40^{\circ}$ と右足関節底屈制限を認めた. X 線上, 両鉤爪趾変形, 両アキレス腱の石灰化, 右踵骨隆起の変形を認めた. (図 5)

症例 1 と同様に作製した治療用足底挿板を装着し, 足底圧が分散しピーク圧が低下した. 治療前後の SAFE-Q の結果を表 2 に示す. 治療後 3 か月では, 一部の項目で点数がわずかに改善した. しかし治療後 1 年, 右足底 (踵部) の皮膚潰瘍増悪から歩行困難となり, 点数が悪化した.

考 察

希少疾患である WS の足部潰瘍は, きわめて難治性である. WS に対する根本的な治療法が確立されておらず¹⁾, 時間経過にともない足部変形や血

流不全も進行するため, フットケア (皮膚科), 装具療法 (整形外科) や糖尿病コントロール (糖尿病内科) などの集学的治療が重要になる. われわれは足底圧を計測し, 治療効果が高いと判断される治療用足底挿板を作製した. 今回の 2 症例では, アキレス腱の石灰化と繰り返す皮膚潰瘍, 骨髄炎後の踵骨圧潰, 結合組織の代謝異常などによって下腿三頭筋機能不全を来したと考えた. 市販用足底挿板はピーク圧低減効果に乏しく, 整形靴は下腿筋力低下のために使用困難であった. そのため治療用足底挿板には, 従来のアーチサポートに加え前足部挙上傾斜をつけ, ピーク圧高値の部位 (踵部) に緩衝材を使用した. 結果として, ピーク圧低減から疼痛の改善に繋がったと考えた. しか



図5. X線像(斜位像(上段), 荷重位側面像(下段), 症例2 60歳女性)
両鉤爪趾変形, 両アキレス腱の石灰化, 右踵骨隆起の変形(縮小)を認める。

しWSの平均寿命は55.0歳と報告される⁷⁾。本症例は比較的高齢であり、足部潰瘍も重度かつ難治性であったと考える。そのため治療後1年時、症例1は足底挿板の効果が継続しているが、より高齢の症例2は足部潰瘍が増悪し歩行困難となった。症例2では、骨髓炎による踵骨圧潰、アキレス腱の石灰化、下腿三頭筋の筋力低下が複合して踵足の程度が強くなったため、足底挿板による装具療法の限界であったと考えた。WSにおける難治性足部潰瘍に対しては、治癒よりも改善やその維持を目指して、複数科による集学的かつ継続的なフォローが必要であると考えた。

結 語

WS 2例における難治性足部潰瘍に対する足底

挿板の効果を評価した。前足部拳上傾斜を伴う足底挿板の装着でピーク圧が低下し、臨床スコアは改善した。しかし治療後1年時、1例は足底挿板の効果が継続しているが、もう1例は足部潰瘍の増悪によって歩行困難となった。WSの足部潰瘍は難治性であるため、集学的かつ継続的なフォローが必要であると考えた。

文 献

- 1) 横手幸太郎, 竹本 稔. 早老症 Werner 症候群の診療ガイドライン. 日老医誌 2013; 50: 417-27.
- 2) Takemoto M, Mori S, Kuzuya M, et al. Diagnostic criteria for Werner syndrome based on Japanese nationwide epidemiological survey. Geriatr Gerontol Int 2013; 13: 475-81.
- 3) 簗持 淳. Werner 症候群と結合組織. 皮膚臨床 1996; 38: 1529-36.

- 4) Burns J, Wegener C, Begg L, et al. Randomized trial of custom orthoses and footwear on foot pain and plantar pressure in diabetic peripheral arterial disease. *Diabet Med* 2009 ; 26 : 893-9.
- 5) Burns J, Crosbie J, Ouvrier R, et al. Effective orthotic therapy for the painful cavus foot : a randomized controlled trial. *J Am Podiatr Med Assoc* 2006 ; 96 : 205-11.
- 6) 仁木久照, 立浪 忍, 原口直樹他. 自己記入式足部足関節評価質問票 Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire (SAFE-Q) 作成報告書 (平成 24 年 12 月 17 日) 日整会誌 2013 ; 87 : 451-87.
- 7) Goto M, Ishikawa Y, Sugimoto M, et al. Werner syndrome : a changing pattern of clinical manifestations in Japan (1917~2008). *Biosci Trends* 2013 ; 7 : 13-22.

第1中足骨内転に伴う若年性外反母趾に対して インソール治療が有効であった1例

Juvenile hallux valgus with metatarsus adductus. A case report

宮城県立こども病院 整形外科

Department of Orthopedic Surgery, Miyagi Children's Hospital

水野 稚香, 落合 達宏, 高橋 祐子, 小松 繁允

Chika Mizuno, Tatsuhiko Ochiai, Yuko Takahashi, Shigemasa Komatsu

Key words : 中足骨内転 (metatarsus adductus), 若年性外反母趾 (Juvenile hallux valgus)

要 旨

保存治療で改善が得られた第1中足骨内転に伴う若年性外反母趾の1例を経験した。症例は8歳女児で、3歳2ヵ月時に当科紹介となった。初診時、両側の外反母趾を認め、第1中足骨頭は内方に突出、母趾回内は明らかではなかった。両踵骨外反は軽度で、縦アーチの低下は顕著ではなかった。単純X線では外反母趾角とM1/2角は両側で増大、M1/5角も増大していた。本児は開帳足かつ第1中足骨内転に伴う外反母趾の病態にあると考えられた。アーチサポートに加え、第1中足骨の内転角を減じたインソール治療を8歳まで行い、骨性にも足部形態は改善し、外反母趾の改善が得られた。

はじめに

若年性外反母趾 (Juvenile hallux valgus) は、遺伝的要因、可撓性扁平足、靱帯性弛緩、つま先が狭い靴を履くことなど様々な病因で生じる。今

回、小児の第1中足骨内転に伴う外反母趾に対してインソールによる治療を行い、症状が改善した症例を経験したので報告する。

症 例

8歳、女児。3歳2ヵ月時、母に外反母趾を気づかれて当科紹介となった。家族歴は特記すべきことはなかった。初診時、両側の外反母趾を認め、母趾先端外側は第2趾のDIP関節と接していた。第1中足骨頭は内方に突出、母趾回内は明らかではなかった。両側の踵骨は軽度の外反位を示した。前足部の回内や内側縦アーチの低下は顕著ではなかった。(図1)単純X線では外反母趾角(Hallux valgus angle, HV角)(右/左)29°/28°、第1・2中足骨間角(First-second intermetatarsal angle, M1/2角)13°/14°、第1・5中足骨間角(First-fifth intermetatarsal angle, M1/5角)32°/30°と増大し、第1中足骨内転と開帳足が認められた。(図2)

治療は保存療法としてインソールによる装具療法を行うこととした。縦アーチサポートは熱可塑性樹脂を内側から外側まで連続させ、ヒールカップも一体に作成し、横のアーチサポートも加えた。さらに第1中足骨の足底側には、背屈パッドを追

(2021/01/05 受付)

連絡先：水野 稚香 〒989-3124 宮城県仙台市青葉区
落合 4-3-17 宮城県立こども病院 整形外科
TEL : 022-391-5111 (代表)
E-mail : mizuno-ch728@miyagi-children.or.jp



図1. 第1中足骨頭は内方に突出，母趾回内は明らかではなかった．両側の踵骨は軽度の外反位であった．



図2. 初診時単純X線：両側の中足骨内転と開帳足が認められた．

加して内側楔状骨-第1中足骨関節を背屈方向に矯正した．(図3) 靴とインソールによりHV角とM1/2角，M1/5角が減少することを確認のうえ使用させた．装具療法を8歳まで継続したところ，裸足の単純X線でHV角(右/左)16°/17°，M1/2角8°/8°，M1/5角25°/23°と骨性にも足部形態は改善し，(図4) 外反母趾の改善が得られたため治療終了となった．(図5)

考 察

若年性外反母趾は，女兒に多くみられ，家族歴があることが多いとされる．また，成人の外反母趾に対して若年性の外反母趾ではM1/2角の増大が特徴とされる¹⁾．構造的要因では関節弛緩や可撓性扁平足との関連が指摘され，荷重により足部が回内し，第1中足骨が内反しM1/2角に応じてHV角が増加するためとされている．他にも外的要因としてトーボックスの狭い靴やハイヒールによる母趾への直接的な圧迫で第1中足骨頭の内方突出が生じるとされる²⁾．本例では，母趾回内はなく，第1中足骨内転と開帳足によるM1/2角の開大が要因と考えられた．第1中足骨内転が大きければ大きいほど，HV角は増大し外反母趾になりやすく²⁾³⁾，第1中足骨内転の病態も若年性外反母趾の構造的要因のひとつである．

若年性外反母趾の治療は，第1・2中足骨角に応じて外反母趾が強くなるため，第1中足骨の内転角を減じることが治療の基本となる．しかし，成人外反母趾と違い骨端と足根骨の骨化が未熟で，手術合併症として骨端線早期閉鎖や骨頭壊死のリスクや再発リスクがある⁵⁾ことから保存療法が第1選択となる．一般的な保存療法には余裕のあるトーボックスなどの靴調整，扁平足に対してはアーチサポートを追加することがすすめられる．本児のような第1中足骨内転に伴う外反母趾に対

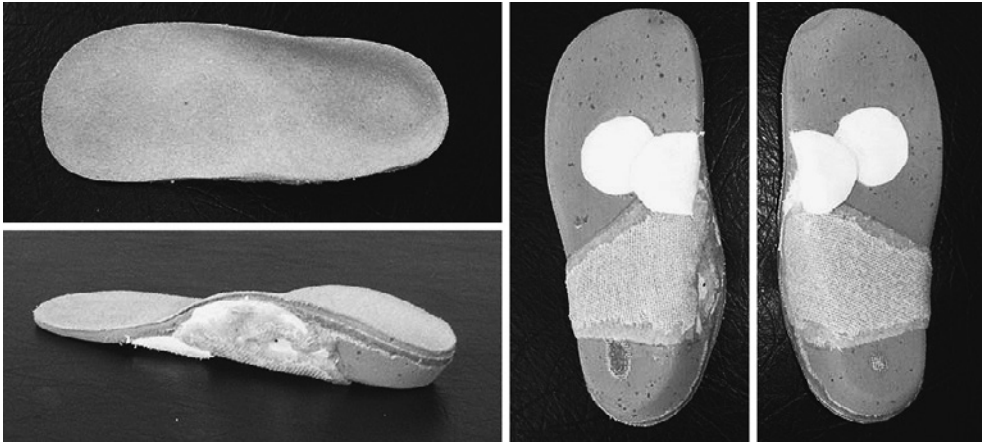


図3. インソール：縦・横のアーチサポート，ヒールカップさらに第1中足骨の足底側には背屈パッドを追加した。



図4. 8歳時単純X線：HV角，M1/2角，M1/5角ともに改善した。



図5. 8歳時に外反母趾の改善が得られインソール治療が終了とした。

しては，インソールで軽度の扁平足と開帳足に対しての矯正を行いつつ，特に第1中足骨内転に対して内側楔状骨-第1中足骨関節を背屈内転方向に矯正する目的で，第1中足骨の足底側に背屈パッドを追加したことが有効であったと考えられる。

ま と め

小児の第1中足骨内転に伴う外反母趾に対してインソールによる治療を行い，症状が改善した症例を経験した．若天性外反母趾では骨形態学的にM1/2角に応じて外反母趾角が増加するため，第1中足骨の内転角を減じることが治療の基本となる．本例では，軽度の扁平足に対してアーチサポート，さらに第1中足骨背屈パッドを追加し内側楔状骨-第1中足骨関節で背屈内転方向の矯正が有効であったと考えられた。

文 献

- 1) Coughlin MJ, Mann RA. The pathophysiology of the juvenile bunion. Instr Course Lect 1987 ; 36 : 123-36.
- 2) Coughlin, MJ, Anderson, RB. Mann's Surgery of the Foot and Ankle. 9th ed. Philadelphia : Elsevier Saunders ; 2014. 155-321.
- 3) Banks AS, Hsu Y, Mariash S, Zirmet R. Juvenile hallux abducto valgus association with metatarsus adductus. J Am Podiatr Med Assoc 1994 ; 84 : 219-24.
- 4) La Reaux RL, Lee BR. Metatarsus adductus and hallux abducto valgus : their correlation. J Foot Surg 1987 ; 26 : 304-8.
- 5) Scranton PE, Zuckerman JD. Bunion surgery in adolescents : results of surgical treatment. J Pediatr Orthop 1984 ; 4 : 39-43.

幼稚園児の身長、足長、足幅の卒園までの変化量の関係

The Relationship of Variation in Children's Foot Length, Foot Width and Height from Preschool Start to Preschool Graduation

名古屋医専

Nagoya Isen

加城貴美子, 塚本 博之, 釜中 明

Kimiko Kashiro, Hiroyuki Tsukamoto, Akira Kamanaka

Key words : 年少児 (preschool start), 卒園児 (preschool graduation), 身長差群 (height difference group), 足長差 (foot length differences), 足幅差 (foot width differences)

要 旨

本研究の目的は、年少入園時から卒園までの園児の縦断的調査を実施して、その身長差と足長差、足幅差の関係について明らかにすることである。園児の2年9ヶ月間に成長した身長差を、その成長の度合いにより低群 ($< -SD$)、中下群 ($-SD \sim AVE$)、中上群 ($AVE \sim +SD$)、高群 ($+SD <$) の4群に分け、身長差群と左右足長差と左右足幅差を検討した。年少入園直後の5月と卒園時の2月両方測定できた園児は、743名であった (男児409名, 女児334名)。結果、左右足長差は身長差群の低群から高群にかけて男児・女児とも大きくなっていった。また、男児・女児ともに左足の方がより長くなり、左足に園児の重心があるのではないかと推測された。左右足幅差は、男児・女児とも特徴的な差はみられなかった。

結果として、身長が伸びれば、足長・足幅は大きくなることが明らかになった。

緒 言

日本では文部科学省により学校保健統計調査として長年、児童・生徒の身体測定が実施されてきた。児童・生徒の発育状態は、身長、体重を測定し、評価している。直立二足歩行を行うヒトにおいて足部は重要な部分であるが、学校保健統計調査では、発育状態の中で足部形態についての測定はされていない。

1980年と2000年の幼児の足の形態の横断的研究の比較から、足長が僅かに長くなり、足幅は僅かであるが女児は広く、男児は狭くなっているという報告もある¹⁾。その後、幼児における足部形態について横断的研究がされるようになり^{2)~4)}、幼児の左足長と右足長、左足幅と右足幅の相違がみられることが明らかになってきている。縦断的研究では、足部形態の発育と手足の機能分化⁵⁾、乳幼児の身体成長⁶⁾などがあげられる。しかし、幼児の足部形態にフォーカスした縦断的研究はみられない。そこで、幼児期の足の足部形態はどのように発育し、身長と足部形態とがどのように関連しているかについて知る必要がある。そして、幼児の発育状態は、身長や体重だけでなく、足部形態の

(2019/12/27 受付)

連絡先: 加城貴美子 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅4丁目27-1
TEL 090-3576-0473
E-mail kakashiro231968@gmail.com

測定をしていくことで正確に把握することができると考える。

本研究は、発育の著しく進む年少児（入園後の5月、概ね3歳）の身長・体重と足部形態を測定し、同じ測定を卒園児（卒園前の1月～2月、概ね6歳）にも行うことにより、2年9ヶ月間に成長した園児の身長と足長・足幅の関連を検討することを目的とした。

対象と方法

1. 対象：保護者の同意の得られた1幼稚園の年



図1. 幼児の左足長と左足幅測定

少児（入園直後の5月測定、年少児とする）874名、卒園前の年長児（1月・2月測定、卒園児とする）864名、延べ1,738名であった。年少時と卒園近い年長時で、両方測定できた園児は743名であった。卒園近い年長児を卒園児とする。

2. 内容：形態計測（身長、荷重時体重、左右足長、左右足幅）、質問紙調査（生年月日）

3. 測定方法：身長と体重測定後、幼児の目線の高さに動物の絵を置き、幼児が動物を注視した時点でJIS S5037⁷⁾の測定法により、両足を平行に開いて平均に体重をかけた（荷重時）姿勢のときの、踵点から最も長い足趾の先端までの距離を足長とした。足幅は、足長の測定をするときと同じ姿勢で足の第1趾と第5趾の各々の付け根に接する距離を足幅とした。測定は1名の測定者で実施した。測定機器には、片足を測定機器の上に置くと足長と足幅を同時に測定できる測定器を使用した。最初に左足を次いで右足の順で測定した。左右の足長が1.5cm以上、足幅は1.0cm以上の相違がある場合は確認し、再測定をした。（図1）

4. 調査期間：2009年5月～2018年2月のうちの7年間（2014年と2017年を除く）

5. フィールド：S県の1幼稚園

表1. 年少時と卒園時の月齢、身長、体重、カウプ指数、足長、足幅の平均値

N = 743

年少時					卒園時			
性別	項目	$\bar{x}$	$\pm SD$	range	項目	$\bar{x}$	$\pm SD$	range
男児 n = 409	身長	96.63	4.092	82.0～109.9	身長	114.56	4.813	98.8～130.0
	体重	14.87	1.724	10.6～22.8	体重	20.44	2.956	14.4～38.4
	カウプ指数	15.89	1.125	12.8～20.9	カウプ指数	15.52	1.435	12.5～24.9
	左足長	15.87	1.091	12.9～18.9	左足長	18.76	1.162	15.5～22.9
	右足長	15.81	0.882	13.2～19.1	右足長	18.50	0.980	16.2～21.8
	左足幅	6.34	0.434	5.0～7.6	左足幅	7.00	0.489	5.7～8.9
	右足幅	6.33	0.408	5.1～7.8	右足幅	6.97	0.446	5.9～8.6
女児 n = 334	身長	96.16	4.108	82.0～109.5	身長	114.22	4.768	98.8～128.8
	体重	14.66	1.757	10.6～22.8	体重	20.30	3.006	14.5～33.8
	カウプ指数	15.82	1.151	13.5～20.9	カウプ指数	15.50	1.505	12.7～22.0
	左足長	15.59	1.087	12.1～18.0	左足長	18.51	1.135	15.3～21.4
	右足長	15.46	0.977	12.1～18.3	右足長	18.29	0.993	15.3～21.5
	左足幅	6.25	0.386	5.0～7.8	左足幅	6.80	0.431	5.4～8.1
	右足幅	6.15	0.379	5.0～7.3	右足幅	6.75	0.390	5.7～8.1

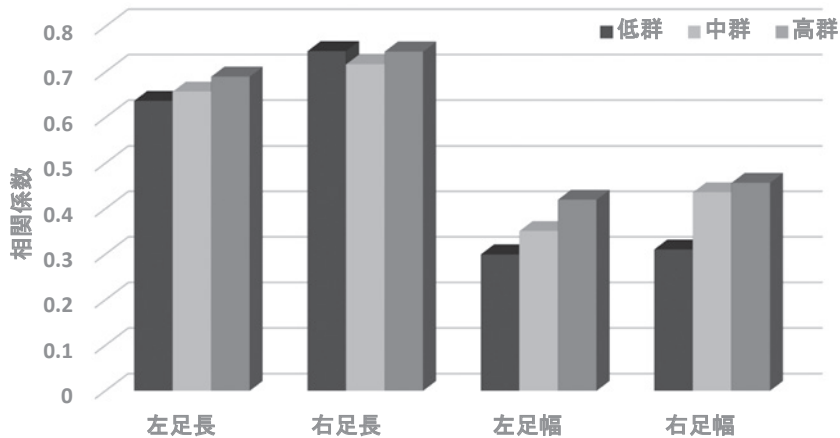


図2. 年少時の身長と左右足長・左右足幅との相関

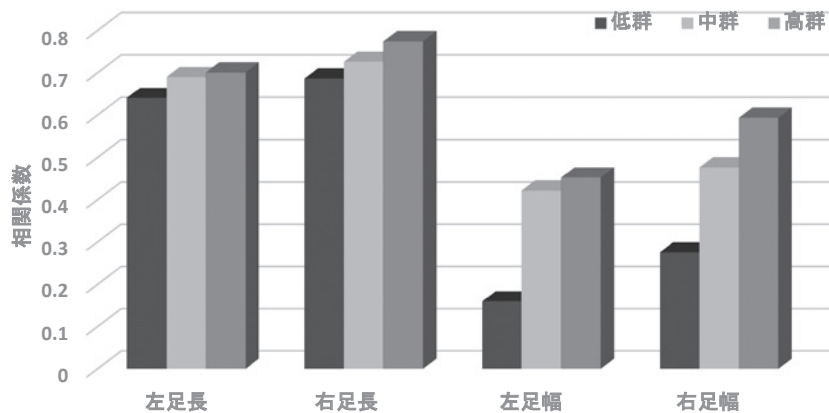


図3. 卒園時の身長と左右足長・左右足幅との相関

6. 分析：①年少時5月と卒園時1・2月の身長差を、AVE-SD未満を低群、AVE-SD以上 AVE 未満を中下群、AVE 以上 AVE+SD 未満を中上群、AVE+SD 以上を高群の4群に分けて、左右足長差と左右足幅差との関係を検討した。②身長、カウプ指数、左右足長差、左右足幅差の記述統計、一元配置分散分析をした。統計処理は、汎用統計学パッケージ SPSS ver.26 を使用した。

7. 倫理的配慮：幼稚園の園長に研究についての説明後、「研究についての協力をお願い」を保護者に渡した。保護者の同意が得られた後、同意書に署名をもらった。測定時は、幼児の測定可能な状態になるまで待って測定した。研究計画書は、

新潟県立看護大学の倫理審査委員会（承認番号 16 2008）と松蔭大学の倫理審査委員会（承認番号 33 2016）の承認を得て実施した。

結 果

1. 対象児

対象児は、年少時と卒園時の両方測定できた743名で、男児409名(55.0%)、女児334名(45.0%)であった。

2. 年少時と卒園時の身長、体重、カウプ指数、足長、足幅の平均値（表1）

男児の年少時の平均身長は96.63cm（±4.092cm）、卒園時の平均身長は114.56cm（±

表 2. 身長差群の内訳

N = 743

性別	n	低群	中下群	中上群	高群
男児	409	~15.8cm 45	15.9cm~17.8cm 170	17.9cm~19.7cm 143	19.8cm~ 51
女児	334	~16.2cm 49	16.3cm~18.1cm 121	18.2cm~19.8cm 115	19.9cm~ 49

表 3. 男児の身長差群による足長差と足幅差の平均値

N = 409

部位	群	n	$\bar{x}$	significance test	$\pm$ SD	range	-の園児数
左足長差	低 群	45	2.44	* * *	0.845	-0.6~4.2	1 園児
	中下群	169	2.75		0.876	0.4~5.2	
	中上群	144	3.03		0.870	0.8~5.3	
	高 群	51	3.30		0.911	1.5~5.2	
	合計	409	2.88		0.905	-0.6~5.3	
右足長差	低 群	45	2.45	* * *	0.551	1.4~3.6	
	中下群	169	2.58		0.698	0.3~4.7	
	中上群	144	2.83		0.677	0.7~4.9	
	高 群	51	2.93		0.688	1.2~4.8	
	合計	409	2.70		0.691	0.3~4.9	
左足幅差	低 群	45	0.67		0.540	-0.8~2.2	19 園児
	中下群	169	0.59		0.463	-0.8~1.7	
	中上群	144	0.70		0.577	-0.8~2.9	
	高 群	51	0.76		0.483	-0.5~1.7	
	合計	409	0.66		0.519	-0.8~2.9	
右足幅差	低 群	45	0.55	*	0.362	-0.2~1.4	12 園児
	中下群	169	0.60		0.386	-0.5~1.9	
	中上群	144	0.67		0.437	-0.6~2.2	
	高 群	51	0.79		0.394	-0.3~1.9	
	合計	409	0.64		0.408	-0.6~2.2	

* p<0.05 * * * p<0.001

4.813cm) で身長差平均は 17.82cm ($\pm$ 1.919cm) であった。女児の年少時の平均身長は 96.16cm ($\pm$ 4.108cm), 卒園時の平均身長は 114.22cm ($\pm$ 4.768cm) で身長差平均は 18.06cm ($\pm$ 1.707cm) であった。

男児と女児の年少児, 卒園児ともカウプ指数は 15%代であった。左右足長はごくわずかであるが女児より男児の方が長かった。同様に左右足幅についても僅かではあるが, 男児の方が広がった。

3. 身長差の群の内訳 (表 2)

男児と女児の身長差群の内訳を表 2 に示した。身長差群の分類方法は, それぞれの平均値と標準偏差を用い, 低群, 中下群, 中上群, 高群とした。男女とも低群と高群は 10%~15%, 中下群および中上群は 35%~42%の割合となった。

4. 男児の身長差群による足長差と足幅差の平均値 (表 3)

男児の左足長差と右足長差の平均は, 低群から高群へと長くなり, それぞれ有意差 ($p<0.001$) が

表 4. 女児の身長差群による足長差と足幅差の平均値

N = 334

部位	群	n	$\bar{x}$	significance test	$\pm$ SD	range	-の園児数
左足長差	低 群	49	2.59	***	0.990	0.7~4.9	
	中下群	121	2.78		0.871	0.9~5.5	
	中上群	115	3.06		0.814	0.9~5.1	
	高 群	49	3.30		0.721	1.9~5.0	
	合計	334	2.92		0.876	0.7~5.5	
右足長差	低 群	49	2.43	***	0.617	0.5~3.6	
	中下群	121	2.72		0.629	1.5~5.1	
	中上群	115	2.96		0.644	1.5~5.0	
	高 群	49	3.23		0.693	1.4~5.2	
	合計	334	2.84		0.682	0.5~5.2	
左足幅差	低 群	49	0.38	*	0.469	-0.6~1.3	23 園児
	中下群	121	0.54		0.429	-0.5~1.7	
	中上群	115	0.60		0.404	-0.5~1.7	
	高 群	49	0.61		0.428	-1.0~1.4	
	合計	334	0.55		0.431	-1.0~1.7	
右足幅差	低 群	49	0.45	*	0.428	-0.8~1.4	8 園児
	中下群	121	0.60		0.353	0.0~1.7	
	中上群	115	0.63		0.394	-0.4~1.6	
	高 群	49	0.69		0.406	-0.2~1.8	
	合計	334	0.60		0.391	-0.8~1.8	

* $p < 0.05$ *** $p < 0.001$

みられた。足長については、右足より左足（低群を除いて）により強い成長差がみられた。足長差の範囲も、左足は $-0.6\text{cm} \sim 5.3\text{cm}$ 、右足は $0.3\text{cm} \sim 4.9\text{cm}$ であり、左足の方が大きかった。

足幅差は左右とも低群から高群へ大きくなり、右足に有意差 ($p < 0.05$) がみられた。身長差があるほど左右の足幅はより長くなっていた。身長差の低群から高群までの足幅差の範囲は、左足 $-0.8\text{cm} \sim 2.9\text{cm}$ 、右足 $-0.6\text{cm} \sim 2.2\text{cm}$ であった。

5. 女児の身長差群による足長差と足幅差の平均 (表 4)

女児の足長差の平均は、左右とも低群から高群へと差は大きくなっており、それぞれすべての群で有意差 ($p < 0.001$) がみられた。足長差は左足により大きな差があった。足長差の範囲は、左足 $0.7\text{cm} \sim 5.5\text{cm}$ 、右足 $0.5\text{cm} \sim 5.2\text{cm}$ であった。

足幅差も低群から高群へ大きくなっており、有

意差 ($p < 0.05$) がみられた。足幅は右足により大きな差があった。足幅差の範囲は、左足 $-1.0\text{cm} \sim 1.7\text{cm}$ 、右足 $-0.8\text{cm} \sim 1.8\text{cm}$ であった。

足長差の平均を男女で比較すると、右足について男児平均 $2.70 \pm 0.691\text{cm}$ 、女児平均 $2.84 \pm 0.682\text{cm}$ であり、有意差 ($p < 0.01$) がみられた。左足についても同様に、男児平均 $0.66 \pm 0.519\text{cm}$ 、女児平均 $0.55 \pm 0.431\text{cm}$ であり、有意差 ($p < 0.01$) がみられた。

考 察

1. 対象園児の人数について

男児 409 名、女児 334 名、計 743 名の年少時から卒園時まで 33 ヶ月 (2 年 9 ヶ月) 間のデータは統計処理に値するデータ数である。

2. 年少時と卒園時の月齢, 身長, 体重, カウプ指数, 足長, 足幅について

園児の年少時と卒園時の平均身長と平均体重は標準範囲内⁸⁾にあり, データとして特に除外する必要はなく, 収集したデータを採用した. カウプ指数は, 男児も女児も年少時と卒園時とも正常範囲内⁹⁾であった.

左右の足長と足幅については, 年少児と卒園児の標準化されたデータが少なく, 比較検討できなかった. しかし今回のデータは, 年少児と卒園児の足長と足幅のデータとして提示できるものと考ええる.

年少時から卒園時の2年9ヶ月間で, 園児の身長, 体重, 足長, 足幅の発育は著しかった. この時期の園児の足長と足幅の発育についてフォーカスした論文は少数データでの発表が多く, 比較の対象とならなかった.

3. 園児の身長差群による足長差と足幅差について

男児と女児ともに身長差群が大きくなるにつれて足長差も大きくなった. 男児と女児とも右足と比較して左足長差の方が大きかった. また, 年少時と卒園時の足長測定値を比較しても左足の方が若干ではあるが大きい. これは, 「ヒトの重心は左側にある」と提言した平澤¹⁰⁾の説が, 園児にも適用できることが示唆された.

足長については, 身長差群が大きくなるにつれて, 範囲の最低値が大きくなっていく傾向にある. しかし最大値についてはどの身長差群においても

ほぼ一定である.

足幅については, 身長差群が大きくなるにつれて大きくなっていくが, 男児の左足幅のみ低群と中下群が逆転している. 理由は不明であり, 今後の課題としたい. また, その範囲の最低値は, どの身長差群においてもマイナスである. 最大値についても女児はほぼ一定であるが男児には一定の法則はない. これらについても今後の課題としたい.

文 献

- 1) 原田硯三. 幼児の1980年と2000年の足について. 靴の医学 2001; 15: 14-8.
- 2) 荒木智子, 鳥居 俊. 幼児における足部形態. 成長会誌 2007; 13 (1): 3-34.
- 3) 岡田宣子. 日本人の身体比例の年齢的变化. 人類誌 1971; 79 (2): 139-50.
- 4) 加城貴美子, 塚本博之, 釜中 明. 幼児の足趾状態. 靴の医学 2014; 28 (2): 115-22.
- 5) 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.
- 6) 岡田宣子, 江原亜由美, 建石晃子他. 乳幼児の身体成長の縦断的研究. 東京家政大学研究紀要 2 自然科学 2015; 23-34.
- 7) 日本工業規格. 靴のサイズ. 1998. JIS.S5037, <https://kikakurui.com/s/S5037-1998-01.html> 2019年9月18日閲覧
- 8) 加藤則子, 瀧本秀美, 横山徹爾. 平成22年乳幼児身体発育調査結果について. 小児保健研究 2012; 71 (5): 671-80.
- 9) 厚生労働省. 21世紀出生児縦断調査(特別報告)結果の概況 2001年ベビーの軌跡(未就学編). 2001. www.mhlw.go.jp 2019年12月11日閲覧
- 10) 平澤彌一郎. 足は語る. ちくま文庫; 1991.

足底腱膜の形態および硬度と不安定台上での 片脚立位保持能力との関係

Relationship between the morphology and hardness of plantar fascia on the performance in single-leg stance balance on unstable plate

広島大学大学院医系科学研究科スポーツリハビリテーション学研究室

Department of Sports Rehabilitation, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

廣田亜梨朱, 浦辺 幸夫, 森川 将徳, 前田 慶明

Arisu Hirota, Yukio Urabe, Masanori Morikawa, Noriaki Maeda

Key words : 足底腱膜 (Plantar fascia), 形態 (Morphology), 硬度 (Hardness), 不安定台 (unstable plate), 片脚立位 (single-leg stance)

要 旨

足底腱膜は足部のアーチの維持や力伝達に寄与する。近年、超音波画像診断装置を用いることで足底腱膜の形態を評価することが可能となったが、足底腱膜の厚さおよび硬さと片脚立位保持能力との関連は十分に示されていない。本研究では、健康成人男性の足底腱膜の形態および硬度と不安定台上での片脚立位保持能力との関係を明らかにすることとした。

男性では足底腱膜が硬いほど、不安定台上で片脚立位保持を行った際の安定性が高くなることが示された。

緒 言

日常生活やスポーツ活動を行ううえで、重心を支持基底面内に保持することは動作の安定性やパフォーマンス向上において重要である。立位姿勢では、足底は地面と接する唯一の部位であり、重心動揺を制御し立位バランスを保つためには足部アーチの機能が重要となる。足部のアーチは骨、靭帯、足底腱膜、外在筋、内在筋などから構成される。なかでも足底腱膜 (Plantar fascia) はその解剖学的特徴から、足部の静的なアーチ構造を維持し、その剛性を保つために重要とされる¹⁾。さらに歩行などの運動中にはアキレス腱から足趾への力伝達にも寄与しており²⁾、足底腱膜は足部の構造やアーチの保持に重要な役割を果たしている。

近年、超音波画像診断装置の技術レベルの向上により臨床場面でも足底腱膜の形態的および機械的 (硬さ) 特徴を観察することが可能となった。Shiotani らは³⁾、足底腱膜の形態的および機械的特徴について、踵部で厚くて硬く、中足骨部にかけ

(2020/10/01 受付)

連絡先 : 廣田亜梨朱 〒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スポーツ
リハビリテーション学研究室
TEL/FAX : 082-257-5405 (スポーツリハビリ
テーション学研究室, 浦辺幸夫)
E-mail : arisu-hirota@hiroshima-u.ac.jp

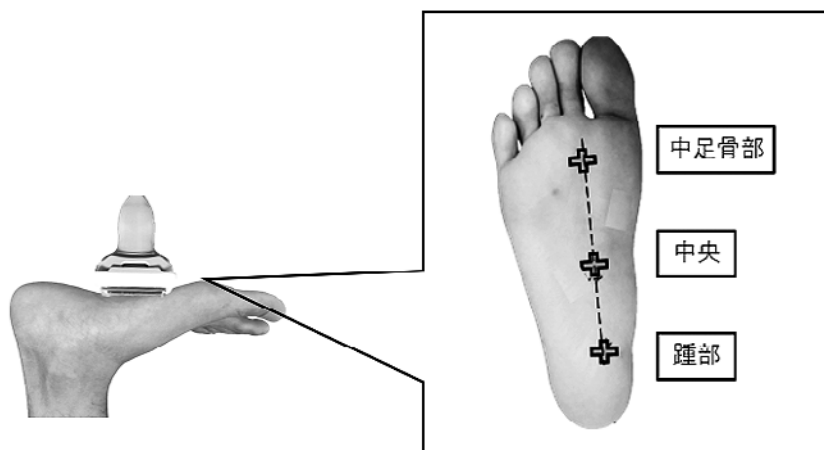


図 1. プローブ位置

て薄くて柔らかくなるとしている。また、足底腱膜付着部の形態および機械的特徴と不安定台上での片脚立位保持との関係については、足底腱膜付着部が厚くて硬いほど片脚立位時の重心動揺が大きくなることが示された⁴⁾。しかし、部位ごと（踵部から中足骨部にかけて）の足底腱膜の形態および硬度と片脚立位保持能力との間に関係があるのかは十分に検討されていない。これらを確認することは、足部の構造と片脚立位保持能力との関連を把握したうえで、有効なトレーニングや治療戦略を開発する一助となると考える。

本研究の目的は、健常成人男性を対象に、各部位での足底腱膜の形態および硬度と不安定台上での片脚立位保持能力との関係を示すことである。仮説は、足底腱膜は踵部から中足骨部にかけて薄く、柔らかくなり、各部位（踵部、中央、中足骨部）が厚く、硬いほど、不安定台上での片脚立位保持能力が低下するとした。

対象と方法

1. 対象

対象は、過去 6 ヶ月以内に下肢に整形外科的疾患や既往の訴えのない健常成人男性 22 名の右足とした（年齢 22.1 ± 1.7 歳、身長 171.3 ± 6.9 cm、体重 62.0 ± 4.8 kg、BMI 21.2 ± 1.7 kg/m²）。全対象の

足部は、視診と触診で安静立位時の足部回内外を評価できる Foot Posture Index により⁵⁾、足部アライメントが正常の範囲内であることが確認された。

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：E-2090）。

2. 足底腱膜と片脚立位の測定

1) 足底腱膜の腱厚および硬度

足底腱膜（踵部、中央、中足骨部）の腱厚と硬度を測定した。測定肢位は腹臥位で、膝関節 90° 屈曲位、足関節は中間位となるようクッション等を設置し、対象者がリラックスできる状態で測定した。使用機器は超音波画像診断装置 Noblus（日立アロカ）と付属のリニアプローブを用いた。硬度の計測には Real-Time Tissue Elastography を利用し、硬度基準物質である音響カブラ（日立アロカ）と被験部の歪み比である Strain Ratio を計測した。本研究で使用する「硬度（Hardness）」は、垂直方向の圧力に対する被験組織の抵抗の程度のことであり、歪み比は数値が小さいほど組織が硬いことを示す。図 1 に示すように足底腱膜の腱厚および硬度は、踵骨の内側隆起から第二趾を結んだ線上で、踵部（付着部）、中央、中足骨部で測定した⁶⁾。超音波画像の処理（腱厚）には画像処理ソフト Image J（National Institute of Health）

を用いた。

腱厚および硬度は同一検者が3回計測し、その平均値を代表値とした。

2) 不安定台上での片脚立位保持

片脚立位保持能力の測定には Biodex Balance Systems (Biodex Medical Systems) を用いた。動的不安定性を測定するこの装置は、360°の円弧を描くように全方向に最大 20°の傾斜を加えることが可能なプラットフォーム(不安定台: unstable plate)とディスプレイ画面が設置されている。プラットフォームのモビリティレベルは、0(最小の安定性)から 12(最大の安定性)の間で調整できる。本研究では、プラットフォームの安定性が中程度のレベル 6 で片脚立位保持能力を測定した。

測定肢位は先行研究⁴⁾を参考に、測定肢である右下肢で、膝関節を約 10°屈曲位とした。対側の股関節を中間位ならびに、膝関節を 90°屈曲位とした。上肢は胸の前で交差した状態で、裸足で実施した。対象者には 30 秒間の測定時間中、ディスプレイ画面のターゲットの中心に足圧中心を常時保持するように指示した。測定は 30 秒間の休息を挟んで 3 回行い、3つの安定性指数(Overall stability index (OSI), Anteroposterior stability index (APSI), Mediolateral stability index (MLSI))を算出した。OSI は前後軸と内外側軸の動揺をもとに計算され、APSI および MLSI は、それぞれ前後軸と内外側軸における動揺から計算することで算出される⁷⁾。この指数の数値が小さいほど動揺が小さいことを示す。

3. 統計学的解析

統計学的解析には、EZR ver.1.33 (自治医科大学附属さいたま医療センター)を使用した。腱厚および硬度の各部位の比較に一元配置分散分析を行い、事後検定として Tukey 法を用いた。正規性のある場合は Pearson の積率相関分析、正規性のない場合は Spearman の順位相関分析を行い、腱厚および硬度と 3つの安定性指数との相関係数を算出した。有意水準は 5%とした。

表 1. 足底腱膜の形態および硬度と安定性指数

平均±SD	
腱厚 (mm)	
足底腱膜 (踵部)	3.14 ± 0.30*
足底腱膜 (中央)	1.10 ± 0.12*†
足底腱膜 (中足骨部)	0.77 ± 0.16
硬度 (/coupler)	
足底腱膜 (踵部)	0.30 ± 0.25*
足底腱膜 (中央)	0.51 ± 0.25*†
足底腱膜 (中足骨部)	0.88 ± 0.54
安定性指数	
OSI	1.04 ± 0.21
APSI	0.51 ± 0.11
MLSI	0.75 ± 0.16

OSI : Overall stability index, APSI : Anteroposterior stability index, MLSI : Mediolateral stability index.

* : p<0.05 (vs 中足骨部)

† : p<0.05 (vs 踵部)

表 2. 足底腱膜の形態および硬度と安定性指数との相関

	OSI	APSI	MLSI
腱厚			
足底腱膜 (踵部)	0.20	0.36	-0.03
足底腱膜 (中央)	-0.24	-0.11	-0.37
足底腱膜 (中足骨部)	-0.03	0.04	0.05
硬度			
足底腱膜 (踵部)	0.43*	0.25	0.45*
足底腱膜 (中央)	-0.08	-0.14	0.07
足底腱膜 (中足骨部)	0.29	0.44*	0.11

OSI : Overall stability index, APSI : Anteroposterior stability index, MLSI : Mediolateral stability index.

* : p<0.05

結 果

足底腱膜の形態および硬度と安定性指数の平均±SDを表1に示す。踵部と比較して中央および中足骨部は有意に薄くて柔らかく (p<0.05)、中央と比較して中足骨部は有意に薄くて柔らかいという結果となった (p<0.05)。

足底腱膜の各項目と安定性指数との相関係数を表2に示す。足底腱膜の腱厚と安定性指数の間には有意な相関関係はなかった。

踵部の硬度と OSI (r=0.43) ならびに MLSI (r

=0.45), 中足骨部の硬度と APSI ($r=0.44$) の間にそれぞれ有意な正の相関が認められた ($p<0.05$).

考 察

本研究では足底腱膜の形態的および機械的特徴として、踵骨部で厚くて硬く、中足骨部にかけて薄くて柔らかくなるという結果が得られた。この結果は先行研究³⁾と同様の傾向である。

不安定台上での片脚立位保持能力と足底腱膜の形態的特徴(腱厚)について検討したが、各部位の足底腱膜の厚さと片脚立位保持能力の間には関係を認められなかった。一方、機械的特徴(硬度)については、足底腱膜踵部と中足骨部が硬いほど動揺が小さくなった。本研究の結果は、健常女性を対象とした、足底腱膜踵部が厚くて硬いほど片脚立位保持能力が低いという先行研究⁴⁾と異なった。このような結果になったのは、性差による影響があると考えられる。厚さと硬さに関して、女性と比べ男性の足底腱膜は、踵部から中央にかけて有意に徐々に厚く、踵部から中足骨部にかけて有意に徐々に柔らかいと報告されている³⁾。さらに、安定性指数に関して、 26.2 ± 5.1 歳の若年女性を対象にした先行研究⁸⁾では、OSI 0.81 ± 0.24 , APSI 0.62 ± 0.17 , MLSI 0.47 ± 0.19 であり、OSI と MLSI は本研究の男性よりも安定性が高く(本研究: OSI 1.04 ± 0.21 , APSI 0.51 ± 0.11 , MLSI 0.75 ± 0.16) 動揺が小さかった。上記のように、性別による形態的および機械的な違いが片脚立位保持能力に違いをもたらした可能性がある。今回は男性のみのデータであるため、今後女性についても検討する必要がある。

スプリング靱帯や長短足底靱帯と比較して、足底腱膜を切離すると、足部のアーチ構造が扁平化するように骨(母趾中足骨、小趾中足骨、舟状骨、立方骨、踵骨)が最も大きく回転するという¹⁾。よって、足底腱膜が硬く、足部の骨構造の安定性が高まることで、片脚立位保持能力に影響を与える要素である足部のアライメントや足関節の剛

性⁹⁾¹⁰⁾などにも影響を与える可能性がある。したがって、成人男性では、足底腱膜が硬いほど不安定台上での片脚立位保持能力が高かったと考えられる。

本研究の限界は、対象が健常成人男性のみであること、足底腱膜各部位の硬さが前後左右の安定性に与える影響は不明という点である。今後、健常成人女性にも対象を拡げ、足底腱膜の厚さや硬さと片脚立位保持能力との関係や、性別による違いを示し、足部構造と片脚立位保持能力との関係についての理解を深めたい。

結 語

- 1) 健常成人男性で、足底腱膜の形態および硬度と不安定台上での片脚立位保持能力との関係を調査した。
- 2) 足底腱膜は踵部から中足骨部にかけて徐々に薄く、柔らかくなっていた。
- 3) 足底腱膜の厚さと片脚立位保持能力との間に有意な相関関係はなかった。
- 4) 足底腱膜が硬いほど、片脚立位保持能力は高かった。

文 献

- 1) Tao K, Ji W, Wang D, et al. Relative contributions of plantar fascia and ligaments on the arch static stability: A finite element study. Biomed Tech (Berl) 2010; 55: 265-71.
- 2) Erdemir A, Hamel AJ, Fauth AR, et al. Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking. J Bone Joint Surg BR 2004; 86: 546-52.
- 3) Shiotani H, Yamashita R, Mizokuchi T, et al. Site-and sex-differences in morphological and mechanical properties of the plantar fascia: A supersonic shear imaging study. J Biomech 2019; 85: 198-203.
- 4) Taş S, Bek N. Effects of morphological and mechanical properties of plantar fascia and heel pad on balance performance in asymptomatic females. Foot 2018; 36: 30-4.
- 5) Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. J. Foot Ankle Res 2008; 1: 1-9.
- 6) Angin S, Crofts G, Mickle K, et al. Ultrasound evaluation of foot muscles and plantar fascia in pes planus.

- Gait Posture 2014 ; 40 : 48-52.
- 7) Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of balance measures produced by the Biodex stability system. J Athl Train 1998 ; 33 : 323-7.
- 8) Tas S, Ünlüer NÖ, Çetin A. Thickness, cross-sectional area, and stiffness of intrinsic foot muscles affect performance in single-leg stance balance tests in healthy sedentary young females. J Biomech 2020 ; 99 : 109530.
- 9) Cobb SC, Bazett-Jones DM, Joshi MN, et al. The relationship among foot posture, core and lower extremity muscle function, and postural stability. J Athl Train 2014 ; 49 : 173-80.
- 10) Lang CB, Kearney RE. Modulation of ankle stiffness during postural sway. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2014 ; 36 : 4062-5.

変形性足関節症の治療選択—装具療法と人工関節置換術との比較— Treatment options for osteoarthritis of the ankle—Comparison between brace treatment and total Ankle Arthroplasty properly—

聖マリアンナ医科大学 整形外科科学講座

Department of Orthopaedic Surgery, St. Marianna University School of Medicine

秋山 唯, 平野 貴章, 三井 寛之, 市川 翔太, 仁木 久照
Yui Akiyama, Takaaki Hirano, Hiroyuki Mitsui, Shota Ichikawa, Hisateru Niki

Key words : Osteoarthritis of the ankle (変形性足関節症), Ankle foot orthosis (短下肢装具), Conservative treatment (保存療法), Total Ankle Arthroplasty (人工足関節置換術)

要 旨

変形性足関節症 (OAA) で高倉-田中分類 3b 期以上に対して, 短下肢装具 Hiflex Foot Gear (HFG) による装具療法を行った 9 例 10 足と人工足関節置換術 (TAA) 14 例 15 足の治療前後の JSSF scale と SAFE-Q 各下位尺度を両群での各スコアの改善量を比較した. 両群ともに短期成績は良好であったが, TAA 群は変形の矯正, 損傷関節面の置換による疼痛改善および足関節の可動域を獲得することにより, 装具療法と比較し患者満足度も高い傾向にあった. HFG は TAA と比較し優れた結果は得られなかったが, OAA に対して良好な治療成績であり, 手術を希望しないまたは手術待機期間中に疼痛コントロールが十分に得られない末期 OAA 症例には試みるべき保存療法の 1 つと考える.

緒 言

変形性足関節症 (以下 OAA) に対する人工足関節置換術 (以下 TAA) は足関節機能を獲得でき, 近年生体材料や手術技術の進歩により治療成績は向上している¹⁾²⁾. しかし, OAA に対する保存的治療の効果を論じた報告は少ない. われわれは, OAA に対して足関節のわずかな可動性を許容し, かつ適度な足関節の支持性のある短下肢装具 Hiflex Foot Gear (HFG) (図 1)³⁾⁴⁾ による装具療法を行い, 良好な治療成績を報告している⁵⁾⁶⁾. 今回装具療法と TAA の治療成績を比較し, OAA の治療選択について検討した.

対象と方法

単純 X 線足関節荷重時正面像にて高倉-田中分類⁷⁾⁸⁾ 3b 期以上の OAA と診断し HFG を処方した装具群と, TAA を施行した TAA 群を対象とした. 装具群は, 9 例 10 足 (男性 1 例 1 足, 女性 8 例 9 足), 装着時平均年齢 70.6 歳 (46-85 歳), 平均経過観察期間 8.4 カ月 (3-13 カ月), 高倉-田中分類 3b 期 4 足, 4 期 6 足で, 装着前足関節可動域は背屈 7.5° (0-10°), 底屈 47.5° (35-60°) であった.

(2020/10/22 受付)

連絡先: 秋山 唯 〒216-0096 神奈川県川崎市宮前区菅生 2-16-1 聖マリアンナ医科大学整形外科科学講座
電話番号: 044-977-8111
FAX 番号: 044-977-9683
E-mail: y3akiyama@marianna-u.ac.jp

TAA 群は、14 例 15 足（男性 5 例 5 足、女性 9 例 10 足）、手術時平均年齢 73.9 歳（61-85 歳）、平均経過観察期間 14.8 カ月（12-24 カ月）、高倉-田中分類 Stage IIIb 5 足、IV 10 足で、術前足関節可動



図 1. Hiflex Foot Gear

域は背屈 7.3° ($-10^{\circ} - 20^{\circ}$)、底屈 44.3° ($35-65^{\circ}$) であった。TAA は全例距骨側に関してはアルミナセラミック製人工距骨と脛骨コンポーネントは TNK Ankle (Kyocera Japan) を併用した TAA (Combined TAA : CTAA) (図 2) を施行した。治療前と最終経過観察時（装具群は装着開始 3 カ月以降、TAA 群は術後 1 年以降）の日本足の外科学会足関節後足部判定基準 (JSSF scale)、日本整形外科学会・日本足の外科学会、足部足関節評価質問票⁹⁾¹⁰⁾ (SAFE-Q) の各下位尺度を調査し、両群での各スコアの改善量（治療後-術前）を比較検討した (unpaired t-test)。

結 果

装具群では、JSSF スコアは装着前 51.2 点から装着後 67.3 点に改善した ($p < 0.001$)。 (表 1) また SAFE-Q では、身体機能・日常生活の状態は装着前 33.8 点から装着後 46.7 点 ($p < 0.001$)、全体的健康感装着前 23.3 点から装着後 60.0 点と有意な改善がみられた ($p < 0.001$)。疼痛・痛み関連は



図 2. 人工距骨を併用した人工足関節置換術

a ; 足関節荷重時正面像

b ; 足関節荷重時側面像

表 1. JSSF scale の HFG 装着前後, TAA 術前後での変化および改善量

	装具群		p	TAA 群		p
	装着前	装着後		術前	術後	
合計	51.2	67.3	<0.001※	48.1	87.4	<0.001※
	改善量		p			
	装具群	TAA 群				
合計	15.0	38.6	<0.001※			

HFG: Hiflex foot gear

JSSF scale: 日本足の外科学会足関節後足部判定基準

表 2. SAFE-Q の各下位尺度における HFG 装着前後, TAA の術前後での変化および改善量

	装具群		p	TAA 群		p	改善量			p
	装着前	装着後		術前	術後		装具群	TAA 群		
痛み・痛み関連	32.8	53.6	0.021	32.8	81.4	<0.001※	痛み・痛み関連	20.9	46.6	0.011
身体機能・日常生活の状態	33.8	46.7	<0.001※	33.8	78.9	<0.001※	身体機能・日常生活の状態	12.9	38.6	0.002
社会生活機能	26.4	44.5	0.001	26.4	83.9	<0.001※	社会生活機能	18.0	46.4	0.008
靴関連	43.5	55.5	0.224	43.5	71.4	0.008	靴関連	12.0	19.6	0.110
全体的健康感	23.3	60.0	<0.001※	23.3	84.5	<0.001※	全体的健康感	23.8	30.2	0.212

SAFE-Q: 日本整形外科学会・日本足の外科学会・足部足関節評価質問票

装着前 32.8 点から装着後 53.6 点 ($p=0.021$) に改善していた, また靴関連は装着前 43.5 点から装着後 55.5 点と有意な変化はなかった ($p=0.224$). (表 2) TAA 群では, JSSF スコアは術前 60.7 点から術後 87.4 点に改善した ($p<0.001$). (表 1) また SAFE-Q では, 疼痛・痛み関連は術前 32.8 点から術後 81.4 点, 身体機能・日常生活の状態は術前 33.8 点から術後 78.9 点, 社会生活機能は術前 26.4 点から術後 83.9 点, 全体的健康感は術前 23.3 点から術後 84.5 点に有意に改善し ($p<0.001$), また靴関連は術前 43.5 点から術後 71.4 点 ($p=0.008$) と改善がみられた. 両群間での改善量は, JSSF スコアは TAA 群で有意差があり ($p<0.001$), (表 1) SAFE-Q の各下位尺度で有意差はなかったが, TAA 群で疼痛・痛み関連 ($p=0.011$), 身体機能・日常生活の状態 ($p=0.002$) および社会生活機能 ($p=0.008$) で改善傾向であった. (表 2)

考 察

OAA に対する TAA は, 関節症変化が進行した IIIb 期以上の関節症が適応となる. 50 歳以上, 内外反変形が 15° 以下, 高度肥満のない症例に良い適応とされている. また両側罹患例や隣接関節の変形がある場合には, 関節固定術を行うと可動域が著しく制限されるので TAA が望ましいと考えられている¹⁾²⁾. OAA に対する保存療法の報告は少ない. 谷口らは, 初期の内反型 OAA には足底挿板が有効だが, 距骨下関節での代償が少ない症例では無効なことがあると報告している¹¹⁾. HFG は足関節の支持性を得ることで疼痛を軽減し, 継手を必要とせず素材も柔らかく背屈制限が少ないため体機能の制限を緩和することができる. そのため, 手術待機期間における疼痛コントロールが十分に得られない, 全身状態が悪く手術できないまたは手術加療を希望しないがある程度の除痛と

関節可動域の温存を希望する末期 OA 患者に良い適応と考えてきた⁵⁾⁶⁾。今回の結果では、OA に対する短期治療成績は両群ともに良好であった。TAA 群が装具群と比較し改善量に有意差はなかったが、疼痛・痛み関連・身体機能・日常生活の状態・社会生活機能で改善傾向であり、TAA による変形の矯正、損傷関節面の置換による疼痛改善と足関節の可動域獲得が影響したと考えられた。TAA は、末期 OA の足関節機能の再獲得を望む症例に良い適応と考える。今回の結果は短期成績であり慎重に経過をみていく必要がある。また HFG は TAA と比較し優れた結果は得られなかったが、OAA に対する治療法としては概ね満足できる成績となり、手術を希望しないまたは手術待機期間中に疼痛コントロールが十分に得られない末期 OAA 症例に試みてもよい保存療法の 1 つと考える。

結 語

OA に対する治療成績は両群ともに良好であった。TAA による変形の矯正、損傷関節面の置換による疼痛改善と足関節の可動域獲得により良好な短期成績が得られた。今回の結果は、OA に対しては術前の症状と患者のニーズを考慮した治療選択に有用な情報である。

文 献

- 1) 田中康仁. 変形性足関節症の治療. 日整会誌 2011; 85: 365-73.
- 2) 高倉義典. 人工足関節置換術後の合併所とその対策. 関節外科 2007; 26: 1437-44.
- 3) 富田祐司, 大橋正洋. 脳卒中の装具 Hiflex Foot Gear: HFG. 総合リハ 1999; 27: 77-8.
- 4) 染村光一, 牧田光代, 山田純正他. 柔軟性をもつ短下肢装具—Hiflex Foot Gear—の検討. 理学療法学 1994; 21: 203-9.
- 5) 秋山 唯, 平野貴章, 仁木久照: Hiflex Foot Gear で変形性足関節症患者の QOL は向上する. 靴の医学 2017; 31: 13-5.
- 6) 秋山 唯, 平野貴章, 仁木久照: 変形性足関節症の治療選択—装具療法と関節固定の使い分け—. 靴の医学 2019; 33: 80-3.
- 7) Takakura Y, Tanaka Y, Kumai T, et al. Low tibial osteotomy for osteoarthritis of the ankle. Results of a new operation in 18 patients. J Bone Joint Surg Br 1995; 77: 50-4.
- 8) Tanaka Y, Takakura Y, Hayashi K, et al. Low tibial osteotomy for varus-type osteoarthritis of the ankle. J Bone Joint Surg Br 2006; 88: 909-13.
- 9) 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.
- 10) 仁木久照, 立浪 忍, 原口直樹他. 自己記入式足部足関節評価質問票 Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire (SAFE-Q). 日整会誌 2013; 87: 451-87.
- 11) 谷口 晃, 田中康仁. 内側型変形性足関節症に対する足底挿板療法の適応と限界—距骨下関節撮影を用いて—. 運動・物理療法 2010; 21: 210-4.

一般住民の外反母趾が SAFE-Q に与える影響

—大台町コホート研究より—

Evaluation of Hallux Valgus using self-administered foot evaluation questionnaire (SAFE-Q) in Japanese rural community

¹⁾三重大学医学部 スポーツ整形外科

²⁾三重大学医学部 整形外科

¹⁾Department of Orthopaedic and Sports Medicine, Mie University Graduate School of Medicine

²⁾Department of Orthopaedic Surgery, Mie University Graduate School of Medicine

西村 明展¹⁾²⁾

Akinobu Nishimura¹⁾²⁾

Key words : 外反母趾 (hallux valgus), 疫学 (epidemiology), コホート研究 (cohort study), 自己記入式足部足関節評価質問票 (SAFE-Q)

要 旨

本研究は一般住民の外反母趾 (HV) 変形が、どのような影響を与えているかを患者立脚型評価である SAFE-Q で評価することを目的とした。2019 年に開催された地域住民運動器検診に参加し、各種検査が可能であった 282 名 (50 歳以上, 男性 77 名, 女性 205 名, 平均年齢 72.0 歳) を対象とした。女性では SAFE-Q のいずれの項目でも有意な差はなかったが、男性では身体機能・日常生活の状態、靴関連点数が、HV を有する者で有意に低下していた ($p < 0.05$)。本研究の結果から、50 歳以上の一般住民の男性において、外反母趾変形は靴関連の問題を引き起こし、身体機能や日常生活にも問題を与えていることが示唆された。

緒 言

外反母趾 (HV) は足部変性疾患の代表的なものである。パニオン部の痛みや腓趾に伴う痛み、第 2 趾の槌趾変形や脱臼・亜脱臼に伴う痛みなどを生じ、日常生活に支障をきたすこともしばしばあるが、HV 変形があるからといって必ずしも痛みなどの愁訴を伴うとは限らない。それでは HV 変形を有する者は、どのようなことで困っているのか。本研究では地域一般住民を対象とした運動器コホート研究の中で、単純 X 線上の HV が、自覚症状に与える影響について患者立脚型評価質問票である足部足関節評価質問票 (SAFE-Q)¹⁾を用いて調査することを目的とした。

対象と方法

1997 年より隔年で行っている運動器コホート研究である大台町コホート研究のうち 2019 年に行われた第 12 回検診を本研究の対象とした。第 12 回検診では三重県大台町に在住の 50 歳以上の

(2020/12/04 受付)

連絡先: 西村 明展 〒514-8507 三重県津市江戸橋 2-174 三重大学医学部整形外科
電話番号: 059-231-5022
FAX: 059-231-5211
E-mail: meiten@clin.medic.mie-u.ac.jp

男女を対象とし、郵送で年齢・性別・基礎疾患などに関する問診票を送付し、解答した状態で直接検診の会場である地域の診療所を受診していただいた。直接検診ではSAFE-Qの聴取、医師の診察、立位足部単純X線などを行い、各種検査が可能であった282名（男性77名、女性205名、平均年齢72.0歳）を対象とした。HVは外反母趾ガイドラインに基づいて外反母趾角（HV角）20度以上をHVありと定義した²⁾。SAFE-Qはスポーツを除く、足関節の痛み・痛み関連、身体機能・日常生活の状態、社会生活機能、靴関連、全体的健康感のそれぞれの下位尺度を本研究の対象項目とした。左右いずれか一方でもHVを有する者をHV群、左右両足ともにHVを有しない群を非HV群とした。統計解析は男女別にHV群、非HV群の2群間でSAFE-Qの下位尺度をマン・ホイットニーのU検定を用いて比較検討した。また、HV角とそれぞれの下位尺度との相関もスピアマンの順位相関係数を用いて評価した。いずれも $p<0.05$ を有意差ありとした。

結 果

参加者の身体測定結果を群別に表1に示す。女性においてHV群は75名、非HV群は130名であり、男性においてHV群は11名、非HV群は66名であった。女性ではHV群が非HV群に比べ有意に体重が軽く、BMIが小さかった。一方、男性ではHV群が非HV群に比べ有意に高齢であった。性別・群別のSAFE-Qの下位尺度を図1に示す。女性ではいずれの項目でも有意な差は認められなかった。一方で、男性では身体機能・日常生活の状態および靴関連の2つの項目において、HV群は非HV群に比べ、有意に低い値であった。HV角とSAFE-Q下位尺度の相関関係を図2に示す。女性ではいずれも項目でも有意な相関は認められなかったのに対し、男性では身体機能・日常生活の状態、社会生活機能、靴関連、全体的健康感の4項目において、有意な負の弱い相関を認めた。

表1. 外反母趾群、非外反母趾群の身体データ

a			
	HV 群 (n=75)	非 HV 群 (n=130)	P 値
年齢 (歳)	72.3±8.2	71.5±9.4	0.55
身長 (cm)	150.6±6.9	151.1±6.8	0.62
体重 (kg)	50.0±8.0	52.6±9.4	*0.04
BMI (kg/m ²)	22.0±3.2	23.0±3.5	*0.04
b			
	HV 群 (n=11)	非 HV 群 (n=66)	P 値
年齢 (歳)	77.3±8.9	71.8±8.0	*0.04
身長 (cm)	161.8±6.5	162.8±6.7	0.65
体重 (kg)	61.2±8.1	60.1±10.0	0.74
BMI (kg/m ²)	23.3±2.7	22.6±2.8	0.42

a：女性

b：男性

女性ではHV群が非HV群に比べ有意に体重が軽く、BMIが小さかった。男性ではHV群が非HV群に比べ、有意に高齢であった。

HV：外反母趾。BMI：body mass index。* $p<0.05$

考 察

HVは痛みのみならず、バランス能力の低下^{3)~5)}、歩行能力の低下⁶⁾⁷⁾、身体機能の低下⁸⁾といった運動能力にも影響を与えることが報告されている。我々の今回の研究結果からは女性では有意な自覚症状の差は認められなかったが、男性では身体機能・日常生活の状態が有意に低下しており、先行研究の運動機能低下を反映したものとなった。

男性では多くの身体機能・日常生活の状態、社会生活機能、靴関連、全体的健康観においてHV角と有意な負の相関があることから、変形が高度になるにつれて、これらの障害がより顕著になることを示している。以上より男性においては外反母趾の進行を予防することは各種QOLの低下を予防する意味で有用である可能性が示唆された。

外反母趾ガイドラインでは、「外反母趾の靴指導に効果があるか?」というリサーチクエスションに対し、「靴指導で除痛効果を期待できる」と結論づけているものの、推奨度Grade Iと十分なエビデンスがないのが現状である。本研究では、HV

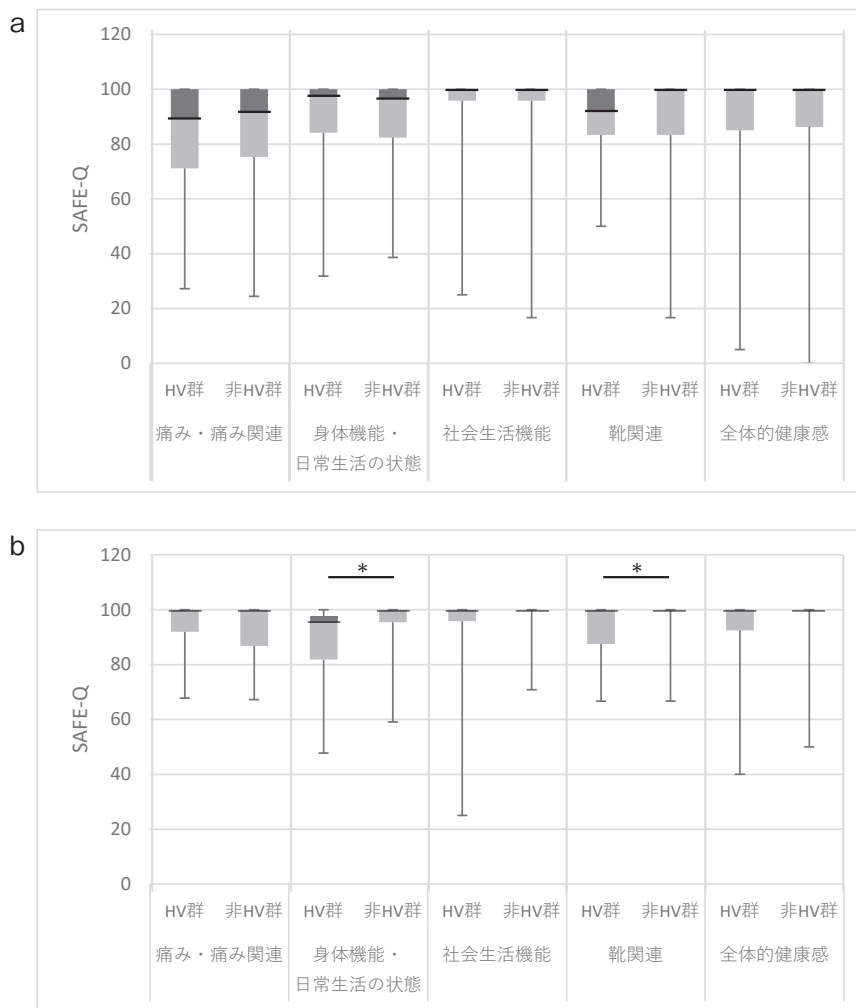


図 1. SAFE-Q と外反母趾の関係

a: 女性 b: 男性

男性では HV 群が非 HV 群に比べ有意に身体機能・日常生活の状態、靴関連の項目が悪い結果であった。バー上縁は最大値、ボックス上縁は第三四分位、太横線は中央値、ボックス下縁は第一四分位、バー下縁は最小値を意味する。

HV: 外反母趾, * $p < 0.05$

を有する一般男性においては靴関連の項目が有意に低下しており、単純 X 線上の HV を有するだけでも、靴に関連する不具合が生じることが示唆された。

本研究の限界として、限られた地域での調査であること、検診会場まで自力で来ることが可能な比較的元気な参加者であること、サンプル数が少ないことなどが挙げられる。

結 語

地域一般住民の足部単純 X 線上の外反母趾は、男性において、身体機能や日常生活の状態、靴に関連した項目が有意に低下していた。また、これらは外反母趾変形が進むほど、悪くなる傾向があった。



図2. 外反母趾角とSAFE-Qの相関

a: 女性 b: 男性

男性では身体機能・日常生活の状態, 社会生活機能, 靴関連, 全体的健康感が外反母趾角と有意に弱い負の相関を認めた。

HV: 外反母趾, ρ : スピアマンの順位相関係数, * $p < 0.05$

文 献

- 1) 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 (2): 298-320.
- 2) 日本整形外科学会, 日本足の外科学会. 外反母趾診療ガイドライン. 第2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. 東京都: 南江堂; 2014. 8-9.

- 3) Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle risk factors for falls in older people: a prospective study. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2006; 61 (8): 866-70.
- 4) Spink MJ, Fotoohabadi MR, Wee E, et al. Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults. Arch Phys Med Rehabil 2011; 92 (1): 68-75.
- 5) Nix SE, Vicenzino BT, Smith MD. Foot pain and functional limitation in healthy adults with hallux

- valgus : a cross-sectional study. BMC Musculoskelet Disord 2012 ; 13 : 197.
- 6) Menz HB, Lord SR. Gait instability in older people with hallux valgus. Foot Ankle Int 2005 ; 26 (6) : 483-9.
- 7) Nishimura A, Ito N, Nakazora S, et al. Does hallux valgus impair physical function? BMC Musculoskelet Disord 2018 ; 19 (1) : 174.
- 8) Cho NH, Kim S, Kwon DJ, et al. The prevalence of hallux valgus and its association with foot pain and function in a rural Korean community. J Bone Joint Surg Br 2009 ; 91 (4) : 494-8.

外反母趾に対して足趾運動を行い、 アーチ高率が上昇し疼痛軽減がみられた 2 症例 Two cases of hallux valgus in which pain relief was affected by foot exercise

¹⁾福岡歯科大学医科歯科総合病院 リハビリテーション科

²⁾福岡歯科大学総合医学講座整形外科学分野

¹⁾Department of Rehabilitation, Fukuoka Dental College Medical and Dental Hospital

²⁾Department of Orthopaedic Surgery, Fukuoka Dental College

永尾 秀幸¹⁾, 井上 敏生²⁾, 加島 伸浩²⁾, 永野 智子²⁾
Hideyuki Nagao¹⁾, Toshio Inoue²⁾, Nobuhiro Kashima²⁾, Tomoko Nagano²⁾

Key words : 外反母趾 (hallux valgus), 母趾外転筋 (abductor hallucis muscle), アーチ高率 (arch ratio)

要 旨

外反母趾の運動療法として足趾の運動を指導し、疼痛軽減がみられた 2 症例を報告する。症例は当院整形外科で外反母趾と診断された 2 症例とした。運動療法は、母趾外転筋の収縮が報告されている 3 種類の足趾の運動を 6 か月間行った。介入前後で Visual Analog Scale (以下 VAS), 外反母趾角 (以下 HVA), 第 1 第 2 中足骨間角 (以下 IMA), アーチ高率を比較した。最終評価時は、症例 1, 2 ともにアーチ高率が上昇し、疼痛が消失した。外反母趾の運動療法として足趾の運動を行うことで疼痛軽減効果があり、疼痛軽減にアーチ高率が影響している可能性が示唆された。

緒 言

外反母趾の診療ガイドライン (2014) によると、運動療法では母趾外転筋の自動運動は有効と考えられ、軽度から中等度の外反母趾に対して行われると HVA を改善すると報告がある^{1)~3)}。また、佐本らは、母趾外転筋は外反母趾変形に対して拮抗作用としてきわめて重要な筋とし、同筋の筋力増強は外反母趾変形の増悪を防止する可能性があるとしている⁴⁾。このように母趾外転筋の自動運動は一定の改善・予防効果が示されている一方、疼痛軽減効果については明らかにされていない^{1)~3)}。そこで、今回の研究は外反母趾に対し、母趾外転筋の収縮が報告されている足趾運動⁵⁾⁶⁾を行うことで、疼痛軽減効果がみられるか検討した。

(2020/12/24 受付)

連絡先：永尾 秀幸 〒814-0193 福岡県福岡市早良区
田村 2-15-1 福岡歯科大学医科歯科総合病院
整形外科・リハビリテーション科
電話 092-801-0411
FAX 092-801-0459
E-mail アドレス hideyuki@college.fdcnet.ac.jp

対象と方法

当院整形外科を受診して外反母趾と診断された 2 症例 4 足を対象とした。

【症例 1】50 代女性、歩行時に両側母趾 MTP 関



図 1. 母趾外転運動

- a. しっかり握り締めてグーをつくる
- b. 次にしっかり足趾を開いてパーをつくる

節内側に疼痛を認めた。

【症例 2】60 代女性，歩行時・階段昇降時左前足底部に疼痛を認めた。

介入内容は，母趾外転筋に有効な 3 つの運動を指導した。母趾外転運動（図 1），Hohmann 体操（図 2），short foot exercise（以下 SF-ex）（図 3）を指導し，6 か月間運動を行った。一日の目標回数・セット数を母趾外転運動は，足趾の屈曲・外転を 1 回と数え，10 回 1 セットとし，1 日 3 セット計 30 回。Hohmann 体操は，端坐位または長坐位で両母趾にゴムをかけ足関節外転し，母趾が内反位に強制された位置で 5 秒保持する運動を 30 回 1 セット，1 日 3 セット計 90 回。SF-ex は足趾を曲げずに第 1 中足骨頭をできるだけ踵に向かって近づけるように指示し，力を入れた状態を 5 秒保持する運動を 10 回 1 セット，1 日 3 セット計 30 回とした。介入前後で VAS，HVA，IMA，アーチ高率を比較した。HVA，IMA は足部立位正面 X 線像から計測した。撮影条件は足部中央を中心に前方より 15 度，撮影距離 100cm で行った。アーチ高率は，舟状骨高を足長で割り，百分率で求め

るアーチ高率を採用した⁷⁾。（図 4）舟状骨高は，舟状骨粗面にマーキングし床から舟状骨粗面までの高さを測定した。足長は，踵点から足尖点までの足軸（第 2 趾の先端の点と踵点とを結ぶ線）に対する投影長を測定した。

結 果

【症例 1】介入前 VAS 46mm，HVA 右 32 度左 27 度で外反母趾の診療ガイドラインの重症度分類⁹⁾では右中等度・左軽度，IMA 右 13 度，左 10 度，アーチ高率右 12.7%，左 12.0%であった。介入後 VAS は 0mm と改善し，HVA 右 29 度と減少し，左 27 度で変化なく変形の重症度は両側とも軽度となった。IMA 右 11 度，左 12 度と著明な変化はなかった。アーチ高率は右 15.7%，左 19.0%といずれも改善した。

【症例 2】介入前 VAS 25mm，HVA 右 32 度，左 34 度で変形の重症度は両側とも中等度，IMA 右 15 度，左 15 度，アーチ高率右 15.2%，左 13.0%であった。介入後 VAS は 0mm と改善し，HVA 右 25 度と減少，左 34 度で増大し変形の重症度は

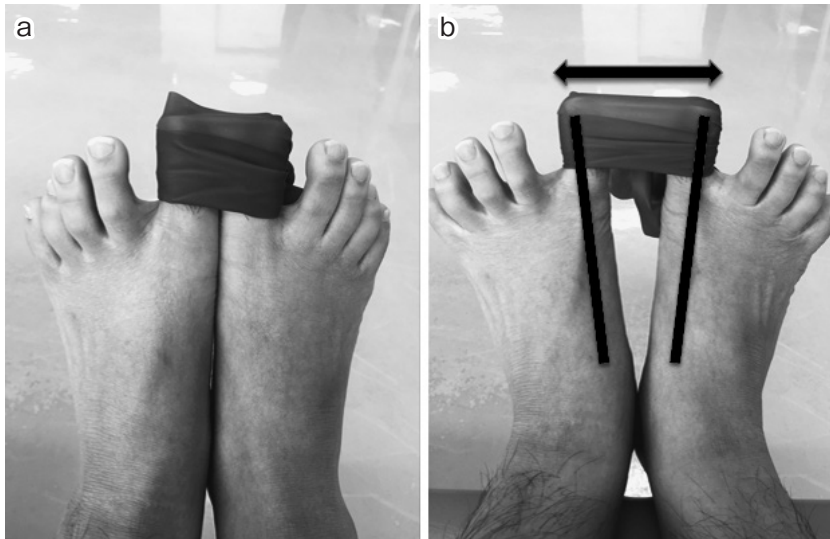


図 2. Hohmann 体操

両母趾にゴムをかける。

a. 足関節を外転する。

b. 母趾が内反位に強制された位置を保持する。

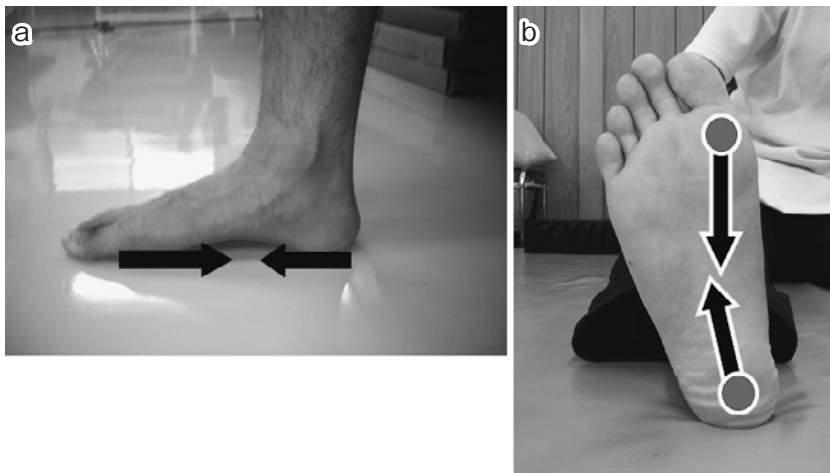


図 3. Short foot exercise

足趾を曲げずに足の前後径をできるだけ短くするように、第1中足骨頭をできるだけ踵に向かって近づける。

a. 足部内側

b. 足底側

右軽度、左中等度となった。IMA 右 13 度、左 15 度と著明な変化なかった。アーチ高率は右 17.0%、左 16.1%といずれも改善した。

考 察

外反母趾に対する運動療法として、母趾外転機

能を有する母趾外転筋の強化訓練と母趾 MTP 関節部の拘縮予防と除去を目的とした他動運動が広く行われている。野崎らによると足趾の外転運動により母趾外転筋は強い収縮を認め、Hohmann 運動では、母趾外転筋、後脛骨筋で有意に強い収縮を認めている⁵⁾。

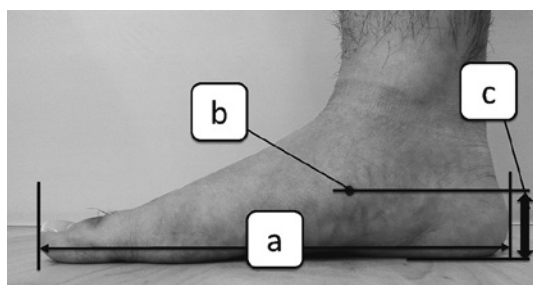


図 4. アーチ高率

アーチ高率 (%) = 舟状骨高 (mm) ÷ 足長 (mm) × 100

- a. 足長
b. 舟状骨粗面
c. 舟状骨高

また、Jung らによると、SF-ex は母趾外転筋の筋活動を高めることができ、内側縦アーチを高める効果を認められたと述べている⁸⁾。

今回の症例 1, 2 共に外反母趾の運動療法として足趾の運動を指導し、疼痛消失がみられ、両側のアーチ高率の上昇がみられた。清水らはアーチ高率が女性で 13.5% 以下を低アーチ足、14.7% 以上を正常アーチ足としている⁹⁾。運動療法の介入前は、症例 1 は両側低アーチ足であり、両側母趾 MTP 関節内側に疼痛の訴えがあった。症例 2 は左側低アーチ足であり、左前足底部に疼痛の訴えがあった。

内側縦アーチの低下は距骨下関節の回内により距骨を母趾方向へ滑らせ隣接する舟状骨を下方へ押す。すなわち内側縦アーチの低下は、足全体の回内を引き起こす。これにより母趾への荷重のシフトが起こると考えられる。さらに楔状骨および中足骨、趾骨へと骨連鎖により横アーチの低下を起こす。また、横アーチ低下は不十分な衝撃吸収により前足部痛が出現するとされ、先行研究でも報告されている¹⁰⁾。

運動療法の介入後は症例 1, 2 共に両側正常アーチ足となり疼痛が消失した。

今回当科で行った母趾外転筋の 3 つの運動により 2 症例ともアーチ高率が上昇し、足部の回内が減少することで、母趾への荷重が減少したことが、

母趾の疼痛の改善が得られた一因ではないかと考えた。また、今回横アーチの評価を行っていないが、横アーチの衝撃吸収機能の改善が、疼痛軽減に影響を与えた可能性も考えられた。

今回足趾の運動による疼痛軽減効果について検討したが、症例数が少ないことやインソールの使用の有無、靴の種類や活動量の違い、運動の実施状況の違いなど検討する要因が多くあった。今後もこれらの要因を踏まえ足部の運動効果について研究を進めていきたい。

結 語

今回、外反母趾症例に対して足部の運動と疼痛軽減効果について検討した。2 症例とも母趾外転筋の自動運動を行い、アーチ高率が上昇し疼痛消失がみられた。このことは、足部の運動には疼痛軽減効果があり、アーチ高率が影響している可能性が示唆された。

文 献

- 1) 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 2014. 改訂第 2 版. 東京: 南江堂; 2014. 33-5.
- 2) 佐本憲宏, 樋口恵一, 杉本和也他. 外反母趾に対する母趾内反運動訓練の効果. 表面筋電図を用いた検討. 日足の外科会誌 2000; 21 (2): 12-6.
- 3) du Plessis M, Zipfel B, Brantingham JW, et al. Manual and manipulative therapy compared to night splint for symptomatic hallux abducto valgus: an exploratory randomised clinical trial. Foot 2011; 21 (2): 71-8.
- 4) 佐本憲宏, 田中康仁, 高倉義典. 外反母趾に対する保存療法. 整形・災害外科 2006; 49: 633-9.
- 5) 野崎健治, 高尾昌人, 蓼沼 拓他. 足ゆび運動療法動作中の筋活動に関する研究. 靴の医学 2006; 19: 1-5.
- 6) Jung DY, Kim MH, Koh EK, et al. A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. Phys Ther Sport 2011; 12 (1): 30-5.
- 7) 松尾善美. 臨床実践足部・足関節の理学療法. 第 1 版. 橋本雅至編. 東京: 文光堂; 2017. 70-98.
- 8) 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 2014. 改訂第 2 版. 東京: 南江堂; 2014. 8-9.

- 9) 清水新悟, 後藤 慎, 伴 留亜他. 低アーチ足の衝撃
吸収機能の検討 正常アーチ足と低アーチ足の機械
的特性計測による比較. 理学療法学 2014 ; 41 : 1086.
- 10) Kengo Nakai, Hala Zeidan, Yusuke Suzuki, et al.

Relationship between forefoot structure, including the transverse arch, and forefoot pain in patients with hallux valgus. The journal of Physical Therapy Science 2019 ; 31 : 202-5.

COVID-19 感染症による大学生の歩数減少

Decrease of the walking steps in collegiate students due to COVID-19

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, 森川 将徳, 前田 慶明

Yukio Urabe, Masanori Morikawa, Noriaki Maeda

Key words : 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19), 歩数 (walking steps), 大学生 (college student), 緊急事態宣言 (state of emergency)

要 旨

大学生を対象に緊急事態宣言中に低下した歩数が, 宣言解除後にどのように推移したのか調査し, 健康被害に対する影響を考察することを目的とした. 対象 81 名 (男性 36 名, 女性 45 名) のスマートフォンから 2020 年 1~8 月の毎月の平均歩数 [歩/日] を調査した. 3 月で最大であった歩数 (男性 5,714 歩/日, 女性 4,671 歩/日) が 4 月に入ると減少し, 5 月で最小 (男性 2,274 歩/日, 女性 2,042 歩/日) となった. 緊急事態宣言が解除された 6 月以降の歩数は徐々に増加し, 8 月には最大であった 3 月と統計的に差があるとはいえないまでに回復したことが示された (男性 4,730 歩/日, 女性 3,663 歩/日). 今回の歩数の減少が, どの程度健康に影響を及ぼすのか把握する必要がある.

緒 言

歩行 (walking) は最も手軽な身体活動 (physical activity) のひとつである. 定期的な身体活動は非感染性疾患 (心臓病, 脳卒中, 糖尿病など) の予

防と治療に役立つことが示されており, 健康を保持するための重要な手段である¹⁾. 日本人の歩数は 2010~2019 年の間でみると²⁾, 20 歳代の歩数は, 男性 8,301 歩/日, 女性 6,641 歩/日である. これは 65 歳以下の日本人の目標歩数である 9,000 歩/日と 8,500 歩/日には至っていない. 男性では有意な増減はなく, 女性では有意に減少している.

このような現状のなかで新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) のヒトへの感染と死亡が 2019 年 12 月に初めて確認され, 2020 年 12 月現在の日本でも流行の第 3 波が続いている. 日本政府は 2019 年 4 月 15 日から 5 月 25 日の間, 全国 47 都道府県に対して, 「stay home で外出を自粛するように」「都道府県をまたいだ移動禁止の遵守」を呼びかける緊急事態宣言を発令したことは記憶に新しい. ロックダウンが実施されたイタリアでは, 大学生 2,125 名のうち 49% に身体活動の低下を認めたとしており³⁾, 日本でも同様の状況が危惧される. 実際, 日本人大学生を対象に宣言中に歩数が約半減 (3 月比) していたことを筆者らは確認している⁴⁾. しかしながら, 宣言解除以降に歩数がどのように推移したのか不明であるため, 緊急事態宣言による身体活動の減少が健康にどの程度被害を与えるのか全容を把握することはできていない状況である.

本研究は, 大学生を対象に緊急事態宣言中に低

(2020/12/25 受付)

連絡先: 浦辺 幸夫 〒734-0037 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
電話番号: 082-257-5405 (携帯: 090-1015-4586)
FAX 番号: 082-257-5344
メールアドレス: yurabe@hiroshima-u.ac.jp

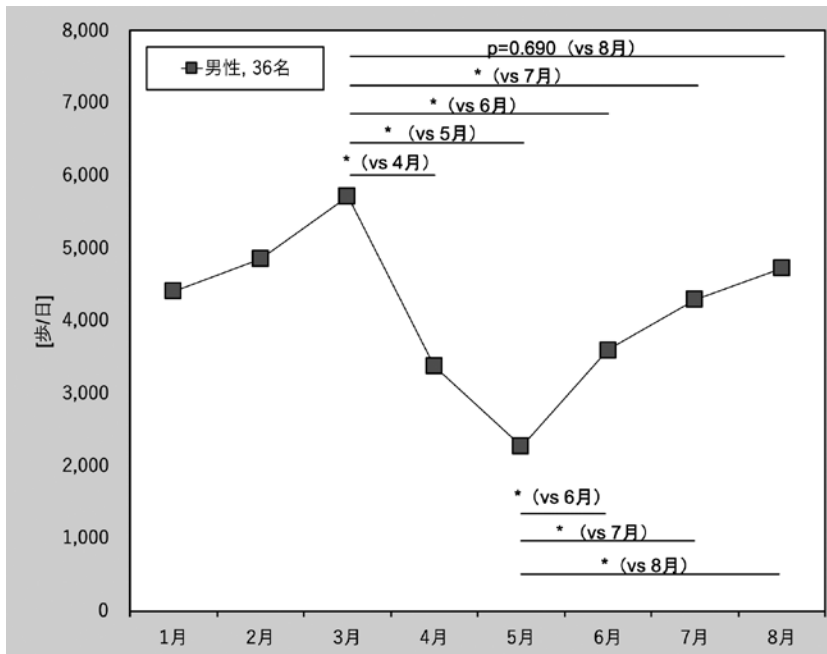


図1. 男性の1～8月の1日当たり平均歩数の推移.

*: $p < 0.05$.

下した歩数が、宣言解除後にどのように推移したのか調査し、健康被害に対する影響を考察することを目的とした。

方 法

対象は、広島大学の医学部、歯学部、薬学部の学部生（在籍人数は約400名）である。包含基準は、Google フォームを通じて研究の趣旨に賛同の得られた者のうち、1～8月のまでの歩数のデータが揃っている者とした。除外基準は、厚生労働省の国民健康・栄養調査にもとづき、毎月の平均歩数が500歩/日未満の者もしくは50,000歩/日以上²⁾の者²⁾、スマートフォンに標準的に歩数の記録されていない者とした。本研究は広島大学疫学倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：E-2109）。

対象のスマートフォンから2020年1～8月の毎月の平均歩数〔歩/日〕を調査した。歩数の調査は2つの期間中に行われた。最初は2020年6月1～

15日の間であり、2020年1～5月の歩数を調査した。2回目は2020年9月18～10月11日の間であり、6～8月の歩数を調査した。調査の協力者は、いずれもこのような調査をすることを事前に知らされていなかった。iOS 端末を使用している対象は「ヘルスケア」(Apple inc.) というアプリケーションから、Android 端末を使用している対象は「Google fit」(Google LLC.) というアプリケーションからそれぞれ歩数を抽出した。他に、身体の基本データ（性別、年齢、身長、体重）を聴取した。

統計学的解析は以下の手順で実施した。緊急事態宣言前に比べて、宣言期間中に歩数が減少しているかどうか調べるために、男性と女性それぞれについて、3月に対する4～8月の歩数の変化をBonferroni法による多重比較法を用いて比較した。さらに、宣言解除後から歩数が回復しているかどうか調べるために、男性と女性それぞれについて、5月に対する6～8月の歩数の変化をBonferroni法による多重比較法を用いて比較した。

加えて、各月の歩数について、性差（男性、女性）を調べるために、対応のないt検定を用いた。加えて、性差が宣言期間中の歩数減少に与える影響を調べるために、時間（3月、4月、5月）と性差の2要因による反復測定分散分析（対応あり×対応なし）を実施した。そして、性差が緊急事態宣言終了後の歩数の回復に与える影響を調べるために、時間（5月、6月、7月、8月）と性差の2要因による反復測定分散分析（対応あり×対応なし）を実施した。交互作用が見られた場合は、各要因の水準間で Bonferroni 法による多重比較法を用いた。

有意水準は5%とした。統計学的解析には、SPSS 25.0（IBM Corporation, NY, USA）を用いた。

結 果

図1に、男性36名について、1～8月までの歩数の推移を示す。表1には歩数を示している。多重比較の結果、3月の歩数に対して、4～7月の歩

数は有意に減少していた（ $p<0.05$ ）。8月の歩数は3月の歩数に対して統計的な差はなかった（ $p=0.690$ ）。5月の歩数に対して、6～8月の歩数は有意に増大していた（ $p<0.05$ ）。

図2に、女性45名について、1～8月までの歩数推移を示す。同じく表1に歩数を示している。多重比較により、3月の歩数に対して、4～7月の歩数は有意に減少していた（ $p<0.05$ ）。8月の歩数に統計的な差はなかった（ $p=0.072$ ）。5月の歩数

表 1. 大学生男女における1～8月の1日当たり平均歩数値

単位：歩/日	男性（n= 36）	女性（n= 45）
1月	4,411±2,116	3,885±1,841
2月	4,854±2,142	4,368±2,105
3月	5,714±1,841	4,671±2,248
4月	3,376±1,761	2,915±1,551
5月	2,274±1,465	2,042±1,361
6月	3,600±1,815	3,057±1,568
7月	4,297±1,662	3,248±2,069
8月	4,730±2,456	3,663±2,221

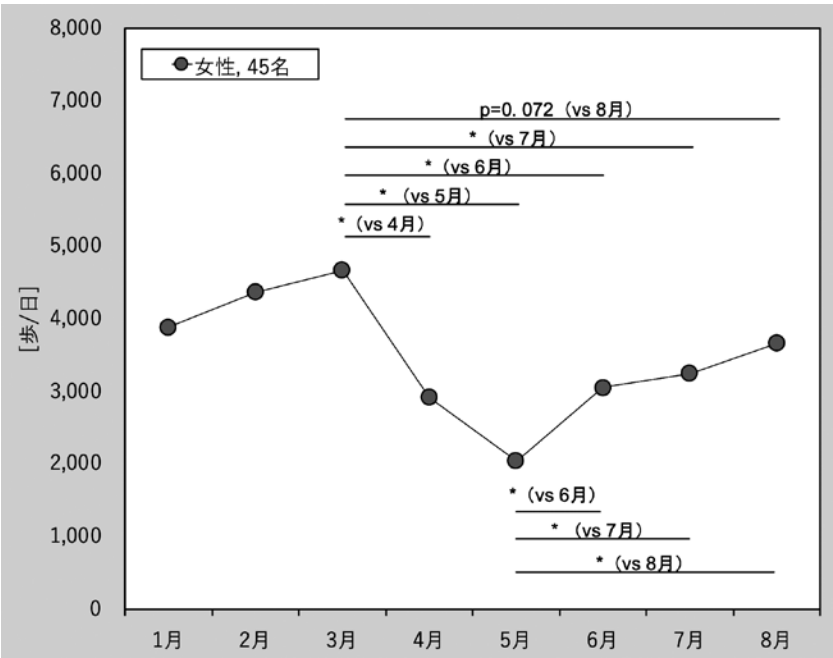


図 2. 女性の1～8月の1日当たり平均歩数の推移。
*: $p<0.05$.

に対して、6～8月の歩数は有意に増大していた($p < 0.05$)。

各月の男女差について、3月、7月、8月では男性の歩数は有意に女性よりも大きかった($p < 0.05$)。その他の月に男女差は確認されなかった。男女差が緊急事態宣言期間中の歩数減少に与える影響について、反復測定分散分析の結果、時間と男女差に有意な交互作用は認められなかった($f = 2.451$, $p = 0.089$)。男女差が緊急事態宣言終了後の歩数の回復に与える影響についても、反復測定分散分析の結果、時間と性別に有意な交互作用は認められなかった($f = 1.581$, $p = 0.209$)。

考 察

本研究の目的は、大学生を対象に緊急事態宣言中の歩数の減少ならびに宣言解除後の歩数の回復の推移を調べることであった。結果の傾向は男女ともに同様であり、3月で最大であった歩数は、宣言中の期間の被る4～5月に減少し続け、5月には歩数が最低となり男性では60%、女性では56%減少した(3月比)。この内容は類似したものを文献⁹⁾に掲載してあるので参照されたい。一方で、宣言解除後の6月から歩数は増大し、8月には男女ともに3月の歩数と統計学的な差は確認されないまでに回復した。

4月と5月における歩数の減少が緊急事態宣言によるものであることは別の報告でも触れている⁴⁾。この歩数減少は、緊急事態宣言による生活様式が変化したことが要因と推察できる。緊急事態宣言では、徹底的な「三つの密(密閉、密集、密接)」の回避や「人と人との距離の確保」が求められ、強固な外出の自粛につながり歩数が減少したものと推測される。似たような例として、中国でのセミロックダウン(2020年1月27日～3月1日)中にも歩数の大きな減少が認められている⁵⁾。対象は339名で男性では $8,321 \pm 3,000$ 歩/日から $3,728 \pm 1,726$ 歩/日(約55%減)に、女性では $7,038 \pm 1,923$ 歩/日から $3,741 \pm 1,042$ 歩/日(約47%減)に変化した。本研究の減少率は男性で60%、女性

で56%と似たような傾向であり、緊急事態宣言による一時的な歩(行)数の減少が生じたと考えられる。さらにこの間、対象とした大学は、2020年4月8日から6月8日の間には対面での授業は中止され、自宅での遠隔授業に移行していた点もまた、歩数減少に大きく影響したことが考えられる。

本研究では、宣言解除後の歩数がどのように推移したどうかに着目した。緊急事態宣言が全国的に解除されたのは、2020年5月25日である。そのため、6月以降の歩数が緊急事態宣言以降の歩数の推移をよく示していると考えている。結果として、6月以降に徐々に歩数は回復し、8月には男女ともに3月の水準に統計学的には戻っていた。つまり、宣言解除後に大学生の歩数は回復傾向にあることが示された。大学での対面授業は宣言中に見送られていたものの、6月からは段階的に対面授業の実施も行われ始め、それに伴って歩数も増大したものと思われる。一方で、歩数の増大が単なる季節変動による可能性も予想される。しかし、日本人を対象に歩数の季節変動を調査した研究では、逆に4～5月にかけて歩数は増大し、6～8月にかけて低下していることを報告している⁶⁾。そのため、学生を対象にしている研究ではないため注意が必要であるものの、本研究の4～5月の歩数の減少ならびに6～8月にかけての回復は例年の変化によるものではないと推察される。歩数は8月まで増加し続けており、9月以降の歩数の増大が期待される。

しかしながら、4月と5月の2ヶ月間、一時的とはいえ歩数が減少して身体不活動に陥ったことは事実であり、今後の健康に与える影響が懸念される。Füzéki et al. は、いくつか先行研究を引き合いに出し、COVID-19による短期間の身体不活動が健康に被害を与えうることを警告している⁷⁾。14日間で比較的高いレベル(約10,000 歩/日)から低いレベル(2500 歩/日未満)へ歩数が減少することは、若く健康な成人であっても腹腔内および異所性脂肪の増大、抗インスリン血症をもたらす⁸⁾。さらに、この短期的な活動の低下は、最大

6.6%の心肺機能の低下および下肢の筋萎縮をもたらすという⁸⁾。別の研究では、5日間毎日の歩数を半分にする(約10,000歩から5,000歩に)こともまた若く健康な対象でも、上腕動脈での血管内皮機能を著しく低下させる⁹⁾。本研究でも、3月から5月に56~60%と大きな歩数の減少が確認されており、さらに悪いことに緊急事態宣言の期間は先行研究で報告されている6~14日間より長期間(40日間)であるため、健康被害は多大なものと推察される。一方で、低下した歩数が回復することでこれらの負の効果を逆転させることができ、それは高齢者よりも若年者で顕著であるため¹⁰⁾、宣言解除後に歩数が回復したことはよい傾向といえる。

本研究のまとめとして、筆者らはもともと大学生が運動不足にあることを指摘してきた。今回COVID-19により一定量減少した歩数が宣言解除後に改善したことは幸いであったが、この期間の健康状態が低下したこと以上に本来の運動不足を改善することには至っていないことを付け加えておく。

結 語

1)大学生を対象にスマートフォンのウォーキングアプリを使用して、緊急事態宣言前、宣言中、宣言解除後の歩数の推移を調査した。

2) 3月に最大であった歩数は、宣言期間中の4~5月に大きく減少(3月比で56~60%)した。

3) 宣言解除後の6月から歩数は徐々に増大し、8月には3月と統計学的な差がなくなるまでに回復した。

4) 歩数の変化に男女差はなかったが、3月、7月、8月の平均歩数は男性の歩数が女性より多かった。

*本研究で開示すべき利益関係にある企業はない。

文 献

- 1) Global action plan on physical activity 2018-2030 : more active people for a healthier world. World Health Organization. 2019. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf> (参照2020年12月21日)。
- 2) 令和元年「国民健康・栄養調査」の結果. 厚生労働省. 2020. https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_14156.html (参照2020年12月21日)。
- 3) Gallè F, Sabella EA, Da Molin G, et al. Understanding Knowledge and Behaviors Related to CoViD-19 Epidemic in Italian Undergraduate Students : The EPICO Study. *Int J Environ Res Public Health* 2020 ; 17 (10) : 3481.
- 4) 浦辺幸夫, 森川将徳, 前田慶明. COVID-19により大学生の歩数はどのように変化したか. 体力科学, in press.
- 5) He M, Xian Y, Lv X, et al. Changes in body weight, physical activity, and lifestyle during the semi-lockdown period after the outbreak of COVID-19 in China : an online survey. *Disaster Med Public Health Prep* 2020 ; 14 : 1-6.
- 6) Hino K, Lee J, Asami Y. Associations between seasonal meteorological conditions and the daily step count of adults in Yokohama, Japan : Results of year-round pedometer measurements in a large population. *Prev Med Rep* 2017 ; 8 : 15-7.
- 7) Füzéki E, Groneberg A, Banzer W. Physical activity during COVID-19 induced lockdown : recommendations. *J Occup Med Toxicol* 2020 ; 15 : 25.
- 8) Oikawa Y, Holloway M, Phillips M. The impact of step reduction on muscle health in aging : protein and exercise as countermeasures. *Front Nutr* 2019 ; 24 (6) : 75.
- 9) Boyle J, Credeur P, Jenkins T, et al. Impact of reduced daily physical activity on conduit artery flow-mediated dilation and circulating endothelial microparticles. *J Appl Physiol* 2013 ; 115 (10) : 1519-25.
- 10) Bowden A, Pickles S, Sprung S, et al. Reduced physical activity in young and older adults : metabolic and musculoskeletal implications. *Ther Adv Endocrinol Metab* 2019 ; 14 : 1-6.

外反母趾患者の足サイズ計測と単純 X 線像との関係

Relation between foot size measurement and

Simple X ray image of a hallux valgus patient

¹⁾しょうの整形外科クリニック

²⁾浅草病院 整形外科

³⁾NPO オーソティックスソサエティー

¹⁾Shono Orthopedic Clinic

²⁾Asakusa Hospital Orthopedic

³⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

山口 槇介¹⁾, 庄野 和¹⁾, 渡辺 淳²⁾, 内田 俊彦³⁾

Shinsuke Yamaguchi¹⁾, Kazu Shouno¹⁾, Atushi Watanabe²⁾, Toshihiko Uchida³⁾

Key words : 足幅 (Foot width), 外反母趾 (Hallux valgus)

要 旨

外反母趾患者 10 名 16 足に対して足サイズ計測 (足幅の荷重位と非荷重位での計測) と単純 X 線像での足部形態計測を行い, その関係を検討した。

足幅の荷重位・非荷重位との差と外反母趾の重症度との間に有意な相関は認めなかったが, 内側楔状骨の関節面と第 1 中足骨の関節面への接線同士でなす角との間には有意な相関を認めた。外反母趾では足幅の荷重位と非荷重位の差が大きいほど中足楔状関節での不安定性は増大し中足骨は背屈することが示唆された。

緒 言

足のサイズ計測は荷重位で計測することが多いが, 歩行の遊脚相では非荷重位となるため, 靴選

びでは非荷重位での計測も考慮する必要があるとされている。また, 荷重位と非荷重位では足サイズには差が生じるが, その差の大きさは個々により様々である。しかし, 荷重位と非荷重位の差に関与する報告は少ない。

そこで今回は, 外反母趾患者の足サイズと足部形態を調査し, 足サイズと足部形態との間にどのような関係があるのかを検討したので報告をする。

対象と方法

対象は足部荷重時 X 線像で外反母趾角 (以下, HVA) が 20 度以上の成人男女, 10 名 (男性 2 名, 女性 8 名) 16 足 (男性 3 足, 女性 13 足), 平均年齢 61.9 歳 (44~74 歳) とした。

方法は, 足サイズ計測と足部荷重時 X 線像での足部形態計測を行い, 足サイズと足部形態との間にどのような関係があるのか検討した。

足サイズの計測項目は足幅とした。荷重位と非荷重位でそれぞれ計測し, その差を算出した。足幅は母趾中足趾節関節 (以下, MTP 関節) 部での母趾から小趾までの長さとした。(図 1)

(2020/12/25 受付)

連絡先 : 山口 槇介 〒115-0055 東京都北赤羽西 1-38-15 しょうの整形外科クリニック
電話 03-6454-3935
FAX 03-6454-3934
E-mail shinsuke3128@yahoo.co.jp

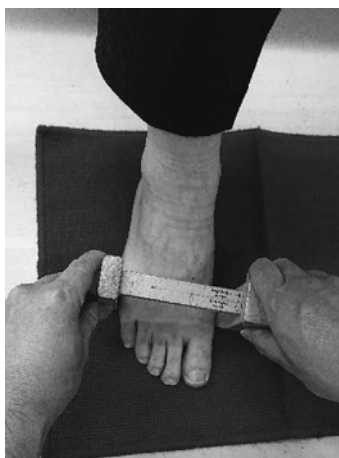


図 1. 足サイズ（足幅）計測（MTP 関節部での母趾から小趾までの長さ）



図 2. 足部荷重時背底像の計測
① HVA ② M1M2 角③ M1M5 角



図 3. 被覆率の計測（内側楔状骨の関節面に対しての第 1 中足骨の関節面の被覆率）

足部荷重時 X 線像での足部形態計測項目は、HVA, 第 1 第 2 中足骨間角（以下、M1M2 角）、第 1 第 5 中足骨間角（以下、M1M5 角）、内側楔状骨の関節面に対しての第 1 中足骨の関節面の被覆率（以下、被覆率）、内側楔状骨の関節面への接線と第 1 中足骨の関節面への接線同士でなす角（以下、角度 A）とした。HVA, M1M2 角, M1M5 角（図 2）、被覆率（図 3）は足部荷重時背底像で計測し

た。角度 A（図 4）は足部荷重時側面像で計測した。

統計学的検討はスピアマンの順位相関係数を用いて、足サイズ（足幅）と足部形態の各項目について検討をした。有意水準は 5% 未満とした。

結 果

足サイズ（足幅）の計測結果は、荷重位は 93～



図4. 角度Aの計測（内側楔状骨の関節面への接線と第1中足骨の関節面への接線同士でなす角）

114mmで平均104mm, 非荷重位は83~105mmで平均92mm, 荷重位と非荷重位の差は7~19mmで平均12.0mmだった。

足部荷重時X線像での足部形態の計測結果は, HVAは20~53度で平均36.9度, M1M2角は7~26度で平均16.8度, M1M5角は29~51度で平均36.0度だった。被覆率は78.6~100%で平均92.6%, 角度Aは0~3度で平均1.1度であった。

スピアマンの順位相関係数の結果は, 足幅の差とHVA, M1M2角, M1M5角, 被覆率で有意な相関は認めなかった。足幅の差と角度Aでは有意な相関を認めた。(表1, 図5)

考 察

われわれは足サイズ（足幅の荷重位と非荷重位

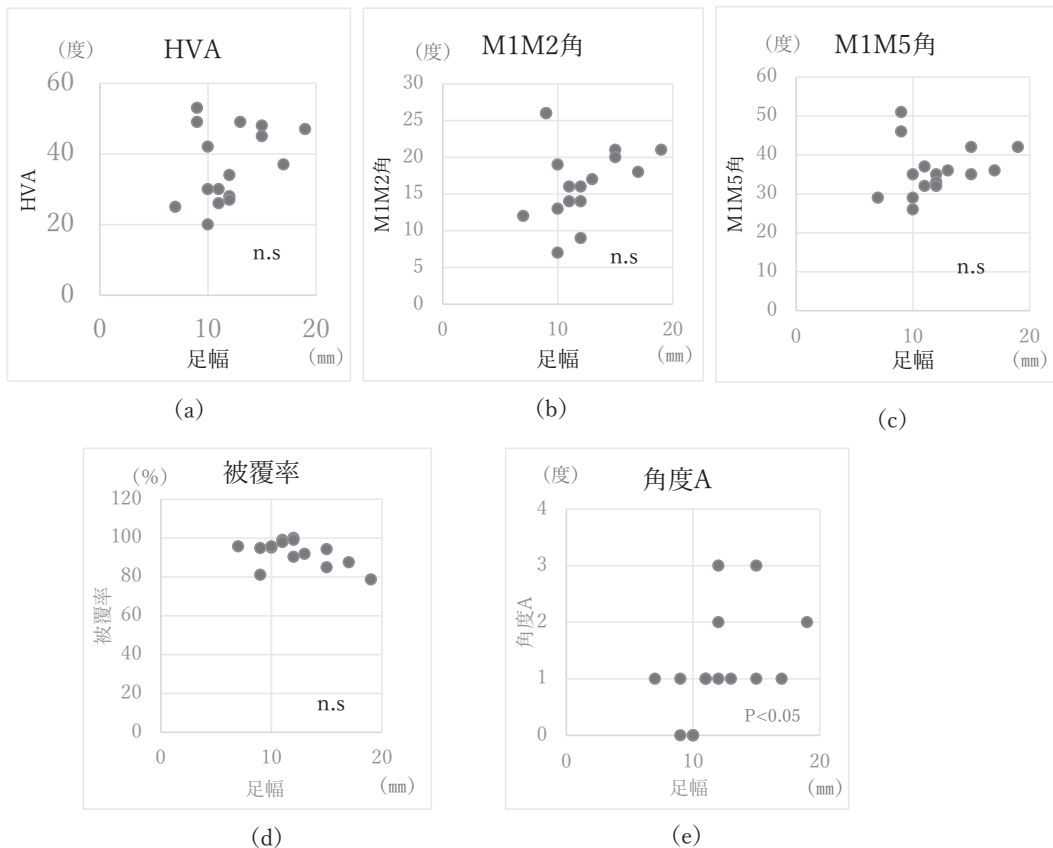


図5. 足幅の荷重位と非荷重位の差とX線像との関係

X線像での評価項目：(a) HVA (b) M1M2角 (c) M1M5角 (d) 被覆率 (e) 角度A

表 1. スピアマンの順位相関係数の結果

	HVA	M1M2 角	M1M5 角	被覆率	角度 A
相関係数 (r)	0.23	0.22	0.25	0.36	0.64
p 値	0.37	0.4	0.33	0.17	0.01

の差)と足部荷重時 X 線像での足部形態との関係について検討した。

足幅の荷重位と非荷重位の差と外反母趾の重症度との間に有意な相関は認めなかった。内田らは外反母趾角の増大に伴い足幅は有意に大きくなっていたとしている¹⁾。

われわれは足幅の荷重位と非荷重位の差について検討したが、外反母趾では非荷重位においても縦アーチが低下し、横アーチの拡大により、荷重位と非荷重位の差が外反母趾の重症度との間に関係性を認めなかったと考える。

足幅の荷重位と非荷重位の差と角度 A との間には有意な相関を認めた。Kimura らは 3DCT 撮影を行った結果外反母趾群では楔状骨に対して中

足骨は回内、内転し、背屈角度は増大したとしている²⁾。われわれの結果でも、外反母趾患者において、荷重位と非荷重位での足幅の差が大きいほど角度 A が大きくなったことから、荷重時と非荷重位での足幅の差が大きいほど中足楔状関節では不安定性が増大し中足骨は背屈することが考えられる。

結 語

外反母趾患者の足サイズと足部形態を調査し関係を検討した。外反母趾患者では、荷重位・非荷重位の差が大きいほど、中足楔状関節での不安定性は増大し、中足骨は背屈する。

文 献

- 1) 内田俊彦, 佐々木克則. 外反母趾の足サイズ. 靴の医学 2008 ; 22 (2) : 45-51
- 2) Kimura K, Kubota M, et al. Evaluation of First-Ray Mobility in Patients with Hallux Valgus Using Weight-Bearing CT and a 3-D Analysis System : A Comparison with Normal Feet. J Bone Joint Surg Am 2017 ; 99 (3) : 247-55

シンポジウム

シンポジウム総合討論：婦人靴のファッションと機能を考える

—ヒールパンプスに注目して—

Discussion on fashion and function of women's shoes

—Focus on heel pumps—

¹⁾新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

²⁾公益財団法人ライフ・エクステンション研究所付属永寿総合病院 整形外科

³⁾一般社団法人 足と靴と健康協議会

⁴⁾株式会社 AKAISHI

⁵⁾株式会社ジェイアール東海高島屋

⁶⁾神戸レザークロス株式会社

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

²⁾Public Interest Foundation Corporation Life Extension Laboratory Attached Eiju General Hospital

³⁾Foot, Footwear and Health Association

⁴⁾AKAISHI Company Limited

⁵⁾JR Tokai Takashimaya Company Limited

⁶⁾Kobe Leather Cloth Company Limited

阿部 薫¹⁾, 池澤 裕子²⁾, 木村 克敏³⁾,

赤石 恒一⁴⁾, 野村 美香⁵⁾, 五十石紀子⁶⁾

Kaoru Abe¹⁾, Hiroko Ikezawa²⁾, Katsutoshi Kimura³⁾,

Koichi Akaishi⁴⁾, Mika Nomura⁵⁾, Noriko Isoishi⁶⁾

Key words : 婦人靴 (women's shoes), ファッション (fashion), 機能 (function), ヒールパンプス (heel pumps)

要 旨

第34回日本靴医学会学術集会の大会テーマ「靴のファッションと機能の両立」に関するシンポジウム「婦人靴のファッションと機能を考える—ヒールパンプスに注目して—」において、婦人靴

を取り巻く異なる分野・立場のシンポジスト6名から個別に発表があった後に、総合討論が行われた。

靴の開発力を向上させることが組織に課された責務であり、個人としては生涯学習が必要で、知識と経験の共有のため専門家間の連携が必要である。これらを同時並行的に全体的に推進するためには日本靴医学会が最適な場であり、学会員に課された社会的な役割、期待度も大きい。このような問題に対して積極的にチャレンジしていき、よりよい靴社会を目指したい。

(2021/02/04 受付)

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

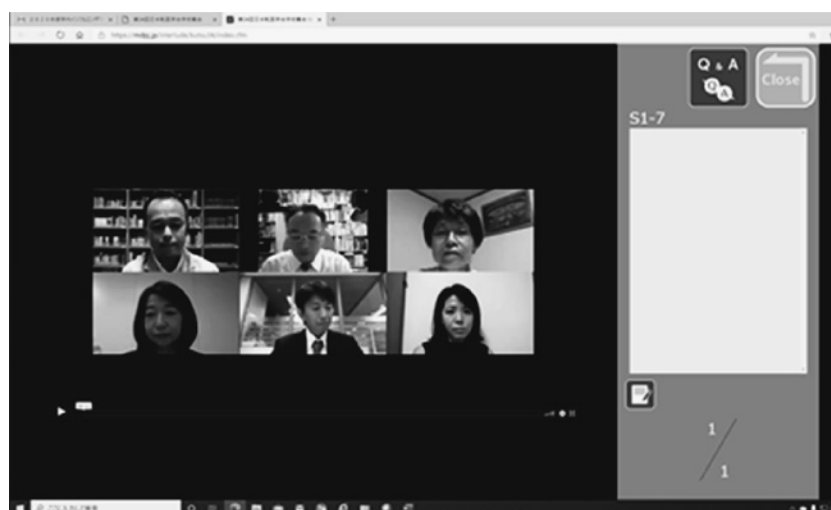


図 1. WEB 形式による総合討論の画面

緒 言

第34回日本靴医学会学術集会は、大内一夫大会長(福島県立医科大学医学部整形外科学講座教授)により、2020年9月11日～10月31日にWEB形式で開催された。大会ホームページの会長挨拶の中で「婦人靴は、ファッションが優先されて選ばれるのは仕方がないことと思いますが、そのファッション靴にも足に障害を及ぼさない最低限の靴としての機能を備えて欲しいと常々考えています。そのため、本学術集会のテーマを『靴のファッションと機能の両立』とさせていただきます。」と述べられている。3題企画されたシンポジウムの一つである、この「婦人靴のファッションと機能の両立を考える—ヒールパンプスに注目して—」は大会のメインテーマについて討論するものであった。

本シンポジウムは婦人靴に関して異なる分野・立場から6名のシンポジストで構成された。なおシンポジスト(敬称略)の職種、所属と発表テーマは次の通りであった。

1) 池澤裕子(医師、公益財団法人ライフ・エクステンション研究所附属永寿総合病院整形外

科)：「婦人靴のファッションと機能の両立を考える 足の外科医の立場より」

2) 木村克敏(事務局長、一般社団法人 足と靴と健康協議会)：「シューフィッター教育における婦人靴のファッションと機能の両立」

3) 赤石恒一(代表取締役社長、株式会社 AKA ISHI)：「メーカーが提案する婦人靴のファッションと機能の両立」

4) 野村美香(上級シューフィッター、株式会社 ジェイアール東海高島屋)：「婦人靴のファッションと機能の両立を考える—ヒールパンプスに注目して—」

5) 五十石紀子(木型師、神戸レザークロス株式会社)：「木型師(ラストモデリスト)が考える婦人靴のファッションと機能の両立」

6) 阿部薫(研究者、新潟医療福祉大学)：「婦人靴のファッションと機能の両立に関する実験研究方法」

本稿は6名のシンポジストが個別に発表した後に行われた総合討論を記録したものである。ただし逐語記録ではなく、発言主旨を変えずに文体を取りまとめた部分もある。この総合討論に関し、公開すべき COI はない。

総合討論

座長（阿部）：これより、シンポジウム1「婦人靴のファッションと機能を考える—ヒールパンプスに注目して—」の総合討論を始めます。各シンポジストの発言のビデオをあらかじめご覧いただいた上で、この総合討論につながるようになっていきます。6名のシンポジストの発言の合計時間は70数分におよび、ご覧いただいている皆様も全てを記憶されているわけではないでしょう。そこで最初の質問です。各発言のポイントやまとめを簡単にご紹介下さい。

池澤：足の診療に携わる者として申し上げたいのは、特に高齢者の方は外反母趾が多いのですが、若いうちからトラブルのない足にしてもらいたいということです。そのためには靴のフィッティングや選択、自分の足を知ることが大事で、適切なサイズと適切な靴を履いて頂くための啓発活動ができればと思います。靴に携える業界の方々には、ぜひとも靴の品質を担保して頂きたいと思っています。最近の技術革命、特に3D技術などを使って、いろいろなことができればいいなと思っています。

座長（阿部）：ありがとうございます。次は木村先生お願いいたします。

木村：私の方はシューフィッター教育における婦人靴のファッションと機能の両立ということで発表させていただきました。その中で一例としてニューヨークでクリニックを開業されている足病医の林美香先生が開発された「Dr Mika H. New York—ドクターミカ エイチ ニューヨーク」について触れております。この靴は先生がニューヨーカーの要望に応じて、足の悩みを持つ人にも履きやすくきれいなハイヒールをとということで、7cmのハイヒールでも足が痛くなりにくいように日本のメーカーの方といろいろ苦心されて開発された靴です。特殊なインソールを使っていたり、踵のところにいろいろホールドする機能がついていたり、非常に機能とファッションを兼ね備えた靴

が出来たということをお聞きしました。ただ、これを一般に流通させる場合にどういったお店で扱うかということが問題で、足の専門家がいるお店できちっとお客様の足をみて合わせないと、こういった高機能を持った靴でも片手落ちになってしまうというようなお話をさせていただきました。日本でのシューフィッター制度について少し触れましたけれども、欧米ではこういったシューフィッターという靴合わせのプロというのは実際におりません。欧米諸国では消費者が自ら靴をきちっと選べるという環境があるというところでは、日本はまだ欧米諸国に遅れるところが多いのですが、日本ではファッションと機能を兼ね備えた靴をシューフィッターという靴合わせのプロのアドバイスのもと選んでいただけるということをお話しさせていただきました。

座長（阿部）：どうもありがとうございました。次は赤石先生です。

赤石：私のプレゼンテーションでは、まず機能とファッションということについて追及してみました。当社では履物を製造している関係から、全ての方に機能とファッションを両立したものを提供するというのは非常に難しいという前提のもと、ではどうすれば機能とファッションが両立した商品をお客様に提供できるかというように考えております。その先に気づいたこととして、機能というものを追及しているとその機能にお客様がついてくるということがあります。機能を好んで履かれるお客様に対してどういうデザインがいいですかと市場調査を行い、最終的にお客様の欲しいデザインを当社の開発の中で検討して製品化する。その商品を買っていただけると、そのお客様は機能が良くて、しかもデザインも可愛い靴を履くことができる。それこそが履物メーカーの考える機能とファッションの両立ではないかというような内容をプレゼンテーションさせていただきました。

座長（阿部）：ありがとうございます。次は野村先生お願いいたします。

野村：私はファッションを重視して靴を買いに来るお客様、消費者の一番近いところにいる販売員が一番重要なところだと思います。シューフィッターという資格がないにしても、靴を販売する人はたくさんいます。シューフィッターだけでなく、いろいろな勉強をする機会がありますので多くの知識を取り入れて、お客様の意見とのギャップをすり合わせながら足に合う靴を勧めていってほしいと思います。消費者の方から取り入れた意見を足に携わる方たちと共有して、オシャレで楽しくて心地よく履ける靴を広げていきたいと思いますということをお話させていただきました。

座長（阿部）：どうもありがとうございます。次は五十石先生です。お願いいたします。

五十石：私は発表の中では木型とはという話をさせていただきました。やはり木型というのはとても裏方のものでして、皆さんに仕事の話をする職人なのですね、というお話をされます。やはり人それぞれの知識の中で作っていることがすごく多い中で、私たちはこれから機能とファッションを両立させていかなければならないと思います。ファッションはもちろんトレンドに合わせて木型を削る必要があると思うのですが、それと同時に例えば足の平均のデータであったり、今回このような場所で発表されるような新しい知見というのを私たちも勉強させていただく必要があると思います。それをメーカーさんやデザイナーさんと共有をしながら、履き心地の良いものを常に勉強しながら作っていく、もっと業界をオープンに広げて勉強する必要があるのかなと思いました。

座長（阿部）：どうもありがとうございました。最後のシンポジストは私です。どうぞよろしくお願いいたします。私は実験研究のお話をさせていただきました。特に機能性の様々な面について実験を行い、それを数値化して数字という共通語にするということを研究といってやっております。黒子の黒子的な存在なのですが、そのような形でサポートできればと思っています。

では、お一人お一人いわばダイジェスト版、要点をご紹介します。私の頭の中ではだいぶ交通整理がされてきて、まとめの方向性がだいぶ見えてきた感じがしております。さて、このシンポジウムのテーマであります「ファッションと機能」ですけれども、ファッションとは、見た目の外観、オシャレのことですが、ここで個別に私が指名させていただきましたご意見を頂戴したいと思います。消費者、つまりお買い求めいただくお客様の一番近い位置にいる、シューフィッターの代表であります野村先生の立場ではファッションをどのようにとらえていらっしゃるのか。

野村：お洋服と合わせていくというのが一番にあります。やはり履き心地という面は第2、第3のポイントになります。やはりキレイに見えるとか、可愛いというのが一番ですね。要望を聞くと、「どんなお洋服にもあって、長時間履いても疲れなくて、またそれに対するヒールの高さは7cm以上で、キレイなもの」というようなご要望をおっしゃられる方が多いです。したがって、デザインが好みに合わないご購入には至らないということが多く、すごく困っています。

座長（阿部）：やはり購買動機というのはデザインが優先ですか。

野村：そうですね。色やデザインがまず一番で、履き心地は最終になっているのが多いかなとは思っています。

座長（阿部）：なるほど。野村先生は現場で販売されていらっしゃる方ですが、まさにそのデザインを決める木型を作っている五十石先生は、その辺はどのように考えて木型を作っているのでしょうか。

五十石：私のお客様になるのは靴のメーカーさんやブランドさんです。そのお客様から依頼されるものはファッション性の高い靴というのが私の削っている木型では多いです。最近では大ヒット商品が生まれるのはすごく難しかったのですが、傾向としてはスクエアの木型の形が多く、すごく薄くてエッジな印象の靴が多いです。ですが、

そうなってくるとどうしても足入れが悪くなってきます。依頼されている中でも見た目が一番重要な部分で靴になった時の見た目というのがすごく大切にされるのですが、それと同時にやはり木型上でどれだけ足入れを良くするかということも同時に依頼を受けるところではあります。そこを両立させるというのは難しいところではありますが、やはりメインは見た目のところをクリアした上で足入れの修正依頼をいただくということが多いですね。

座長(阿部):なるほど、そこが最大公約数的な既製品が一番難しいところですよ。ありがとうございました。そういった最大公約数が求められる、既製靴のメーカーさんの株式会社 AKAISHI の赤石先生にお聞きします。ご発言の中で、デザイン性と機能性が両立することを具現化しているのだというご発言がございましたけれども、そのコツというのでしょうか、どのように考えていらっしゃるのかご紹介いただければと思います。

赤石:そうですね、機能といいましても、まずはお客様が体感できる機能まで研究を積み重ねていき、実際に商品を履いた時に他の商品との違いを感じていただく、それがまず大前提になってくるのかなと思っております。そうすることで靴の特徴、ブランドにお客様を作っていくということが大いにあると思います。うちでいえば AKAISHI についていただき、「AKAISHI の靴しか私の足には合わないんだ」とお客様が認識していくと、次には「私こういうデザインが欲しいんですよ」というようなお客様の声が聞こえてきます。こういった声をどんどん吸い上げていき、そのお客様に向けて新しいデザインを開発していくというのが一つの両立の形なのかなと考えております。もう一つ機能ということでお話させていただきますと、機能というのは追及していけばいくほど、デザインの幅が広がっていきます。できる範囲が広がっていくと考えていただいた方がいいのかなと私は思っています。あくまでも機能というのは黒子的なもの、どちらかといえばお客様に履いて感

じていただくものになってきます。したがってデザインを阻害するような機能をつけるのではなく、なるべくデザインを生かした機能を持った設計基準を開発していく、というのが大事なのではないのかなと考えております。

座長(阿部):ありがとうございます。シンポジストの先生のご発言のビデオと今のディスカッションを私なりに整理すると、3つキーワードが頭に浮かんできました。「啓発」「開発」「勉強」です。啓発活動は例えば消費者に向けて啓発もあるでしょうし、それから足の調子が悪いですといって病院に來られて医師から指導があり、いわば個人的な指導が次第に大きくなっていき、社会や消費者に対する啓発活動になっていくと思います。「ファッションと機能」というのは相反するところがありまして、ファッションを上げると機能が下がり、機能を上げるとファッション性が下がる感じですね。それでお困りの方がいらっしゃるからこういうシンポジウムが組まれるわけです。そういった時に足の専門家として整形外科医の立場で患者さんへの指導、啓発をされている池澤先生にお伺いします。実際、医師の立場から患者さんに対し、その短い診察時間の中で、どういう観点で指導や啓発されているのかを教えてください。

池澤:スライドにもお示ししましたがね、やはり自分の足のサイズを知っていただくことですね。意外と皆さんが実際履いてこられる靴を見ると、かなりきつかったり緩かったりということがあります。したがって、「しっかりお店に行って、シューフィッターのいるところがベストですよ」というお話をしております。自分の足のサイズを知っていただき、その上で靴を選んでいただくことを勧めております。

座長(阿部):診察室の中でメジャーやフットゲージを出して計測するというところではないですね。

池澤:本来であればそういうところまでできたら良いのですが、なかなかその時間がないのが現

状です。

座長(阿部):でも医師の言うことは全員聞きま
すので、皆さん真面目にシューフィッターのこ
ろへ行くとしますよ。やっぱりその一言が大事
だと思います。どうもありがとうございます。そ
れは対一の関係でありますけれども、それでは
一対社会の啓発活動については、この中のメン
バーですと、足と靴の健康協議会FHAが一番よ
く展開されていると私は思いますので木村先生に
お聞きします。これまでもたくさんやってこれた
と思いますが、未来志向的に今後こんなことを
やっていこうかな、というお考えがありましたら
ご紹介いただけますか。

木村:ダイレクトにアプローチしているものと
して、一般消費者に向けての講演活動などによる
啓発活動をメインに行っております。その他に、
まだ手をつけている部分は少ないのですが、企業
単位でオーダーメイド的にその会社に合った勉強
をしていただくということを将来的に考えており
ますし、一部始めております。それと主にパブリ
シティという形になってしまっていますが、マスメ
ディアを通じてより多くの人にいろいろなことを
知っていただくという活動もしています。私ども
の一番の事業の中心はシューフィッターの養成で
す。一般消費者に直に接する方なので、優秀な
シューフィッターをたくさん育てて足と靴の伝道
師として、消費者に対して我々の考えを代弁して
いただくということを今後積極的にやっていき
たいと思っております。

座長(阿部):どうもありがとうございました。
とっても楽しそうで早く聞きたいという感じで
すね。ではそろそろ時間が近づいてきましたので、
本総合討論をまとめることにいたします。「デザ
インと機能の両立」というのはとても難しいと皆
さんおっしゃいます。私もすごくそう思います。で
もそのためにここに結集しました専門家の先生方
のお言葉をお借りして今日は取りまとめます。ま
ずは消費者と専門家というキーワードが出ていま
した。消費者への啓発活動を通じて、池澤先生が

おっしゃるように自分の足のことを知ってくださ
い、そこからですよ。これはできていそうでで
きていないため、繰り返して言っていかなければ
ならないことだと思います。

今日は様々な立場の先生方にお集まりいただき
ました。それは組織、会社として、そこに所属す
る個人となります。会社、組織としては、一言で
いえば足に良くてかっこいい靴を作る努力、つま
り開発力を向上させるというのが組織に課された
責務であると思います。次に一人一人の専門
家がなにをなすべきなのかといえは勉強です
ね。やはり学んだ知識というのはどんどん古く
なっていくしますのでアップデートも必要です。そ
して新しいことを吸収するために現役中は勉強し
続けなければなりません。生涯学習が必要です。
ただ勉強ばかりやっても、それが実践に結
びつかなければ意味がありません。日々の業務の
中で現場経験やケーススタディなど、様々なこと
を我々は蓄積していますので、それを自分のもの
だけではなく同僚や関係職種と分かちあい、情報や
知識を共有して全体的に高まっていかねばなら
ない、専門家間の連携が必要ではないでしょう
か。

いろいろ申し上げましたが、これを一つだけ飛
びぬけてやるのではなく、同時並行的に全体的に
やっていかねばなりません。そういう場が必要
であります。それにはやはり本学会、日本靴
医学会が最適な場なんじゃないかと思われま
す。日本靴医学会は整形外科医を中心としまして、靴
に関係する様々な職種の方が学際的に集合した大
変ユニークな学会でもあります。いろいろな立場
から英知を結集し、学会員に課された社会的な役
割、期待度も大きいと思っています。ぜひとも今
後も本学会を中心に、このような問題に対してど
んどんチャレンジしていき、よりよい靴社会を目
指したいと思います。本日は短い時間でしたが、
総合討論を開催させていただきました。ではこれ
にてシンポジウム1を終了させていただきます。
どうもありがとうございました。

さいごに

総合討論は約 26 分間行われた。WEB 公開期間中に学会参加者からの質問やコメントの記入はな

かった。

なお討論部分の文字起こしについては、新潟医療福祉大学義肢装具自立支援学科 2 年の岡部有純氏の協力を得た。ここに感謝の意を記す。

シンポジウム

木型師（ラストモデリスト）が考える婦人靴のファッションと 機能の両立

A balance between fashion and function of women's shoes that a modelist of last think

神戸レザークロス株式会社
KOBE LEATHER CLOTH CO.,LTD

五十石紀子
Noriko Isoishi

Key words : 木型, 靴型, ラスト, ファッション, 設計

はじめに

靴を作る上でラスト（木型/靴型）はその靴の基礎となる重要な役割を担っています。

靴のフォルムや、ある程度の履き心地はラストによって再現をされると言っても過言ではありません。

私達は、靴メーカーより依頼を受け、シューズブランド、アパレルブランドの主にレディースシューズのラストの原型（木型）を切削しております。

身につけるファッションの一部である靴にとってファッション性、デザイン性は欠かせない要素です。しかし近年ではデザイン性に加え、より履き心地や歩きやすさの機能性を求められていると感じております。

どこまで「デザイン性」と「履き心地を追求した機能性」を木型にて表現する事が出来るのか？

(2021/01/22 受付)

連絡先：五十石紀子 〒653-0031 兵庫県神戸市長田区
西尻池町 2-5-12 神戸レザークロス株式会社
TEL 078-611-1505
E-mail isoishi@kobe-leather.co.jp

「ファッションと機能の両立」をするために木型作製という観点で提案をしたいと思います。

木型作製における注意点

・見た目（形状）

私達が木型を作製する際、最も意識している事は、靴の出来上がりの形状、見た目です。私達のお客様であるメーカーの作る靴の大半が、大手靴ブランドやアパレルブランドからの依頼であるファッション性の強い靴です。そのことから、イメージ通りの雰囲気がちゃんと表現されているかどうか重要視され、木型は特に形を再現する重要な役割があるため、見た目を意識して作製します。

・履き心地（設計）

次に、履き心地の肝となる木型の設計です。その靴を履かれる方は何歳なのか？どんなシチュエーションなのか？等を考慮して木型の設計を行います。また、最近では履き心地を求め、様々な種類のインソール、クッションが内蔵された靴が増えているため、それらの仕様を考慮しての設計を行います。



木型の切削



気持ちを高揚させるハイヒール

・使いやすさ

最後は、ラストを使うメーカーにとって使い勝手がいいものかどうか大切な点です。

各メーカーに、靴を作る際の癖や独自の作り方が有るので、それらに合わせて完全オーダーメイドで作製をします。

靴業界の動向

以前は靴業界において、流行やヒット商品が分かりやすく、ファッション性の有る物やトレンド感のあるものが常に求められていました。しかし、最近のスニーカーブーム以降、今までパンプスしか履かなかったユーザー層までもが、スニーカーを履くようになり、合わせてスニーカーの様な楽チンな履き心地の靴、履いても疲れないヒールの低い靴、バレエタイプのパンプスなどのニーズが強くなっていました。

現在はファッション性、トレンド感だけではなく機能性や履き心地を商品のアピールポイントとして販売をしているパンプスが多く見受けられます。

木型師が取り組んでいる事

木型を作製する上でファッションと機能の両立の為、2点のことを行っています。

・木型により再現されるフォルムの追求

靴になった時の形や雰囲気が希望通りのものになるかという事が一番木型に求められることです。

パンプスの場合、つま先でその靴の雰囲気が決まるため、つま先の形状は見た目の上で一番大切な部分です。光の当たり方などでも印象が変わるので、どこに光を当てたいかなど考慮して木型で表現をします。また、木型の形状による光や影、強弱により靴を細くすっきり見せる効果もあるため、見た目以上に足入りの良い靴を作ることができます。

・履き心地をよくするための木型設計

木型の設計に対する考え方は基本的に木型師それぞれの考え方です。木型師としての資格や一定のルールがあるわけではありませんが、やはり足に基づいて作られている物なのでルールはなくとも近い基準の中で設計をされています。

実際の現場で学んだ事、お客様とのやりとりの中で得た経験値をもとに、踏まず長や振り角度、足幅などの計測ポイントをある一定の基準を目安にデザインと折り合いをつけながら、木型の設計をいたします。

木型師としてこれから取り組んで いかなければならないこと

そして私たちがこれから取り組まなければいけないことは以下の3点であると考えます。

・知識のアップデート

私たちが木型設計の際、基準としている数値は長年の経験により得た情報や師匠となる先輩職人により学んだもの、受け継がれたものに少しずつ各自の経験値が足され、バージョンアップしてきたものです。しかし、各木型師が目安にしている数値は受け継がれたものであるが故、現代のエンドユーザーの足部とはズレが生じているかもしれません。

随時、エンドユーザーの足部のデータを更新したり、新しく開発される中敷き素材やアッパー材などの研究、またそれらの靴資材を使用する際の設計に関する基準のアップデートなど、木型設計に関する知識や靴設計に関する知識のアップデートが必要だと思います。

・知識/経験の汎用

日々の業務では履き心地の改善や、靴のフォルムに関して多くの修正を行います。1つの課題に対して問題点は1つではなく、解決策は山ほどあります。

これらの課題解決策を蓄積し、ケーススタディとして他の木型師はもちろんメーカーやブランドなど靴に携わる方々と共有し、他の方の知識をお借りしながら汎用していき、よりブラッシュアップさせることが重要です。

・履く人の気持ちを高揚させる靴づくり

最後にもっとも重要なことは、その靴を履く人の気持ちを高揚させる靴づくりに努めるということです。

パンプスは、履くのがつらいと思う反面、履いた時の自分の気持ちの変化を感じることができるとても魅力的な履物だと思います。

ヒールが高くても安定して歩ける、足が痛くない、これらはパンプスにとって必要とされる機能だと思います。しかし、履くと気持ちが高揚するという事もファッションの一部であるパンプスにとって大切な1つの機能だと考えます。履き心地を含めて見た目の美しさやエレガントさを楽しんでいただく、その靴を履くことによって気持ちが高揚する靴を作るため、靴業界全体で努めていかなければならないと感じます。

最後に

過去の靴業界ではデザインやトレンドが重要視されておりましたが、現在は、さらに機能性や履き心地と言うものが強く求められています。

そしてこれから先は、より個々人の足や好み、その人だけの美しさに合わせたパーソナライズされた靴作りが求められていくのではないかと感じます。

実際に、セミオーダーやパターンオーダーなど昔に比べてだいぶ増えてきています。

それらのセミオーダーに合わせ、木型自体もより細かいサイズ展開やエンドユーザーの足に合ったものを作っていく、そしてそれらを生産するための生産システムの構築などが求められるのではないかと感じます。

パンプスを履かれる方がいつまでも笑顔でオシャレを楽しめるために、より履き心地が良く、美しいパンプス作りにこれからも努めていきたいと思っております。

シンポジウム

婦人靴のファッションと機能の両立に関する実験研究方法

Experimental research method for balancing fashion and function of women's shoes

新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

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

阿部 薫

Kaoru Abe

Key words : 実験研究 (Experimental research), ファッション (fashion), 機能 (function), 婦人靴 (women's shoes)

要 旨

ファッションで要求される美的外観と立位や歩行時に要求される機能の両立した靴を開発するため、現存する靴の機能を解析するために行う帰納的な実験研究と、理論を実際の靴に適用して機能を検証する演繹的な実験研究がある。これらは研究開発の両輪であり、どちらも重要である。しかし大学内で行う研究は実験室実験のため後者が多く、自分たちが考えた理論が正しいかどうかを確かめている。その中から形状適合性・足圧分散・バランス・歩行運動に影響する靴の構造と機能の実験研究方法について紹介した。これらは靴メーカーにおいても、設計や試作品の評価に応用展開できるものとして参照されることを希望する。

緒 言

本稿は第34回日本靴医学会学術集会の大会テーマ「靴のファッションと機能の両立」に関する

るシンポジウム「婦人靴のファッションと機能を考える—ヒールパンプスに注目して—」において、シンポジストの一人として、指定テーマ「婦人靴のファッションと機能の両立に関する実験研究方法」に関し発言した内容をもとに執筆したものである。

靴は服装の一部で、その目的は社会的必要性(サイン、シンボル、ファッション等)と、生物学的必要性(身体保護)があり、その両立が求められている。つまり「カッコ良くて足にも良い」靴のことである。本シンポジウムのテーマである「ファッション」の代表としてヒールパンプスを取り上げた。同時にこの靴は「足に悪い靴」の代名詞でもある。しかし依然として人気があり実際のところ売れている。機能面では立位や歩行機能の補助・促進が第一である。生体が発する歩行推進力を効率よく地面に伝達する道具であり、足部の機能を最大限に引き出すことが求められる。したがって「カッコ良いヒールパンプスを痛くなく履けて快適に立つ・歩く」ための機能を実験で証明するための方法を紹介する。

形状適合性

形状適合性は靴の履き心地とも言える。足型寸

(2021/02/04 受付)

連絡先: 阿部 薫 〒950-3198 新潟県新潟市北区島見町 1398 番地 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: kao-abe@nuhw.ac.jp

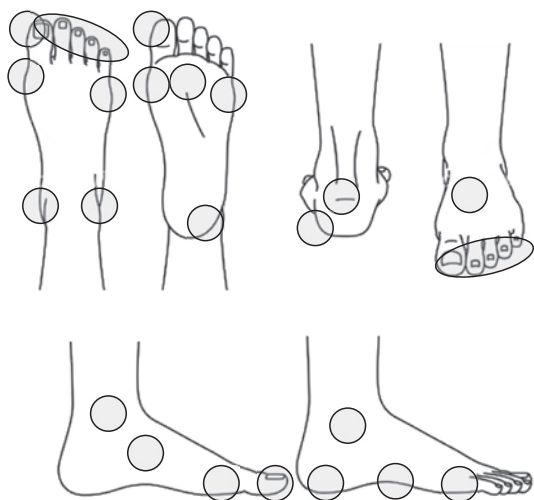


図1. 骨突起部・胼胝好発部位

法と靴内寸法の適合のためには、足部の徒手計測や3D機械計測が行われる。しかし実寸法のみでは適合せず、部位毎のコロシ（縮小率）や素材物性なども影響し問題は複雑であるため、現在のところ実験室実験では解決できていない。

靴のサイズが大きいと足部が靴内部で移動することにより摩擦力や剪断力を生じ、またサイズが小さくても不要な圧迫が増強して適合性は低下する。この結果、圧迫による疼痛や胼胝形成が観察され、図1に好発部位を丸印で示した。これらは骨突起部が中心であり、靴との接触部位としては履き口のスロート部を指摘することができる。

形状適合性の検討には、まず足型計測を行う。靴の現場では徒手計測が多く用いられている。一例を紹介すると、フットゲージ、ブランノックデバイス、フットプリント、インソール式、ギプスやインプレッションフォームによる採型などがある。

靴型の設計では、対象者の足長・足囲・足幅に加えて、少なくともボールガース、ウェストガース、インステップガース、ヒールガースなどの寸法が必要である。（図2）しかも周径であるガースが同じであっても、形状が異なれば全く違う靴になるため、3次元的な要素も必要となる¹⁾。

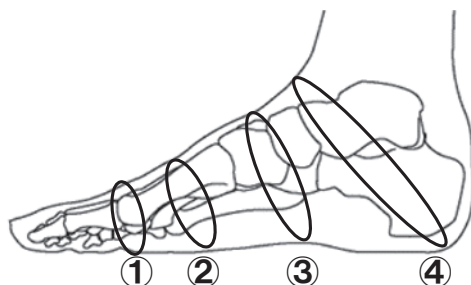


図2. 周径計測箇所（文献1より）

①ボールガース、②ウェストガース、③インステップガース、④ヒールガース

3次元データを取得するためには、3Dデジタル計測技術が用いられ、現在、わが国では数社の計測器が稼働している。何れもミリピッチ以下の精度が保証される、高水準の計測が可能となっている。

一方、靴内部の寸法計測にも3Dデジタル計測機器が登場し、足データと靴データの適合性の研究も進められており、一部はビジネスベースで靴選択サービスが提供されている。さらにスマホのアプリと連動して、手軽に足の寸法情報が得られる、フリックフィットやZUZOMATなども登場した。

足圧分散

足底の局所に圧力が集中すると疼痛を生じる。このためインソールの表面硬度を硬度計で計測し、使用感覚との関係性を検討できる。また凹凸形状を持つインソールの足圧分布はシート型圧力センサで計測でき、形状の適否が判断できる²⁾。

インソールに使用されるEVAなどのエラストマー系の素材は、ASKER C型硬度計（図3）で各アーチサポート部や胼胝ができやすい部位を計測する。さらにインソールタイプの圧力センサで足圧を計測するFスキャン（ニッタ社）を使用し、インソールが足底に与える圧力を計測する。

凹凸形状を有するフットベット構造の機能性インソールの評価ポイントは、原則的に全面接触式、

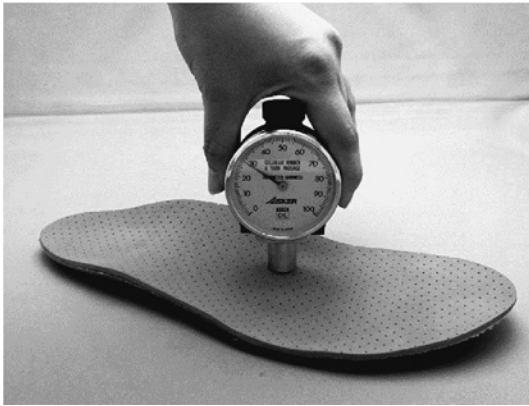
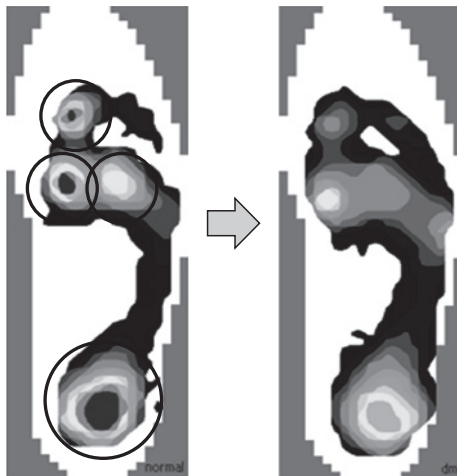


図 3. ASKER C 型硬度計

図 4. 足圧分布によるインソールの評価
左：インソールなし，右：インソールあり

トータルコンタクトになっているか、また足底荷重の3ポイントである踵部・母趾球・小趾球を中心に評価する。特定部位を免荷する構造とした場合には、骨突起部などの当該部位が適正に除圧されているかを判断する。そして足の3アーチを適切にサポートすることによって、足骨格が正しく保持されているかについて留意する。

糖尿病足病変に対する3層構造のインソール評価の実例を紹介する。これは歩行時のFスキャンの解析画面で、左がインソール無しの状態である。踵部・第1-2中足骨頭・第1末節骨底部に圧力が

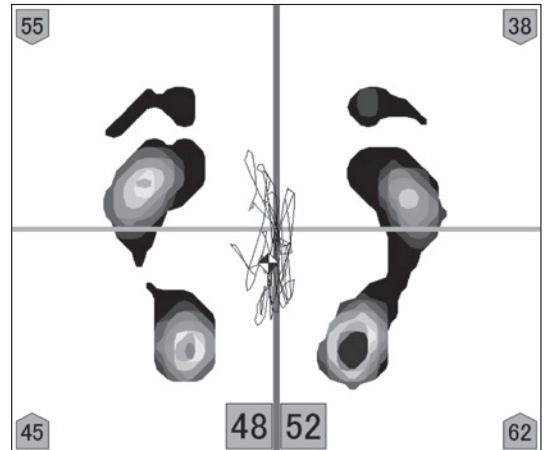


図 5. プレート型足圧分布計測器における COP 軌跡

集中している。右はインソール使用時の解析画面であるが、これらの部位における減圧効果を確認することができる。(図4)

バランス

一口にバランスといっても様々なバランスがある。立ち仕事用には立位バランス、歩行用には体重心バランスと歩行バランス、特定用途やスポーツ用には動作バランスなどを評価する。

立位バランスは重心動揺計で足圧中心 (COP) 軌跡長を比較する。歩行バランスでは、靴内の COP 軌跡はシート型圧力センサ、体重心 (CG) 軌跡は床反力計を使用する。さらに3次元動作解析装置により、身体セグメント毎の空間座標から全身のバランス (動的な滑らかさ等) を評価することができる。図5はプレート型足圧分布計測器フットビュークリニック (ニッタ社) の解析画像である。中心に計算上の重心点が表示され、両足間に COP 軌跡が描画されており、COP の軌跡長や動揺範囲と棄却楕円面積も算出することができる。なお実際の COP の動揺範囲は小さく見づらいため、説明図用としてわざと大きな動揺で表現した。

歩行運動

基本的に靴は歩くための道具であるため、歩行運動に対する評価が重要である。歩行周期やケイデンスなどの時間因子と、歩幅や歩隔などの距離因子を基本とする。また時間と距離から歩行速度を算出する。呼気ガス分析は身体全体に対する靴の負担具合を評価することができる。これらの総合評価により「疲れにくい、楽な靴」を判別する³⁾。

時間因子と距離因子を機械で計測することができる。スマートであり数値化もしやすいが装置は高額となっている。一方、ストップウォッチとテープメジャーを用いて、徒手的に歩行の時間因子と距離因子を計測することもできる。大学には高額な機械計測装置もあるが、簡便性を優先して筆者はこちらの方法を多用している。

靴が身体運動に与える影響を調べるときに「筋電図を使うのですか」とよく聞かれるが、筋電図は特定の筋肉の動きしかわからない。「この靴は楽に歩ける」という時の「楽に」というのは身体全体に対するコメントである。したがって身体全体に対する靴の負担具合を評価するには、呼気ガス分析を使用する。顔面に集気マスクを装着し、吸う空気と吐く空気の中の酸素と二酸化炭素化の比率から無酸素性代謝閾値(AT-point)を算出する。また簡単に酸素消費量でも比較することができる。空気中には約20%の酸素があり、これを吸って吐いたときに酸素が10%と13%では、酸素が13%戻ってくる方の靴が「燃費が良い」ので、

疲れにくい靴であると言えることができる。

ヒール靴研究の問題点

さいごに実験研究の問題点を指摘したい。筆者が行っている実験研究を端的にいうと、ヒトの感覚を数字という共通言語で表す難しさに挑戦していると言える。これを筆者は靴適合科学と呼んでいる。つまりヒトの一部である足と、モノである靴のマッチングを図る人間工学に分類される。

徒手計測でも機械計測でも、足の寸法という物理量を計測しているが、あくまでも静的状態での計測であり、現在の技術では動的状態での計測は困難である。ヒトが靴を使用するとき、静的状態であっても経時変化があり、また歩行や走行のように動的状態では刻一刻と寸法は変化する。骨格は形態変化が少ないと考えても、軟部組織はその変化量が大きい。靴との動的適合には未解決の問題が多く残っている。

文 献

- 1) 阿部 薫. 子どもの足の計測—足の成長と下肢アライメントからの考察—. 靴の医学 2019; 33 (2) : 99-103.
- 2) 阿部 薫他. 糖尿病患者の足底胼胝部の圧力低減を目的とした靴下およびインソール使用と全治切削処置の組合せ効果. 日本整形靴技術協会雑誌 2020; 5 : 45-8.
- 3) 阿部 薫. 走行の安全性とアシスト機能を有するランニングシューズの開発とその効果. 靴の医学 2012; 26 (2) : 12-6.

シンポジウム

小児の足の特徴

Features of the pediatric foot

日独小児靴学研究会

株式会社シンビオシス

Japan & German Children's Shoe Science Study Group

Symbiosis Co.,Ltd.

島村 雅徳

Masanori Shimamura

Key words : 幼児の足 (Children's foot), 足の発達 (Foot development), 姿勢 (Posture), FPI (Foot Posture Index)

要 旨

胎児の発生初期において、足部は最大回外位にあるが、足趾の分化と同時期に回内し、正常に近い足部肢位となって出生する。このとき回内が不十分または過剰な場合もあり、先天性内反足、扁平足はその帰結として捉えることができる。また出生時の足部は完全に骨化してはおらず、軟骨化に続き、骨化が起こる。Gijon ら (2018) の FPI を用いた研究によると、FPI の平均値は 5 歳を境に正常に近づき、多くの幼児期の扁平足が成長にともない正常な肢位に近づいていくことを示唆する。さらに足部の骨が形成過程にある 4 年間程度は、靴や足底装具によって、その骨の形態に影響を与えられる可能性がある。多くの幼児期の扁平足は、発達に伴い正常に近づくとされてはいるが、全てではなく、また足部の形態に影響を及ぼす可能性があるのはこの時期の他にない。

はじめに

本稿は第 34 回日本靴医学会学術集会で行われたシンポジウム「小児の足を健全に育てるための足と靴の知識」の発表内容をもとに執筆したものである。

個体の発生とは、「受精卵が成熟した成体の形態となるまでの過程」を意味し、その意味において、小児はまさに「発生過程のただなかにある」ということができる。つまり、小児期とは変化の時期であり、このため、「小児の足を健全に育てるための足と靴の知識」を考えるにあたり、胎児期までを視野にいれた小児の下肢、足の発生過程を知ることが、決定的な重要性をもつ。

そこで本稿は、胎児期の下肢、足部の発生から、小児期の足部のアライメントの変化までを視野に入れた小児期の足の特徴について述べ、そこから考えられる靴の重要性の理解へとつなげることを意図する。

胎児期の下肢の初期発生

胎児の発生において、下肢原基（足板）は妊娠第 5 週頃に現れる。その後、発生が進むと第 7~8

(2021/02/19 受付)

連絡先：島村 雅徳 〒399-0744 長野県塩尻市大門
80-2 ブルームよりも B210 号
TEL 090-5018-9887
E-mail sima40masi0@mail.goo.ne.jp

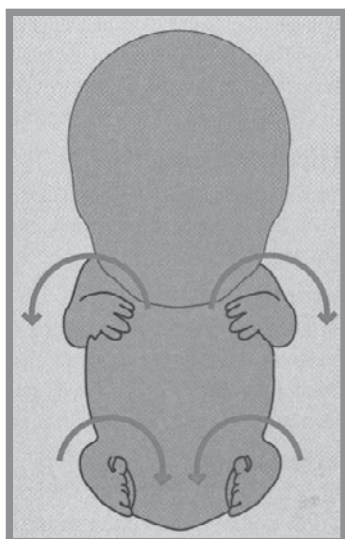


図1. 足部の回内



図2. 0歳時の足部¹⁾

週頃に足趾が分化し、いわゆる「足部」の形態がみられるようになる。足趾が分化する以前には、足部は最大に回外した状態にあり、左右の足底面が互いに向き合うような状態で母胎におさまっている。そして足趾の分化と同時期に、足部には内側列と外側列の間での回内が起こる。こうして、正常に近い軽度に回外した足部肢位となって出生するのである。

またこれに先立つ妊娠後、第6週頃には筋が発生し、背側神経の萌芽がみられる。このことから、



図3. 4歳時の足部¹⁾

回外した足部の回内が起こるこの時期には、すでに胎児の骨格筋系は、ある程度機能する状態にあると考えられる。つまり、第7～8週頃に起こる足部の回内は、胎児自身の筋の作用によるのではないかということが示唆されるのである。(図1)

また、このときに起こる回内は、それが不十分である場合や、過剰である場合も考えられる。つまり、出生後に見いだされる先天性内反足や扁平足は、このような病的な回内の帰結として捉えることができるのである。

出生後の足部の発達

出生時の足部は、完全に骨化しているわけではない。小児期の足部の骨は、軟骨性骨化により、軟骨化に続き、骨化が起こるのである。出生時には、距骨、踵骨、立方骨、中足骨、趾節骨など、足部の多くの骨に、すでに初期骨化中心が見られる。(図2)しかし、二次骨化中心が出現するまでの時期は、足部のそれぞれの骨で異なる。このうち舟状骨の骨化は足部の骨の中では最も遅く、4歳頃といわれる。(図3) また、骨端部が癒合して、足部の骨の成長が終わるには、青年期までの20年程度の長い期間がかかる。またこの間、小児期の足部および下肢には、骨化だけではなく、そのアライメントも順次変化する。

表 1. 出生後の FPI の変化³⁾

Age (years)	-2SD	-1SD	Mean	+1SD	+2SD	Sample size	SD	FPI median ($\pm 1SD$)	FPI median ($\pm 2SD$)	Clinical alert FPI $> \pm 2SD$
3	0.02	3.60	7.19	10.78	12.78	21	3.6	8 (4-12)	8 (0-12)	< 0 or > 12
4	1.11	3.76	6.40	9.04	11.79	20	2.6	6 (3-9)	6 (0-12)	< 0 or > 12
5	-2.41	0.91	4.22	7.54	10.68	55	3.3	3 (0-6)	3 (-3 to 9)	< -3 or > 9
6	-1.37	1.50	4.36	7.22	10.71	388	2.9	4 (1-7)	4 (-2 to 10)	< -2 or > 10
7	-1.53	1.40	4.32	7.24	10.67	536	2.9	4 (1-7)	4 (-2 to 10)	< -2 or > 10
8	-1.64	1.33	4.29	7.25	10.15	473	2.9	4 (1-7)	4 (-1 to 10)	< -1 or > 10
9	-1.74	1.11	3.96	6.81	9.83	625	2.8	4 (1-7)	4 (-1 to 10)	< -1 or > 10
10	-2.31	0.73	3.77	6.81	9.92	497	3.0	3 (0-6)	4 (-3 to 9)	< -3 or > 9
11	-1.77	1.28	4.33	7.38	10.20	377	3.0	4 (1-7)	4 (-2 to 10)	< -2 or > 10
12	-2.43	0.92	4.26	7.61	10.73	144	3.3	4 (1-7)	4 (-2 to 10)	< -2 or > 10
13	-0.03	2.71	5.45	8.19	11.18	33	2.7	5 (2-8)	5 (-1 to 11)	< -1 or > 11
14	-3.89	-0.28	3.32	6.92	9.92	22	3.6	4 (1-7)	4 (-2 to 9)	< -2 or > 9
15	-2.84	0.77	4.38	7.99	11.18	26	3.6	4 (0-8)	4 (-4 to 12)	< -4 or > 12

FPI とは

FPI は、安静立位時の足部肢位を評価する、診断ツールである²⁾。FPI では、①距骨頭アライメント、②外果上下のカーブ、③踵骨内・外反、④距舟関節周囲の隆起、⑤内側縦アーチの高さ、⑥前足部の内外転、の 6 つの基準で足部肢位を評価する。この 6 つの基準は、3 平面上で、足部領域全体（後足部、中足部、前足部）を評価することが可能なものとなっており、それぞれの基準で独立に、点数を付与する。そして、その点数を合計することにより、足部を「正常」、「回内」、「回外」に分類することができるのである。

出生後の FPI の変化

この FPI を用いた Gijon ら³⁾(2018) の研究によると、FPI の平均値は 4 歳以前には、+6 よりも大きく、この時の足部肢位は回内傾向にあることを示唆している。しかし 5 歳を境に数値は減少し、+4 前後と正常になる。（表 1）このことから、多くの幼児期の扁平足は、成長にともない正常な肢位に近づいていくことを示唆する。またこのことは、舟状骨の初期骨化中心が発達するのは出生後、4 年目であることとも関連していると思われる。

足部の発生と靴、足底装具

さらに、この足部の骨が形成の過程にある、最初の 4 年間程度は、靴や足底装具によって、その骨の形態に影響を与えることができる可能性があることに注意を喚起する必要がある。4 歳頃までの小児の足部は、形態形成中にあり、骨の形態に影響を与えることのできる可能性が残っているのである。もちろん、前述の研究から、多くの幼児期の扁平足は、発達に伴い正常に近づくことが示唆されているが、それがすべての子に起こるとは限らない。そして、足部の形態に影響を及ぼす可能性があるのはこの時期において、他にない。形態形成期が終わり、骨化が進んだ後には、骨の配列に影響を与えることはできるが、その形態には影響を及ぼすことができないのである。

ま と め

胎児期の足部の発生においては、その際初期には足部は回外の状態にあり、第 7 週頃に足部の回内が起こって正常に近いアライメントとなって出生する。この際、足部の回内の過不足が出生時の足部変形に関連があると考えられる。また、出生後の足部の骨化に関しては、舟状骨の形成は 4 歳頃と足部の他の骨と比較して遅い。それまで小児

は、安静立位において、回内した肢位となりやすい。さらに、この頃まで小児は形態形成期にあり、骨化が進んでいないため、靴、足底装具などでその骨形態に影響を与えられる可能性を残している。このことから、小児期に「適切な靴を装着」し、「適切な運動をする」ことから、「適切な足部の発達」を促すことができることが考えられるのである。

文 献

- 1) <http://bones.getthediagnosis.org/> (閲覧日 2021 年 2 月 16 日)
- 2) 澤田徹平, 尾田 敦, 成田大一他. Foot posture index-6 の検者内信頼性・誤差範囲の検討. 靴の医学 2016 ; 30 (2) : 26-30.
- 3) Gijon-Nogueron G, Martinez-Nova A, Alfageme-Garcia P, et al. International normative data for paediatric foot posture assessment : a cross-sectional investigation. BMJ Open 2019 ; 9 : e023341. doi : 10.1136/bmjopen-2018-023341

シンポジウム

ドイツ WMS 規格と日独子供足靴環境とその比較

Outline of the WMS children's feet measuring system in Germany and the comparison of Japanese and German children's feet and footwear environment

¹⁾ドイツ整形外科靴マイスター 佐久大学客員教授

²⁾フットケア足病学会・子供足靴改革 WG 学術委員

³⁾株式会社フィートバック 代表取締役

⁴⁾日独通訳者 ドイツ WMS 協会小児足靴アドバイザー

¹⁾Maker of orthopedic footwear (master craftsman), visiting professor of Saku University.

²⁾Member of Children's foot and footwear reform academic committee, Japanese Society for Foot Care and Podiatric Medicine

³⁾CEO, Feedback Co., Ltd.

⁴⁾Japanese-German interpreter, Qualified children's footwear adviser of the German Shoe Institute

ベーレ ルツ ^{1)~3)}, ベーレ 操 ⁴⁾

Behle Lutz ^{1)~3)}, Behle Misao ⁴⁾

世界的に最も古い手工業の一つであると言われている靴職人が、第一次大戦後に地雷などで主に脚部～足部を失った多くの負傷兵を社会復帰させるための研究会を発足し、後に職業特化した整形外科マイスターは、ドイツとオーストリアで早くから国家資格化した（今年でちょうど 100 年）世界的に見てもここまで専門的に特化しているのは、現在でもこの 2 国であり、数も少なく貴重で稀な職業である。

靴・下腿装具・皮膚・爪など足を総合的に観察・処置し、装具まで製作すると同時に、切断は時代と主に糖尿病足病変を専門とすることが多くなり、また小児から年配者までと非常に幅広くカバーする。

ドイツ整形外科靴マイスター ベーレ ルツは、ドイツ国際平和村・障がい児健常児混合幼稚園などでの小児足に対する多くの経験から今回、皆様に向けてドイツの小児足靴を巡る現状と制度的な面をお話する。ドイツ WMS 子供靴規格協会の制度的役割については、日本人唯一のアドバイザーである日独通訳者 ベーレ 操からお話することとする。

まずドイツの靴教育事情について、基本的に幼稚園入学までに、家庭や学童などで遊びながら靴の正しい装着を覚えるのがドイツである。決して学校が教える役割ではない。幼少期から靴を正しく装脱着する度にきちんと紐を開け閉めすることを覚えさせることは、手先を使いながら遊ぶ訓練も兼ねているのである。

またドイツの家庭及び育児書では約 70 年以上前から禁止事項となっているのは、W 開脚座り（お姫様座り）である。発達期においてこのような座り方が日常になり癖になってしまうと、膝関節と

(2021/02/18 受付)

連絡先: Behle Lutz 〒301-0041 茨城県龍ヶ崎市若柴町 883 株式会社フィートバック
TEL) 0297-65-6077
FAX) 0297-65-6077
E-mail) misaobehle@gmail.com

股関節に悪影響を与えていると言われている。こちらは日本の幼児に多く見られるので、注意喚起して頂きたい。

W 開脚座りと同じように注意して頂きたいのが、裸足教育と靴下の選択である。

日本で多く良かれと啓発されている裸足教育だが、脂肪層が多く軟骨期の柔らかい発達期の小児足においてはその状態に優しい柔軟性・反発性を有し適した環境であるべきである。

固く平坦な床は軟骨期の子供の足に衝撃が強すぎるので木であっても推奨しない。室内履きや室内遊戯用滑り止め靴下などを履かせることを勧める。勿論、裸足で沢山遊ばせること自体は足部感覚・運動器を養うために必要で、芝生や砂場での遊びは特に良い。室内であれば、反発性・衝撃吸収性を有するポリウレタン素材の床・絨毯・畳などが良い。

靴下については、滑り止め靴下は靴内で履かせないようにして頂きたい。なぜなら、靴下が歩行時の蹴り出時、足と一緒に前滑りせず、足だけが前滑りをする逆転現象が靴内で起きるので、足趾を無意識に踏ん張り足趾や爪変形の原因となる可能性が多い。基本的に滑り止め靴下はフローリング床対策の室内用で製造されているものである。

滑り防止のために園内外を全て裸足で教育されているところも多く見受けられるが、床環境と床の衛生環境をしっかりと再考して頂きたい。この時期、足部しもやけ（凍瘡）の子供を日本では比較的多く遭遇するが、子供の足環境を足温と衛生面で守れず、教育環境が原因でしもやけ（凍瘡）を発症した場合、ドイツであれば、児童保護相談所に通報され教育現場が懲罰対象、または親から厳しく責任を問われる可能性もある。

日本で多く見られる学校内指定靴であるが、問題点としては、まず、大前提として自由選択性でないこと。やはり、それぞれが足に合ったものを自由に購入できるようにするべきである。非常時に脱げてしまう様なヒールカウンターの安定性に欠けるバレエシューズタイプの構造、衛生や通気

性も確保できないプラスチックのスリッパタイプであるものなどを日本国内で頻繁に散見する。

日本の多くの室内指定履きや通学用指定靴は、足部に沿った構造になっていないこと、歩行を妨げずしっかりと足靴が一体となって歩けるような屈曲位置が足に対して適合していないことなどが大きな問題点として挙げられるが、そう言った指定靴を問題のない足の子が履くのであれば、特に大きな足部変形に繋がることもないと思われるが、結合組織が元来柔らかく、足部脚部に何らかの問題がすでに生じている子供には、脱げやすく健全な歩行を妨げるような靴を長時間履くことは、その問題をより深刻化させるであろう。

ドイツの幼稚園や学校では、通気性の良い素材に、守られるべきところはしっかりと安定性と支持性があり、また子供たちがそれぞれにあった靴を選択して履くという自由度がある。そして、室内・野外・雨天時などシーンによって多くの靴をしっかりと履き替えるのがドイツである。世界一、靴の個人所有数が多い民族であるという数値的エビデンスからもわかる。

それには、手工業としての靴職人から足をしっかりと守る整形外科靴職人という国家資格が100年も前からあること、フットケアが医療・特に糖尿病に特化した国家資格として2004年から存在し、足を巡る環境、歩かせること＝寿命であるという考え方が国家的にも重要視され根付いているのである。

ドイツでは一人に対して自立歩行が快適に出来るように1ユーロ医療費をかけると（治療や靴型装具、フットケア学療法、運動療法など様々なものを含む）、介護保険を使用せず、透析治療なども不必要となり、自立生活が可能となることで、国としての負担や家族負担も減少し、結果的に4ユーロとして社会経済効果として帰って来るといふエビデンスが出ているので、保険支払制度の中でも歩かせることに関する治療費は削減方向にない。

そのような強い足に対する意識がシステム構築

は小児靴の頃より始まっている。

1956年から59年までエレファンテンと言う子供靴専門製造メーカーの創業者エレファンテン氏と小児外科医マイヤー氏が調査チームを組み、ドイツ全土で26000人強の子供足を測定した。そこから子供の足のプロポーションや歩行を妨げない屈曲位置を研究し尽くし、世界唯一の子供靴規格協会が1966年連邦政府直轄のドイツ靴協会・商工会議所支援の下、設立された。

その規格とは、Weit 幅広 Mittel 標準幅 Schmal 細幅と一つのサイズに3幅を持たせる木型で、WMS協会がその木型を各メーカーにライセンス契約し提供する。製造が本格的に各メーカーから始まったのは74年からである。

数年ごとに小児科医や専門者、様々なスポーツ大学などと共同で計測、研究、調査レポートを発表しており、木型は数回改善されている。近年では機能性の高い様々な靴が多く、多くのメーカーから提供されている。

★ドイツ WMS 子供靴規格協会

提携パートナーメーカー 2021年現在

Daeumling [ドイムリング]

elefanten [エレファンテン]

Filli [フィリー]

Kangaroos [カンゴール]

Lurchi [ルアチ]

RICOSTA [リコスタ]

Superfit [スーパーフィット]

以前にWMS規格を採用していて、今は独自路線を展開している高機能な子供靴専門メーカーも多く存在する。(例：ナチュラリーノ・ブンドガード・プリギミ・リヒター・カッパなど)

メーカーへの木型提供だけではなく、靴販売員への専門教育やメーカーへのセミナー提供、親子セミナー、WMS開発計測器の普及活動(足長足幅を一度に測定できる優れもの)等も盛んにおこなわれている協会である。

WMS協会発行の調査レポート中の記述にもある、参考としたいエビデンスとして、長期的な

ドイツ・スイス・オーストリアの調査では、子供の足は年齢によって成長の度合いが違ってくる。2歳では、足は年に平均2cm大きくなり、靴は3サイズ大きくなることも明確に判明している。よって、下記のことが言える。一番目は、靴医学上、ドイツ諸国では黄金ルールとされている事象である。

- ・3歳よりアーチ形成が確認可能、フットプリント計測開始、足底板使用開始時期。
- ・(↑ それ以前は夜間矯正装具や手術、ギブス治療をすることがあっても、まずはハイカットで踵骨を安定させる靴を装着させることが大前提であり、3歳以降に靴適合と一緒に足底板を処方する。)
- ・男児女児共に7歳までは年に10~15mm大きくなり、その後、女児は年に10mm、男児は8~9mmと足部成長が鈍化する。
- ・そして女児は12歳まで男児は15歳まで成長率は急激に低下し、幼児期には3ヵ月ごと、小学生では半年ごとに新しい靴が必要ということになる。(Maier, Killmann 2003年)。
- ・子供の足は絶え間なく成長している。(12~15歳まで)(Maier, Killmann 2003年)。「停滞期」があって、急に靴のサイズが2~3サイズ大きくなることはない。

良い靴を見分ける基準として大事にして頂きたいポイントも付け加える。

- ・皮膚と環境に優しい材料・接着剤で出来ているか
- ・踵部・ヒールカウンターは上から見たらアキレス腱を囲むようにV字形状でしっかりと固いか
- ・【踵の安定は足部変形を防ぐ要】
- ・(上から見たらV字・後ろから見たら緩やかなハの字)
- ・ベルトや紐などで甲をしっかり固定できるか
- ・(ベルトは折り返しで、留めた先端が踵の中心ライン方向に流れていることが重要)
- ・中敷きは取出式で入っているか？(取り出し

てサイズを確認するため)

- ・中敷きの上に足を載せた時に1セントコイン(最低12mm 捨て寸と、ドイツでは子供靴販売員に教育)
- ・アウトソールの適度な柔軟性・ボールジョイント(母趾球・足幅が一番ある箇所でアウトソールのローリングが始まっているか)の確認(ソールのぐにゃぐにゃ柔らかすぎに注意)
- ・靴幅と足幅(MPライン)が一致しているか
屈曲位を足と靴で合わせることで歩行に無理なく足に優しい快適歩行

日本には子供足を徹底的に追求した子供靴だけ

の製造メーカーが存在しないので、その製造過程の技術力や材料の選択(接着剤に有機化合物が含まれているものは製造過程において使用不可なのがドイツ。日本や他アジア諸国ではまだ毒性の強いものが使用されているところもある)、規格基準が統一されていないのが現状である。

子供の足に本当に適したものであるか、多くの靴製造メーカーと共同で、専門者や研究者と一丸となり、子供の健やかな成長のために、子供足をしっかりと見切った健全な靴の製造と流通を改善するのが日本の今後の大きな課題と思われる。

シンポジウム

子ども靴の優先順位は、なぜ低いのか。

Why are children's shoes a low priority in consumption?

靴ジャーナリスト

Shoes Journalist

大谷 知子

Tomoko Oya

Key words : 子ども靴 (Children's Shoes), 靴消費 (Shoe Consumption), 母子健康手帳 (Maternal and Child Health Handbook)

要 旨

ここ20年余の間に子ども靴は変わった。ないのが当たり前だったハーフサイズは、あるのが普通になり、「足育」という言葉も生まれた。

市場的に見ても靴小売市場は、1990年代の1兆6000億円台をピークに縮小。現在、1兆3000億円台と推定される。その中にあって子ども靴はここ数年、2~3%ずつ伸びている。その要因は、少子化によって一人の子どもに対する出費額が増えたことにあり、子どもの足の成長に良い靴を求める消費性向も見られるようになっている。

だが、それでもなお一般的には、母親は「子ども靴の優先順位は低い」と言う。

なぜなのだろうか。

親たちが育児に関する情報を得るのは、さまざまな育児書だ。この内容を調べてみると、靴に触れているのは、“何を着せるか”というテーマの中でただ一箇所のみが一般的。足の成長との関係において靴に言及したものはない。

親になれば、誰でも手にするものに「母子健康手帳」がある。これは子どもが健全に成長しているかの指針になると思われるが、母子健康手帳においても、足については、「3~4か月健診」に股関節脱臼の有無をチェックする項目があるのみ。他には一切ない。

では、乳歯が生えてくると多くの親がケアを始める歯はどうか。1歳以降、歯列図を入れてむし歯、歯茎の状態、また噛み合わせをチェックするようになっている。

靴医学会なりが働き掛けを行い、母子健康手帳に股関節脱臼だけでなく足の健診が行われるようになり、足の健康と靴の重要性が社会教育に組み込まれるようになったならば、子ども靴の優先順位は、確実に上がるに違いない。

緒 言

筆者は、1996年に『子供靴はこんなに怖い』という書籍を出版している。当時、子ども靴は、ハーフサイズがないのが当たり前の状況。靴が、子どもの足、そして全身の成長に対して大きな役割を果たすことは、ほとんど知られていなかった。出版は、子どもの足の成長と靴の重要性を消費者に伝え、子ども靴が置かれる状況を改善し、子ども靴そのものの認知度を向上させることを目的とした。

(2021/02/19 受付)

連絡先 : 大谷 知子 〒361-0067 埼玉県行田市下池野 483-1

TEL 048-594-6275

携帯 090-3472-7563

FAX 048-554-9543

E-mail oya@obring.jp

それから20年余り、昨年のこと。中堅出版社の女性編集者と話す機会があった。小学校入学前の子どもがおり、保育園に預けて勤務していると言う。靴をどのように選んでいるか、子ども靴の重要性を認識しているか等、聞いてみた。

すると「子どものものに関して、靴の優先順位は低い」と。

ハーフサイズがない方が珍しくなり、「足育」という言葉も生まれ、ここ数年は、靴市場全体が厳しい状況にある中で、子ども靴は市場規模が拡大している。

しかるに「優先順位は低い」のである。

その原因は、どこにあるのか。そこにアプローチする。

靴小売市場の動向と子ども靴

靴小売市場は現在、1兆3000億円台で推移しているが、ピークは、1兆6000億円を記録した1990年代だ。(図1参照) 数量的には、1980年代半ばに既に飽和点に達しており、単価アップによってマークされたものだ。その要因は、1970年代のジョギングシューズのヒットに続く、第二次とも言えるスニーカーブームだ。その牽引車は、ナイキのエアマックス。人気モデルの並行輸入品に標準小売価格の3倍、5倍、それ以上というプレミアム価格がつき、盗難も発生するという白熱ぶりだった。

その後、2000年代初頭まで1兆6000億円前後を維持したが、消費の低迷、またファストファッションの注目による中心価格の下落、そして決定的だったのが、2008年のリーマンショック。世界が金融危機に陥り、経済が低迷。国内靴市場も1兆3000億円台に落ち込んだ。

それが回復基調に入るのは、2012年頃。この要因も、スニーカーへの注目だ。普通のファッションを意味する「ノームコア」がトレンドとして浮上し、ジーンズに普通のスニーカーという装いがトレンドなファッションとして広がり、普通のスニーカーの売上げが上昇した。その結果、2014

年には1兆4000億円台を回復した。

しかしスニーカーのブーム現象が落ち着きを見せ始めると、再び1兆4000億円を割り、1兆3000億円台が続いているという現状にある。

では子ども靴はと言うと、ピークを迎えた1990年代においても、人口に占める15歳未満の子どものシェアが15%台だったにもかかわらず、靴小売市場に占めるシェアは5%程度。1000億円を超えたことはなかった。

それが、市場全体が再び減少に転じた2017年以降、子ども靴は、2~3%ではあるが、成長を続け、1000億円に届こうとしている。

要因は、皮肉なことに少子化だ。

「6ポケット」という言葉がある。「ポケット」とは「財布」。両親で二つ、それぞれの祖父、祖母で「2×2=4」。子どもが少なくなったことによって、一人の子どものために出費できる財布が六つになったことを意味している。

子ども靴市場が小さいのは、購入単価が低いことにあったが、財布が増えたことによって単価アップとなり、子ども人口は減少の一途を辿っているにもかかわらず、市場が伸びているのである。

マーケット動向を調査・研究する著名な某経済研究所は、子ども靴市場の伸びについて「子どもの足の成長に配慮する保護者が増加しており、足の成長を妨げない、または発育を促進する高機能子ども靴が支持されている」と分析している。

母親のニーズと育児書がもたらす情報

しかるに母親の一人は、「靴の優先順位は低い」と言ったのだ。

彼女は、編集者。職業柄、世の中の動きに気を配っているはずであり、一般の消費者よりも意識は高いと思われる。しかし、上記のように言うのである。もっと詳しく聞きたくなり、後日、質問した。答えは、次の通りだった。

「妊娠から出産、そして育児、初めてのことであり、不安、戸惑い、分からないことばかり。それを解消してくれるのは、本。さまざまな本を買い

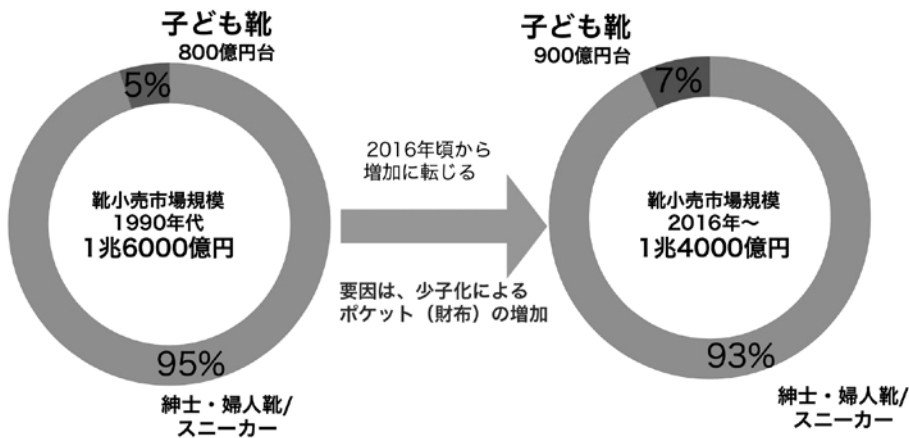


図1. 靴小売市場と子ども靴

ました。乳児期がいちばん多く、授乳、寝かしつけ、離乳食など。その後は、子どもにストレスを与えない声かけや教育がメイン。靴については、ウェブで見たり、友人に聞いたり。最終的には百貨店売場の販売員さんに相談してファーストシューズを選び、その後はそれほど気にしていません。こんな状況を『優先順位が低い』と言いました。同じように子育てをしながら働いている先輩や同僚にも聞いてみましたが、私と変わらないようです」。

足の成長や靴が果たす役割についての認識があれば、前段で引用した某経済研究所の分析のように「足の成長を妨げない」靴というところに繋がるのだろうが、上記の答えが示すのは、それ以前の段階。靴については、ファーストシューズは気に掛けるが、その後の意識はない。足については、全く意識していないということだ。

また育児の情報源は、「本」であるとしている。育児書に足や靴についての記載があるかチェックしてみた。

松田道雄著『育児の百科』(岩波書店刊)は1967年の初版以降、現在も発行し続けられているロングセラーだ。1980年に新版に改訂され、83年に発行された新版第6刷が手許にある。索引から当たると、「1歳から1歳6ヵ月まで」の章に「子ども

の靴」という項目、また同じ章に歩き始めの脚の特徴、歩き始めが遅い子どもにも言及している。だが、「足」は索引に見当たらず、足の成長には触れていない。

では、最近の育児書はどんな内容になっているのか。前記のロングセラーとは、体裁が全く違う。

前記は、現在は『定本育児の百科』となり文庫本3巻になっているが、3冊合計ページ数は1700ページ以上。写真やイラストは挿絵的扱いであり、ほとんどが文字だ。

それに引き換え最近のものは、イラストをふんだんに使い、非常にビジュアル。読むではなく、見る本といった体裁になっている。

そして肝心の足と靴についてだが、靴については、チェックした育児書のすべてが触れている。但し、月齢に応じて何を、どう着せるか、いわば服装計画の中での扱いであり、記載は大抵が1箇所のみ。(図2)健康という視点は、一切ない。

これでは、育児書をいくら読んでも、いや見ても、靴、そして足が子どもにとって大切であるという認識は芽生えない。

母子健康手帳における足

このような育児書は、保護者が随意に購入するものであるが、子どもを持つに当たり、誰もが手

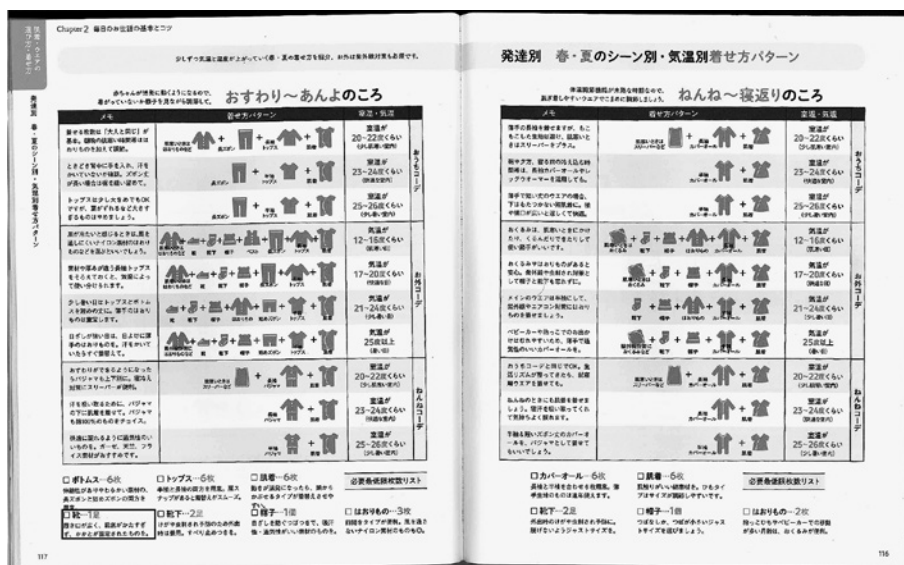


図2. 一般の育児書の服装計画ページ. 四角でマーク(左下隅)したのが、靴に関する記載

にするものに通称「母子手帳」がある。

正式には「母子健康手帳」と言うが、国が提供する母子保健サービスを受けるためには、妊娠した者は、居住する市町村に妊娠届を提出する必要があるが、提出すると交付される。交付は、母子健康法によって定められ、同法は、母性、及び乳児と幼児の保健指導、健康診査、医療その他の措置を講じることによって、国民保健の向上に寄与することを目的としている。とすれば、母子健康手帳は、乳児・幼児を健康に育むためのツールと解釈できる。

そこで、母子健康手帳の中味を検討してみた。

母子健康手帳は、市町村によってさまざま。子どもに人気のキャラクターをあしらうなどして親しみやすいように趣向が凝らされている。(図3)しかし、さまざまなのは表紙だけ。市町村に裁量が任されている部分もあるが、基本様式は、省令によって定められている。

その基本様式の乳児・幼児のページは、「早期新生児期(生後1週間以内)」から始まり、後期新生児期(生後1~4週)」、その後は「生後1か月」「生後3~4か月」「生後6~7か月」「生後9~10か月」「1

発達別 春・夏のシーン別・気温別着せ方パターン

ねんね～寝返りのころ

シーン	春・夏	秋・冬
授乳	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
おむつ交換	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お風呂	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お昼寝	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お散歩	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お出かけ	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お風呂	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お昼寝	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お散歩	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お出かけ	授乳が 20~22度くらい (15~20度)	授乳が 20~22度くらい (15~20度)

授乳が 20~22度くらい (15~20度)
おむつ交換 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お風呂 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お昼寝 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お散歩 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お出かけ 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お風呂 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お昼寝 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お散歩 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お出かけ 授乳が 20~22度くらい (15~20度)

授乳が 20~22度くらい (15~20度)
おむつ交換 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お風呂 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お昼寝 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お散歩 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お出かけ 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お風呂 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お昼寝 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お散歩 授乳が 20~22度くらい (15~20度)
お出かけ 授乳が 20~22度くらい (15~20度)

歳児」「1歳6か月児」、その後は「2歳児」以降は1年ごとに6歳まで健診結果を記入するようになっている。

検診項目は、新生児期は、体重と哺乳力、1歳児以降は、体重、身長、頭囲、栄養状態を基本に、例えば「6~7か月」からの歯など、年齢によって検査すべき項目が追加される形になっている。

それで関心事は、「母子健康手帳」の健診項目に足に関するものがあるかだ。

あるには、ある。しかし、「3~4か月」に「股関節開排制限：なし・あり」(図4)、つまり股関節脱臼の有無のチェックがあるのみだ。

一方、健診の対抗ページは、「保護者の記録」となっており、月齢・年齢に応じて成長のポイントとなる事項が掲げられ、保護者が答えを記録できるようにになっている。

そのページを検証してみると、

〈保護者の記録【9~10か月】〉(図5)

○はいはいをしたのはいつですか。

○つかまり立ちをしたのはいつですか。

〈保護者の記録【1歳の頃】〉

○つたい歩きをしたのはいつですか。



図3. 各市町村が表紙に趣向を凝らす母子健康手帳

〈保護者の記録【1歳6カ月の頃】〉

○ひとり歩きをしたのはいつですか。

〈保護者の記録【2歳の頃】〉

○走ることができますか。

〈保護者の記録【3歳の頃】〉

○手を使わずにひとりで階段をのぼれますか。

〈保護者の記録【4歳の頃】〉

○階段の2, 3段目の高さからとびおりるようなことをしますか。

○片足でケンケンをしてとびますか。

〈保護者の記録【5歳の頃】〉

○でんぐり返しができますか。

〈保護者の記録【6歳の頃】〉

○片足で5~10秒間立っていますか。

これらは各ページのトップに掲げられており、すべてが足の運動機能の発達状態を確認する質問だ。

これは、足の発達が、乳幼児の成長にとって、それだけ重要であることを示していると言えるが、健診項目には、足に関することはない。

このように一般の育児書、そして母子保健を担う母子健康手帳にも足に関する健診項目はない。こうした状況が、子ども靴の優先順位の低さの要因になっているのではないだろうか。

ま と め

子どもの成長についての靴の重要性についての

3 ~ 4 か 月 児 健 康 診 査 (年 月 日実施・ 月 日)			
体 重	g	身 長	cm
胸 囲	cm	頭 囲	cm
栄養状態:	良・要指導	栄養法:	母 乳・混 合・人工乳
股関節開排制限: なし・あり			
健康・要観察			
特記事項			
施設名又は 担 当 者 名			

図4. 母子健康手帳〈3~4か月児〉健診ページ。丸でマークしたのが股関節脱臼に関する項目(母子健康手帳の画像は、省令様式から抜粋、他も同様)

認知度を上げたい。そのことを考えるにつけ思い浮かぶのは、歯のケアに対する保護者の認識は非常に高いことだ。

歯が生え始めるのは、6ヵ月を過ぎた頃。下中央の前歯2本がちょこんと白い頭を見せ、すっきり2本揃うと、多くの母親は、それをガーゼで拭くなどして歯のケアを始めるだろう。そして上の2本も揃うと、歯ブラシを使って歯磨きを始める。

このような行為は、母親にとって常識というくらい浸透していると思われる。

母子健康手帳を見ると、〈保護者の記録【9~10か月】〉(図5)のページに歯列図が掲載され、生えた歯をチェックするように促している。そして1歳以降は健診ページ(図6)に歯列図が記載され、要治療のむし歯、歯の汚れ、歯肉・粘膜、及び噛み合わせの状態をチェックするようになっている。

一般の育児書の多くが乳児からの歯磨きの重要性に触れているが、母子健康手帳の上記のような記載が、歯のケアに対する意識づけに大きく貢献していることは確かではないか。

もし母子健康手帳に足型が掲載され足の健康状態をチェックするページができたなら、母親の足

保護者の記録【9～10か月頃】 (年 月 日 記録)

☐ はいはいをしたのはいつですか。 (月 日 頃)

☐ つかまり立ちをしたのはいつですか。 (月 日 頃)

☐ 指で、小さい物をつまみますか。 はい いいえ
(たばこや豆などの異物誤飲に注意しましょう。)

☐ 機嫌よくひとり遊びができますか。 はい いいえ

☐ 離乳は順調にすすんでいますか。 はい いいえ
(離乳食を1日3回食にし、9か月頃から歯ぐきでつぶせる固さにします。)

☐ そっと近づいて、ささやき声で呼びかけると振り向きますか。 はい いいえ

☐ 後追いをしますか。 はい いいえ

☐ 歯の生え方、形、色、歯肉などについて、気になることがありますか。 いいえ はい

☐ 子育てについて気軽に相談できる人はいますか。 はい いいえ

☐ 子育てについて不安や困難を感じることはありませんか。 いいえ はい 何ともいえない

☐ 成長の様子、育児の心配、かかった病気、感想などを自由に記入しましょう。

歯の生えた月日を右の図に記入しましょう。
(生え始め、 か月)
むし歯など歯の異常に気がいたら右の図に×印をつけておきましょう。

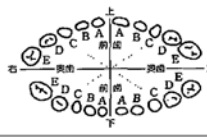


図5. 母子健康手帳〈保護者の記録【9～10か月頃】〉四角でマークした箇所が「はいはい」「つかまり立ち」についての質問。下には歯列図

に対する意識が高まり、「子ども靴の優先順位は低い」などと言う母親は、減少するのではないだろうか。

母子健康手帳に足の健診を盛り込むといったことを実現するには、何が必要なのだろうか。

厚生労働省の母子健康手帳に関するページに、「『母子健康手帳に関する検討会』報告書について」という項目があった。開いてみたところ、冒頭に次のように記載されていた。

「母子健康手帳は、昭和17年の妊産婦手帳に始まる長い歴史を有する母子保健の基本的な政策手段として、(中略)多くの国民に親しまれてきた。昭和40年に母子保健法に基づく母子健康手帳となってからは概ね10年ごとに社会情勢や保健医療福祉制度の変化、乳幼児身体発育曲線の改訂等

1 歳 児 健 康 診 査
(年 月 日 実施・ 歳 月 頃)

体 重 g 身 長 cm

胸 囲 cm 頭 囲 cm

栄養状態: 良・要指導 母 乳: 飲んでいない・飲んでいる

1日に食事()回、 目の異常 なし・あり・疑

間食(おやつ)()回 (別紙異常・その他) ()

健康・要観察

歯 状 態

歯	E	D	C	B	A	B	C	D	E
上の歯									
下の歯									

要治療のむし歯: なし・あり (本)
歯の汚れ: きれい・少ない・多い ()
歯肉・粘膜: 異常なし・あり ()
かみ合わせ: よい・経過観察 (年 月 日 診査)

特記事項

施設名又は担当者名

次の健康診査までの記録
(自宅で測定した身長・体重も記入しましょう。)

年 月 日	年 齢	体 重 g	身 長 cm	特 記 事 項	施設名又は担当者名

図6. 母子健康手帳〈1歳児〉健診ページ。中央に歯の状態チェックがある

を踏まえて様式の改正を行ってきた。」

そして平成23年に開かれた検討会の詳細が報告され、最後に検討会のメンバーが記載されていた。

市町村の保健所や保健センターの長、産婦人科や小児科の教授や医師と並んで日本医師会、そして日本歯科医師会理事の名前もあった。

母子健康手帳に足についての記載を実現するには、例えば靴医学会としての働き掛けが必要であることを示唆していると言える。

もしこのようなことが実現し、母子健康手帳に足の健康チェックが組み込まれ、子どもたちにとっての足の健康と靴の重要性が社会教育の中に組み込まれたとしたら、子ども靴の優先順位は、確実に上がるに違いない。

シンポジウム

内反型変形性足関節症に対する

外側楔付足底挿板の有効性と患者満足度

The effectiveness and satisfaction of the lateral wedged insole in patients with varus type ankle osteoarthritis

奈良県立医科大学 整形外科教室

Dept. of Orthopaedic Surgery Nara Medical University

黒川 紘章, 谷口 晃, 宮本 拓馬, 川原田 圭, 田中 康仁

Hiroaki Kurokawa, Akira Taniguchi, Takuma Miyamoto, Kei Kawarata, Yasuhito Tanaka

Key words : 変形性足関節症 (ankle osteoarthritis), 保存治療 (conservative treatment), 外側楔付足底挿板 (lateral wedged insole)

要 旨

距骨下関節の代償機能を認める初期の内反型変形性足関節症に対する保存治療に外側楔付足底挿板(足底挿板)が用いられる。今回、足底挿板を用いた保存治療のJSSFとSAFE-Qによる治療成績を報告する。対象は8例11関節で、平均年齢は71歳。高倉田中分類のstage 2, 3a, 3b, 4が各1, 7, 2, 1関節であった。平均観察期間は25ヶ月で、疼痛の程度に合わせて、薬物治療や、関節腔内注射を併用した。JSSFは64から72に改善した。SAFE-Qは痛み関連が54から56、身体機能が54から61、社会生活機能が52から67、靴関連が58から69、全体的健康感が61から74であった。高倉田中分類の初期だけではなく、進行期や末期の症例をあわせても概ね良好な成績が得られ

ていた。

緒 言

変形性足関節症(OA)の原因として海外では、足関節内骨折などによる外傷性OAが多いのに対して、本邦では正座や胡座等に代表される生活習慣の影響により内反型OAの頻度が高い¹⁾。単純X線像での特徴として、足関節における脛骨関節面の内反と前方開き、内果関節面の末梢開きおよび形成不全などがあげられる。また、大腿骨の骨頭中心と踵骨の最下点部の陰影を結ぶ荷重線が足関節を通過する点は内側へ偏位している。OAの患者においてADLの障害の程度は膝や股関節における関節症と同等といわれている²⁾³⁾。

内反型OAの診断では、荷重時の足関節単純X線像の正面像を用いて距腿関節の関節裂隙の状態を評価する高倉田中分類⁴⁾が用いられる。(図1)

治療方法は、まずは消炎鎮痛剤などによる薬物治療や、足関節周囲筋のトレーニングなどの理学療法、外側楔付足底板(足底挿板)(図2)などの装具治療に代表される保存治療から始まり、保存治療に抵抗性の症例に対しては、年齢などの活動

(2021/02/18 受付)

連絡先: 黒川 紘章 〒634-8522 奈良県橿原市四条町840

奈良県立医科大学整形外科

Tel (0744) 22-3051

Fax (0744) 25-6449

blackandriver@hotmail.co.jp



図 1. 高倉田中分類

- Stage 1 : 関節裂隙の狭小化は認めない
- Stage 2 : 関節裂隙の狭小化を認める
- Stage 3a : 内果関節面のみ関節裂隙が消失
- Stage 3b : 関節裂隙の消失範囲が天蓋部にも及ぶ
- Stage 4 : 全体的に関節裂隙の消失を認める

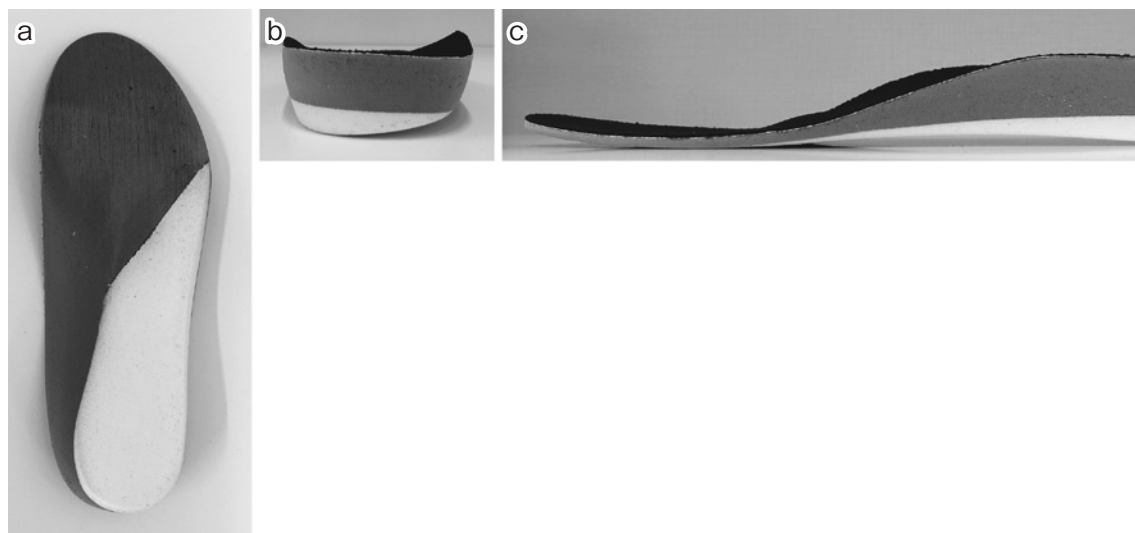


図 2. 左足の足底挿板

- a) 足底面から：白色の部分が楔の部分となる
- b) 後方から：外側の楔となる（約 10mm で作成）
- c) 外側から：MTP 関節の近位まで楔をつける

性や画像検査の結果を含めた患者背景に従い、下位脛骨骨切り術や人工足関節置換術、足関節固定術などの手術治療（図 3）が選択される。

さて、これまで我々は、高倉田中分類の stage 2 までの初期の症例においては、距骨下関節における代償機能が残存しており、内側へ偏位している荷重線を外側へ矯正することを目的とした足底挿板を用いることで良好な成績が得られることを本学術集会において報告してきた。（図 4）一方

で、本来であれば手術治療が好ましいような保存治療で十分な改善が得られていない症例においても、治療方針に対する患者自身の希望や家庭環境、職業など社会的背景によって手術治療を選択せず、保存治療の継続を希望されることがある。

今回我々は、本来適応となる初期だけではなく、すべての stage において内反型 OA に対する足底挿板の治療成績を調査したので報告する。

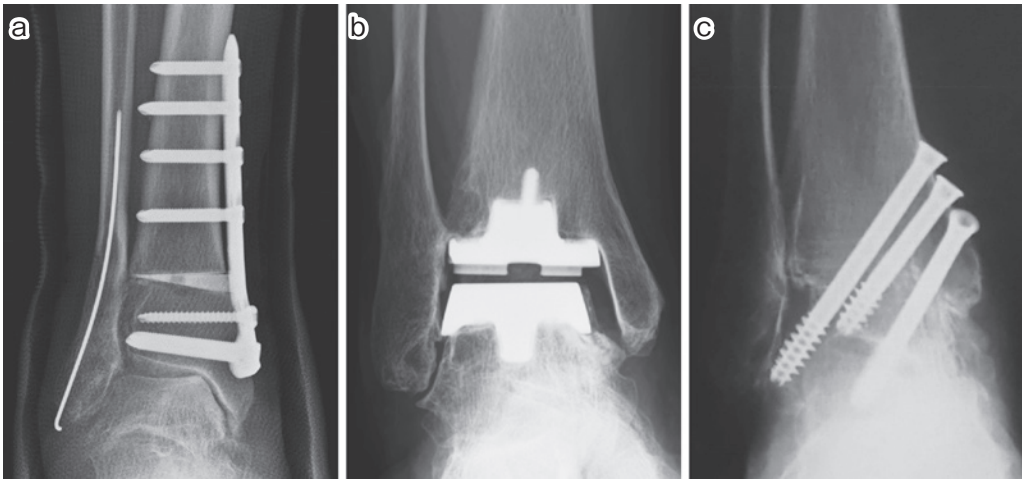


図3. 変形性足関節症に対する手術治療
a) 下位脛骨骨切り術 b) 人工足関節置換術 c) 足関節固定術

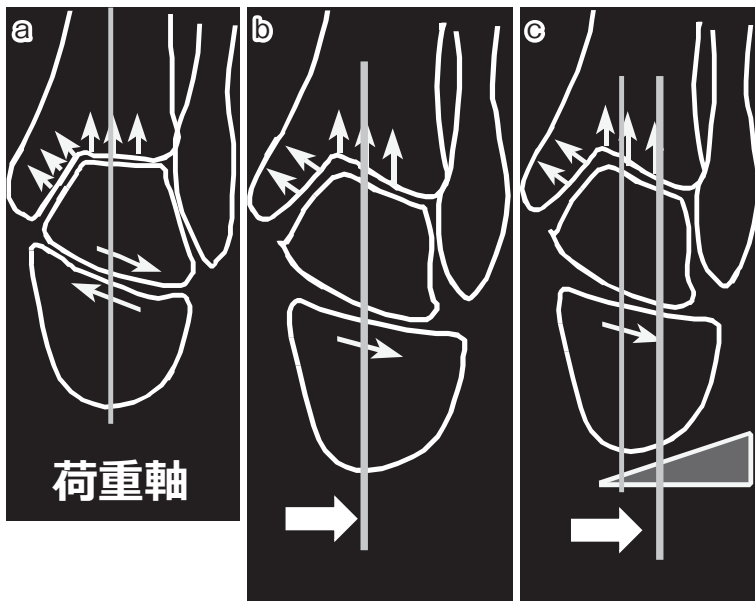


図4. 荷重線

- a) 正常
- b) 初期の内反型 OA では距骨下関節の代償機能があるものの、荷重線は内側に偏位する
- c) 足底挿板を挿入することで荷重線を外側へ矯正

対象と方法

2014年以降に当科で内反型 OA に対して足底挿

板による保存治療を開始した症例で、反対側も含めて下位脛骨骨切り術や固定術、人工足関節置換術を施行せずに1年以上保存治療が可能であった

8例11関節を対象とした。前医ですでに足底挿板による治療が開始されていた症例は除外した。初診時平均年齢は71歳(51-78歳)で全例女性、高倉田中分類のstage 2が1関節、stage 3aが7関節、stage 3bが2関節、stage 4が1関節であった。平均観察期間は25ヶ月(12-58ヶ月)であった。疼痛の程度に合わせて、適宜消炎鎮痛剤などの薬物治療や、関節腔内注射を併用した。臨床評価として治療開始前と最終診察時のJSSF (Japanese Society for Surgery of the Foot)スケール⁵⁾⁶⁾と患者立脚型評価方法であるSAFE-Q (Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire)⁷⁾⁸⁾を用いた。統計学的解析にはスチューデントのt検定を用いて有意水準は5%未満とした。

結 果

経過中に1例に対して関節鏡視下滑膜切除術を施行したが、全症例でstageの進行は認めなかった。JSSFスケールは疼痛が40、機能が50、アライメントが10の合計100で評価される。疼痛に関して治療開始前 20 ± 0 から最終診察時 28 ± 4.0 ($p < 0.01$)、同様に機能に関して 38 ± 9.7 から 38 ± 7.9 ($p = 0.98$)、アライメントは前後で 5.9 ± 3.0 で変化なく、合計は治療開始前 64 ± 12 から最終診察時 72 ± 10 に症例数が少なく有意差は認めないものの改善した ($p = 0.093$)。同様にSAFE-Qでは下位尺度別に①痛み・痛み関連が 54 ± 19 から 56 ± 24 ($p = 0.83$)、身体機能・日常生活の状態が 54 ± 13 から 61 ± 21 ($p = 0.36$)、社会生活機能が 52 ± 17 から 67 ± 24 ($p = 0.15$)、靴関連が 58 ± 10 から 69 ± 18 ($p = 0.12$)、全体的健康感が 61 ± 24 から 74 ± 21 ($p = 0.29$)であった。症例数が少ないためか、すべての下位尺度において有意差は認めなかったものの改善傾向を示した。

考 察

前述のごとく、内反型OAに対する保存治療として、まずは体重制限や、安静指導を行い、薬物療法を開始する。理学療法では特に、内反型OA

対して長短腓骨筋を中心とした外旋筋群の訓練が有効である。ヒアルロン酸を用いた関節腔内注射に関して、報告は少ないものの海外では一定の除痛効果が得られ手術時期を遅らせることが可能とされている⁹⁾が、本邦では保険適応がないので注意が必要である。足底挿板に関しては、以前から内反型の変形性膝関節症に対しても用いられるが、長期成績に関しては明確なエビデンスがなく、大腿脛骨角(FTA)の改善は期待できるものの、除痛効果や機能改善効果には乏しいと報告されている¹⁰⁾¹¹⁾。一方で、内反型OAに対しては床面に近いため膝よりも大きな効果が期待できる。特に距骨下関節の代償機能が残存している初期の症例に対しては内側に偏位した荷重軸を外側に矯正させ、良好な成績が期待できる。しかし、距骨下関節の代償機能が期待できないstage 3b以降の末期の症例に対する効果は不明であり注意が必要である。

保存治療に抵抗性の症例に対する手術治療としては下位脛骨骨切り術や人工足関節置換術、足関節固定術などがあるが、多くの場合で入院のうえで手術治療を施行し、後療法には局所安静のために外固定や荷重制限が必要となる。よって、stage 2までの初期症例だけではなく、進行期や末期の症例であっても保存治療を希望されることもある。

今回我々は、末期の症例も含めた足底挿板の治療成績を報告した。JSSFスケールやSAFE-Qの結果から、有意差は認めないもののすべての項目において治療開始前より改善していた。

また、足底挿板による治療の問題点として、使用できる靴の制限などが懸念されるが、SAFE-Qでの靴関連は改善しており、一定の患者満足度は得られていることが分かった。

しかし、内反型OAの自然経過について、単純X線の足関節側面像で距骨の前方亜脱臼を認めるものや、stage 3aとstage 3bの症例においては、荷重時距骨傾斜角(TTW)が 2° 以上であった場合に、変形が増悪していくことが分かっている¹²⁾。(図5)これに対して足底挿板が増悪の予防効果が

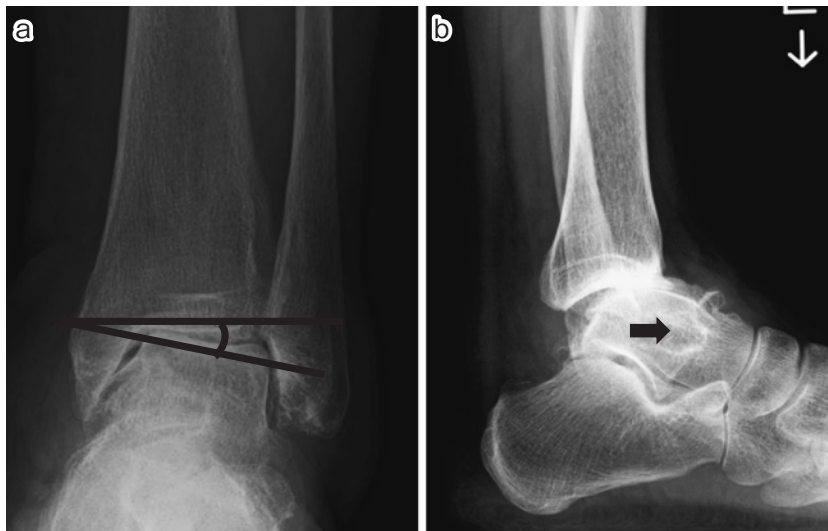


図 5. a) 荷重時距骨傾斜角, b) 距骨の前方への亜脱臼

あるのかは不明である。したがって、保存治療の際には自然経過を考えながら、必要に応じて治療方針を決定していく必要がある。

結 語

内反型 OA に対する、足底挿板の治療成績を報告した。JSSF スケールと SAFE-Q において有意差は認めないもののすべての項目で治療開始前よりも改善していた。

症例によっては保存治療中に、変形の進行を認める場合があるので注意が必要である。

文 献

- 1) Takakura Y, Tanaka Y, Kumai T, et al. Low tibial osteotomy for osteoarthritis of the ankle. Results of a new operation in 18 patients. *J Bone Joint Surg Br* 1995 ; 77 (1) : 50-4.
- 2) Benich MR, Ledoux WR, Orendurff MS, et al. Comparison of treatment outcomes of arthrodesis and two generations of ankle replacement implants. *J Bone Joint Surg [Am]* 2017 ; 99-A : 1792-800.
- 3) Queen RM, Sparling TL, Schmitt D. Hip, knee, and ankle osteoarthritis negatively affects mechanical energy exchange. *Clin Orthop Relat Res* 2016 ; 474 : 2055-63.
- 4) Tanaka Y, et al. Low tibial osteotomy for varus-type osteoarthritis of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 2006 ; 88 (7) : 909-13.
- 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 (5) : 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 (5) : 466-74.
- 7) 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.
- 8) Niki H, Haraguchi N, Aoki T, et al. Responsiveness of the Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire (SAFE-Q) in patients with hallux valgus. *J Orthop Sci* 2017 ; 22 : 737-42.
- 9) J Lucas Y Hernandez, V Darcel, D Chauveaux, et al. Viscosupplementation of the ankle : a prospective study with an average follow-up of 45.5 months. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013 ; 99 (5) : 593-9.
- 10) Amy Wagner, Sarah Luna. Effect of Footwear on Joint Pain and Function in Older Adults With Lower Extremity Osteoarthritis. *J Geriatr Phys Ther*. 2018 ; 41 (2) : 85-101.
- 11) Bingbing Zhang, Xing Yu, Long Liang, et al. Is the Wedged Insole an Effective Treatment Option When Compared with a Flat (Placebo) Insole : A Systematic

靴の医学 34(2)2020.

Review and Meta-Analysis. Evid Based Complement
Alternat Med 2018 ; 2018 : 8654107.

12) 黒川紘章, 谷口 晃, 田中康仁, 他. 内反型変形性足

関節症 stage 3a, 3b の自然経過における予後不良因子
の検討. 日足外会誌 2018 ; 39 (1) : 200-2.

シンポジウム

足底挿板の有用性とリハビリテーションへの応用

Availability of insoles and application to rehabilitation

¹⁾羊ヶ丘病院 リハビリテーション科

²⁾羊ヶ丘病院 整形外科

¹⁾Dept. of Rehabilitation, Hitsujigaoka Hospital

²⁾Dept. of Orthop. Surg., Hitsujigaoka Hospital

須貝奈美子¹⁾, 佐々木和広¹⁾, 倉 秀治²⁾

Namiko Sugai¹⁾, Kazuhiro Sasaki¹⁾, Hideji Kura²⁾

Key words : 足底挿板 (Insole), リハビリテーション (Rehabilitation)

要 旨

リハビリテーションにおける足底挿板使用の目的は、足部への力学的なストレスの減少と運動効率の向上であり、外傷及び障害予防に有用である。当院では足底挿板を作成後、歩行時足底圧を計測しその有用性を立証している。また足底挿板の使用効果向上のため、足底挿板の修正だけでなく、足部の柔軟性の確保、足内在筋・外在筋のトレーニング、及び全身のアライメントの修正を行っている。足底挿板を使用することで、足部の障害予防とパフォーマンス向上の両立を図ることが可能となる。今後は足底からのフィードバックを利用した応用的な使用方法の検討も必要であると考え

分散、足部及び全身のアライメントの修正、足部機能を最大限に発揮させるための補助的手段とされている。また、特定部位にかかる負荷を分散させ、静的・動的アライメントを修正することで力学的ストレスを抑え外傷及び障害の予防に効果的であるとされている。足底挿板の適応となる主な足部疾患は、外反母趾、屈趾症、足底腱膜炎、扁平足、変形性足関節症、モートン病、外脛骨など多岐にわたり、初期治療には足底挿板の処方に運動療法も併用する。本稿では、当院で実施している足底挿板の有用性の検証と、その使用効果を向上させるために行うリハビリテーションを紹介する。また足底挿板の応用的な使用方法について考察する。

足底挿板の有用性の検証

はじめに

リハビリテーションにおいて足底挿板を使用する際の目的は、主に足部の保護・除痛、足底圧の

当院で足底挿板を作成する際は、医師が診察時に必要性を判断して足底挿板を処方し、採型・作成は義肢装具士により行われている。効果判定は医師及び理学療法士により実施し、必要に応じて修正を行う。足底挿板の有用性の検証には足底圧が有用な指標と考え、歩行時の足底圧がリアルタイムで確認可能なインソール型圧力分布センサ Pedar (Novel 社, ドイツ) を使用し有用性を確認している。(図 1)

(2021/02/04 受付)

連絡先 : 須貝奈美子 〒004-0021 北海道札幌市厚別区
青葉町 3-1-10 羊ヶ丘病院 リハビリテーション科
Tel : 011-351-2215
Fax : 011-351-2210
Email : ss.namikko@gmail.com



図1. インソール型圧力分布センサ Pedar (Novel社, ドイツ).

今回は外反母趾患者を対象に、当院で処方している足底挿板の有用性について足底圧の測定結果を報告する。対象は外反母趾患者女性10名（平均年齢：64.4±5.2歳，HV角：34.8±6.4°，M1M2角：15.7±2.6°）とし、裸足・内側縦アーチサポート付き足底挿板・内側縦アーチサポートに中足骨パッドを併用した足底挿板の3条件下で、10m歩行時の足底圧を検証した。結果、内側縦アーチサポートに中足骨パッドを併用した足底挿板は、第2、3中足骨頭のピーク圧が裸足と比較し有意に低い結果を示し、外反母趾患者の第2、3中足骨頭の除圧には中足骨パッドが有効であると結論づけた。（図2）外反母趾患者の第2中足骨頭部は胼胝が好発しやすく、検証の結果からも当院では胼胝を有している外反母趾患者に中足骨パッド付き足底挿板を処方している。中足骨パッドの有用性については、先行研究でも第2中足骨頭部の除圧と除痛を認めており、当院での結果と一致した見解となっている^{1)~3)}。

また、当院では、扁平足患者に対して内側縦アーチサポート付き足底挿板を使用した際、歩行時の重心移動が健常により近い軌跡に修正されること

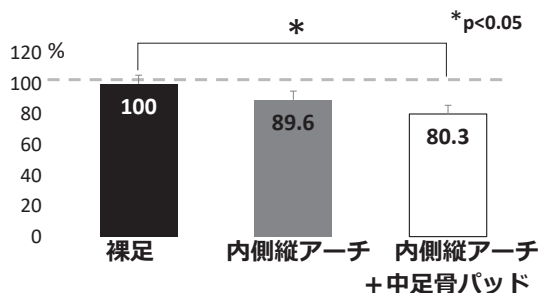


図2. 裸足・内側縦アーチ付き足底挿板・内側縦アーチ + 中足骨パッド付き足底挿板の3条件下での歩行時第2,3中足骨頭ピーク圧の比較 ($p<0.05$).

も確認している。Kidoら⁴⁾は扁平足に対して内側縦アーチを保持する治療用インソールを使用した結果、治療用のインソールは距骨下関節の外返しを抑制したと報告している。扁平足に対して内側縦アーチパッド付き足底挿板を使用することは、後足部のアライメントを修正し、歩行時の重心移動を正常に近づけることに有用であることが示唆された。足底挿板の有用性についての報告は多岐にわたるが、有疾患者に対する足底挿板の使用効果の報告は多くはない。当院では各疾患に合わせて作成した足底挿板を歩行時や動作時の足底圧から検証し、その有用性を立証している。

足底挿板使用効果向上のためのリハビリテーション

足底挿板の使用効果を向上させるためには、足部に適合した足底挿板を作成するだけでなく、足部及び全身の可動性やアライメントを調整する必要があると考える。足底挿板の使用効果を最大限に引き出すために当院で実施しているリハビリテーションの内容を以下に述べる。

<足部柔軟性>

まず1つ目に足部・足関節の柔軟性の確保が重要と考える。足部のアーチは、ショパール関節・リスフラン関節・距骨下関節の組み合わせによって形成されるが、いずれかの関節可動域に問題をきたすと足底挿板によるアライメント修正効果が十分に反映されない可能性が考えられる。非荷重



図3. ランジ動作での内・外側縦アーチ改善トレーニング.

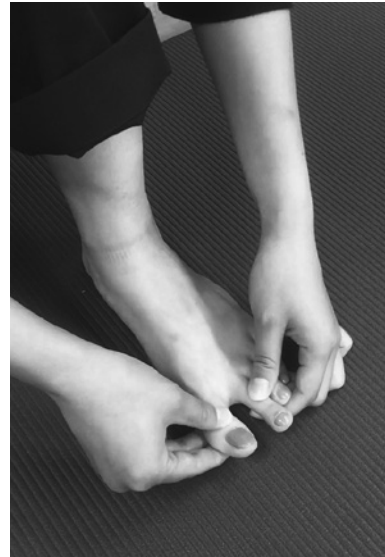


図4. 母趾外転筋トレーニング. 母趾を外転方向へ誘導しながら筋収縮を確認する.

位で足部のアライメントを中間位に修正できることを目安とし、それにより荷重下で無理のない足部のコントロールが可能となると考えている。足部の関節可動域に異常がある場合は筋のストレッチやジョイントモビライゼーションを実施する。ショパール関節では、扁平足では外転位、ハイアーチでは内転位を呈していることが多く、リスフラン関節では扁平足、ハイアーチ共に内転していることが多い⁵⁾。また距骨下関節においては、扁平足では外反、ハイアーチでは内反位であることが多い⁵⁾。中間位への修正は、徒手的にジョイントモビライゼーションやストレッチを実施する他、テニスボールを使用しての横アーチ改善やタオル使用でのランジやスクワットで内・外側縦アーチ改善など荷重下でアライメントを修正する自主トレーニングも指導する。(図3)

<足部内在筋・外在筋力>

2つ目は、足内在筋・外在筋の要素が不可欠と考える。足底挿板により構築学的に足部のアライメントを修正しても、足部の機能が発揮され期待したパフォーマンスが得られるとは限らない。特にカッティングなどの前足部荷重で行う動作に関しては足趾筋力の影響が強いと考えられる⁶⁾。安定

した前足部荷重での動作には、足内在筋、外在筋により足部の剛性を高める必要がある。足部の筋力強化では、非荷重下においては円滑な筋収縮の習得を意識し、荷重下では各関節のアライメントを維持させることに留意する。例として母趾外転筋は単独で収縮させにくい場合、まず徒手で運動方向に母趾の外転を誘導しながら収縮を促し、ついで収縮を確かめながら等尺性の収縮を行い、最後に求心性の自動運動へと指導する。また、テニスボールを踏みながら足趾を屈曲させる横アーチ保持のトレーニングや、セラバンドを使用して後脛骨筋、長腓骨筋を強化し内・外側縦アーチ保持のトレーニングも行う。距骨下関節のアライメントに重要な下腿三頭筋や後脛骨筋のトレーニングは、後足部のアライメントを中間位に保持するよう留意しながらカーフレイズを実施する。(図4)

<アライメント修正>

3つ目は足部と足部に連動する全身のアライメントの修正が必要と考える。足底挿板を処方する足部疾患、特に内側縦アーチの低下は、距骨下関節を回内させ、連鎖的に膝・股関節に影響を及ぼすと報告されている⁷⁾。足部のアライメントを足底



図5. 足底挿板を使用した状態でのフォームチェック。片脚立位で足部および全身のアライメントを確認する。

挿板によって足部を中間位に矯正し上行性の運動連鎖による全身のパフォーマンス向上を期待しても、近位関節のアライメント不良や筋力低下によりパフォーマンスが改善できないことも予測される。足底挿板着用前後でのアライメントやフォームの変化を評価し、必要に応じて他関節にもトレーニングを実施する。

実際の現場では、足部に対する静的なアライメントの調整後、動的な環境下でのアライメントを評価していく。片脚立位では、足部の良好なアライメントが保持できているかをまず確認し、安定性に加えて骨盤の傾斜や体幹の動揺がないかなどを確認する。またスクワット動作では Knee-in, toe-out などの下肢アライメントが修正されているか、サイドへのステップでは重心をコントロールしながら適切な全身のアライメントが確保できているかを評価する。足底挿板を使用したにも関わらずフォームが崩れる場合は、原因となる部位に対してのアプローチを行う。(図5)

足底挿板のリハビリテーションへの応用

足底挿板の応用的使用方法として、足底の固有

受容器への刺激が入力される細工をした足底挿板が使用されている。足底への刺激の入力は、健常者の姿勢と歩行制御において固有受容器が重要な役割を果たす⁸⁾⁹⁾。Watanabe ら¹⁰⁾は、足底全体に突起物を分布させたインソールを着用させた際、足底の固有受容器により圧力の局所的な違いを明瞭に感知したと報告している。Waddington ら¹¹⁾はサッカー選手に対しラバーシートの表面素材をノジュール加工したインソールを使用させた際、非使用時よりも足関節の角度変化を詳細に感知したと報告している。当院でも治療の一環として、足底の特定部位の固有受容器へ刺激を入れて荷重感覚を識別させ筋収縮を促すような足底挿板の使用方法を検討している。例えば、立位での母趾荷重が困難な対象に対し、足底の母趾部分に選択的に圧刺激が入るような素材や形状の細工をした足底挿板を用い、母趾部分の足底圧を自覚しやすくすることでの母趾荷重を誘導する。このように足底感覚からのフィードバックを利用した治療を足底挿板を使用し実施することは、今後足底挿板の応用的使用方法として有効であると考ええる。

結 語

リハビリテーションにおいて足底挿板の使用が身体機能に与える影響は、足部への力学的なストレスの減少と運動効率の向上である。足部のアライメントを整えることで疼痛部位の除圧や足趾機能を最大限に生かすことが可能となり、近位の関節にも上行性の運動連鎖による効果が波及し、安定した効率の良い動作・パフォーマンスの改善の獲得が期待される。今後は足底からのフィードバックを利用した応用的な使用方法を検討する必要があると考える。

文 献

- 1) Kang JH, Chen MD, Chen SC, et al. Correlations between subjective treatment responses and plantar pressure parameters of metatarsal pad treatment in metatarsalgia patients: a prospective study. BMC Musculoskelet Disord 2006 ; 7 : 95.

- 2) Chen WP, Ju CW, Tang FT. Effect of total contact insoles on the planter stress redistribution : a finite element analysi. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2003 ; 18 : S17-24.
- 3) Stolwijk NM, Louwerens JW, Nienhuis B, et al. Planter pressure with and without custom insoles in patients with common foot complaints. Foot Ankle Int. 2011 ; 32 : 57-65.
- 4) Kido M, Ikoma K, Hara Y, et al. Effect of therapeutic insole on the medial longitudinal arch in patients with flatfoot deformity : a three-dimensional loading computed tomography study. Clin Biomech. 2014 ; 29 : 1095-8.
- 5) Magee DJ. Orthopedic physical Assessment. 5th ed. : Saunders Elsevier ; St.Louis : 2008.
- 6) Queen RM, Mall NA, Nunley JA, et al. Difference on planter lording between flat and normal feet during different athletic tasks. Gait posture 2009 ; 29 : 582-6.
- 7) Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. Gait Posture 2007 ; 25 : 127-34.
- 8) Eils E, Behrens S, Mers O, et al. Reduced plantar sensation causes a cautious walking pattern. Gait Posture 2004 ; 20 : 54-60.
- 9) Perry SD, William E, Mcilroy WE, et al. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. Brain Research 2000 ; 877 : 401-6.
- 10) Watanabe I, Okubo J. The Role of the Plantar Mechanoreceptor in Equilibrium Control. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1981 ; 374 : 855-64.
- 11) Waddington G, Adams R. Football boot insoles and sensitivity to extent of ankle inversion movement. Br. J. Sports Med. 2003 ; 37 : 170-4.

特別講演

動物の進化, 人の歩行, 脚, 足, 靴, そして関節外科の将来は?

The evolution of the animals and the human gait, What will happen in the future of the foot, the shoes and the joint surgery?

福島県立医科大学 外傷学講座

総合南東北病院 外傷センター

Department of Traumatology & Reconstruction, Fukushima Medical University

Trauma and Reconstruction Center, Southern TOHOKU General Hospital

寺本 司

Tsukasa Teramoto

Key words : 進化 (Evolution), 歩行 (Human gait), 靴 (Shoe), 関節外科 (Joint surgery), 未来 (Future)

1: はじめに

これまでの整形外科疾患を体幹下肢の回旋の異常として捉えているのはあまり多くはない。体幹・下肢の回旋の正確な測定は非常に難しく、X線像も正面・側面のみで判断されることが多い。そこで人の歩行時の体幹下肢の回旋を動物の進化・人の成長から考えた。関節疾患と直接関係している履物と変化と社会環境との関係、義足の進化とスポーツとの関係についても述べ、さらに私が想像している関節外科の将来について述べたい。

2: 動物の進化

Scot Dye¹⁾は現在地球上に存在している魚類、両生類、爬虫類、哺乳類は進化の最終形であり、サルコピテリガンスは肺魚の祖先であり現在の魚類の起源と考えている。またイクチオステガ (Ichthyostega) は3億6000万年ぐらい前 (デボン末

(2020/10/23 受付)

連絡先: 寺本 司 〒963-8563 福島県郡山市八山田7-115 総合南東北病院外傷センター (福島県立医科大学 外傷学講座)
TEL 024-934-5457 FAX 024-934-5458

期)は両生類の起源で原始的四肢動物と考えられていた。イクチオステガのように水中生活から陸上で移動するためには、皮膚を乾燥から防ぎ、鰓呼吸から肺呼吸に移行、前肢、後肢が移動に関与するようになる必要があった。魚類は尾びれを側屈させることで前進するが、両生類の大山椒魚は魚類と同じように体幹を側屈させ前進する。しかし魚類の胸びれ、腹びれから進化した前肢と後肢が存在しているものの移動には大きくは関与していなかったことが推察される。エリオプスを起源として爬虫類や鳥類へと進化し、その途中で恐竜に分岐したと考えられている。現在の爬虫類であるコモドドラゴンは両生類のように体幹の側屈を行なって移動するが前肢と後肢も移動に大きく関わっている。哺乳類では体幹の前屈、後屈が前進力に関与している。水生哺乳類である鯨では体幹の尾部を前屈後屈させることで推進力を生み出している点、体幹を側屈することで前進する魚類とは全く違っている。さらに類人猿は2足歩行する場合もあるが、人と違って直立はしていない。2足歩行猿と人の歩行との決定的な違いは直立と足アーチ構造の有無とされているが、訓練され

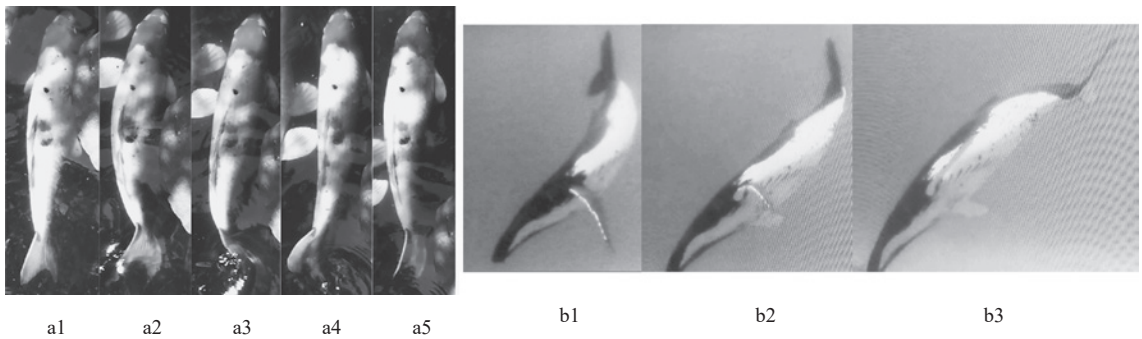
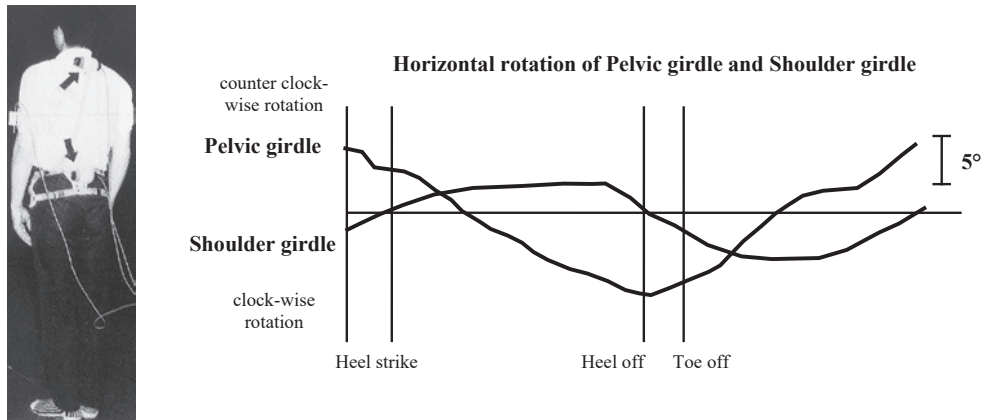


図 1. 魚類の鯉と哺乳類のクジラの移動方法の違い

魚類ではエイなどの一部の例外を除いて鯉のように尾びれが体幹に対して縦（垂直）になっており、体幹を側屈することで前進するが、哺乳類のクジラの whaletale（尻尾）は体幹に対して横向き（水平）になっており、体を上下することで推進力を生み出している。



ジャイロスコープの装着状態

図 2. 歩行時の肩甲帯と骨盤帯の水平面での回旋の変化

長崎大学歩行解析システムを用い、スティックピクチャーカメラとジャイロスコープを用いて、歩行時の肩甲帯と骨盤帯の水平面での回旋の変化を測定した。肩甲帯と骨盤帯の水平面での回旋は体幹がねじれるように肩甲帯と骨盤帯へ回旋しており、この回旋が他の動物では見られないような特徴であると考えられた。

たスーパー二足歩行ザルの歩行では肩甲帯と骨盤帯の回旋はほとんどなく、体幹・下肢の水平面での回旋が人の歩行との決定的な違いと考えている。

3: 人の歩行

我々はこれまで床反力や足アーチの研究から、歩行の成人型への完成時期を、10歳ごろと考えているが²⁾、体幹や下肢の回旋も同様に成人型の歩行へと完成されていくと考えている。我々はこれま

で長崎大学歩行解析システム（Nagasaki University Gait Analytic System）を用いて、スティックピクチャーカメラ、床反力、足底圧分布、独自の計測機器を同期記録することにより、人の歩行の数値化および分析を行ってきた。体幹の回旋は肩甲帯と骨盤帯の horizontal plane の回旋をスティックピクチャーカメラとジャイロスコープを用いて測定した。歩行周期の立脚期 heel strike 後、肩甲帯は counter clock-wise rotation が生じ、

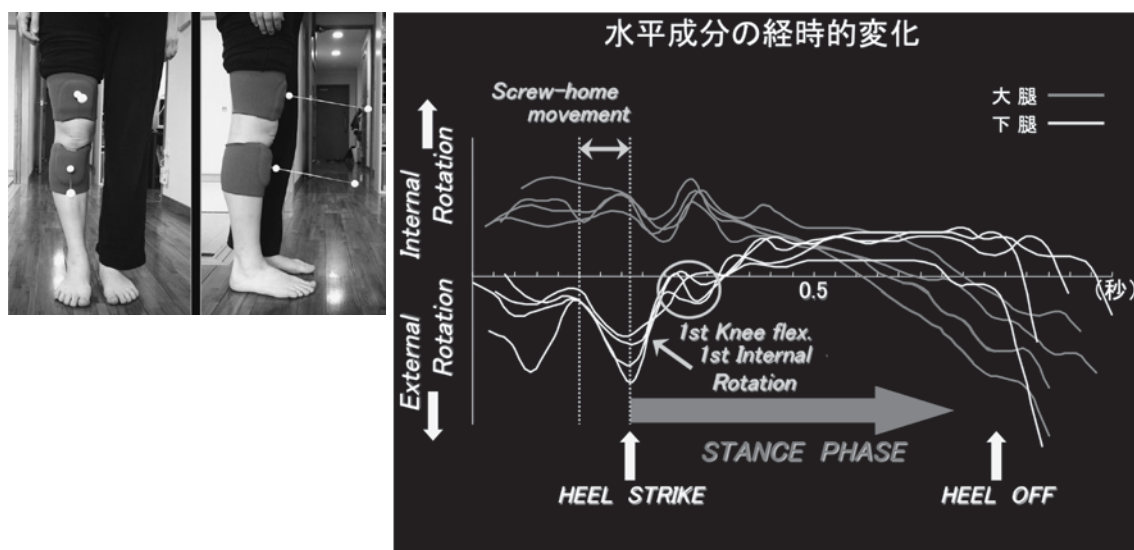


図3. 歩行時における大腿と下腿の水平面での回旋の変化

大塚はサポーターと Kirschner wire を用いて、歩行時正面からビデオ撮影し、ハイスピード録画で撮影した中の、30 コマを取り出し、先端の位置を測定することにより、大腿と下腿の回旋の変化を測定した。着床前膝が伸展することで、大腿は内旋するが、screw home movement により、下腿は外旋した。着床後、大腿下腿とも内旋し、立脚中期より大腿、下腿とも外旋しながら離床した。

heel off, toe off に向かって、clock wise rotation していく。骨盤帯はその逆で clock wise rotation がおこり、heel off, toe off に向かって、counter clock-wise rotation が生じる³⁾。大塚は歩行時における大腿骨と下腿骨の回旋をビデオを用いて測定し、遊脚期末期着床前に膝関節は伸展し、下腿は screw home movement で外旋するとしている。着床後、大腿、下腿共内旋しながら、foot flat となり、離床に向けて大腿、下腿とも外旋しながら、離床していく⁴⁾。このように他の動物では見られないような体幹と下肢の回旋が起ることによって人のスムーズな歩行が成り立っている。

4：下肢の変形矯正と変形性関節症に対する治療

我々は研修医の時代から変形性関節症の痛みは関節の変形と軟骨の欠損と教えられてきた。しかし変形や軟骨の欠損があっても痛みを訴えない症例があり、このことに疑問を持ってきた。

下肢の変形は下肢の変形を関節内変形と関節外

変形に分けられ、関節内変形は関節内骨切り術すなわち、脛骨顆外反骨切り術 (Tibial Condylar Vagus Osteotomy : TCVO) や遠位脛骨斜め骨切り術 (Distal Tibial Oblique Osteotomy : DTOO)⁵⁾⁶⁾で治療し、関節外変形は関節外骨切り術である高位脛骨骨切り術 (High Tibial Osteotomy : HTO) や低位脛骨骨切り術 (Low Tibial Osteotomy : LTO) で矯正することを勧めてきた。内側型変形性膝関節症では進行すると、内側半月板が内側に逸脱して亜脱臼し、大腿骨顆部が内側に亜脱臼、大腿骨外顆関節面は脛骨外側関節面より離れ、外側関節裂隙は非接触の状態となる。歩行時この状態は内側関節と外側関節が同時接触しないシーソー膝となっている。内側型変形性膝関節症に対して TCVO を行い、内側関節裂隙を接触させた状態で、外反し、大腿骨内外顆と脛骨外側関節面を接触するまで骨切り部を開大させることにより、両顆同時接触を実現する。このことにより膝関節の接触面積は拡大し、たんに面積当たり

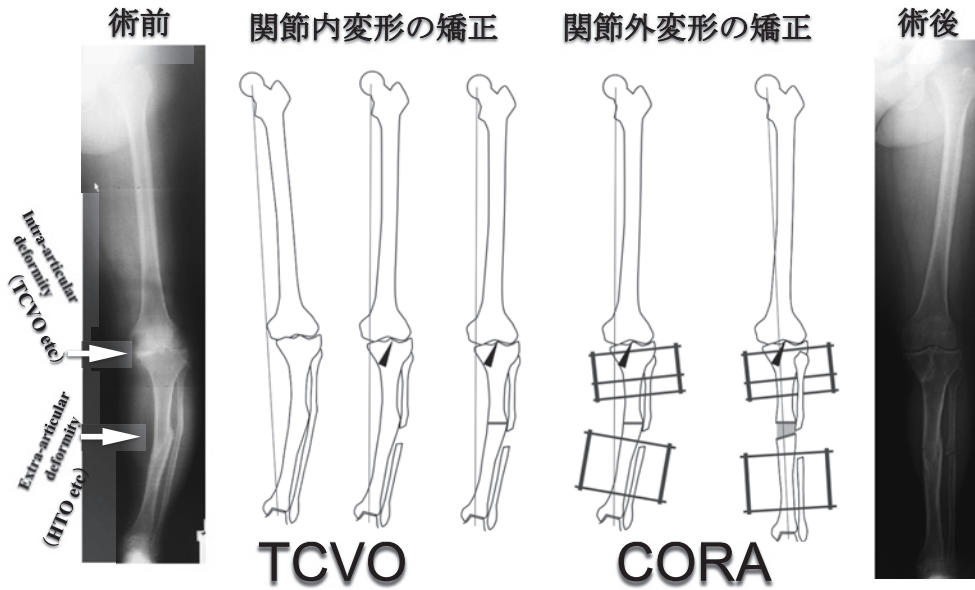


図4. 関節内変形 (intra-articular deformity) と関節外変形 (extra-articular deformity)
 下肢の変形は関節内変形 (intra-articular deformity) と関節外変形 (extra-articular deformity) とに分けられる。この症例は53歳女性で、脚長不等を伴った下腿の変形癒合を合併した、変形性膝関節症である。膝関節内の変形を関節内変形、下腿の変形癒合を関節外変形に分けた。変形性膝関節症に対して、関節内骨切り術 (intra-articular osteotomy) である TCVO、下腿の内反変形と脚長不等に対して、関節外矯正である延長矯正と内反矯正を行なった。

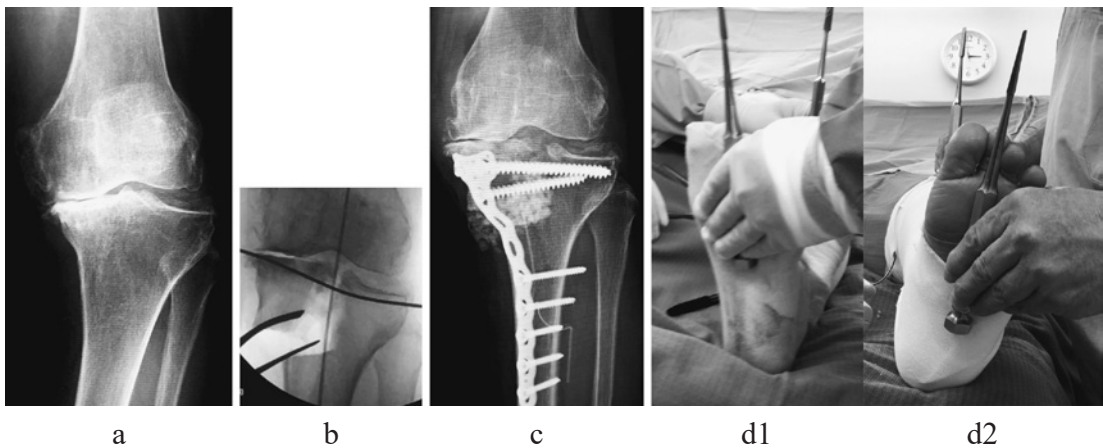


図5. 73歳女性 内反型変形性膝関節症 (K-L 分類 grade 4)

内反型変形性膝関節症に対して TCVO を行い、% MA は術前 3% (a) から術後 50% (b, c) に矯正された。痛みは完全に消失し、可動域の減少もなかった。術前足部は内旋位 (d1) であったが、TCVO 後外旋位 (d2) に矯正された。

の荷重圧は減少する。さらに関節が適合することで膝関節の不安定性は減少し、膝関節の stability が獲得される。膝関節の instability は関節面形態

に関係する bone instability と靱帯損傷に起因する ligament instability がある。TCVO では骨切り部を開大し脛骨関節面の形態が変わることから、

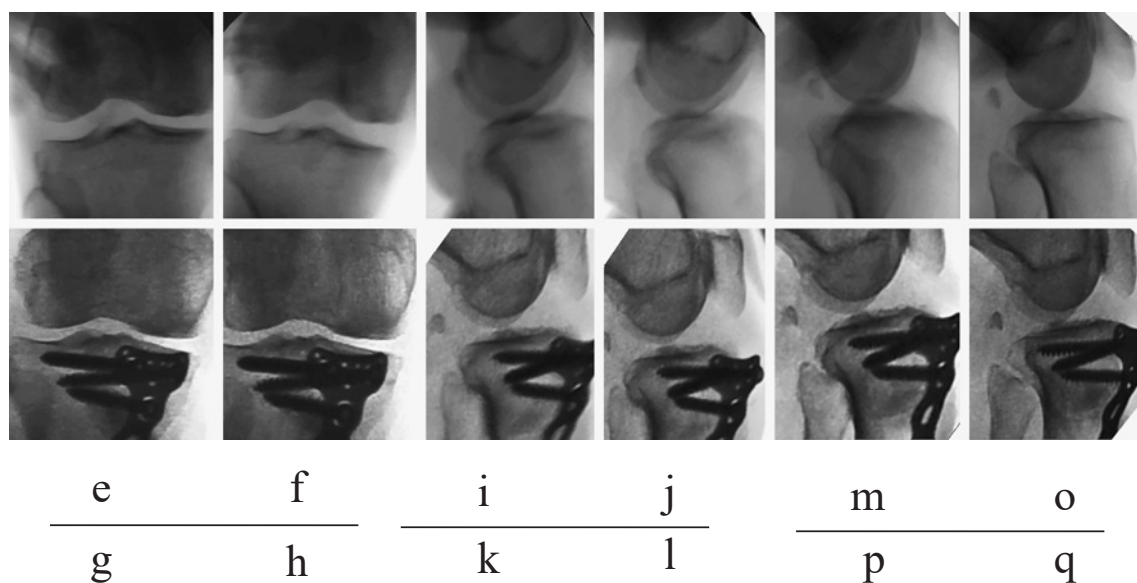


図6. TCVO 前後の不安定性の変化

矯正前（上段）および矯正後（下段）の膝関節の内反ストレス（e, g），外反ストレス（f, h），前方引き出しストレス（i, k），後方引き出しストレス（j, l），内旋ストレス（m, p），外旋ストレス（o, q）を示している．内反外反ストレス，前方後方引き出しストレス，回旋ストレスとも，矯正後減少し，膝関節の不安定性は改善されていた．

膝関節の bone instability が改善され，歩行時の lateral thrust は消失する⁵⁾．

TCVO では骨切り部を脛骨内側関節面が大腿骨内顆関節面と接触させた状態のまま，脛骨外側関節面が大腿骨外顆関節面と接触するまで開大することで，ACL, PCL の付着部である顆間隆起が sinking することで ACL, PCL が緊張する．さらには下腿が外旋矯正されることで LCL の付着部が外旋し，結果的に LCL を含む膝関節の外側支持機構が緊張する．以上のことから，術前離開していた大腿骨外顆関節面は脛骨外側関節面と接触し，膝関節の不安定性は消失し，さらには膝関節の適合がえられるようになると考えられる⁵⁾．

DTOO では骨切り後スプレッターを用い，距骨外側関節面が腓骨内側関節面に接するまで開大した．DTOO の理論は TCVO の理論と全く同じで，距骨内側関節が脛骨内果に接触した状態で，距骨外側関節面が腓骨内側関節面に接するまで開大することで，両果同時接触する．このことで足関節

の接触面積は増大し，単位面積当たりの荷重圧は減少し，足関節の適合性は改善し，足関節の不安定性も減少する⁶⁾．以上のことから，TCVO, DTOO は HTO, LTO と異なり，末期関節症の症例でも人工関節を用いることなく，自前の関節を用いて臨床症状も改善することが可能であった⁵⁾⁶⁾．

5：靴，装具，義足

我々は素足で生活しているわけではなく，道路環境などの違いにより履き物も変化してきた．日本における一般庶民の履物事情は大正・昭和になって大きく変わった．江戸や明治までの庶民はほとんどわらじ，草履，下駄の生活であった．鎖国していた日本で唯一，長崎の出島だけが外国に開かれ，交易をおこなっていた．オランダ商館図などには，畳の上で靴を履いて食事する外国人が描かれている．また長崎には石畳のオランダ坂やリンガーが馬車で病院に行くのに通ったアスファルトの道路が残されている．このころの庶民の履

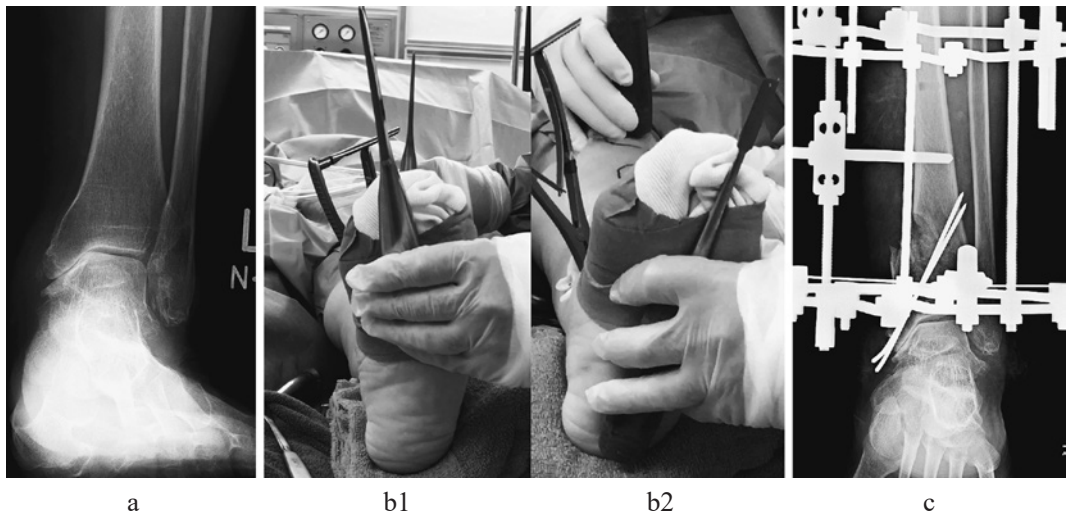


図7. 61歳女性 内反型変形性足関節症（田中分類 stage 3a）

内反型変形性足関節症（a）に対して DTOO を行い、術後痛みは完全に消失し、可動域も良好であった（c）。術前足部は内旋位（b1）であったが、DTOO 後外旋位（b2）に矯正された。TCVO の時と同様に足関節の内反外反ストレス、前方後方引き出しストレス、回旋ストレスとも、矯正後減少し、足関節の不安定性は改善されていた。



受傷時

術後

術後25年

図8. 24歳女性、転落事故による脛骨天蓋粉碎骨折に対して脛骨ブロックおよび軟骨移植

脛骨天蓋前面に脛骨ブロックを距骨を鋳型として形成し、残存していた軟骨片をブロックの表面に刺入して固定した。□は移植した脛骨ブロックを示している。術後25年足関節は形態を維持し、関節可動域の制限も軽度で、足関節痛もほとんど訴えていない。

物は草履や下駄で、土の道路に雨が降っても、汚れた泥を水で洗えば済んでいたが、外国人は革靴だったことから、石畳やアスファルトの道路が作られたものと思われる。日本における履物の変遷で大きな出来事は下駄の全国的な普及である。明治10年ごろ広島松永で塩田から塩が生成され

ていたが、この時に塩を運んだ船の帰りに山陰の雑木アブラギリを乗せて運び、貯木して桐下駄の代わりに、安価な下駄を作ったことで、全国に広がるようになった。しかし昭和の頃から道路事情の変化など靴の普及で、下駄の需要はなくなり激減した。その後も自動車の普及、アスファルトの

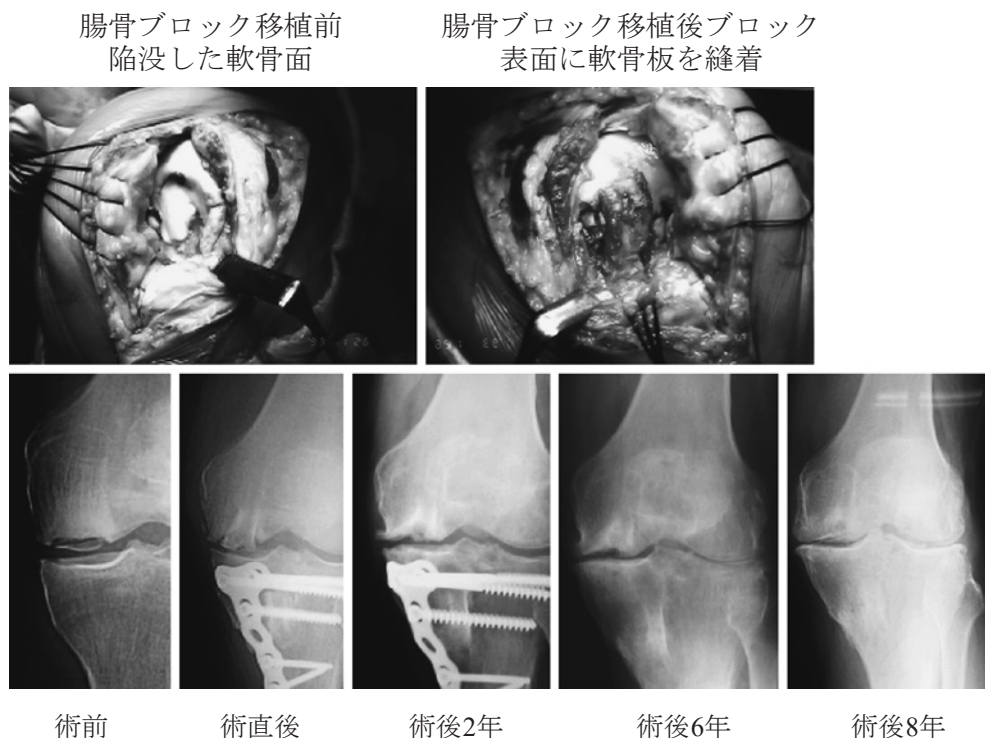


図9. 74歳男性. 内反型変形性膝関節症に合併した大腿骨内顆壊死
大腿骨内顆の陥没面に対して, 腸骨ブロック移植後軟骨板移植およびTCVOを施行した. 現在術後12年,
可動域は維持され, 86歳の現在, 走ることもジャンプも痛みなく可能である.

整備, 生活の西洋化などの影響で, 靴が一般的な履物となった. しかしそのことで足の障害も様変わりし, 外反母趾, 扁平足などの障害も多くなった. 特に女性はファッション性を重視し, 我慢してでも綺麗なハイヒールなどを履くようになっていった. スポーツの世界にも靴メーカーが開発したマラソン用の厚底シューズは一挙に世界記録を更新するほどのタイムとなり, 今では厚底の高さなど制限が行われたほどである. またパラリンピックの世界でも, 義足の性能の向上により, 走幅跳びや100m走の健常人の世界記録に徐々に近づき, 追い越すのではないかとされている. 義足も急速に進歩し, 両側の大腿義足でもヒールを履いて生活できたり, 山登りも可能になってきており, 生活に合わせてスマホで自分の歩行を再現できるようになってきた. 30年前では考えられな

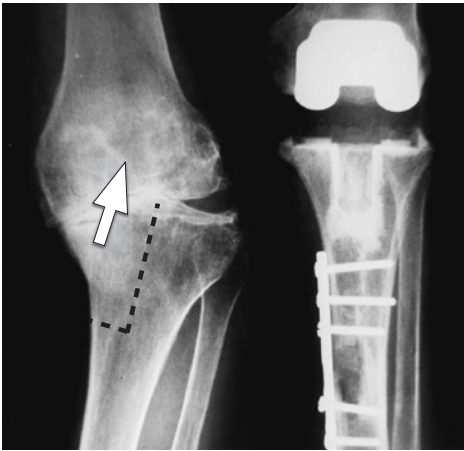
いような義足の進歩である. さらに最近では移動手段の自動車も空を飛ぶようになっていたり, ITによる自動運転化されるのも現実化が帯びてきた. このような技術を応用すれば, 靴や義足に動力をつけて, 自由に歩けたり, 移動が可能になるのも夢ではないように思える. 跛行という病的歩行がこのような技術でなくなり, どんな人も歩ける未来があると期待したい.

6: 関節再建の将来

関節再建の将来についてこれまで私が考えてきた夢について述べたいと思う. 1989年より関節内骨切り術を用いた関節温存手術を行ってきたのは, 人工関節に頼らず関節を一生機能できるようにできないかということである. そのためには40歳ごろから強度が落ちる, 軟骨の再生が必須であ

RAによる高度内反膝

67歳女性



ポリオによる高度外反膝

73歳女性

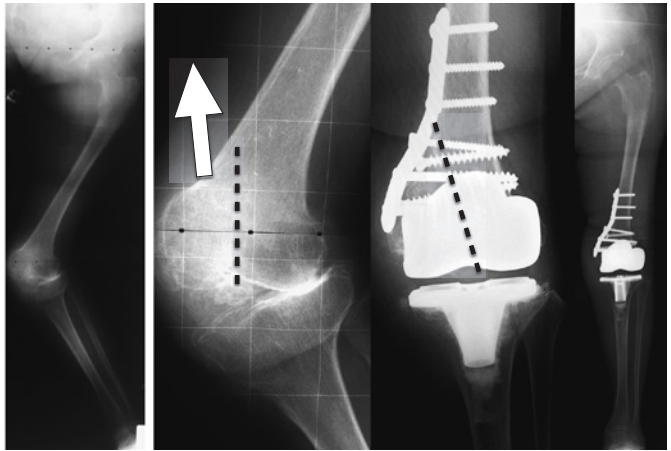


図 10. 高度の内反膝および外反膝に対しての Sliding Osteotomy を併用した TKR

高度内反膝に対しては脛骨中枢部内側をL字型骨切り中枢側にスライドし、骨接合後 TKR 施行隙間には骨移植した。また高度外反膝に対しては大腿骨内顆を縦割骨切りし、内顆を中枢側にスライドし、骨接合後 TKR した。

と考えていた。そして2006年京都大学の山中伸弥教授の率いるグループが人工多能性幹細胞 (Induced pluripotent stem cells : iPS 細胞) をマウスの線維芽細胞から作るのに世界で初めて成功したとの報告があり、そのうち臨床応用されると考えていた。2012年山中教授がノーベル医学生理学賞を受賞し、さらなる進展が期待された。最初は眼科領域などへの応用が報告されていたが、そのうち軟骨を再生し変形性関節症への応用があるだろうと考えていた。千葉は30数年まえ天蓋骨折の粉碎例に対して、距骨を鋳型として、潰れた関節面を腸骨ブロックで元の関節のように形成し、表面には粉碎された軟骨を詰め込み、関節を再建したことがある。術後25年、関節はほぼ正常な形態を有し可動域も良好で、痛みのない関節を再建できた。また20年目に内側型変形性膝関節症を合併した大腿骨内顆壊死症例の内顆の欠損陥凹部分を腸骨ブロックを移植し、表面を外科用エアートームで内顆の形に合うように形成し、表面に残っていた軟骨板を逢着した。10数年後も関節は維持され、関節痛もなく、走ったり、ジャンプしたりすることも可能であった。これらの例でどの

くらい軟骨移植が有用だったかは不明であるが、関節の再建には TCVO・DToo のところで述べたように、関節の接触面の適合性、安定性の獲得が重要で、移植した軟骨が機能するためには関節適合と関節安定性が重要と考えられた。したがって iPS 細胞の軟骨欠損や変形性関節症の軟骨欠損への応用には HTO・LTO などの関節外の手術では、関節適合と関節安定性はえられず、iPS 細胞などの応用には不向きと考えている。TCVO・DToo の問題となるのは、術後の可動域の制限である。TCVO・DToo では関節を安定化させることで、可動域が減少する。術後の可動域の減少は足関節では距骨側面 X 線像における距骨の平坦化や膝関節では大腿骨顆部側面 X 線像の平坦化に由来していることは容易に想像できることである。この方法の最終目標は距骨及び大腿骨顆を骨棘などを除去して形成し、その上に軟骨移植を考慮した方がいいと考えている。これまで“関節を作る”ということに関して、Judet は Distractur を考案した創外固定器を用いて、牽引しながら動かして、偽関節を作っている。また Judet は結核の患者で股関節骨頭が潰れたが、白蓋と頸部が癒着

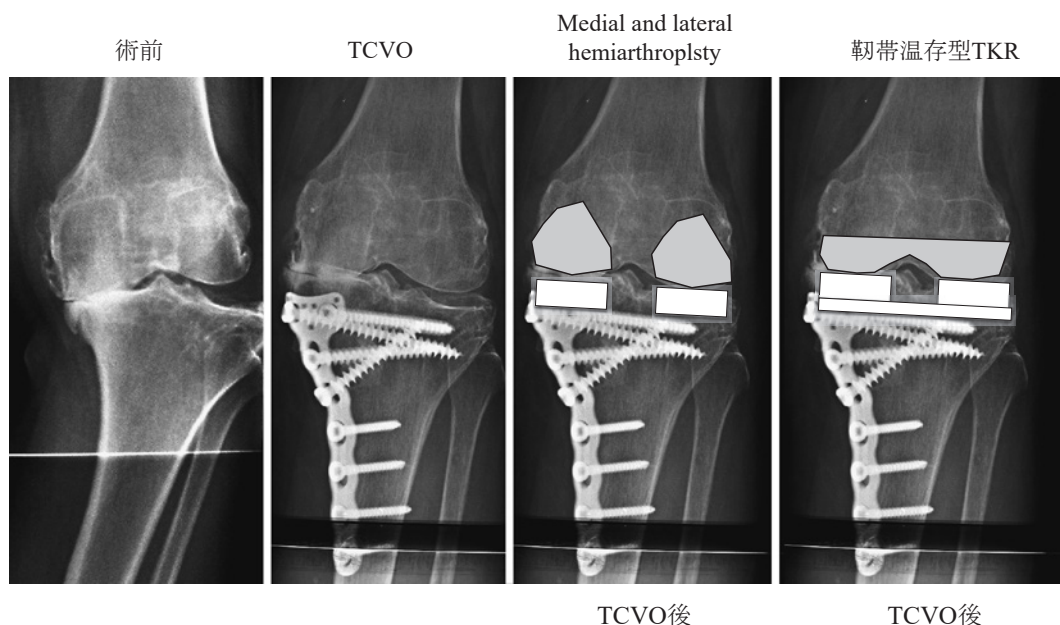


図 11. 靱帯機能温存型 hemiarthroplasty と TKR

TCVO では不安定性は改善され、靱帯機能が温存されるので、ACL, PCL の付着部の顆間隆起部を残した、Medial and lateral hemiarthroplasty または TKR が人工関節を長期に保つ方法の一つと考えている。

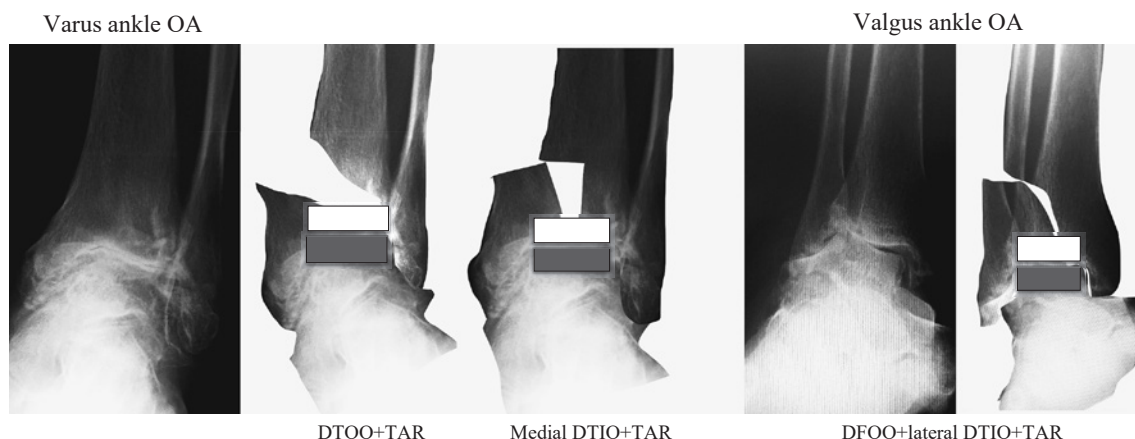


図 12. 内反型および外反型変形性足関節症に対する Osteotomy を併用した TAR

内反型変形性足関節症に対する DFOO または medial DTIO を施行後 TAR をおこなう方法と、外反型変形性足関節症に対する DFOO+ lateral DTIO Osteotomy を併用した TAR が人工関節を長期に保つ方法の一つと考えている。

して、痛みのない安定した股関節を見て、La coaptation trochantero-iliaque を思いついたと言われている。iPS 細胞から硝子軟骨を作ることは関節機能の温存の夢に一步近づいたことだと考えてい

る。それでは人工関節はどの方向に向かうのだろうか？人工膝関節（TKR）と人工足関節（TAR）の機能を長期に維持し、再置換の risk を減らすためには、体重、運動量などのコントロールはもち

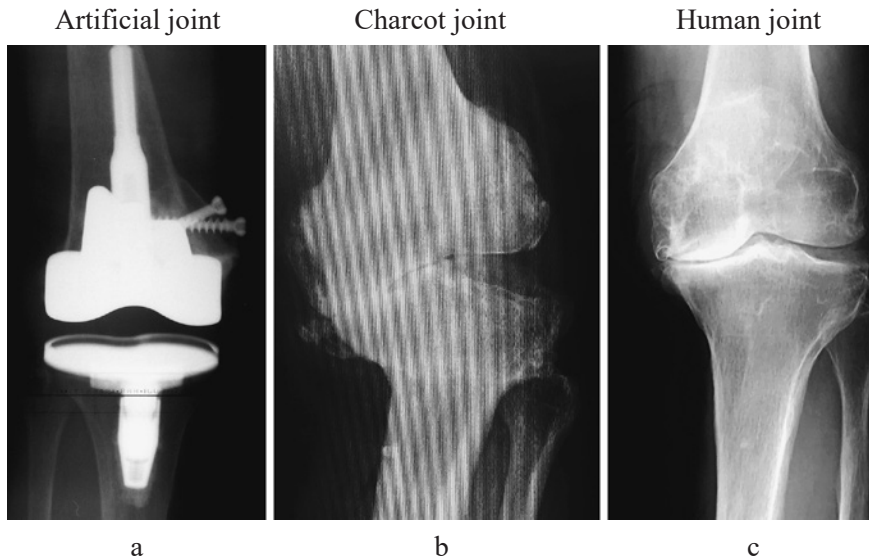


図 13. 人工膝関節 (a), Charcot 関節 (b), 変形性膝関節症の関節 (c)

人の関節は痛みを感じるので、変形が起こっても、それをなるべく防ぐように、骨棘を形成して病気の進行を防ごうとする。しかし Charcot 関節や無汗無痛症の患者の関節のように、関節痛を感じないために、破壊変形が生じることに對しての修復が起こらず、破壊が進行されていくのが特徴である。このことは人工関節で知覚がないため、痛みを感じず、関節可動域は良好であり、このことは Charcot 関節と酷似している。人工関節は形の良い、比較的、長持ちする Charcot 関節といっても良いと考える。最近マサチューセッツ工科大学 (MIT) ですすめられているような、ロボットアームに取り付ける触覚をもたらしセンサー「GelSight」の研究が行われており、GelSight によって対象物の表面の硬さを判断できるようになったと伝えられている。この研究が人間の感覚・知覚を感じ取る、研究の第一歩となり得ると感じている。さらに形状記憶合金とは異なるが、刺激に対して、形状を変化できるような金属が開発されれば、さらなる可能性とともに、人工関節の未来も明るいものとなると思われる。

ろんであるが、重要なことは人工関節の alignment と関節の stability であると考えている。高度変形膝関節・足関節では人工関節は技術的に難しく、骨欠損が大きく動揺性が高度なために膝関節などでは、動揺性を防ぐために、constrained type TKR が行われたり、足関節固定術が行われている。また constrained type TKR では人間の歩行に最も重要な関節の回旋が制限されているために、比較的早く looseing が生じることが考えられ、人工関節として好ましいとは考えていない。我々は高度内反型変形性膝関節症に対する TKR では、bone stock の補填と関節安定性の獲得のため、脛骨中極端内側半分を骨切りスライドさせ (sliding osteotomy)、隙間には骨移植し、骨切り

部分は外側と骨接合し、TKR を行ってきた。高度外反型変形性膝関節症に対する TKR では、関節安定性獲得のために大腿骨内顆を骨切り、中枢側にスライドさせ (sliding osteotomy)、余剰部分を切除し、大腿骨外顆と骨接合後に TKR を施行し安定性のある膝関節を獲得してきた。しかし TKR を行う時点で、ACL・PCL が切除されており、膝関節の安定性の獲得にも限界がある。従って高度内反型変形性膝関節症に対する人工関節を行う時に、ACL・PCL を温存し、靱帯の緊張性も維持させるためには、TCVO を行なった上で、内側・外側同時に hemiarthroplasty を行うか、ACL・PCL 附着部顆間隆起部分の残した表面置換型 TKR を行うことによって、再置換の risk の少ない人工膝

関節が実現すると考える。内反型・外反型変形性足関節症に対する TAR の適応は内外反変形が 15 度以内と言われており、より高度の変形には適応がないと言われている。高度変形変形性足関節症に対する TAR は膝関節と同様に、ligament balance の獲得と bone stock の補填が重要であり、内反型では DTOO または medial Distal Tibial Intra-articular Osteotomy (medial DTIO) 後に TAR を行うことを考えている。外反型では Distal Fibular Oblique Osteotomy (DFOO) + lateral Distal Tibial Intra-articular Osteotomy (lateral DTIO) 施行後、TAR を行うことを考えている。人工関節と人の関節との決定的な違いは疼痛を感じ、それに対する修復反応があるかないかである。Charcot 関節や無汗無痛症の患者の関節のように、関節可動域は良好で、関節痛を感じないために、破壊変形が生じることに對しての修復が起こらず、破壊が進行されていくのが特徴である。このことは人工関節で知覚がないため、痛みを感じず、関節可動域は良好であり、このことは Charcot 関節と酷似している。人工関節は形の良い、比較的、長持ちする Charcot 関節といっても良いと考えている。最近マサチューセッツ工科大学 (MIT) ですすめられているような、ロボットアームに取り付ける触覚をもたらしセンサー「GelSight」の研究が行われており、GelSight によって対象物の

表面の硬さを判断できるようになったと伝えられている。この研究が人間の感覚・知覚を感じ取る、研究の第一歩となり得ると感じている。さらに形状記憶合金とは異なるが、刺激に対して、形状を変化できるような金属が開発されれば、さらなる可能性とともに、人工関節の未来も明るいものとなると思われる。それは 100 年後、200 年後であろうか、あの世から将来どうなっているか見たいものである。ひょっとしたら、移動手段が他の方法で確立し、運動器外科はなくなっているのかもしれない。

文 献

- 1) Scott F Dye. The evolutionary perspective of the knee. JBJS 1987 ; 69-A (7) : 976-83.
- 2) 野口雅夫. 小児期における歩行の発達—床反力から見た小児歩行の特徴. 日整会誌 1986 ; 60 : 787-99.
- 3) Yuji Ohsato. Relationship between trunk rotation and arm swing in human walking. J.Jpn.Orthop. Assoc 1992 ; 67 : 440-8.
- 4) 大塚和孝, 高木基行, 寺本 司他. 歩行時における下肢回旋運動の動作解析の試み. 日足外会誌 2009 ; 30 (2) : 52-6.
- 5) Teramoto T, Harada S, Takaki M, et al. Operative methods of arthroplasty used by intra-articular osteotomy of the knee joint and ankle joint. J Jpn Assoc Extern Fixat Limb Length 2018 ; 25 : 169-76.
- 6) Teramoto T, Harada S, Takaki M, et al. The Teramoto distal tibial oblique osteotomy (DTOO) : surgical technique and applicability for ankle osteoarthritis with varus deformity. Strategies in Trauma and Limb Reconstruction 2018 ; 13 : 43-9.

特別講演

大震災・原発事故—危機下における大学の使命・トップの責任—

The Great Earthquake and Nuclear Accident

—The mission of the university and responsibility of the top in crisis—

一般財団法人脳神経疾患研究所

福島県健康医療対策

Research Institute for Neuroscience

Health Care of Fukushima Prefecture

菊地 臣一

Shin-ichi Kikuchi

Key words : 東日本大震災 (The great east of Japan earthquake), 原発事故 (nuclear accident), リーダーシップ (leadership)

要 旨

福島県は、東日本大震災に伴って発生した放射線被曝の問題への対応が、他の県のそれと決定的に違う点である。

急性期の教訓は、第1に、「情報の共有化」と「窓口の一本化」の重要性である。第2に、トップの「リーダーシップの発揮」と「拙速」の大切さである。第3に、「大学と政府や自治体との連携」は必須である。第4に、「放射線教育の不足」への対応が必要である。第5に、原子力に関わる研究者や技術者の育成が急務である。最後に、「安全と安心の峻別」の必要性である。トップには衆議独裁が求められる。

福島県立医科大学は、この新たな歴史的使命に対して、「自らを鍛える良い機会」と捉えて取り組

んだ。

はじめに

福島県は、人類史上、未曾有の惨禍に見舞われた。それは、東日本大震災とそれに伴う原発事故である。当時、福島県にある唯一の医科大学である福島県立医科大学（以下福島医大）は、医療対応の最前線に立って対処してきた。筆者は、大学のトップとして行政（政府、県）や関係機関と連携して、県民の医療と健康を守る闘いを続けた。本稿では、その時の経験の一部を紹介する。

福島県における惨禍の実体

東日本大震災に伴う原子力発電所（以下原発）事故の際、福島県に何が起きたかを知らない、何故、そのような対応をしたのか理解できない。ここにその概略を記す。

2011年3月11日、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の大地震が発生した。福島県の震度は5強から6強であった。すぐに大津波警報が発令された。太平洋の海岸に面していた福島第一原子力発電所（以下第一原発）構内にも大津波が襲

(2020/12/04 受付)

連絡先：菊地 臣一 〒960-8022 福島県福島市新浜町
2-6-805 一般財団法人脳神経疾患研究所、福島
県健康医療対策
TEL：+81-24-597-8321
FAX：+81-24-597-8328
E-mail：shinichi.kikuchi@mt.strins.or.jp

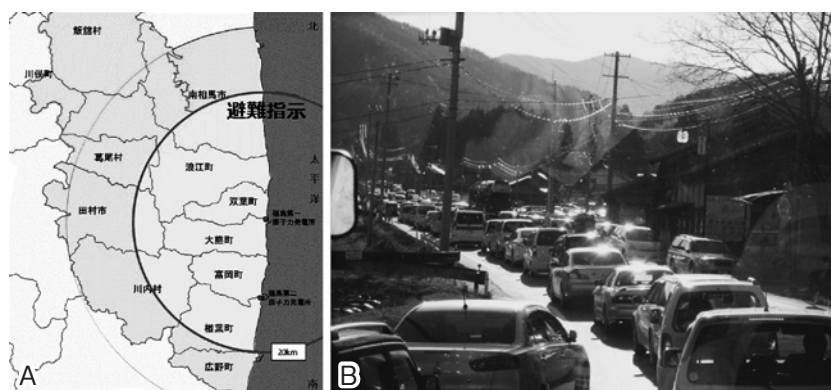


図1. A, B: 地域住民の避難指示

A: 避難指示区域

B: 双葉町住民の一斉避難 3月12日14時05分

来した。その結果、全電源の喪失により制御困難になり、爆発を起こした。

第一原発から約4km離れたところに地域の拠点病院があった。病院では、震災発生直後から、救急患者の受け入れを始めた。翌12日午前6時40分、警察から避難指示が突然発令された。その後DMAT (Disaster Medical Assistance Team) が到着し、引き続き、自衛隊が救援に駆け付けた。

3月12日に1号機が、14日に3号機が爆発を起こした。震災当日の夜から、近隣地域に避難指示が順次拡大されて、最終的に、第一原発から20km圏内に避難指示が発令された。避難指示対象の人口は、7~8万人以上であった。(図1-A, B)

原発事故が引き起こした“修羅の場”

原発事故発生地域の住民避難により、地域社会は、突然、壊滅的に崩壊した。時間の経過とともに、被災者が同じ被災者である行政を代表とする支援する側の職員を責めるという混乱もみられた。事故当時、放射能を恐れ、人間は元より、物流網も福島県の県境で完全に絶たれた。この結果、一時、福島県民は全くの孤立状態に陥った。被災者や福島県民への誹り無き偏見と差別には目を覆いたくなるものがあった。

福島県民は当初から風評被害に苦しめられた。



図2. 風評の酷さを示す新聞の見出し

(図2) 風評被害は、人々の不安が大きくなると発生する現象である。風評被害は、福島県民の健康にも深刻な影響を与えた。

放射能によって深刻な環境汚染が発生した。食品の放射能汚染が問題にされ、その検査に膨大なヒト、モノ、時間が費やされた。また、汚染水や汚染土の輸送も大きな問題になり現在に至っている。

原発事故を切っ掛けに、福島県では劇的な人口減少が発生した。特に、働き手の県外への流出が顕著であった。医療では、地域の医療体制が崩壊してしまった。原発地域にあった500の病床が機能停止に陥った。

その他に、一部マスメディアによる“不安”の扇動が、県民や支援業務にあたる人々に動揺をもたらした。特に、匿名での二次情報は住民、行政組織、そして支援組織に過大な負担を与えた。その結果、“闘う人間”が現場から離脱するという結果を招いた。

筆者は、当時、一人一人が己の死生観が問われていると感じた。「如何に生きるか」である。人生の終わりに、「自分は誇りを持ってぶれずに生きてきたのか」を問われる、と感じた。

原発事故がもたらした心身への負担

原発事故は、地域社会だけでなく、心身にも深刻な影響をもたらした。1つは、緊急避難時に50名以上が死亡した。また、施設などに入居している高齢者の死亡が急増した。避難者は、2011年7月14日の時点で16,642人だった。自殺者も急増した。福島県での震災関連死は、事故発生から約1年間で621人と、多数にのぼった。

福島県内での要介護者の数も増えた。被災者の支援にあたっている警察官や自治体職員、そして住民へ過重なストレスが掛かった。その結果、多くの人々が心的外傷後ストレス障害(PTSD, Post Traumatic Stress Disorder)やうつ状態に陥った事が報告されている。

福島県立医科大学の対応

緊急時の対応：

福島医大は、原発事故現場からヘリコプターで15分、救急車で150分のところに位置している。原発事故が深刻な事態であることが判明してからは、放射線被曝を含む域外患者の受け入れ準備を始めた。具体的には、病院玄関を含むあらゆる空きスペースに臨時のベッドを設置した。一次受け入れの患者さんを搬送する為、全国からの救急車やヘリコプターに待機してもらった。

医療機能を維持する為には、水と燃料の供給が必須である。しかし、福島医大は停電は免れたが、水の供給が完全に断たれた。この為、病院では、

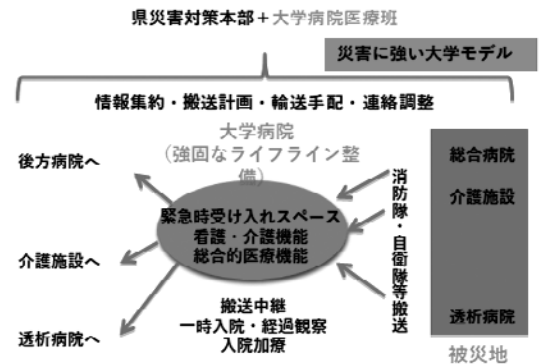


図3. 大災害時での大学附属病院の役割—患者・要介護者搬送のハブ機能—

入院患者を除いては、職員の水洗トイレの使用を禁止した。代替策として、病院前に仮設トイレを設置した。水の問題は、政府の努力で震災後8日目である3月18日に再開通を果たした。水の供給が止まった状態では、病院の機能を停止せざるを得ないので後方へ撤退する、ということを決定する1時間前の再開通であった。

ガソリンについては、自衛隊福島駐屯地から、駐屯地のトップの善意により医大職員に限りガソリンの供給が得られた。この支援により、病院の機能を辛くも維持できた。

東日本大震災に伴う原発事故という大規模な複合災害では、大学と行政との一体化は必須である。福島医大の場合、県立の医科大学であることが、県との連携を迅速、かつ緊密な関係を構築することに役立った。

大災害時での大学附属病院の役割は、患者や要介護者の搬送といったハブ機能にある。（図3）被災地の医療機関や介護施設から消防や自衛隊の支援により、患者を搬送してもらい、大学で一時的に受け入れた。ここで、一時搬送の中継をしたり、一時入院して経過観察をした。症例によっては入院加療した。その後、ヘリコプターや救急車を使って県内外の後方病院、介護施設、透析病院などへ患者を移送した。

震災発生直後は、外来・定期手術を休止し、全

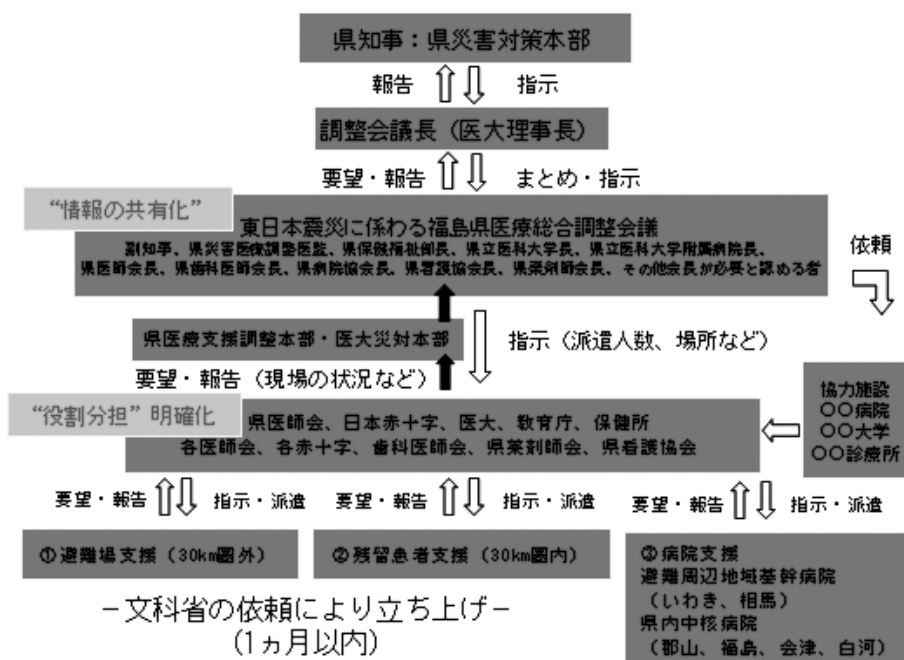


図4. 福島県医療支援体制

面的に救急重症患者に対応した。震災患者の受け入れは、約1,000名であった。

1週間後には、退避患者の対応が主たる業務になった。搬送中継トリアージ対象者は175名で、重症患者125名は入院加療となった。

2週間以降では避難民の対応が主となった。この時期は、広域医療の緊急支援が求められた。福島医大は、高度医療緊急支援チームと地域・家庭医療チームを編成して、対象地域に派遣した。この間も原発事故の患者に対応し、高度被曝者11名を除染した。3名が入院となった。被災者放射線検査を行った患者は、約500名であった。

文科省の依頼によって福島県の医療支援体制を1か月以内に立ち上げた。この支援体制の目的は、先ず情報の共有化である。もう1つは、役割分担の明確化である。(図4)

福島医大附属病院の患者受け入れを時系列で見
てみる。先ず、地震による建造物倒壊による外傷
患者が搬入されてきた。次に、津波による低体温、
嚥下性肺炎、多発外傷の患者が搬入されてきた。

それに続いて、原発事故による患者が搬入されてきた。大震災から3日間における搬入患者数のトリアージは、緑55%、黄26%、赤18%、黒1%の計168名であった。避難患者のうち約80名が域外患者搬送の対象であった。

最も困難を極めたのは、大学附属病院へ殺到する放射線に対する不安を有する住民への対応であった。放射性降下物による健康への影響を心配して多数の人々が来院した。これに対して、病院の正面玄関で、ガイガーカウンターで10万cpmをカットオフ値として、一次スクリーニングを行った。

緊急被ばく医療の専門家集団 REMAT (Radiation Emergency Medical Assistance Team) が来院したのは3月15日であった。原発事故発生4日後であった。このチームによって、原発事故の現状が説明された。教職員は、現実のあまりの深刻さに癌告知後の患者と同じ精神状態をきたした。

全学全職員のミーティングを毎日実施した。その目的は、情報の共有化を徹底し、不安を抑える

事である。放射線の専門家によるリスクコミュニケーションが必須と判断して、長崎大学から専門家（山下俊一教授）を招聘した。山下俊一教授による全職員を対象にリスクコミュニケーションを実施した。県民を対象としたリスクコミュニケーションも必要との判断で、県内の各地でリスクコミュニケーションの会合が開かれた。その理念は、“放射線を「正しく」怖がる”である。

風評被害対策も必要であった。福島医大は入学辞退者が11名に及んだ。その為、3月23日付で、大学からのメッセージを研修医や新入生へ発信した。

我が国の放射線被曝の英知を集める為に、ALL JAPAN 体制を確立した。具体的には、2011年4月2日に、全国の7施設から構成された福島原子力災害医療対策協議会を創設した。7月15日には、広島大学と長崎大学から副学長を招聘し、連携を密にした。8月12日には、広島大学、長崎大学、放射線医学総合研究所との連携を結んだ。12月15日には、福島県とIAEA（International Atomic Energy Agency）間の協力に関する覚書を締結した。

平成22年度卒業式（3月24日実施予定）は、原発事故による緊急対応の為に中止された。卒業生には、学長式辞と共に卒業証書を送付した。平成23年度の入学式は、2011年5月6日、1か月遅れで開催された。

大学トップとして何をしたか

初期対応：

初期対応を指揮していてトップの立場から感じた事を提示する。1つは、強いリーダーシップを発揮することの重要性である。第2に、有事では衆議独裁が必要である。第3に、我が国では支援する側への支援体制が整っていない。第4に、組織が一体となって行動するには情報の共有化が必須である。そして、情報の共有化を認識の共有化へと進化させることが大切である。

具体策として、まず、情報の共有化と窓口の一

本化を徹底した。これにより、組織の混乱を防止して、組織の一体性を保持することに務めた。組織が乱れる時には、往々にして“俺は聞いていない”という発言が聞かれる。これを徹底して排除した。その為に、専門家によって、全職員に、毎日、リスクに就いての啓発活動を行った。また、大学側からの発信は、窓口を一本化して、一人の人間が大学の意見を発信した。

第2に、放射線被曝に関するリスクコミュニケーション専門家を大学に招聘した。これは、不確かな情報で動揺している職員を落ち着かせるのである。

第3に、強力なリーダーシップを発揮した。リーダーシップを発揮すると波風が立つ。即ち、“闘う”ということである。また、情報を共有しての衆議独裁の徹底を図った。情報の共有化は必要であるが、決断するのはトップに任せてもらった。このような有事では、皆が良かれと思つての言動だけにその扱いは厄介である。優先順位の無視、権限外への介入、感情過多の言動は、百害あって一利ないので、徹底的にこれらを排除した。

最後に、有事が発生した際、組織には限られた人間しかおらず、限られた時間でできることは限られた。従って、トップによる優先順位の決定は必須である。

意思決定には「拙速」を重視した。有事では「迅速」は不可能である。その際、「朝令暮改」を勧めた。「朝令暮改」は通常は悪い意味で使われる。この場合、改めるべきは素早く改めることに務めた。その担保はトップの責任である。

混乱している現場では、「大事争うべし、些事構うべからず」である。様々な処理や判断すべき案件がトップの下に殺到する。そのような場合、指示の手順等にこだわらないことが大切である。

教職員には各々に明確な使命（役割）を指示した。この時、トップは存在して動かないことが大切である。ぶれないことも大切である。部下に働き場所を与え、その働きに対して感謝を示して、職員に関心を常に持ち続けることである。そして、

トップは決して怯まずに、逃げないことである。

大学と政府や県との連携の構築を意識した。大学だけでは大規模災害に対応できないからである。対策本部として機能している国や県、自己完結組織としての自衛隊、地域ネットワークを保有している警察や消防といった組織との連携は欠かせない。これらの組織とホットラインを確保して連携することが大切である。只、どうホットラインを確保するかが今後の課題として残っている。

大規模災害の場合、最前線に立って働いている職員の心身の体調管理への配慮が求められた。即ち、支援する側への支援体制の確立である。有事の場合、我が国には、支援する側への支援は殆どないのが現状である。

中長期対策：

1. 新たな歴史的使命への取り組み

原発事故により福島医大には新たな歴史的使命が課せられた。この時、全職員に提示したのは“希望があれば頑張れる”というスローガンである。そして「福島の悲劇」を「福島の奇跡」へ変えよう、と呼びかけた。

具体的な対策を記す。まず、原発災害終息作業者被ばく医療に対応した。REMAT (Radiation Emergency Medical Assistance Team) とともに被曝作業員への治療を行った。初期対応後は、原発の施設内に救急医療室を設置した。福島医大附属病院にはドクターヘリや陸路、そして現地の医師の駐在で救急に対応した。

救急医の現地駐在は、平日は救急医と看護師が双葉消防本部に待機して現場出動した。その後、近くに2016年6月に開設された県立ふたば復興診療所に医療スタッフが駐在して、救急対応していた。2018年4月には福島県立ふたば医療センター附属病院が開設された。病院の構成は30床で、救急とプライマリケアに対応している。

次に、福島復興という長期の視点を持って、地域医療の復興と低線量長期被曝の影響に関する取り組みを行って現在に至っている。事業の策定は、福島県民の安全と安心を確保する為に2011年3月

14日(月)に着手し、7月に完成した。その内容は、小児の健康を見守っていくという小児コホート事業である。これには、甲状腺癌も含まれる。一般住民には、県民健康調査を長期に続け、県民の健康を見守っていくこととした。これらの事業では、避難者、支援者に対する心身のケアが中心になっている。

県民健康調査を実施するに当たって、健康調査に携わっている医師を医療訴訟から保護する必要がある。その為に職業賠償責任保険を創設した。全国初の制度設計である。

この歴史的使命を遂行していく為に、最前線に立つ教職員をどう守っていくかがリーダーに課せられた重い課題であった。学外から多くの批判が寄せられ、その批判への対応で職員が疲弊した。その為に先ず、職員への叱咤激励を続けた。原発事故当初、断片的な情報で、確実性、妥当性、公平性を批判されたが、事態の打開には何のプラスにもならない。行政や大学の職員も福島県民で、同時に被災者でもあるということを周囲に何度も説明した。疲弊している教職員には、トップからの感謝と職員の苦情への傾聴で克服してきた。

政府省庁からも官僚を派遣してもらい、大学の様々な事業の支援にあたってもらった。具体的には、財務省、経産省、厚労省、環境省、文科の5省である。

2. 震災に伴う大学組織の拡充

震災に対応する為福島医大の組織が拡充された。医療過疎と人口減少に悩む会津地方には、大学附属病院としての会津医療センターを2013年5月に開設した。診療科は22科、病床226床である。

災害医療総合学習センター、看護師特定行為研修センター、災害医療部として、3センター、1室が設立された。

県民の健康を数世代にわたって見守る為に、2016年12月にふくしま国際医療科学センターを福島医大に設立した。2020年11月時点で657人体制である。詳細は省略する。更には、地域医療

支援センター、そして、24 講座の寄附講座が地域の医療を守る為に設立された。

これとは別に、新たな専門医制度に対応する目的も視野に入れて、福島医大の基礎系講座を 12 から 16 講座に、臨床系講座を 25 から 38 講座に拡充した。結果的に 15 講座を増設した。

広報の不備を補う為広報コミュニケーション室を創設した。更に、将来深刻化すると危惧されるリハビリテーションなどの医療人不足に対応する為に新医療系学部（リハビリテーション、放射線、臨床検査）設置の準備室が設立された。この新医療系学部は 2021 年 4 月に開設される。

その他に、原子力災害医療・総合支援センター、高度被ばく医療支援センターが開設された。従来の初期、二次、三次被ばく医療機関のシステムは、大震災に伴う原発事故に機能しなかった。何故なら、被曝患者だけではなく、非被曝外傷疾患、両者の患者が殺到した。これを分けて備えていた為に対応できなかったからである。政府もこれを理解し、このような制度の創設に至った。

県民の健康指標の悪化に対応して、健康増進センターが 2016 年 4 月に開設された。また、活動の低下により脳梗塞、認知症が増えていることを踏まえ脳疾患センターを 2017 年 4 月に開設した。更に、医療崩壊の危機に備えて看護師特定行為研修センターを 2017 年 4 月に設置した。

このような福島医大の取り組みの結果、原発事故前後で組織が大幅に拡充された。その内容をみ

ると、2010 年度福島医大の予算が原発事故前の 294 億円から 2017 年度には 556 億円に、職員は 1,900 人から 3,300 人に増加した。

おわりに

人類は、様々な大惨事を経験してきている。その度毎に、次の世代に教訓が伝えられてきている。問題は、次の世代に教訓が正しく伝えられてきたかということである。しかし、歴史が示唆する答えは否である。時とともに風化、変質するのは世の習いである。未曾有の惨禍が襲った時、その時（real time）の記録だけが真実である。たとえ惨禍の当事者（経験者）であっても、時間の経過とともに事実感情や信条が入り、脚色（増幅）されてしまう。従って、我々にできること、そしてすべきことは、事実を迅速に、有りのままに記録しておくことである。そういう意図で、記録集（FUKUSHIMA いのちの最前線 東日本大震災の活動記録集）を 2012 年 12 月に発刊した。

今、福島第一原発事故では、誰も経験したことのない廃炉作業を強いられている。この廃炉作業を進めるなかで、人類の暮らしを変える発明や発見が期待される。そのような視点から捉えると、福島医大の使命は、事業が円滑に進む様に医療の面から現場や地域を支えることである。

本論文は、第 34 回日本靴医学会学術集会（2020 年 9 月 11 日～10 月 31 日）の特別講演でその一部を発表した。

ランチョンセミナー

靴のファッションと機能の両立

—ヒール靴と足部の適合性に関する研究—

Balancing fashion and function of women's shoes

—Research on matching heel shoes and feet—

新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

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

阿部 薫

Kaoru Abe

Key words : 実験研究 (experimental research), ファッション (fashion), 機能 (function),
ハイヒールパンプス (high heel pumps)

要 旨

「靴のファッションと機能を両立させる」とは、ファッション性の高い靴は機能性が低く、機能性の高い靴はファッション性が低いため、これらは両立できていないという意味を含んでいる。ここでいうファッション性の高い靴とはヒールパンプスに代表される靴であり、美的外観を優先したフォルムに基づきラストが設計されるため、必ずしも生体足部との適合性が良好であるとは限らない。靴の開発や設計においては、外観であるファッション性と機能性である内部構造が相互に成り立つポイントを探している。これらをテーマとした研究について、過去10年間に筆者の研究室において行ってきた実験研究の一部を紹介する。

緒 言

本稿は第34回日本靴医学会学術集会の大会テーマ「靴のファッションと機能の両立」に呼応し、ランチョンセミナーのテーマ「靴のファッションと機能の両立—ヒール靴と足部の適合性に関する研究紹介—」に関し講演した内容をもとに執筆したものである。

ファッションとは流行やはやりのことで、デザイナーのアイデアであるモードが一般的になってからファッションと言われ、消費者が選択することによってつくられる。靴は服装の一部で、その目的は社会的必要性（サイン、シンボル、礼儀等）と、生物学的必要性（身体保護）があり、本学会の目的は後者である。したがって本ランチョンセミナーではファッションの代表としてヒール靴（ハイヒールパンプス等）を取り上げた。

(2021/02/04 受付)

連絡先：阿部 薫 〒950-3198 新潟県新潟市北区島見町 1398 番地 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：kao-abe@nuhw.ac.jp

研究分野

筆者は足・靴・歩行というキーワードに関連した研究を行っている。元来、ヒトの足は高いヒールのついた靴を履くような構造になっていない。

ヒール靴を履くことによって、その形態がどのように変化するのかについて興味がある。つまりヒール高に応じた足部の形態変化が明らかになれば、靴の設計に生かせるのではないだろうかと考えた。

ヒール高を上げると足底にかかる体重分布が変化し、立位や歩行において裸足とは異なる力のかかり具合が生じる。したがって、これらの変化に対応した靴の機能的な構造を明らかにする必要がある。この成果を構成部材はもとより、組み立てや製造に関して、幅広く役立てることができると考えた。

靴は立つ・歩くための道具であるため、安定して立つことができ、安全に、疲れないで、できれば歩行運動を助けてくれる機能があれば最高である。しかしヒール靴は、ファッション性を優先すると機能が下がるという相反した関係にある。しかしこの二つの相成り立つところを、靴メーカーも、靴店も、消費者も探している。ここに実践的研究の必要性があると考え、ヒール靴による歩行の運動効率などについても研究している。

このような視点により、学部生や大学院生らと楽しく研究を続けてきた。今回はその中でもヒールパンプスと足部との関係性を、足の形態変化、靴の機能構造、歩行の運動効率の分野に関して、過去10年間の研究内容と、その成果について紹介する。

研究分野：歩行運動

最初の研究分野として、ヒール靴の歩行運動に関するテーマを2つ紹介する。研究1はヒール歩行時の靴音に関するもので、快適歩行速度において、ヒールのカンカンという衝撃音の音圧が低減するケイデンスと歩幅を紹介する。研究2はヒール高別の身体負担に関するもので、異なるヒール高の靴を使用して呼気ガス分析を行い、ヒール高3cmで歩行した場合に、身体への負担が最小であったことを紹介する。

研究1：ヒール靴歩行時の靴音¹⁾

【概要】5cm ヒール靴による歩行時の接地衝撃音を検討した。快適歩行速度でケイデンスを変化させると歩幅も変化し、ヒール常用者においてケイデンス100のときに音圧が下がる最適歩幅は、身長×43%であることを特定した。

【緒言】ヒールパンプスは通勤や仕事用として幅広く使用されている。駅の中、建物内、また路面においてもアスファルトなどの固い素材が使用されており、歩行中、ヒールリフト部が接地した際には、カンカンというかなりの衝撃音を生じる。周囲はもちろんのこと、音を発している本人も騒音と感じている。このため歩幅を調整したり、爪先から接地したりと、気遣いをすることもあるだろう。

一般的に歩行速度が速くなれば歩幅も大きくなり、靴底は勢いよく地面に叩き付けられるため音も大きくなる。なお音の大きさのことを音圧といい、単位はデシベル (dB) である。

仮説として、その人が最も歩きやすい速さ、つまり快適歩行速度において、1分間あたりの歩数であるケイデンスを変化させたときに、歩きやすい歩幅に調整する。この状態は下肢の関節運動が最適化されており、足底の接地状態を制御して、ヒール歩行時の接地衝撃音が低下する領域があるのではないかと考えた。

【方法】対象は女子大学生22名、うちヒール常用者11名、非常用者11名であった。計測に使用した靴はヒール高5cmのパンプスで、おのおの同一タイプの適正サイズを使用した。歩行は本人が最も歩きやすい速度、快適歩行速度とした。変化させたのは1分あたり歩数であるケイデンスで、70、100、130の条件にて各5回計測した。なおケイデンスの指定は通常、メトロノームの音によるが、この研究は音を計測するため光信号によって歩調を指示した。音の計測は普通騒音計を使用し、床面がビニールクロスの静寂な実習室で行った。

音圧計測は騒音計を一カ所に固定するのではな

く、歩いている本人がどのように聞こえるのかという設定のため、被験者自身が騒音計を耳の高さに持って、メトロノームの光信号に合わせて歩調をとり、快適歩行速度で歩くように指示した。なおこれらの課題動作を十分に練習した後に、計測を行った。

【結果】ヒール常用者の結果は、ケイデンスが上昇すると、歩幅と音圧も比例して大きくなっていった。3種類のケイデンスのうち、1分あたり100の歩調が最も歩きやすいと感じ、このとき音圧が低くなる最適な歩幅は身長×42%であった。なお音圧が低下すると言っても極端に小さくなるのではなく、平均で5%程度低減していた。分析にはyを音圧、xを歩幅とした高次式による回帰分析を用いて、描出される曲線により判断した。

【まとめ】ヒール高5cmのパンプスを使用して快適歩行速度で歩行したとき、ケイデンスが上昇すると、歩幅と音圧も比例して大きくなった。この上昇途中に1か所、平均で5%程度、音圧が低下するポイントがあり、その歩幅を身長比で示すことができた。この結果を応用することにより、ヒール歩行中に歩行速度を落とすことなく、歩幅を調整することによって、騒音とされるヒールのカツカツ音を低減させることができるようになるだろう。

研究2：ヒール高別の身体負荷²⁾

【概要】ヒール高1, 3, 5, 7cmのヒールパンプスで歩行してもらい、そのときの無酸素性代謝閾値に至るまでの時間、ATポイントを計測した。結果、ヒール高3cmが最も疲れにくいことが判明した。

【緒言】ヒールパンプスは「疲れやすい」と言われるが、その中でも中ヒールは「歩きやすい」とも言われている。最適なヒール高について、ヒール高1.5~7.3cmのパンプス歩行を比較した先行研究によれば、2.5cmヒールが最も酸素消費量が少なくと述べられている。しかしヒール歩行の慣れの問題を指摘することができる。

【目的】目的は疲れにくいヒール高を特定することである。ヒール靴を常に使用している常用者と、ほとんど使用しない非常用者では慣れの問題がある。つまり歩行動作が無駄なく洗練されていれば、ヒール高の差に大きく影響されず、酸素消費量は少なくなるということである。したがって酸素消費量による比較ではなく、呼気ガス分析による無酸素性代謝閾値(ATポイント)の比較を行うことにした。これは個人の慣れ/不慣れといった運動特性に影響を受けず、統一的に運動強度を設定することができるためである。

【ATポイントとは】ATポイントとは無酸素性代謝閾値のことである。歩行などの運動を行うと筋肉内に乳酸が作られ酸化するため、これを中和するために重炭酸が生成され、血行により肺から二酸化炭素が排出される。徐々に運動強度を上げていくと、有酸素性運動から無酸素性運動へと切り替わる。有酸素性運動の間は楽な運動、無酸素性運動はキツイ運動ということもできる。したがって歩行速度を段階的に速くしていく漸増負荷法による計測では、有酸素性運動と無酸素性運動の切り替えまでの時間、つまりATポイントまでの時間が長ければ、楽な靴、短ければ疲れやすい靴ということができる。

【方法】対象は女子大学生20名で、ヒール高1, 3, 5, 7cmのヒールパンプスでトレッドミル歩行させた。呼気ガス分析は30秒毎に0.5キロずつ速度を上げる漸増負荷法で行った。

【結果】各ヒール高の中で3cmヒールによる歩行においてATポイントに至る時間が長くなり、最も疲れにくいことが判明した。なお各条件とも危険率1%で有意差が認められた。

【まとめ】理由として、3cmヒールを履くとMP関節や下肢の関節が下腿の前方への回転モーメントへ有利に働く角度となり、それが歩行のキーマッスルである大腿四頭筋や腓腹筋の張力を高めたと考えた。一方、7cmヒールでは足関節が過度に底屈することによって、蹴り出し時には過大な筋収縮が要求され、またミッドスタンス以降では

急激な膝折れを生じるため、これを抑制する筋活動が要求されることが歩行中の筋運動効率の低下を招いたと考えた。

研究分野：靴の構造

ヒール靴の構造が立位や歩行へ与える影響に関する研究を7つ紹介する。研究3は外側へ倒れがちなヒール歩行に対して、外側ウェッジの効果を動作筋電図で検証した研究である。研究4は脱げやすいミュールサンダルに対して、ストラップの位置を変化させ、足部との固定性を検討した研究である。研究5はヒールパンプス内における、足部のズレを防止するための工夫に関する研究である。研究6は静止立位時における最適な内側縦アーチ部の高さを重心動揺計で検討した結果、舟状骨高 $\times 0.882$ の高さが最適だったことを紹介する。研究7は最適なピンヒールの位置を検討した結果、踵中心から外側へ5mmシフトが最適であるとした。研究8はヒール高3cmのパンプスにおける内側縦アーチパッド高を検討し、7mm厚のパッドが最適であるとした。研究9はヒール靴歩行時におけるボール部の最適な屈曲硬度を追求した研究である。

研究3：ヒール靴への外側ウェッジの効果³⁾

【概要】ヒールパンプスに外側ウェッジパッドを使用した時の下肢筋電図を計測し、筋負担の低減が確認された。

【方法】O脚傾向の女子大学生9名を対象に、ヒール高6cmのパンプス内のヒール部に5, 7, 10mm厚の外側ウェッジパッドを使用して歩行した時の下肢の動作筋電図を計測した。また静止立位時の両膝の間の距離を比較した。

【結果】動作筋電図では腓骨筋群と腓腹筋外側頭において、外側ウェッジ5mmと7mmで筋活動が低下し、10mmでは逆に上昇が認められた。また静止立位時の両膝の内顆間距離では、ウェッジの厚みが増加するほど狭小化していたが、使用感については10mm厚では歩きにくいとのことであっ

た。

【まとめ】ウェッジ5mmと7mmで筋活動は低下したが、10mmになると逆に上昇が認められたのは、下腿が過度に矯正され、これを引き戻そうとする反応により、かえって筋活動が増加したと考えられた。これは歩きにくさを感じたことにも共通すると推測した。したがってウェッジは5mm厚が適正で、疲れにくく、O脚の抑制効果があるとした。

研究4：ミュールストラップの位置⁴⁾

【概要】ミュールの脱げ抑制のためにストラップの位置を工夫した研究である。3種類のストラップを設定し、筋電図や固定性を検討した。

【方法】女子大学生6名を対象に、ヒール高5cmのミュールに対して3種類のストラップ（ヒールストラップ・足背ストラップ・アングルストラップ）を設定し、歩行させたときの筋電図（前脛骨筋、大腿二頭筋、大腿直筋、内側広筋、大殿筋）、歩行の時間因子・距離因子、およびミュールと足部との固定性について、Toe off時のミュール上面と足底面の角度をビデオ解析で計測した。（図1）

【結果】総合評価として、アングルストラップが最も良いという結果になった。筋負担が低減し、歩幅が伸び、歩行速度は速くなり、被験者からも一番歩きやすいという使用感が得られた。

研究5：ヒール靴内のずれ防止⁵⁾

【概要】歩行中にヒール靴の中で足が前にずれることがある。踵部に穴をあけてズレを計測し、またずれ防止のためのシューズ用品を使用してみた。

【方法】対象は女子大学生11名で、ヒール高5cmのパンプスを使用し、ずれ防止のためにインソール、ジェルパッド、ストラップを使用して歩行した。このとき歩行の時間因子と距離因子を計測した。また靴の踵部に穴をあけ、そこからスティックを挿入して、ずれの計測を行った。

【結果】ずれ防止用品なしに比較して、インソール、ジェルパッド、ストラップの何れも、ズレ防



図1. ヒール高5cmのミュールに対して3種類のストラップを設定
左：ヒールストラップ 中：足背ストラップ 右：アングルストラップ



図2. 足圧分布測定器上で段階的に踵を上げ、さらに内側縦アーチパッド高を変化させた

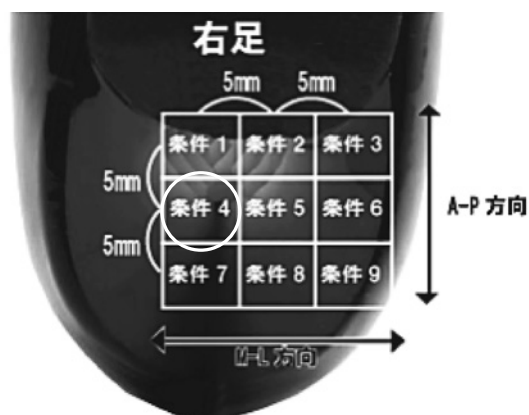


図3. 条件4の位置を中心として9カ所に移動させたピンヒールの位置

止に効果が確認された。ケイデンスには有意差はなかったが、歩幅と歩行速度は有意に増加した。したがってこれら3種類の用品は、靴の種類によって使用可能なものを選択することにより、同じ効果が期待できると考えられた。

研究6：ヒール高別の最適な 内側縦アーチパッド高⁶⁾

【概要】舟状骨高の0.882倍という静止立位時の最適な内側縦アーチパッドの高さは、3cm 高のヒールまで適応するとした研究である。

【方法】健康女性12名を対象とし、自作のヒール高を上げる装置を使用し、MP関節が背屈40度まで10度刻みで上げていき、そのときの舟状骨高と軟部組織のアーチの最高点を計測した。

フットビュークリニック（ニッタ社）にて、重

心移動平均速度を計測した。この値が大きければグラグラしており、立位バランスが悪いと判断できる。踵を上げる台を使いながらMP関節を背屈40度まで10度刻みで上げていき、そのとき内側縦アーチパッドの高さをプラス5mmまで1mmずつ増加させた。（図2）

【結果】MP関節背屈10度まではWindlass action が起きないためアーチ高に変化はなく、舟状骨高にも変化は生じなかった。

【まとめ】MP関節背屈10度まではアーチ高に変化がなく、立位バランスも安定していたことから、背屈0度、つまりフラットな状態における最適なパッド高として、半荷重時の舟状骨高の0.882倍という数値は、MP関節背屈10度に相当するヒール高3cm までに適応可能であることが判明

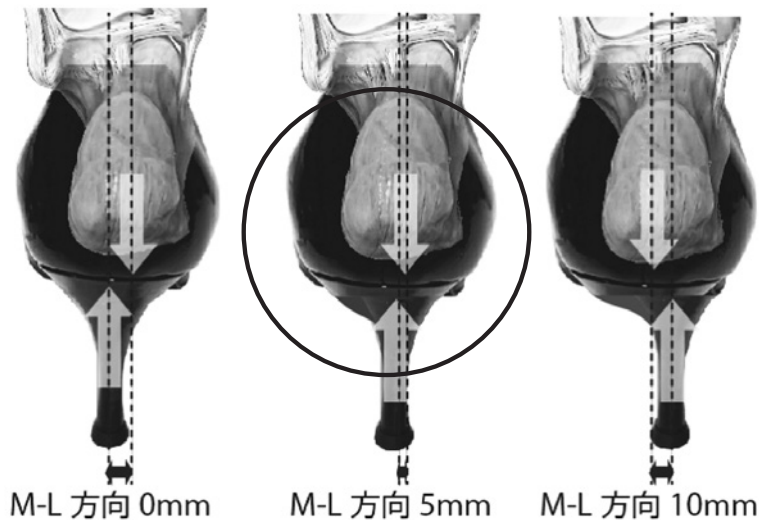


図 4. ピンヒール位置が 5mm 外側へシフトした場合が最も安定していた(右足後面)

した。

研究 7: ピンヒールの最適な位置⁷⁾

【概要】静止立位時において最も安定したピンヒールの位置を特定するため、5mm ずつ位置を移動させたヒールを 9 種類製作し重心動揺を計測したところ、外側へ 5mm 移動したときに最も安定していることが判明した。

【緒言】パンプスのピンヒールは踵部の中央に設定されている。荷重は脛骨の骨幹部に沿って伝わり、踵骨は外側へ位置しているため、パンプスを履くと荷重線と踵骨の中央線がずれて内反モーメントを生じる。ピンヒールを履くとグラグラするのはこのためである。したがって本研究の目的は、ヒール位置が立位安定性に及ぼす影響を検討することとした。

【方法】被験者は足関節の内外反が 5 度未満の健康女性 12 名とした。作製した実験靴は足背マジックテープ 3 本、ヒール高 30mm のピンヒールとし、ヒールリフトの直径は 10mm とした。

図 3 は 9 カ所に移動させたピンヒールの位置を示している。実際にはかなりの加重がかかるため、条件 4 の位置を中心として前後に 5mm、外側へ

5mm、さらに 5mm と配置した形状を持つヒールパーツをプラスチックから削り出して製作した。

この実験用ヒール部品を通常の製靴方法により 9 足作製した。重心動揺計測はグラビコーダー（アニマ社）を使用し、各ヒール位置条件により COP を記録した。

【結果】COP の総軌跡長と左右方向の最大振幅の結果では、M-L 方向には有意差は認められたが、A-P 方向には有意差が認められなかった。9 カ所のヒール位置について、前方へシフトした列をⅠ群、中央の列をⅡ群、後方へシフトした列をⅢ群とし、それぞれ外側へ 0, 5, 10mm 移動させたときの総軌跡長の比較の結果、Ⅱ群とⅢ群においてヒール位置が 5mm 外側へシフトした場合が最も安定していた。同様に左右最大振幅における各群の比較においても、ヒール位置が 5mm 外側へシフトした場合が最も安定していた。（図 4）

【まとめ】ピンヒールの位置と生体の荷重線がずれているため安定したバランスが得られない。ピンヒールの位置を 9 カ所に移動させて COP を比較したところ、外側へ 5mm シフトさせると内反モーメントが減少し安定させることができた。ピンヒールの位置を A-P 方向に移動させると支持基



図5. 靴のボール部を60度に背屈させ屈曲硬度を計測した

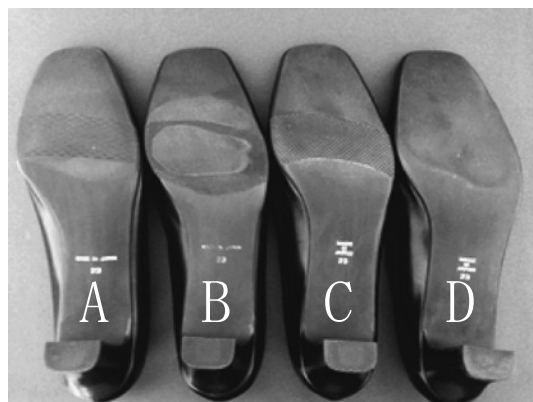


図6. 実験靴の屈曲硬度 A: 条件1 (0.85kgf), B: 条件2 (1.00kgf), C: 条件3 (1.35kgf), D: 条件4 (2.35kgf)

底面積は変化するが、立位バランスへの影響が小さいことも判明した。

研究8：歩行時の内側縦アーチパッド高⁸⁾

【概要】ヒール高3cmのパンプスに使用する最適な内側縦アーチパッドの高さを検討したところ、パッドの高さは7mmが適しており、これは舟状骨高の18.7%に相当していた。

【方法】女子大学生15名を対象に、ヒール高3cmのパンプスを使用し、高さ5, 7, 9mm内側縦アーチパッドを各々設定した状態で足圧分布測定装置Fスキャン（ニッタ社）にて足圧分布を計測し、歩行の時間因子・距離因子を検討した。

【まとめ】パッド高7mm、舟状骨高の18.7%のときに足圧分布は最も分散し、局所の圧力は低減していた。また歩行速度とケイデンスが上昇することが確認された。

研究9：ヒール靴の最適な屈曲硬度⁹⁾

【概要】4種類のボール部の屈曲硬度を設定した実験用パンプスを用いて、呼気ガス分析にて身体への負担を比較したところ、屈曲硬度が1.00kgfのものが最も疲れにくい靴であるとした。

【緒言】パンプスの靴底が硬いと蹴り出し時に踵脱げを起こしてしまう。一方、靴底が柔らかいと屈曲変形が戻ろうとする反発力が小さいため、蹴

り出しをサポートしない。したがってパンプスの靴底の硬度が歩行時の運動効率にどのような影響があるのか、そして歩行するために最適な靴底の硬度を検討することを目的とした。

【方法】女子大学生21名を対象に、靴のボール部を60度に背屈させたときの力により、靴底の硬度を4種類（条件1：超軟：0.85kgf、条件2：軟：1.00kgf、条件3：硬：1.35kgf、条件4：超硬：2.35kgf）としたヒール高5cmの実験用パンプスを準備した。（図5、6）これらはすべて同一のラスト、靴資材を使用し、靴底の硬度のみが異なるもので、一人の靴職人が製作した。各条件の実験用パンプスを使用し、トレッドミル歩行にて、漸増負荷法により呼気ガス分析を行い、無酸素性代謝閾値（ATポイント）に至るまでの時間を比較した。

【結果】条件2の屈曲硬度が1.00kgfの靴が、最も身体に負担が少ないことが判明した。

【まとめ】その理由として、一番柔らかい条件4の「超軟」では靴底が柔らかすぎるため、蹴り出し時に不安定となり、足の安定性を確保するために筋力が使われたと考えた。条件3の「硬」は2番目に成績が良かった。これは背屈方向へ屈曲された靴底資材が、もとの形に戻ろうとする反発力が蹴り出しをサポートしたものの、やや硬く、屈

曲させるために筋力を要したためと考えた。条件4の「超硬」は材料的にも硬すぎて、本来、蹴り出し動作に使用されるべき筋力が、靴底の屈曲に多く使用されたためと考えた。結論として、条件2の「軟」、つまり1.00kgfの条件が最適であったとした。これは足を適切に保持しながら、同時に靴底の反発力が蹴り出しをサポートしたためと考えられた。

研究分野：足部変化

次に紹介する研究分野は、ヒール高が上昇したポジションにより、足はどのような形態変化を呈するかについて検討した研究である。研究10は30年前と現在の足型計測データを比較したものである。研究11はヒール高を上昇させたときの、足趾の屈曲動態を検討したものである。研究12は同様にヒール高を上昇させたときに、ヒール高上縁に相当する踵部と、アーチ高の指標である舟状骨高の変化に関する研究である。研究13は同様にヒール高を上昇させたときの、前足部・中足部・後足部の比率の変化を検討したものである。

研究10：足部寸法の変化¹⁰⁾

【概要】足長・足囲・足幅について、現在の女子大学生と33年前の同年代のデータを比較したところ、足長は変化なく足幅が狭小化してきており、既成靴のラスト設計の変更が必要なのではないかという提言をした。

【緒言】若い女性は日常的にヒール靴や足先が細い靴を使用している。使用者はもちろんのこと、靴に携える多くの方々から、「足型が年々細くなってきているのではないか」というご意見を良く耳にする。現在の女子学生には靴トラブルが多発しており、その中の一つとして靴の中で足が動いてしまうことが挙げられる。靴擦れやキズを作り、さらに前滑りによる足趾の圧迫などを生じている。足長サイズが適合していても、靴に対して使用者の足幅が細くなってきているのではないかと考えた。そこで30年前の同年代の足型データと、現在

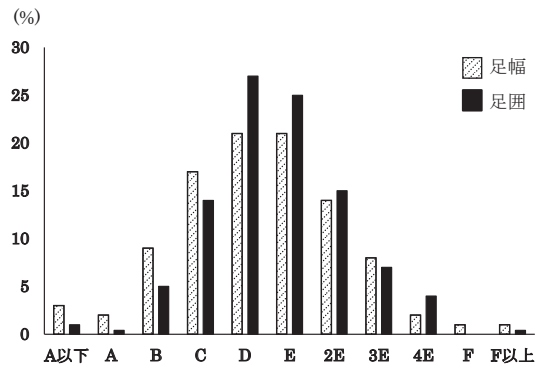


図7. 2020年における女子大学生の足幅と足囲（左右足の平均）の出現率（128名、256足）

のデータを比較検討することを目的とした。

【方法】女子大学生128名を対象に、足長・足囲・足幅をフットゲージとテープメジャーで計測した。本研究の対象年齢は19～22歳であり、比較対象となる1987年の調査¹¹⁾では、18～19歳、20～24歳のデータが該当したため、この2つの年齢層の平均値を用いて比較した。

【結果】現在の被験者のデータでは、足囲によるウィズはDが最多で全体の27.3%であった。足幅によるウィズはDとEが同率で21.5%となっていた。（図7）

2020年の本研究と1987年の先行研究との比較では、身長や足長はほぼ変化はなく、足幅は狭小傾向であることが判明した。しかし本研究のウィズはDで、先行研究の18～19歳もDとなっていた。同じDウィズであるため、その中身について検討した。JIS規格では足長23cmのDウィズの範囲は91.0～92.5mmである。2020年のデータによるDは91.6mmでC寄りの数値になっていたが、33年前のDは92.1mmとE寄りの数値になっていた。したがって同じDウィズであっても、2020年の方が細くなっていた。つまり足長はほとんど変化なく足幅は狭小化していた。

【まとめ】足幅が狭小化したことに対する考察である。33年前に比較して、現在では不整地を歩かなくなったこと、また道路も舗装され、仕事や居

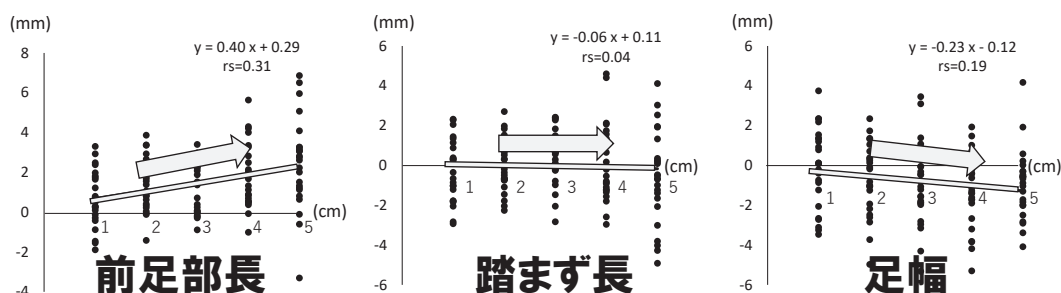


図8. 縦軸：部位の変化量，横軸：ヒール高

住環境も平らな床面がほとんどである。したがって足幅を広げて安定性を高める必要がなくなり、足幅が狭小化したと考えた。現代の若者は足を積極的に使うことが少なくなったため足骨格が狭くなってきたため、既成靴と適合せず足のトラブルが多発していると考えられた。靴メーカーの皆様には、ぜひとも既製品の靴型の改良をお願いしたい。

研究 11：ヒール高別の足趾屈曲¹²⁾

【概要】 ヒール靴を想定した踵台を順次 60mm まで上げたときの、足趾高，MP 関節角度，PIP 関節角度を検討したもので、この動態を靴型設計に役立てるための基礎研究である。

【緒言】 ヒールを上げていくと MP 関節は背屈し、Windlass action によってアーチが挙上する。同時に足趾屈筋腱の機能長が短縮するため足趾が屈曲する。もしトゥボックス高が低かったら足趾関節の背側が圧迫を受け、胼胝を生じることもある。このためトゥボックスを適正な形状に設計すれば良いのだが基準がない。したがって本研究はヒールを上昇させたときの足趾屈曲動態を明らかにし、ハイヒール靴のつま先形状の設計に資することを目的とした。

【方法】 女子大学生 20 名を対象とし、自作の踵台を用いて 0～60mm 高のヒール肢位を取らせたときの、MP 関節角度，PIP 関節角度，足趾高を計測した。踵高を x とし、おのおの MP 角度，PIP

角度，足趾高を y とした一次回帰式を算出した。

【結果】 被験者 20 名のうち、Windlass action がほとんど機能しない扁平足の者を除外し、アーチ高率 10% 以上である 12 名を対象とした。踵高を 0～60mm まで変化させても足趾高はほとんど変化なく、17mm 前後であった。目的変数 (y) を MP 角度 (単位: $^{\circ}$)，説明変数 (x) を踵高 (単位: mm)，としたとき MP 角度 = 0.50 踵高 + 4.74 となり、目的変数 (y) を PIP 角度 (単位: $^{\circ}$) としたとき PIP 角度 = 0.16 踵高 + 0.80 と有意な回帰式 ($p < 0.01$) が得られた。

【まとめ】 踵高を上げていっても足趾高に変化がなかった理由として、踵を上げて足趾が屈曲しても、足趾に体重負荷が増加していった分、指腹の軟部組織がつぶれたことにより、相殺されて 17mm 前後となったと考えた。MP と PIP の関節角度については有用な比例式が得られたので、これをハイヒール靴のつま先形状の設計に活用されることを希望する。

研究 12：ヒール高別の踵カーブ¹³⁾

【概要】 ハイヒールを想定した 7cm の踵台で、ヒールウェッジを変化させたときの、舟状骨と踵部の変化について回帰式を求め、靴型設計に反映させようとした基礎研究である。

【方法】 女子大学生 20 名を対象とし、ハイヒールを想定した 7cm の踵台に、楔状のパッドによってヒールウェッジ (踵を載せる角度) を 0～25 度

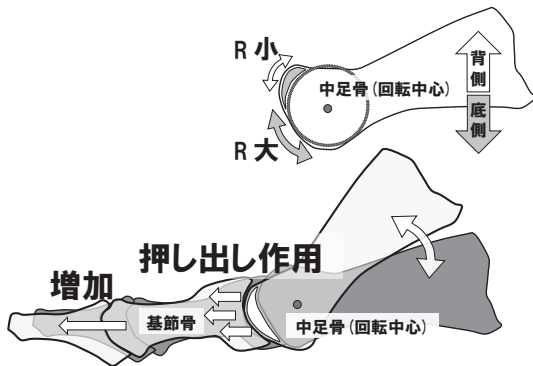


図9. ヒールが上昇（MP 背屈）すると前足部長が増加する機序

まで変化させたときの、ヒール上縁に相当する部位と舟状骨の位置がどのように変化するかを、マトリックスシートを通して写真撮影し、XY座標を記録した。

【結果】目的変数（ y ）をヒールウェッジ角とし、説明変数を舟状骨の x および y 座標の移動（単位：mm）としたとき、 $y = 8.589 + 3.018$ 舟状骨 x 移動 $- 1.085$ 舟状骨 y 移動、の有意な（ $p < 0.05$ ）重回帰式（ $r = 0.596$ ）が得られた。また目的変数（ y ）をヒールウェッジ角とし、説明変数をヒール上縁の x および y 座標の移動（単位：mm）としたとき、 $y = 2.97 - 1.328$ ヒール上縁 x 移動 $+ 4.919$ ヒール上縁 y 移動、の有意な（ $p < 0.01$ ）重回帰式（ $r = 0.900$ ）が得られた。

【まとめ】ヒールウェッジ角を調整することによって、ヒール上縁と舟状骨の位置が移動する法則性が明らかになり、靴型設計や適合調整に資すると考えられた。

研究 13：ヒール高別の足部比率¹⁴⁾

【概要】3次元足型計測器内に0～5cmのヒール台を設置して、前足部、踏まず長、足幅がどのように変化するかを検討したものである。

【方法】女子大学生12名を対象とし、3次元足型計測器内に0～5cmのヒール台を設置して、前足部、踏まず長、足幅の比率変化を計測した。な

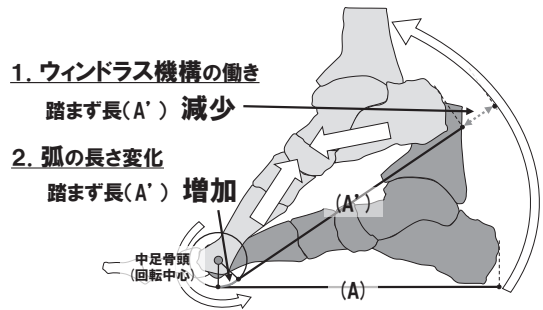


図10. ヒールが上昇（MP 背屈）しても踏まず長が変化しない機序

おヒール台はレーザー光線の干渉によるデータ欠損を防止するため、前縁を第5中足骨底部とMP部との中間位置までとした。

【結果】図8は縦軸が部位の変化量、横軸にヒール高を示した。例えばヒール高が1cm上昇すると、前足部長は0.4mm増加し、踏まず長は変化せず、足幅は0.23mm減少することが判明した。

【考察】前足部長が増加することについては、中足骨頭の背側と底側の関節面形状、つまり曲率の違いを指摘することができる。図9のように、MP関節背屈時に、曲率 R が小さく、突出している中足骨頭の背側部が、基節骨を押し出すためと考えた。

踏まず長が変化しないことについては、MP関節背屈0度ときの踏まず長と、背屈時の踏まず長が同等であるためと考えた。これは背屈時の中足骨頭における回転中心が、MP関節接合面から近位にあるため、回転によって生じた弧長 L が、Windlass actionで短縮した踏まず長 A' に足されて、もとの A と同程度になったためと考えた。（図10）

幅の減少については、ヒール高が上昇することによって、足内筋が働き、その中でも母趾内転筋横頭など足幅に関与する筋の働きにより、横アーチを挙上したのではないかと考えた。

ヒール靴研究の問題点

最後にヒール靴研究の問題点を指摘したい。靴の機能性を向上させることは、ヒトと靴の適合性を向上させることである。たとえば競技スポーツに使用される靴に要求される機能は絞込みやすいため、さまざまな種類の靴が存在する。またプロ選手ともなれば自分専用のフルオーダーメイドの靴をスポンサーから提供される。そのため個人の特性と競技に要求される特性が合致して、非常に高機能の靴が活躍中である。

一方、本稿が取り扱っているヒール靴の研究では既製品を想定している。既製品は「誰にでも合う」ことが前提で開発・製造・販売されているが、誰にでも合わないことは言うまでもない。合わないと言ってしまえば身も蓋もないのであるが、それでも最適な機能を実現化するために最大公約数的な数値を追い求めている。

そもそもヒールパンプスのような形の靴はヒールが高く、つま先はポインテッドトゥを持ち、生体足部とはかけ離れた形状であるため、ジャストフィットはあり得ない。しかしわが国の百年以上の靴の歴史の中で、このかけ離れた形状の妥協点が靴職人によって模索され今日に至っている。われわれは職人が積み重ねてきた勘と経験を未だ超えることができていない。研究とは、この勘と経験を数値化するプロセスに過ぎず、私はこれを「技術の技術化」と言っている。技はその人にしかないが、技術は他の人も利用できる。

ヒール靴研究の楽しいところは、ヒールパンプスという限られた条件下で、美的外観を変えずに内部構造や部材、製法などを工夫することによって、まだまだ改善の余地があることである。もう

改善・改造・工夫するべきところがないと思われていても、まだここがありましたよと、まるで宝探しのようである。今後も研究は続けて行かなくてはならないため、後進の育成に力を注ぐことが、いまの私に課された使命である。

文 献

- 1) 稲森衣江, 阿部 薫. ハイヒールによる衝撃音と歩幅の研究. 義肢装具自立支援学 2010; 1: 27-32.
- 2) 小関桃果, 阿部 薫他. 無酸素代謝閾値によるパンプスの最適なヒール高の検討. 靴の医学 2016; 30 (1): 63.
- 3) 平 成美, 阿部 薫. ハイヒール歩行時のO脚に対する外側ウェッジの効果について. 義肢装具自立支援学 2011; 2: 91-4.
- 4) 土田奈津美, 阿部 薫. サンダルのストラップの違いによる歩行への影響. 義肢装具自立支援学 2011; 2: 113-8.
- 5) 若林瑞穂, 阿部 薫. ハイヒール歩行時のずれ防止の検討. 義肢装具自立支援学 2011; 2: 201-4.
- 6) 赤石恒一, 阿部 薫. Windlass Action による足部形状の変形動態に応じた内側縦アーチパッド高の検討. 靴の医学 2011; 25 (2): 93-6.
- 7) 赤石恒一, 阿部 薫. ヒール位置が静止立位に及ぼす影響. 靴の医学 2014; 28 (2): 14-8.
- 8) 飯田美帆, 阿部 薫. 歩行時における内側縦アーチパッドの頂点高さの検討. 義肢装具自立支援学 2016; 7: 13-6.
- 9) 伊藤あきみ, 阿部 薫他. 無酸素性代謝閾値による最適なパンプスの靴底硬度の検討. 日本整形靴技術協会雑誌 2017; 2: 29-32.
- 10) 叶野愛羅, 阿部 薫. 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.
- 11) 山崎信寿他. 足の辞典. 朝倉書店; 1999. 29-71.
- 12) 古俣絵里, 阿部 薫. 靴型のつま先形状の設計を目指したハイヒール肢位における足の屈曲動態. 義肢装具自立支援学 2016; 6: 72-5.
- 13) 伊與部那月, 阿部 薫. 踵の脱げ防止を目指したラストのヒールカーブ形状設計のための基礎研究. 義肢装具自立支援学 2017; 8: 27-30.
- 14) 蓮野 敢, 阿部 薫他. 3次元足型計測器を用いたヒール高別の前足部長, 踏まず長, 足幅の変化の検討. 日本整形靴技術協会雑誌 2020; 5: 25-8.

コラム

足病を防ぐ革新的歩行法

『キープ・アーチ・ウォーク・メソッド』の考案
趾動説から踵動説へ，コペルニクスの発想の転換

Innovative walking method to prevent foot pain

Inventor of “Keep Arch Walk Method”

From “Forefoot load theory” to “Heel load theory”,
transformation of Copernican ideas

川越の小さな靴屋 ナチュリーラ

“Naturela” A small shoe store in Kawagoe

千崎 英隆

Hidetaka Senzaki

Key words : 爪先着地 (fore foot landing), 前足荷重 (Load on the front foot), 上体始動 (body first), 趾の背屈 (dorsal flexion of the toes), 踵動説 (Heel motion theory)

要 旨

足のトラブルを誘発している原因は，靴の普及と都市化がもたらした現代歩行にある．起きてしまったトラブルに対処するだけでは解決への道のりはあまりにも遠い．歩行システムを変えない限り，足のトラブルの根絶は難しい．正常歩行では踵で着地し爪先で踏返す．後足の趾に荷重して前進する後足趾動だ．後足趾動では前足部が背屈する．この背屈こそ問題の原因であるとの仮説を立てた．そこで前足部に背屈を強くない歩行法の構築を試みた．宮本武蔵の足使いに学んだ，前足荷重の踵動歩行の試行を繰り返し，趾を背屈させな

い歩行法を構築し，検証したものである．

緒 言

はじめに，筆者である私の歩行記録 表1を掲載する．靴屋と山岳ガイドの2足のわらじを履いているが，夏の登山シーズンはガイド一辺倒だ．一般的な一日の歩数と比べて2～6倍の歩数を歩いている．20kg超のザックを背負って，富士山，日本アルプスの登山道での1日，1万～4万歩の歩行が1か月以上続く．軽度だが両足の母趾が外反していて，例年8月に入ると趾付け根の痛みに苦しんでいた．

シーズンオフに足の痛みの改善を模索して整形外科を受診したが，言われたことは「レントゲンでは骨には異常がありません．しばらく痛み止めと湿布で様子を見ましょう」だった．外反母趾サポーター，クッションパッド，インソールといっ

(2021/01/05 受付)

連絡先：千崎 英隆 〒350-0042 埼玉県川越市中原町
1-5-1 1F ナチュリーラ
Tel fax 049-228-4949
senzaki.og@gmail.com

表 1. 歩行記録 (2017 年夏期)

2017						
日数		歩数	行き先	日数		歩数 行き先
1	7月26日	5,279	火打山	20	8月14日	4,902 休み
2	7月27日	17,256	富士山	21	8月15日	8,051 休み
3	7月28日	23,460	富士山	22	8月16日	6,175 富士山
4	7月29日	12,918	富士山	23	8月17日	15,492 富士山
5	7月30日	27,458	富士山	24	8月18日	20,126 富士山
6	7月31日	15,476	富士山	25	8月19日	14,650 富士山
7	8月1日	25,703	富士山	26	8月20日	24,130 富士山
8	8月2日	16,663	富士山	27	8月21日	4,771 休み
9	8月3日	24,354	富士山	28	8月22日	4,725 休み
10	8月4日	17,034	富士山	29	8月23日	23,515 赤石悪沢
11	8月5日	33,543	富士山	30	8月24日	27,863 赤石悪沢
12	8月6日	3,558	休み	31	8月25日	29,625 赤石悪沢
13	8月7日	386	中止	32	8月26日	8,804 富士山
14	8月8日	8,170	中止	33	8月27日	12,694 富士山
15	8月9日	10,388	鳳凰山	34	8月28日	14,854 富士山
16	8月10日	20,503	鳳凰山	35	8月29日	19,752 槍ヶ岳
17	8月11日	24,216	鳳凰山	36	8月30日	22,675 槍ヶ岳
18	8月12日	18,559	富士山	37	8月31日	24,165 槍ヶ岳
19	8月13日	15,076	富士山	606,969		
総歩数 606,969 平均 16,404				富士山 21日 南北アルプス 7日		
※網掛け部分は、足の痛みがあった日				その他登山 7日 中止休み 4日		

たフットケアグッズも多種試したが、一時的な快適さがあった程度で、足の痛みは改善しなかった。ただただ我慢しかなかった。外反母趾専門の整体を見つけて、期待して足を運んだものの、改善は見られず。何人もの「専門家」に足が歪む原因について尋ねたが、納得できる回答は得られなかった。

足病の多くは現代医学でも解決できない謎だらけの分野だ。こうした足の問題、例えば外反母趾は、戦前にはほとんど報告されていない。あったとしても実数としては非常に少なかった。では何で出現したのか、どこかに盲点となっていることがあるような気がしてならなかった。

歩行研究の中で、日本人のいにしへの歩行に着目した。宮本武蔵の「五輪書²⁾」の水ノ巻に「足の運びは、爪先を少し浮かせて、かかとを強く踏むようにする。足使いは、時に応じて大きく・小さく・遅く・早くするが、常に普通に歩むようにする」とある。広く一般化した現代人の歩行とは異

なっている。変化したのは歩き方そのものかもしれない。戦前まで受け継がれてきた足のトラブルとは無縁の、歩き方の真髓がここに言い表されているのではないか。そう考え、この歩行法の再現を試みた。

以下、武蔵流歩行の再現を試みた時の歩行記録表2を掲載する。

一度身に着いた癖は、中々取れない。歩行という無意識で行う行為はなおさらだった。登山となると10時間を超えることもある長丁場だ。途中途中にちょいちょい悪い癖が出てしまう。練習開始から約1年の8月9日、ようやく悪癖を捨て去ることができ、以降痛みが出なくなった。この日に武蔵流歩行が身に着いたものと考えられる。このメソッドは趾をブレーキに、踵を動力(アクセル)に使う歩き方だ。

このウォーキング・メソッドは、趾の背屈を元凶とする正常歩行の問題(筆者の研究「歩行システムに潜む致命的な問題についての考察」で Jac-

表 2. 歩行記録 (2018 年夏期)

2018							
日数歩数行き先				日数歩数行き先			
1	7月26日	11,761	富士山	20	8月14日	4,125	富士山
2	7月27日	27,924	富士山	21	8月15日	5,866	富士山
3	7月28日	3,018	中止	22	8月16日	9,838	富士山
4	7月29日	7,302	中止	23	8月17日	29,357	富士山
5	7月30日	8,894	富士山	24	8月18日	4,074	中止
6	7月31日	28,642	富士山	25	8月19日	8,873	中止
7	8月1日	11,131	富士山	26	8月20日	7,857	聖岳光岳
8	8月2日	19,727	富士山	27	8月21日	23,480	聖岳光岳
9	8月3日	15,476	富士山	28	8月22日	38,491	聖岳光岳
10	8月4日	25,703	富士山	29	8月23日	24,620	聖岳光岳
11	8月5日	5,830	休み	30	8月24日	8,293	休み
12	8月6日	4,800	休み	31	8月25日	13,798	富士山
13	8月7日	8,170	飯豊	32	8月26日	32,603	富士山
14	8月8日	20,503	飯豊	33	8月27日	14,938	榛名山
15	8月9日	24,216	飯豊	34	8月28日	3,745	休み
16	8月10日	5,468	休み	35	8月29日	9,825	高妻
17	8月11日	16,663	富士山	36	8月30日	22,971	高妻
18	8月12日	24,354	富士山	37	8月31日	17,396	丹沢
19	8月13日	4,586	休み			554,318	
総歩数 554,318 平均 14,918				富士山 16日 南北アルプス 4日			
※網掛け部分は、足の痛みがあった日				その他登山 7日 中止休み 8日			
※8月9日：武蔵流の歩行法を基にしたウォーキング・メソッドが形になった							

quelin Perry の著した¹⁾正常歩行における 5 つの問題を明らかにした)を回避し、趾の背屈を排した歩行法の構築を目指して行き着いたものである。

この歩行法をベースとして登山を中心に考察、実践、改善を繰り返した。2019 年夏期に実践した歩行記録 表 3 を以下に掲載する。

富士登山連続 10 日、日本アルプス 6 座など、連続する 37 日間計 697,625 歩 (18,122 歩/日) で実践。結果、足が痛むことはなくなり、歩行姿勢が安定した。危険な岩場などの難所での足の安定感が増し、山岳ガイドとしての技能が確実に高められた。筋肉に頼らず骨格で歩く感覚で、疲労も軽減され、実感としては 20 代の体を取り戻したような感覚を得た。お客様にも指導を開始、直ぐには修得できないものの、概ね好評だ。

キープ・アーチ・ウォーク・メソッド

歩行動作の全フェーズにおいて、足のアーチを

キープし、靴を屈曲させない歩行方法である。具体的には、足のトラブルを引き起こす最大のポイントとなる後足の前足部の踏み返し (背屈) を排除した歩行システムである。(図 1) 足アーチのキープがポイントになるため、この歩行法を「キープ・アーチ・ウォーク・メソッド」と名付けた。

基本動作

1. 上半身より始動し、趾から着地する

上半身の前方へのゆらぎにより始動し、趾から着地し地面を趾で受け止める。ランニングが上半身の先行動作からスタートする³⁾のと同じように、掌の上に箒を立てる遊びのように、箒の上端が前方へ倒れはじめることで安定する倒立振子理論⁴⁾に則し、上半身のゆらぎ (body first) から始動する。脚は、上半身を追い越すものの、上半身に自然と追従するようにして、着地時には重心の真下で爪先から着地し①地面を受け止める。上半身が前方に倒れ始める先行動作がポイントとなる。正

表 3. 歩行記録 (2019 年夏期)

2019						
日数		歩数	行き先	日数		歩数 行き先
1	7 月 20 日	12,276	富士山	20	8 月 8 日	21,417 塩見岳
2	7 月 21 日	27,799	富士山	21	8 月 9 日	11,624 富士山
3	7 月 22 日	16,479	薬師岳	22	8 月 10 日	29,161 富士山
4	7 月 23 日	29,033	雲ノ平	23	8 月 11 日	16,629 富士山
5	7 月 24 日	21,868	雲ノ平	24	8 月 12 日	27,397 富士山
6	7 月 25 日	11,071	高天原	25	8 月 13 日	11,084 富士山
7	7 月 26 日	22,846	太郎山	26	8 月 14 日	13,004 富士山
8	7 月 27 日	9,659	休み	27	8 月 15 日	12,650 富士山
9	7 月 28 日	4,793	休み	28	8 月 16 日	22,859 富士山
10	7 月 29 日	13,238	富士山	29	8 月 17 日	10,565 富士山
11	7 月 30 日	26,991	富士山	30	8 月 18 日	25,932 富士山
12	7 月 31 日	13,150	富士山	31	8 月 19 日	12,851 休み
13	8 月 1 日	34,865	富士山	32	8 月 20 日	12,813 燕岳
14	8 月 2 日	12,401	富士山	33	8 月 21 日	20,930 燕岳
15	8 月 3 日	28,969	富士山	34	8 月 22 日	8,537 車山
16	8 月 4 日	24,838	富士山	35	8 月 23 日	3,203 休み
17	8 月 5 日	13,769	富士山	36	8 月 24 日	9,895 富士山
18	8 月 6 日	15,215	塩見岳	37	8 月 25 日	29,996 富士山
19	8 月 7 日	30,726	塩見岳			670,533
		369,986				
総歩数 670,533		平均 18,122		富士山 22 日 南北アルプス 10 日 その他 1 日 中止休み 4 日		

常歩行にある「膝より前方で、踵で着地する」(手のひら上の筭の下端が筭の先よりも前に出ると、筭は倒れる)というフェーズはない。

2. 前足 1 本で、足裏全体で立つ

前足 1 本で立ち、膝を伸ばし、踵を踏みしめる。足裏全体でしっかり立つ②。

自転車のペダリングやシーソーを思い浮かべて欲しい。自転車の場合左右のクランクが、1 本の直線となり軸を中心に回転し、両端が同時に接地することはなく、絶えず点対称の位置にある。この回転運動の動力エネルギー⁵⁾は最小限に抑えられている。通常歩行では左右の足が同時に接地しているフェーズが長い。その場合、前進するための動力エネルギーが多く必要になり、足の負荷が高まる。ここにかかる負荷を低減する最もシンプルな策は、回転効率を上げることだ。「足を前方に投げ出す」動作がなくなったことによって、歩幅が小さくなり、同じ速度で前進した場合の回転効

率が上がる。その時の両足同時接地時間をほぼ 0 にさせる意識を持つ。ここでのポイントは片足 1 本で立つ感覚が強まっていること。2019 年の歩行記録において疲労が軽微となったのは、この負荷の低減によるものと考えられる。

3. ペダルを踏むように真上から踵を踏む

この歩行の原則は前足荷重となる。浮いている前足の位置エネルギーと体重を利用し、重力を使って踏み下ろし接地荷重する。その反力作用によって後足が離地することで、負荷を最小限に抑え且つ前進に必要な動力を得て歩行サイクルを繰り返すことができる。ここでのポイントは前進のための後ろ足の踏み返しが不要なため(図 3)、踏み返し動作による趾の背屈を避けられることだ。

考 察

ここで一つ考えたい。東京オリンピックに正式種目に採用されたクライミングだが、専用の

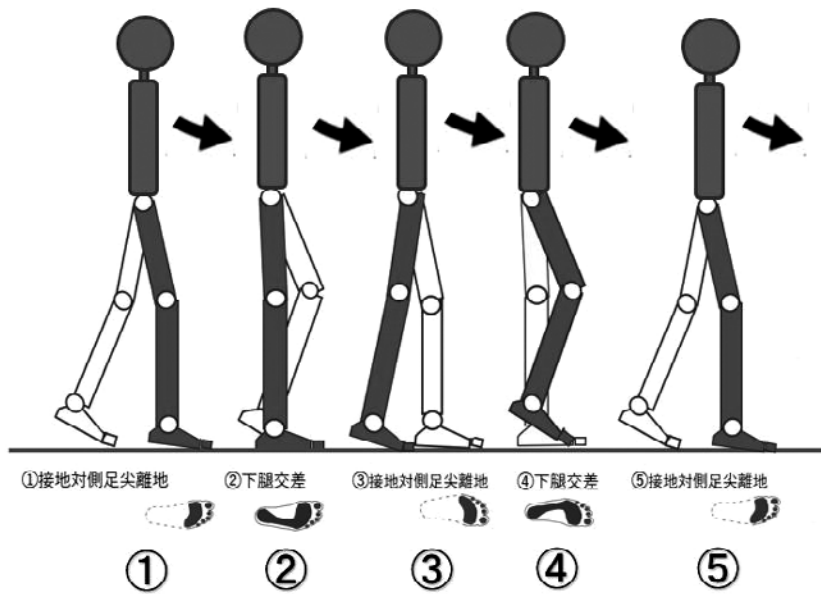


図1. キープ・アーチ・ウォーク・メソッド



図2. 背屈を排除する



図3. 正常歩行の背屈の瞬間

シューズがあることをご存知だろうか。趾がジャンケンのゲーの形に握られた状態で、シューズの中で全く隙間なく足にフィットさせたもので、端的に言えば、非常にキツイ靴だ。

だが、登山靴でクライミングをしていた時代から比べると、クライミングシューズと登山靴の性能差は雲泥どころの話ではない。それまでまったく歯が立たなかった、登ろうとさえ思わなかった岩壁までも、クライミングの対象になった。(図2) クライミング技術も格段に進歩し、普及し、オ

リンピック種目にも認定されるほど人気スポーツになったのだ。

ではなぜクライミングシューズだと、登山靴では登れなかったところを登れるのか？登山靴での岩登りは難しい。いくら靴底を硬く作っても、岩場に爪先をかけると着用者の体重によって靴が背屈してしまうためだ。そこで、開発されたのがクライミングシューズだ。同じ27センチで比較したのが図4。登山靴の全長31.5cm、クライミングシューズは全長26.1cm。その差5.4cm。ここまで小さい物を履けるように(痛みに慣れる)ならないと、難しい壁は登れないのだ。



図4. 同サイズのクライミングシューズと登山靴大きさの比較

壁を登る行為は言わば一歩一手が命がけだ。重力に逆らい、自らの技術と靴だけで登る。登るための道具は、靴だけだ。素材でいくら剛性を高めても、一定以上の体重で荷重すると靴は背屈してしまう。いかに登れるかを追求した結果、趾をアーチ状に固め、通常のシューズより3回り小さい、足を収めることのできる最小サイズに行き着いた。つまり靴を改良したというより、本来の足が持つ機能を最大限発揮できるように、最小にしたと言える。そうしたことで、小さな足場にすら立てるようになったのだ。アーチを形成した趾が、極小の足場でのクライミングを可能にする。趾力はアーチが生み出しているのだ。足関節が背屈しては、もはや趾は体重を支えることができなくなり、立ってられない。それほどまでに趾力は大きなポイントだ。筆者の勝手な発想だが、このとき趾は、横アーチと内アーチ、外アーチという3つのアーチに続く、第4第5のアーチが存在しているように思えてならない。(図5)

ここで今一度、なぜ前足部の背屈が足のトラブルの大きな原因と言えるのかを再考してみたい。我が国では昭和初期まで外反母趾になる人は、ほとんどいなかった⁹⁾。戦後、靴の普及と都市化によって正常歩行が広く一般化し、それに誘発されるように足のトラブルが多く見られるようになった。靴と都市化は歩き方にどのような変化をもた

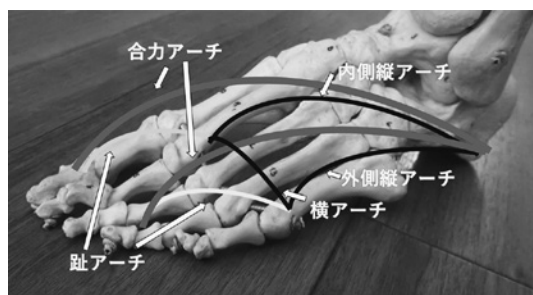


図5. 足アーチ

らしたのだろうか。

都市化により平坦に均された道で、滑り止めが効き、衝撃を吸収する靴が大股歩きを可能にした。この結果、正常歩行が一般化した。歩数が少なく済むためこの歩行システムは一見効率がよくラクに思えるかもしれない。しかしクライミングシューズの例で示したように、足はアーチをキープすることで荷重に屈しない構造が生み出される。逆に背屈させてしまった足には、もはや荷が重すぎる。どんなにインソールや靴に改良を加えようとも、足のトラブルを回避できていない事实は、原因の根本が足への負担が大きい歩行システムそのものにあることの証明になっている。これが現代歩行の盲点だ。「キープ・アーチ・ウォーク・メソッド」は、現代歩行による足の問題の根本的原因を回避しており、自然の理に適った歩行法であると言える。

こと足に関しては、科学技術の発展とともに進む道具(靴)の開発競争は何に貢献しただろうか。ファッションや自分らしさの表現に貢献したことは確かだろう。一方でそうした靴が足の問題を生み出しているなら、人類のあるべき方向への進化に貢献していると言えるだろうか。背屈歩行の一歩は微毒に過ぎないため、差し迫った脅威とはならない。だから気にすることなく生活を送ってしまうが、大事になるまでは気づかない。関節の背屈は相手を拘束する武術の決め技であり、拷問として使われ、格闘技では禁じ手として戒めている。正常歩行は、これを自ら積極的に毎歩、毎日行っ

ていることに他ならない。そして、男性に比べ、生物的に筋肉や腱膜や靱帯の弱い女性や子どもに、足のトラブルは現れやすい。だが着目すべきは決して性差や遺伝などではない。医学者や専門研究者が見過ごしてきた『西洋式大股歩き趾背屈症候群』とでも言うべき、歩行システム感染症だと考えるべきだ。なぜなら、戦前にはほとんどなかったのだから。趾に優しい、古きに学んだ新歩行システムの導入こそが、解決への道筋だ。キープ・アーチ・ウォーキングメソッドは、この感染症を終息させるワクチンであると確信している。

伝えたいメッセージは、どんな遺伝子を受け継いで生まれたとしても、動物は自分に見合った体格に成長し、足も体に見合った成長を遂げ大人になる。大きい小さいなど個体差はあっても、過酷な環境でないかぎり、完全な状態に育つ。そして動物本来の歩行を繰り返すかぎり、足は変形などしない。これが何百万年も続く、人間を含めた動物の不変の真理ではないだろうか。足の問題は、個人それぞれの足の形や筋力の弱さを、原因にすべきではない。また性差や遺伝的⁶⁾⁷⁾⁸⁾なものによる回避不可能な問題でもない。平常歩行というあたり前すぎる歩行を疑い、完璧に見える歩行に潜む問題に目を向けなければならない。つまりこの現代歩行に起因する足のトラブルは全て、一人も取りこぼすことなく、克服可能だということだ。太古からの人類の歴史を思えば、正常歩行のたかだか数百年の時代を終わらせるのは不可能ではない。数字・ファクト・ロジックでとらえ、エピソードではなくエビデンスで、歩行と、趾の役割を再考し、そして医学界に、変化を起こす時がきている。足の痛みや歪みに絶望する人がひとりもない未来、それは決して夢物語ではない。それができるかどうかは、指導者の育成にかかっている。

結 語

仮説の通り、背屈しない歩行メソッドは快適そのものの、キープ・アーチ・ウォーキングメソッドが身についてからというもの、すべての痛みや不快感、

違和感から解放された。安定感が増し、悪路での足さばきも上達し、転倒予防効果も確認できた。靴も破れることや壊れることが少なくなり、ゴムが擦り減るだけになった。疲れも軽減され、10歳以上若返ったようだ。

最後に、このメソッドの課題に言及する必要がある。

何よりの実践サンプル数が圧倒的に不足している。「キープ・アーチ・ウォーク・メソッド」が、足への負荷を軽減し、トラブルを誘発しない歩行法であることを証明するに十分な結果が得られたとはとても言い難い。これには先決である現代歩行の問題を回避する歩行法の手法確立が手探りであったため、構築前に実践を伴う検証行うことが難しかったという事情がある。現時点では理論が構築された段階であり、今後その理論を足の問題解決への最短ルートとして踏み固めていく必要がある。歩調を同じくする方が多いほど、到達への道は強固となろう。本論はその最初の一步だ。

文 献

- 1) Jacquelin Perry. ベリー歩行分析正常歩行と異常歩行. 原著第2版. 武田 功, 弓岡光徳訳. 東京: 医歯薬出版; 2012. 4-16.
- 2) 宮本武蔵原著. 五輪書. 大河内昭爾訳. 小飼一彦編. 東京: ニュートンプレス; 2002. 67.
- 3) 外反母趾診療ガイドライン 2014 改訂第2版. 監修日本整形外科学会 日本足の外科学会. 南江堂; 2014. 1-21.
- 4) 本城豊之. 倒立振子系に基づく人間の歩行分析と評価指導の提案. 情報処理学会研究報告 Vol2015-CH108-NO3. 2015.
- 5) 井口 傑. 外反母趾を防ぐ・治す. 東京: 講談社; 2007. 57.
- 6) 桑原 靖. 外反母趾もラクになる 足アーチのつくり方. 東京: セブン&アイ出版; 2; 016.12.
- 7) 井口 傑. 外反母趾を防ぐ・治す. 東京: 講談社; 2007. 57.
- 8) 外反母趾診療ガイドライン 2014 改訂第2版. 監修日本整形外科学会 日本足の外科学会. 南江堂; 2014. 1-21.

コラム

現代歩行システムの考察

—歩行に潜む致命的な問題について—

Consideration of the fatal problem hidden in the walking system

—Clarify the moment when the foot is damaged—

川越の小さな靴屋 ナチュリーラ

“Naturela” A Small Shoe Store in Kawagoe Japan

千崎 英隆

Hidetaka Senzaki

Key words : 踵着地 (heel strike), 爪先着地 (fore foot landing), 趾の背屈 (dorsal flexion of the toes), 両足同時接地 (simultaneous grounding of both feet), 片足立ち (standing on one leg)

要 旨

日本では古式ゆかしき歩き方が受け継がれてきた。現代は、靴を纏った西洋式歩行に飲み込まれ、足病は増え続けている。西洋式歩行においては、踵で着地し、爪先で踏返す。その時、後足の趾の背屈が必須である。下駄ならば鼻緒を握る趾は伸びきらない上、台座のピボットで、背屈は激減する。過度な背屈に問題があるのではないかという仮説をたてた。そこで、すでに外反母趾という問題を抱えている男女を被験者に、4種類の歩行実験と真逆の方法での実験を行った。結果、踵着地を爪先着地に変えた結果、痛みは軽減し、爪先着地を踵着地に変えると、強い衝撃や怖さが増大することが示唆された。踵着地に潜む重大な問題が浮き彫りになった。

緒 言

筆者は靴屋で山岳ガイドであり、10日間連続で富士登山をすることもあり、軽い外反母趾で痛む足に長年苦しんでいた。自分のためにも、お客様ののためにも、なんとかしたかった。どのように足はねじれ、変形し、痛くなるのだろう。昔、日本に外反母趾は無かった。欧米では足病医が数多く存在し、足病医は医師免許とは区別された国家資格になっている。一方日本では足病医学は進んでおらず、そうした欧米の「靴先進国」より「100年遅れている」とさえ言われている。これは日本において靴が一般化した歴史が非常に浅いためだと考えられる。日本国内で靴の生産が始まったのが1870年(明治3年)、一般化したのは第二次大戦後である。

足のトラブル、病気は、まさにこの靴の一般化と共に蔓延してきた。

先端医療や科学が飛躍的な進歩を遂げているにも関わらず、足の問題に限っては、解決への光明すら見えていないのが現状だ。その原因は靴が一

(2021/01/05 受付)

連絡先 : 千崎 英隆 〒350-0042 埼玉県川越市中原町
1-5-1 1F ナチュリーラ
Tel fax 049-228-4949
senzaki.og@gmail.com

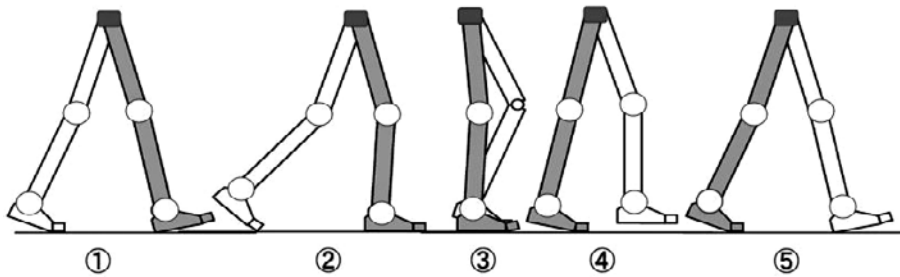


図 1. Jacquelin Perry 正常歩行

般化するとともに変化した日本人の歩行にあると考えるのが自然であろう。

戦前にはほとんどなかった足のトラブルは、戦後どうして蔓延したのだろうか？根本の原因はどこにあるのか。外反母趾の原因は、女性であることや遺伝的な要因が主原因だと唱える専門家もいるが、本当にそうであろうか¹⁾。

江戸時代にはなかった外反母趾は戦前の下駄やわらじ、裸足の時代より戦後に明らかな増加が見られる。これは西洋式の靴を履くようになって、生活環境が都市化していくという変化が、日本人の歩行そのものをえてしまった可能性を示唆している。外反母趾などの足のトラブルの主原因を遺伝的な要因に求めるのは疑義を挟む余地がある。

靴を用いた現代人の歩行において、いったいどこに致命的となり得る問題が潜んでいるのか。どのように足はねじれ、変形し、痛みを引き起こしているのだろうか。

裸足や下駄、草履から現代歩行になり、同時進行的に変化したのは、デコボコ道が平坦な舗装路になったことだ。そこで歩行動作はどう変わったのだろうか？

では、相撲、舞台芸能、武術、忍者の歩き方などの足つかいに代表される日本古来の歩行とはどのようなものだったか。これについては宮本武蔵が著した五輪書に端的に言い表されている。

『足の運びは、爪先を少し浮かせて、かかとを強く踏むようにする。足使いは場合によって大小遅

速の違いはあるが、自然に歩むようにする』²⁾

武蔵は、趾を動力にするのではなく、踵を動力にすると記している。江戸時代後期、日本を訪れた外国人には、日本人の歩行が一様に奇妙に見えたという。

歩行については、Jacquelin Perryによる“ペリー歩行分析 正常歩行と異常歩行³⁾”で示された正常歩行（以下正常歩行と呼ぶ）を基準にした³⁾。

対象と方法

図1の正常歩行においては、①踵で着地し、⑤爪先で踏返す。その時⑤、後足は背屈する。草履（の時代）では背屈の動きはとらない。ならば足病の原因はこの連続背屈に問題があるのではないかという仮説をたてた。そこで、著者を検者として、すでに外反母趾という問題を抱えている男女70代男女（男性1名、女性5名、平均年齢74.6歳）に、平地歩行、階段の上り下り、ジャンプ、サイクル器具を使って運動をしてもらった。条件を変更したその足の状態をヒアリングした。実験は各々2度づつ、実施した。

実験1 無意識での歩行、階段、連続ジャンプ、ペダリング

着目項目 1) 初動部位、2) 着地（接地）部位、3) 趾の背屈具合 4) 膝・踵の位置関係 5) 全体の感想

実験2 意識的に着地部位変えて歩行、階段、連続ジャンプ、ペダリング

実験1と同じ実験を、着地部位を爪先着地→踵

表 1. 実験 1 無意識での歩行, 階段, ジャンプ, ペダリング

	初動	着地部位	両足接地	趾の背屈	膝・踵位置	感想
通常歩行	脚	踵	長い	強い	踵が前	痛い 5 人 痛くない 1 人
階段上り	上半身	土踏まず	短い	なし	膝が前	痛い 0 人
階段下り	上半身	爪先	短い	なし	膝が前	痛い 0 人
連続ジャンプ	腕	爪先	一瞬	なし	膝が前	痛い 0 人
ペダリング	上半身	前足部	なし	なし	膝が前	痛い 0 人

着地, 踵着地→爪先着地と, 実験 1 の逆の方法で実施した.

着目項目 1) 初動部位, 2) 着地 (接地) 部位, 3) 趾の背屈具合, 4) 膝・踵の位置関係, 5) 全体の感想

結 果

実験 1 無意識での歩行, 階段, 連続ジャンプ, ペダリング (表 1)

1) 平地歩行

全員が正常歩行に準じる「踵から着地して, 爪先で踏み返す」だった. 上半身が止まった状態から, 爪先から始動し, 膝が伸び, 膝より前方へ踵を大きく投げ出し, 踵から着地している. 歩幅は大きく, 足が着地してから接地している時間が長く, 両足が同時に接地している時間も長い. 趾動歩行, 後足荷重歩行である. 後足が大きく背屈している.

☐ヒアリング結果 意識していること 感想

いつもこう歩いている 違和感はない ただ早く歩いたり, 長くなると痛みが出る 大きく蹴ることを意識している など.

2) 階段上り

上の段に足を置くときに, 全員が踵を乗せていなかった. 上段に乗せる足の部分は前方 3 分の 2 ~ 5 分の 4 程度のため, そもそも踵着地にはならない. 膝が踵よりも前方にあり, 踵は爪先よりも低い状態で上っていた. 膝を曲げて上段に乗せた前足に体重をかけ, 膝を伸ばすことで前進している. 段からはみ出た踵に荷重して前進する動作だ. 踵動歩行, 前足荷重歩行である. 趾の背屈は正常

歩行と比べるとほぼ認められない程度. 両足接地時間は短い.

☐ヒアリング結果 意識していること 感想

全員が意識していることや, 心がけていることはなかった

3) 階段下り

下段に足を下ろすときに, 全員が爪先着地だった. 踵着地する人は 0 人. 滑らかにスムーズに下るときは, 踵はまったく接地していなかった. 踵は膝よりも前に出ることはなく, 膝よりも後ろに位置していた. 下段に乗せた前足部に体重をかけ, 膝を曲げることで衝撃を和らげ前進する. 踵動歩行, 前足荷重歩行である. 趾の背屈はほぼ認められなかった. 両足接地時間は短い.

☐ヒアリング結果 意識していること 感想

転ぶことが怖いので, 足元を気にしている 無意識で降りている 痛みなどは感じない
がほとんど

4) ジャンプ

なわとびの要領で連続ジャンプをしてもらった. 踵着地は 0 人. 運動中, 踵は接地, または荷重することはなかった. 着地の瞬間に趾の背屈あり. 膝は曲がり絶えず踵よりも前方に位置していた. 両足接地時間は短い.

☐ヒアリング結果 意識していること 感想

久しぶりにジャンプした できないかと思っていた 無意識で跳んだ 痛みなどは感じなかった

5) ペダリング

フィットネスバイクでペダルを漕いでもらった. 全員が前足部にペダルに乗せた. サイクル運動中, 膝は絶えず踵よりも前方に位置していた.

表2. 実験2 着地部位を変更 爪先着地→踵着地, 踵着地→爪先着地

	初動	着地部位	両足接地	趾の背屈	膝・踵位置	感想
平地歩行	上半身	爪先	長い	弱い	踵が前	痛くない6人
階段上り	下半身	踵	短い	なし	膝が前	歩きにくい6人
階段下り	下半身	踵	短い	なし	膝が前	怖い4人, 衝撃大2人
連続ジャンプ	腕	踵	短い	なし	膝が前	無理4人, 衝撃強烈2人
ベダリング	踵	踵	なし	なし	膝が前	漕ぎにくい6人

膝が伸びきってペダルが最下点にきた時にのみ、踵は膝の真下に位置した。ペダルを押し下げている時は、ペダルより踵が下がっていて、趾の背屈はなし。踵着地は皆無。両足接地は構造上あり得ない。

□ヒアリング結果 意識していること 感想
サドルに座っているから足はラク どこにも力を入れずに漕いでいる 痛みはない

実験2 着地部位を変更し歩行, 階段, 連続ジャンプ, ベダリング (表2)

1) 平地歩行

変更点

1. 上半身から始動：上半身が前に倒れ始めてから体の真下に爪先から着地する。
2. 足踏みの要領で、足を上げるのではなく足を真下に下ろし、踵を踏む。
3. 歩幅を狭める：踏み替え時に、同時に両足が接地している時間なるべく短くする。

着地時に踵が膝よりも前に出ない歩行法に指導、それを意識的に行ってもらった。すると趾の背屈はなくなり、痛みを感じた人は皆無。

□ヒアリング

上半身から始動すると、難しいけど歩きやすくなった。無意識でやってるのを意識してやるのは、慣れない、趾がラク。踵が抜けそうにならない。趾を使わなくなった。

2) 階段上り

変更点

1. 上の段に踵から足を着く。

全員がとても上りにくそうだった。階段を上る時には歩幅が広くとれないため、踵着地では膝よ

りも踵が前方になる。踵よりも膝を前方に出さないと、脛部がつかえ棒のようになるので、膝を前に出さないかぎり上れない。一様にやりにくさを訴えた。後足の踏み返しで上れるかを試したところ、1人もできなかった。背屈した趾には、絶望的に趾力が不足している。趾の背屈なし、痛みなし。

□ヒアリング結果 意識していること 感想

踵から足をのせようとするので膝が伸びるので、膝が邪魔になって上りにくい 後足で背伸びをするような歩き方は、無理 という声があがった。

3) 階段下り

変更点

1. 下の段に足を下ろすときに、踵から足を着く。
100%の人が「とても下りにくい」と訴えた。爪先着地よりも接地するまで距離が増えるため、不安定な時間が増えるのでなどの感想があった。背屈なし、痛みもなし。

□ヒアリング結果 意識していること 感想

怖い 落っこちそう できない 激痛 という声があがった。

4) 連続ジャンプ

変更点

1. 踵着地で、なわとびの要領で連続ジャンプを行う。

踵が着地した瞬間、悲鳴が上がった。大半の被験者に全身を貫く強い衝撃がある様子。膝を曲げて衝撃を吸収しようとした方もいたが、吸収しきれなかった。

□ヒアリング結果 意識していること 感想

絶対無理 痛い 怖い 衝撃がすごい 続けて

できない という声があがった。

5) ペダリング

変更点

1. ペダルに踵を載せて漕ぐ。

ペダルを漕ぐのが難しくなり、「やりにくい」という感想。膝、踵の位置関係は変わらなかった。痛みを感じた人はなし。

□ヒアリング結果 意識していること 感想

漕ぎづらい 続けてできない 足首がつっかえる という声が全員からあがった。

★観察所見

- ・無意識下では、平地歩行だけが踵着地であり、後足趾動であった。他は爪先着地、前足踵動であった。
- ・平地歩行の時のみ、能動的に趾の背屈が起きている
- ・上半身から始動すると腰より前に出る歩幅が狭くなり、背屈も半減、スムーズに見えた。
- ・階段の下りや連続ジャンプなど、衝撃の大きいときは爪先で着地し、無意識に衝撃を緩和しており、痛みもない。
- ・平地歩行を爪先着地、踵荷重に変えた結果、痛みはなくなった。
- ・階段の上り下りや連続ジャンプを踵着地に変更すると、全員が心理的怖さや激しい衝撃を訴え、普段の生活では踵着地をしていないことが明らかになった。
- ・ペダルに乗せる部位を前足部から踵に変更すると漕ぎづらさが顕著だった。
- ・ペダルを回すとき足は左右対称で、同時に両足が接地することはない。
- ・ジャンプの着地は一瞬であり、その一瞬の着地で得たエネルギーが次のジャンプを可能にしている。それは階段も同じで、次の段に足を乗せるやいなや前足に全体重を移動させていた。両足が同時に接地している時間はあるものの通常歩行時と比べて短く、片足立ちの連続の状態に近い。

考 察

致命的な問題1 脚からの始動が、踵着地に導き、時代が大股を奨励している

現代の常識では、歩行は脚から始動する。これにより、「倒立振子運動」⁴⁾ではなく、二重倒立振子運動になり、大股、前方踵着地に導かれてしまう。上半身の前方へのゆらぎから始動することが自然な「倒立振子運動」を生むが、現代人は忘れてしまっている。四つん這いになると、踵は地面から離れ爪先しか接地しない。つまり四足動物が歩く場合、踵着地することはなく、爪先着地になる。踵着地は、異常行動と言える。

踵着地は滑るのである。足場の悪い地形やぬかるみなどの様々な地面を裸足や草履で歩くとき、大股や踵着地は危険だ。歩行技術を駆使しても滑る場所では、踵のない「足半」を履くなどして、転倒を予防するために爪先着地を強いていた。現在も長良川の鷺匠は、船上での転倒予防のため使用している

「抜き足、差し足、忍び足」は、泥棒の歩き方を表現したものだが、忍者は10種以上の工夫を凝らした歩行方法を駆使して、多様性のある環境に応じて臨機応変に歩いていた⁵⁾。そして、日本古来の歩行法を言い表しているこの3種類の歩き方どれも、爪先接地であり、踵は接地させない。以上から、踵から着地する正常歩行は日本人が古来行ってきた足の問題を誘発しない歩行からは大きく変化していると考えられるのではないだろうか。

硬く平坦に均された道や生活環境と、足を保護し衝撃を緩和し滑りにくいソール（靴底）を得た靴が、長身足長な西洋人の『一見美しく、躍動的に見える歩行』は、躍動的でさえあり、歩行のお手本になり、軍隊の訓練や学校体育の整列・行進とともに一般化していったのだろう。そしてTPOに合わせて工夫していた歩行は、いつしか一属一種の正常歩行一辺倒になってしまったのだ。このように歩行法が大きく変化したと考察する。

平地の歩行中における着地は、階段を下るほど

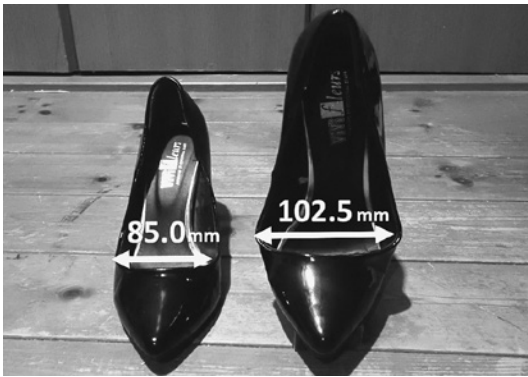


図2. ハイヒールを背屈させた画像

※右足は平常時。左足は背屈時。背屈させると靴が潰れ幅が広がり、外反するスペースが生まれてしまう

の衝撃はない。また、階段を上るときほどの荷重もかからないため、正常歩行における足の背屈は差し迫った脅威にはならない。ここに致命的な問題が潜んでいる。正常歩行を続けることで、雨垂れ石を穿つがごとく、長い年月をかけ、ゆっくりと足の骨や腱、筋肉を歪めていくことは容易に想像できよう。実験においては、階段やジャンプのような着地の痛みや衝撃が大きい動作では、踵着地を無意識に避けている事実が、踵着地に無理があることを如実に物語っている。

致命的な問題2 前足部の背屈

手の指も足の指も「曲げる」「握る」が主動作だ。反らせた指にできる動作は何もない。手の指を逆反りさせ、背屈させると単純に痛みを伴う。動力として趾にこの痛みを伴う動作を常用するのは理に適っていると言えるだろうか。関節の背屈は相手を拘束する武術の決め技であり、拷問とも言える。柔道や相撲では指の背屈は禁じ手である。背屈はもう一つの問題を内包している。

靴には厚みがあるため、屈曲部の厚みは潰れて横幅が広がり、趾が外反できるスペースが生まれてしまう。図4は背屈との比較だが、横幅85.0mmの靴が102.5mmと、実に17.5mmも広がっている。圧を掛けた筆が横に広がるように5本の趾とアーチは、重さと圧力に耐えきれず、指の間隔が

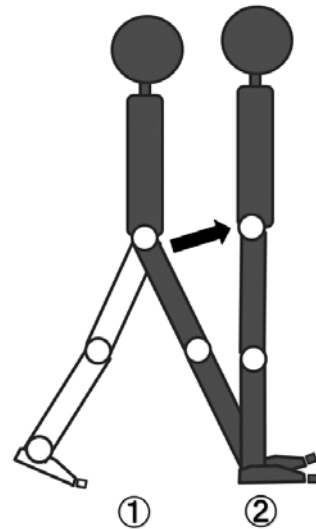


図3. 膝よりも前に出た前足の図

押しつぶされ広がる。母趾は、スペースに向かって外へ逃げる。靴を履かない民族にも一定数外反母趾が散見される理由はここにある。マメ、胼胝、ウオノメが出現する場所が、背屈部位周辺に出現するのも、そのためだと考えられる。

致命的な問題3 膝よりも踵が前方にある

現代人は無意識に足を前に出す。大腿良かれ主義が一般的だが、ここに罠がある。前に出した足①に力を入れても、②には進まないからだ。膝が踵よりも前にないかぎり出した足には体重が乗らない。それが、後ろ足での踏み返し、背屈が起きる原因である。だから前進するために後ろ足を踏み返しが必要になる。そこで毎歩背屈が起こる。

致命的な問題4 両足が同時に接地している

自転車のペダルは、180度左右対称になっていて、両方のペダルが同時に接地することはない。体重と位置エネルギーを利用して、連続サイクル運動が可能になる。人間が走るときも同じで、右足が着地した瞬間、左足は次の着地に備えて上部にある。階段の上り下りでも、両足が同時に接地している時間は短いほど、スムーズな歩行になる。

正常歩行では踵が着地して爪先が離地するまで両足が接地している。ペダリングや走る時に行わ

表 3. 生涯歩数と背屈回数, 底屈回数

年齢	歩数	片足背屈回数	歩行中の底屈回数
6 歳	1460 万歩	730 万歩	0 回
12 歳	3650 万歩	1825 万歩	0 回
15 歳	4745 万歩	2372 万歩	0 回
20 歳	6570 万歩	3285 万歩	0 回
30 歳	1 億歩超	5000 万歩超	0 回
40 歳	1.5 億歩超	7500 万歩超	0 回
57 歳	2 億歩超	1 億歩超	0 回
71 歳	2.5 億歩超	1.25 億歩超	0 回

※3 歳から 1 日 1 万歩歩いた場合の歩数

※何千万, 何億という背屈のすえ, トラブルは突如出現する

※浮指・ウオノメ・偏平足・外反母趾・足底腱膜炎は, 全て親戚である

れる運動量保存の法則にも反している。足に負担を強いていると言ってもいい。

致命的な問題 5 大股歩行踵着地の歩行を, 医療が, 国が推奨

今日, 全世界的に高齢化が問題になり, 健康寿命の延伸が望まれている。その自助努力として歩行や筋力トレーニングが推奨されている。しかし, 移動目的で 1 日中でも続けられる歩行は, 心拍数が上がりやすく, 運動と呼べるレベルに引き上げるのは難しい。そうした歩行を運動と意識付けし, 有酸素運動どころか筋力トレーニングレベルに引き上げようと唱える医療関係者やスポーツ指導者もいる。より大股に, より速く, より強く, より長く歩くことが求められて, 健康に良いと信じられている。強度を上げようとするほど前足部の背屈が必要になる。大股歩行踵着地という足のトラブルを誘発する歩行が, 健康寿命を伸ばすことと相反する行為であることに気付くこともなく, 医・産・学・国が連携して奨励しているという如何ともしがたい側面がある。そして, 毎週のように新しい大股歩行踵着地を奨励するテレビ番組や出版物がつけられている。

一歩の背屈に含まれる毒は微量であり, 足のトラブル出現までには個人差がある。ゆえに, 出現まで何十年も掛かる人も多い。人が一日に歩く歩数は各人各様だが, 例として 3 歳から 1 日 1 万歩

歩いたとした場合の歩数を表にした (表 3)。そう, トラブルは, ある日突然やってくる。

体表面積のたった 1% と言われている足裏面積。そこに全身, 約 206 個の骨の約 4 分の 1 にあたる 56 個 (片足 28 個) もの骨が集中している。その骨の一つ一つは説明がつかないくらい複雑な形で, 精密機械のように結合し, 自由に動作ができる。レオナルド・ダ・ヴィンチは, 「足は, 人間工学上の傑作であり, 最高の芸術作品である」と感嘆した。そんな足の, たった約 4 分の 1 の面積にすぎない爪先は, 足骨の半分にあたる 14 個の骨と, 100 を超える靭帯と様々な筋肉で体を支えている¹⁾。構造が複雑なほど, 部品点数が多い物ほど, 歪みやすく脆弱だ。そんな体表面積のたった約 0.25% にしかすぎない趾を背屈させて前進する行為は, 荷が重すぎやしないか。どうして誰も疑問をもたないのだろう。踵骨は 1mm も可動しない, 自由に動かすことが出来ない骨。肘とそっくりだ。筋肉もないし, 衝撃吸収もしない, ごつい骨の塊だ。どっち方向にも丸く, 滑りやすい形状で, 足骨の中で一番着地には不向きといえる。そんな踵で着地し, 趾で踏み返す歩行を, 現代人は疑問も感じず繰り返している。多分, あなたもだ。そして, ほとんどの成人女性は, ヒールが少し高い, 足を入れた途端, 自動的に足が背屈する靴を日常的に履いている。足に異変が起こるのは, 時間の問題だと思う。筆者には, どう考えても尋常とは思えない。どうか, 誰か, 1 人でもいい, どなたか, この異常さに, この事実, 気づいて欲しい。

結 語

今回の実験で分かったことは, 仮説の通り, 踵着地や趾の背屈は, 危険な行為だということだ。そして厄介なのは, 人間は器用だが, 不器用でもあり, 便利さや快適さを強く求めている。そしてその快適さの中に, 罠がある。踵着地, 趾の背屈は平地歩行のみに起きていて, 他の運動では無意識で避けている。賢くもあり, 愚かでもある。無

意識で行う歩行というものを解明するのは本当に難しいが、今こそ突き詰める時だ。常識だとされる歩行についてこそ疑いの目を持ち、突き詰めて解析する必要性を痛感した。被害者が続々と生産され続ける仕組みにストップをかけ、人類の歴史を変えるためにここに提言する次第である。

文 献

- 1) 桑原 靖. 外反母趾もラクになる 足アーチのつくり方. セブン&アイ出版; 2016. 12.
- 2) 宮本武蔵原著. 五輪書. 大河内昭爾訳. 小飼一彦編. 東京: ニュートンプレス; 2002. 67.
- 3) Jacquelin Perry. ベリー歩行分析原著第2版正常歩行と異常歩行. 第2版. 武田 功, 弓岡光徳訳. 東京: 医歯薬出版; 2012. 4-16.
- 4) 中島篤巳. 完本万川集海. 東京: 国書刊行会; 2015: 381-406.
- 5) 本城豊之. 倒立振子系に基づく人間の歩行分析と評価指導の提案. 情報処理学会研究報告; Vol2015-CH108-NO3. 2015.

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。

2020 年度査読担当者

青木 孝文	秋山 唯	池澤 裕子	井上 敏生	印南 健
内田 俊彦	浦辺 幸夫	大内 一夫	大塚 和孝	落合 達宏
門野 邦彦	北 純	倉 秀治	小久保哲郎	佐本 憲宏
塩之谷 香	庄野 和	杉本 和也	須田 康文	田代宏一郎
鳥居 俊	野口 昌彦	羽鳥 正仁	平石 英一	町田 英一
安田 義	安田 稔人	矢部裕一郎	吉村真由美	早稲田明生

（敬称略）

靴の医学 編集委員長 橋本 健史

日本靴医学会 会則

(名称)

第1条 本会は、“日本靴医学会”(英文で表示する場合は、The Japanese Society for Medical Study of Footwear)と称する。

(目的および事業)

第2条 本会は、靴の医学的知識と技術の進歩、普及をはかり、学術文化の向上に寄与することを目的とする。

第3条 本会は、第2条の目的達成のためにつぎの事業を行う。

1. 学術集会および講習会などの開催
2. 会誌・図書などの発行
3. その他、本会の目的達成に必要な事業

(会員)

第4条 会員は、本会の目的に賛同するつぎの者とする。

1. 正会員 日本国の医師免許証を有する個人、あるいは別に定める規定により承認された個人で、別に定める年会費を納める者。
2. 準会員 靴医学についての専門知識と技術を有する正会員以外の個人と法人で、別に定める年会費を納める。
3. 賛助会員 本会の事業を賛助し、別に定める年会費を納める個人または団体。
4. 名誉会員 本会の進歩発展に多大な寄与、特別に功労のあった者で、評議員および総会で承認された日本および外国に在住する個人。

(入会および退会)

第5条 正会員、準会員および賛助会員として入会を希望する者は、所定の申し込み書に必要事項を記入して本会事務局に申し込

む。理事会の承認を受けたのち、当該年度の年会費の納入をもって会員としての権利を行使できる。

1. 名誉会員として承認された者は、入会の手続きを要しない。本人の承諾をもって会員となることができ、年会費を納めることを要しない。
2. 退会希望者は、退会届けを本会事務局に提出する。退会に際しては、正会員、準会員および賛助会員で年会費に未納があるときは、これを完納しなくてはならない。再度入会を希望するときは、第5条一項に規定する入会手続きをとり、会員であった期間の未納年会費があれば、これを納入する。
3. 正会員、準会員および賛助会員で、正当な理由なく2年間会費を納入しない者は、理事会および評議員会の議を経て除名することができる。再度入会を希望するときは、第5条一項に規定する入会手続きをとり、会員であった期間の未納年会費を納入する。
4. 本会の規定に背く行為、本会の名誉を損なう行為のあった会員は、理事会および評議員会の議を経て除名する。

(役員および理事会)

第6条 本会に下記の役員を置く

1. 理事長 1名
2. 理事 若干名
3. 監事 2名

- 二. 理事長は理事会で互選によって選出する。
- 三. 理事および監事は評議員の中から理事会で推薦し、評議員会および総会で承認する。

- 四. 役員の任期は2年とし、再任を妨げない。

第7条 理事長は本会を代表し、会務を総括する。

- 二. 理事は本会の代表権を有し、理事会を組

組織して会務（庶務、財務、渉外、学術、各種委員会）を執行する。

- 三. 理事会に副理事長を置く。
- 四. 監事は本会の財産および業務の執行を監査する。
- 五. 理事会は理事長が必要に応じて招集し、理事会の議長は理事長とする。
- 六. 次の事項は理事会で審議し、評議員会の決議を経て総会の承認を得なければならない。
 1. 学術集会の会長、副会長の選出
 2. 理事および監事の選出
 3. 事業報告、事業計画、予算、決算に関する事項
 4. 会則の変更
 5. その他、特に必要と考えられる事項

（評議員および評議員会）

第8条 本会に評議員を若干名置く。

- 二. 評議員は、正会員の中から理事会の議を経て理事長が委嘱する。任期は2年とし再任は妨げない。
- 三. 評議員は評議員会を組織し、第7条六項に規定する本会の運営に関する重要事項を審議する。
- 四. 評議員会は年1回、理事長が招集する。
- 五. 理事長が必要と認めたとき、および理事または評議員の1/3以上、正会員の1/4以上から開催の請求があったとき、理事長は評議員会を1ヶ月以内に招集しなければならない。
- 六. 評議員会の議事は出席者の過半数をもって決定する。
- 七. 名誉会員は評議員会に出席して意見を述べることはできるが、決議には参加できない。
- 八. 評議員会の議長は第10条に規定した学術集会会長とする。

（総会）

第9条 総会は第4条に規定した正会員をもって

組織する。

- 二. 通常総会は年1回、学術集会期間中に理事長が招集する。
- 三. 臨時総会は理事会からの請求があったとき、理事長はこれを招集しなくてはならない。
- 四. 総会では第7条六項に規定する重要事項を審議し、承認する。
- 五. 総会の議長は出席者の過半数をもってこれを決する。
- 六. 総会の議長は第10条に規定した学術集会会長とする。

（学術集会会長および学術集会）

第10条 学術集会を年1回開催するため、会長および副会長をおく。副会長は次年度の学術集会を開催する会長予定者とする。任期はその集会にかかわる期間とする。

- 二. 会長および副会長は理事会において理事および評議員の中から推薦し、評議員会および総会で承認する。副会長は会長を補佐し、会長に事故あるときにはその職務を代行する。
- 三. 会長は学術集会を主催し、学術集会の発表演題の採否を決定する。
- 四. 会長は、その任期中に開催される評議員会と総会の議長をつとめる。
- 五. 会長および副会長は評議員の身分であっても理事会に出席して意見を述べることができる。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

学術集会に特別参加し、主演者および共同演者として発表することができる。

- 五. 四項に該当する者が機関誌に投稿を希望する場合には、臨時会費として当該年度の年会費を納入しなければならない。

(委員会)

第12条 本会の活動のため、理事会の議を経て各種委員会を置くことができる。

(経費)

第13条 本会の経費は会費およびその他の収入をもってあてる。

(事業年度)

第14条 本会の会計年度は、毎年8月1日に始まり翌年の7月31日に終わる。

(附則)

第15条 本会則は平成20年10月4日から適用する。

年会費細則

第1条 年会費について、正会員は10,000円、個人準会員は8,000円および法人準会員は登録者1名あたり13,000円とし、当該年度に全額を納入すること。

第2条 賛助会員の年会費は10,000円以上とし、当該年度に全額を納入するものとする。

第3条 正会員、準会員および賛助会員で正当な理由なく2年間会費を納入しない者は理事会、評議員会を経て除名する事ができる。

附則) この細則変更は、理事会で審議し、評議員会の決議を経て、総会の承認を要するものとする。

内規

1. 名誉会員に関する内規

国籍の如何を問わず、本会の進歩発展に多大な寄与、特別の功労のあった者とする。理事会推

薦し、評議員会および総会で承認を得なければならない。

2. 正会員に関する内規

1) 靴医学についての専門知識を有し、本会の発展に大きな寄与をなすと考えられ、2人以上の評議員から推薦を受けた者。

2) 準会員として10年以上本学会に所属して本会の発展に貢献した者。

3) 準会員で筆頭演者(著者)として、学会学術集会の演題発表または「靴の医学」論文号への論文掲載が合計で2回(編)以上を満たした者。

3. 理事および評議員に関する内規

1) 理事は12名以内とする。

2) 評議員の定員は定めない。

3) 理由なく理事会あるいは評議員会を2年連続欠席した役員は、任期途中であっても、当該役員会終了時に退任とする。

4) 70歳を越えた役員は、次の役員会終了時に定年とする。

4. 見舞金・香典に関する内規

見舞金等については、役員逝去の場合のみ、香典・生花を事務局より送る。その他、有志一同で行うには、個人の自由とする。

5. 法人準会員に関する内規

1) 法人準会員は、入会時に担当者数を登録し、会費納入時にこれを変更できる。

2) 法人準会員は、入会時に当該法人に属する個人の氏名を担当者として登録し、会費納入時にこれを変更できる。

3) 登録された担当者は個人準会員に準じた権利義務を有する。

6. 当内規は平成25年9月27日より施行する。

日本靴医学会機関誌「靴の医学」投稿規定

1. 著者・共著者は、全て日本靴医学会会員に限る。
ただし、本学会が依頼ないしは許可した場合は、この限りでない。
2. 論文は未発表のものに限る。
3. 投稿原稿は、別に定める細則に従い作製し、定められた締切日までに、定められた場所へ送る。
投稿締め切り日は厳守する。
4. 投稿は原著論文と、それ以外の寄稿に分ける。
原著論文は科学論文としての正当性と再現性を要する。
原著論文の原稿は下記の形式と順序に従い執筆する。
 - 1) 表紙には下記の事項を記載する
 - a) 表題名（英文併記）
 - b) 著者・共著者（5名以内）（英文併記）
 - c) 著者・共著者の所属機関（英文併記）
 - d) 著者の連絡先住所、電話番号、Fax 番号、E-mail アドレス
 - 2) 論文要旨（300字以内）
キーワード（5個以内、英文併記）
 - 3) 本文は下記の事項を記載する
 - a) 緒言
 - b) 対象と方法
 - c) 結果
 - d) 考察
 - e) 結語
 - 4) 文献は10編以内とする。文献は本文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 Livingstone;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

新型コロナ禍のなか、日夜献身的に治療、介護をなさっている全国の医療従事者の方々に深甚なる謝意を表します。ただ、今回の政府の対応をみると、私はなぜか太平洋戦争を思い出すのです。当時の政府は客観的科学的データを軽視して、火力、兵站を軽んじ、(進め1億火の玉だ)と役に立たない精神力を強調するだけの政府。結果は大敗戦でした。転じて今回の政府。科学的にみれば、ワクチン接種を早期に進めて集団免疫を獲得することこそが最大の対策であることは論を待たないと思われます。ところが、政府は、火力を軽んじ(ワクチン接種の遅れ)、精神力を鼓舞する(国民に外出自粛をお願いする)だけです。ウィルスとの戦争にまたもや大敗戦をしています。もう少し、科学的、合理的に対策をしてもらいたいと思うのは私だけです。

さて、本号には昨年、2020年9月11～10月31日に大内一夫会長のもと、初のWeb開催として開かれました第34回日本靴医学会学術集会の発表論文が主に収載されております。初のWeb開催でありながら、大変見やすく、聞きやすい盛り上がった学会でありました。まず、宇佐見則夫理事長より力強い巻頭言を頂きました。菊地臣一、寺本 司両先生からは特別講演を御投稿いただきました。阿部、五十石、鳥村、Lutz、大谷、黒川、須貝の各先生からはシンポジウムの発表原稿を御投稿いただきました。すべて玉稿でありまして会員に資するところ大であると思います。それぞれの原著発表論文も基礎を中心としたすばらしい内容です。今後のそれぞれの御研究の発展を祈ります。なお今号から、原著論文の分類を「靴」、「足底挿板」、「足計測と装具療法」と分けました。最近の論文内容の傾向を考えた結果です。どうぞご了承ください。

いよいよ、今年2021年こそ、延期された東京オリンピックパラリンピックです。日本靴医学会としてもぜひ、サポートしていければと思います。

2021年4月25日

編集委員長 橋本健史

入会申し込み 新規入会を希望される方は、事務局へ郵送かFaxでお申し込み下さい。
詳細は、ホームページ (<http://www.kutsuigaku.com>) にてご確認下さい。

理事長	宇佐見則夫	正仁	内田俊彦	大内一夫	大関覚	奥田龍三
副理事長	羽鳥正	敏純	憲宏	杉本和也	須田康文	田中康仁
理事	井上久	照一	田口郁雄	阿部薫	池澤裕子	生駒和也
監事	北木久	英文	和田山唯夫	遠藤和貴	岸塚光孝	奥村倉谷
評議員	町田孝	達宏	秋山幸彦	佐々木克則	笹原一馬	塩田代宏
	青木南	裕二	浦門保哲	庄野和信	竹内健樹	平石英一
	落合柳	明晃	小久徳	西井幸達	橋本芳樹	田代裕夫
	嶋口野	貴章	常居純一	星野稔人	松本吉野	平石裕一
	谷野真	由美	福士明生	矢部裕朗	加藤哲也	加藤宏
名誉会員	吉村清	光雄	早稲田	大久保衛	藤雅人	加藤宏
	石井清	孝道	井口義和	小林一敏	佐藤司	島津寛
	新城孝	義和	高倉昭夫	高橋信寿	寺本晴康	中嶋清司
	松浦					横江

(2021年4月現在、50音順)

靴の医学 第34巻2号 2021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