

靴の医学

Volume 28
No. 2

2014

編集

日本靴医学会

靴の医学

Volume 28

No. 2

2014

編集

日本靴医学会

原 著

治療靴

変形性足関節症に対する保存療法

—ロッカーボトムソールの有用性の検討……………鈴木沙矢香ほか…………… 1

靴の基礎 (作成)

靴型装具製作時における足部採寸採型肢位の検証…遠藤 拓ほか…………… 5

足サイズ計測法の検者内および検者間信頼性……………仲澤 一也ほか…………… 10

靴の基礎 (機能)

ヒール位置が立位安定性に及ぼす影響……………赤石 恒一ほか…………… 14

ハイヒールに挿入したアーチ有無による

足部前方移動量の検証 第一報……………橋本健太郎ほか…………… 19

パンプス靴の屈曲硬度差による身体負荷の検討…伊藤あきみほか…………… 25

知覚入力型インソールを用いた後足部への感覚入力と

選択的注意が歩容に与える影響……………長谷川正哉ほか…………… 30

足底挿板の装着が健常者の歩行および

バランス機能に与える影響……………吉田伸太郎ほか…………… 35

滑り防止機能を有する足底挿板が

歩行に及ぼす効果……………林 亮誠ほか…………… 39

ロッカーバーの高さの変化による足底圧への影響…石井 淳ほか…………… 45

足部内側縦アーチ拳上様式の違いが歩行時の疲労に与える影響

—Windlass Action とアーチサポートの

比較検討—……………松原 千裕ほか…………… 50

脱着時間によるデザインの検討

～ゴム長靴のユニバーサルデザイン化を

目指して～……………藤枝 温子ほか…………… 56

靴の基礎 (横断的研究)

変形性膝関節症患者が履いている靴に対する検討…金森 輝光ほか…………… 60

足の外科

医療福祉の現場で使用される		
ケアシューズの機能的分類……………大井	和子ほか……………	65
指定靴の靴内寸法と園児の足型寸法との適合性…………永井	恵子ほか……………	72
親子の足部形態の類似性の検証……………安部	雄士ほか……………	77
2型糖尿病患者における		
足部可動域制限に対する理学療法の効果……………田中	秀和ほか……………	81
母趾外転筋の加圧による		
外反母趾矯正に関する基礎的研究……………笹本	嘉朝ほか……………	85
母趾圧迫力測定法に関する検討		
—立位法と座位法の比較—……………杉原	悠ほか……………	89
幼児の足の発育標準値のための基礎資料の検討…上田	恵子ほか……………	93
サッカー選手における Os subtibiale の発生頻度と		
超音波検査による描出……………伊藤	新ほか……………	98
幼児における足長成長速度の季節変動と		
身長および体重の発育速度との関連……………上田	恵子ほか……………	102
母趾角度と足底摩擦との関係について……………大川	孝浩ほか……………	107
親子の足部形態における類似性の検証—第2報…………安部	雄士ほか……………	111
幼児の足趾の状態……………加城貴美子ほか……………		115
足部アーチが投球動作の軸脚に及ぼす		
影響についての検討……………清水	新悟ほか……………	123
母趾基節骨疲労骨折に手術を施行した1例……………黒屋	進吾ほか……………	127
脊椎脊髄疾患に対する足元からの		
アプローチについての紹介……………米村	仁洋ほか……………	130
膝痛を繰り返した右回内足のボート選手に対して		
足底挿板が有効であった一例……………松澤	岳ほか……………	135

症例報告

変形性股関節症の脚長差に対し 和装時の補高を行った1例……………	笹本 嘉朝ほか……………	141
有痛性外脛骨に舟状骨剥離骨折を合併した 2例の治療経験……………	塚田 直紀ほか……………	145
膝半月板損傷患者に対して運動連鎖を考慮した足装具の選定が 運動機能改善に効果を示した一症例……………	吉川 雅夫ほか……………	151

シンポジウム

大学院における靴の研究 —基礎実験によるエビデンス……………	阿部 薫ほか……………	154
-----------------------------------	-------------	-----

パネルディスカッション

市民啓発活動として“足育”を 広めるために行ったこと……………	玉島 麻理……………	157
血管外科医からみたフットケアにおける 靴の重要性……………	森田 一郎……………	159
お客様（患者）の視点から靴を考える —顧客（患者）満足度について—……………	吉田 恵……………	162

教育講演

査読とは—科学論文の読み方・読者の心構え—……………	井口 傑……………	168
外反母趾によい靴 ウソとホント……………	井口 傑……………	171
靴合わせ、靴選びのウソ・ホント……………	内田 俊彦……………	176
研究の仕方と論文の書き方 —科学する人のために—……………	奥田 龍三……………	180
糖尿病性足病変に対する創傷治療と 靴装具の重要性……………	大浦 紀彦ほか……………	186

変形性足関節症に対する保存療法

—ロッカーボトムソールの有用性の検討

Conservative Treatment of Ankle Osteoarthritis

—Analysis of the usefulness of the rocker bottom sole

¹⁾荻窪病院 リハビリテーション科

²⁾荻窪病院 整形外科

¹⁾Department of Rehabilitation, Ogikubo Hospital

²⁾Department of Orthopaedic Surgery, Ogikubo Hospital

鈴木沙矢香¹⁾, 中野雄一郎¹⁾, 早稲田明生¹⁾²⁾

Sayaka Suzuki¹⁾, Yuichiro Nakano¹⁾, Akeo Waseda¹⁾²⁾

Key words : ロッカーボトム (rocker bottom sole), 変形性足関節症 (ankle osteoarthritis), 保存療法 (conservative treatment)

要 旨

変形性足関節症に対してロッカーボトムソールによる保存療法を行った。症例は23例31足で、装具療法により疼痛が軽減した群を有効群、疼痛が改善されなかった群を無効群に分類した。単純レントゲンにて、高倉分類による病期分類、正面、側面脛骨下端関節面角、距骨下関節の狭小化の有無、Body mass index、関節可動域、年齢を調査し、両群間を比較検討した。

その結果、有効群は18例25足、無効群は6例6足であった。TAS角、TLS角、BMI、ROM、年齢において有意な差はみられなかった。ロッカーボトムソールの治療効果の予測は難しいと思われたが、全体的に疼痛が軽減した症例が多くみられたことから、変形性足関節症における有用な

保存療法の一つになり得ると考えた。

緒 言

変形性足関節症の主症状としては荷重時痛や関節可動域制限等があるが進行により日常生活に制限をきたすようになる。治療としては、まず保存療法を行うことが原則であるが、これに抵抗する場合には外科的治療の適応となる。

保存療法では主に理学療法、装具療法、薬物療法、関節内注射があげられる。装具療法では足底挿板や足関節固定装具が選択されることが多い。足底挿板は、後足部のアライメントの矯正を目的としてヒールウエッジが用いられる¹⁾。また、足関節固定装具は、ankle-foot orthosis (AFO) やハイトップ型の装具により矢状面の可動性を制限することにより疼痛を軽減させる効果が期待されるがコンプライアンスが不良となりやすい、との報告もある²⁾。

一方、ロッカーボトムソール (図1) は前足部のロッカー構造により踏み返し動作における足関

(2014/11/04 受付)

連絡先: 鈴木沙矢香 〒167-0035 東京都杉並区今川3-1-24 医療法人財団 荻窪病院
電話: 03-3399-1101 (代) FAX: 03-3399-1107



図1. ロッカーボトムソール

ロッカーボトムソールは前足部のロッカー構造により踏み返し動作での距腿関節における矢状面の動きが代償され、負担が軽減されることを期待した。

節の矢状面の動きを代償する働きがある。また、足底挿板を併用することにより後足部のアライメントの矯正も可能となる。これより、より効果的な疼痛の軽減を期待してわれわれは変形性足関節症の患者に対し、ロッカーボトムソールを処方している。本研究では、変形性足関節症に対するロッカーボトムソールの有用性を検討した。

対象と方法

変形性足関節症の症例 23 例 31 足を対象としロッカーボトムソールは 23 例 46 足に処方した。女性 18 例、男性 5 例で年齢は 55～93 歳、平均 71 歳であった。左側 9 足、右側 6 足、両側 16 足で、うち 4 例は外傷後、1 例は関節リウマチの症例であり、他は一次性関節症の症例であった。

経過観察期間は 1 か月～3 年 3 か月、平均 2 年 3 か月であった。

患者に自分の履き心地のいい靴を持参させ、それに対しロッカーボトムソールの加工を行った。後足部のアライメント不良例に対しては全例にインソールの併用を検討したが、保険適応の問題により 6 例のみの併用にとどまった。踵骨内外反の不安定性を訴える症例に対して踵接地時の安定を目的に 5 例にフレアヒールを装着した。装具着用後、疼痛や使用感により何度か装具の修正を行った。

ロッカーボトムソールによる治療により最終診察時に疼痛が軽減していた群を有効群、疼痛が改

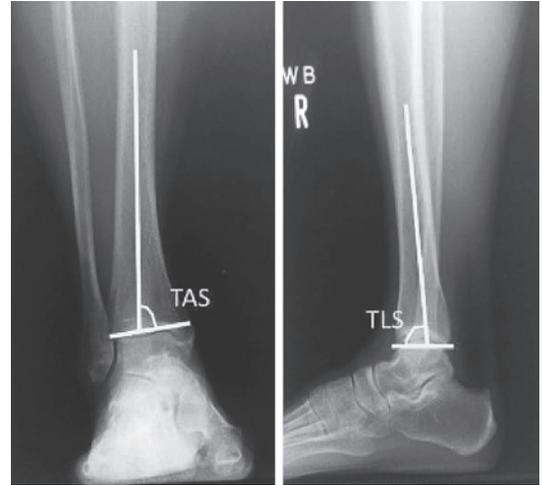


図2. レントゲン所見より TAS 角 TLS 角

TAS 角：正面脛骨下端関節面角

TLS 角：側面脛骨下端関節面角

善されていなかった群を無効群に分類した。単純レントゲンにて高倉分類による病期分類を行い、正面脛骨下端関節面角（以下 TAS 角）、側面脛骨下端関節面角（以下 TLS 角）を計測した³⁾。（図 2）また、距骨下関節の狭小化の有無を調査した。臨床評価として Body mass index（以下 BMI）、年齢、関節可動域（以下 ROM）を調査し、両群間の比較を行った。

結 果

23 例 31 足中、有効群は 18 例 25 足で、無効群は 6 例 6 足であった。

高倉分類による病期分類では、有効群で stage I 2 例、stage II 11 例、stage IIIa 5 例、stage IIIb 3 例、stage IV 4 例であった。一方、無効群では、stage II 2 例、stage IIIa 1 例、stage IV 3 例、その他 stage I、stage IIIa は見られず、stage IV が半数を超えていた。（図 3）

また単純レントゲン上、TAS 角は有効群で平均 86.4°で、内反変形型は 17 例、外反変形型は 6 例で、内外反変形を認めない症例は 2 例であった。一方、無効群では平均 86.9°で、内反変形型は 3 例、外反変形型は 2 例で、内外反変形なしは 1 例

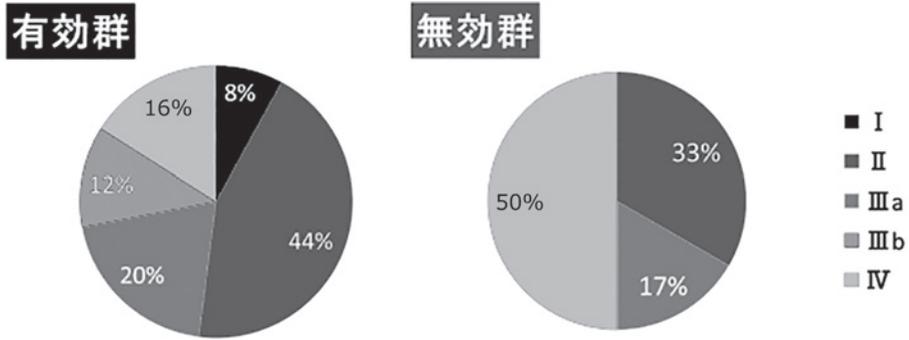


図3. 高倉による病期分類
有効群では stageI ~ II が半数を超えた一方で、無効群では stageIV が半数をこえていた。

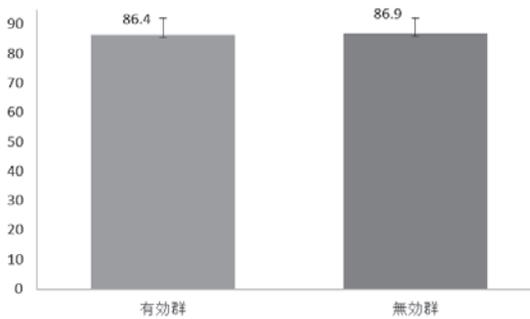


図4. TAS角

有効群で平均 86.4° 無効群では平均 86.9° で両群間に有意差は認めなかった。

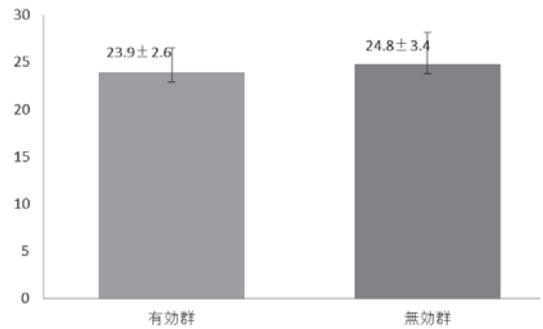


図6. BMI

BMI は平均 24.3 で、有効群は平均 23.9 ± 2.6、無効群は 24.8 ± 3.4 で両群間に有意差は認めなかった。

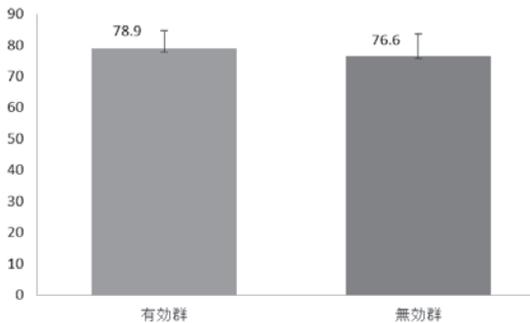


図5. TLS角

有効群が平均 78.9° に対して無効群では平均 76.6° で両群間に有意差は認めなかった。

られ、有効群の 36% に、無効群では 67% であった。

BMI は平均 24.3 で、有効群は平均 23.9 ± 2.6、無効群は 24.8 ± 3.4 (図6)、年齢は有効群で平均 72 歳、無効群で平均 67 歳 (図7) であった。ROM は平均背屈 4° 底屈 32°、有効群で平均背屈 4°、底屈平均 30°、無効群で平均 4° 無効群 35° であった。TAS 角、TLS 角、BMI、年齢、ROM のいずれにおいても 2 群間に有意な差は見られなかった。

考 察

であった。(図4)

TLS 角においては有効群が平均 78.9° に対して無効群では平均 76.6° であった。(図5)

また、距骨下関節に狭小化は全体の 43% に認め

本研究ではロッカーボトムソールの有効性に関しては TAS 角、TLS 角、BMI、年齢、ROM において有意な差はなかったが、全体としては疼痛が軽減した症例が多くみられた。

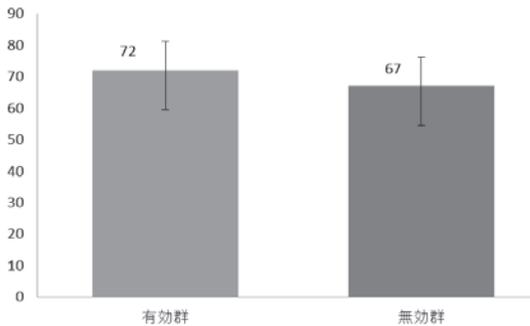


図7. 年齢

年齢は有効群で平均72歳、無効群で平均67歳で両群間に有意差は認めなかった。

ロッカーボトムソールでは踵骨部がカットオフヒール構造となっているため、踵接地期において足部から穏やかに底屈していくことで安定した接地を行うことが可能となり衝撃が軽減される。また、前足部のロッカーにより円滑なけり出しができることで足関節にかかるモーメントが減少し、その結果距腿関節の動きが代償され負担の軽減となったと考えた。

ロッカーボトムソールと足底挿板の組み合わせなど異なる保存的治療の組み合わせが単独よりも優れている⁴⁾との報告もあるが、本研究では保険の問題もありロッカーボトムソール単独の処方となった症例も多くなった。

変形性足関節症において体重減少が疼痛を軽減させることが示されており⁵⁾肥満が疼痛増悪の一因子となると考えられた。しかし、両群間において明らかな有意差は見られなかった。これは、自験例においてはBMIが平均24でありBMI30以上の強度の肥満症例が見られなかったことから、疼痛へ関与するほどの因子とはならなかったと考えた。

また、ROMに関してはROM制限が軽度の症例

では重度の状態に比し装具による矢状面の動きの代償をそれほど必要としないため装具療法の効果が生じにくいと予測していたが、両群に明らかな差は認めずROMとの関与は低いと考えた。しかしながら、ROM測定においては腓骨軸と第5中足骨を軸として計測したため、実際には、距腿関節だけではなく距骨関節の可動域も加えて計測している可能性がある。ROMで2群間に有意な差が生じなかったのはその点も考慮する必要があると考えた。

一方、無効群においてstage IVが半数を超えていたことから、関節軟骨の損傷範囲が広範な症例では、やはり保存療法のみでは対応が困難と考えた。また、無効群において67%に距骨下関節に狭小化が見られたが、ロッカーボトムソール単独では後足部のアライメントの矯正ができないため、疼痛の軽減が不十分となった要因と考えられた。

結 語

変形性足関節症の保存療法としてロッカーボトムソールは有用な保存療法の一つになり得ると考えた。

文 献

- 1) 篠原靖司, 高倉義典. 足部疾患の最新の治療 変形性足関節症. 関節外科 2009; 28: 809-17.
- 2) Shine J, Frank B. Brace Management for Ankle Arthritis. Clin Podiatr Med Surg 2009; 26: 193-7.
- 3) Takakura Y, et al. Low tibial osteotomy for osteoarthritis of the ankle. J Bone Joint Surg 1995; 77-B: 50-4.
- 4) 田中伸哉, 内田宗志, 大西英生他. 変形性足関節症に対する足関節固定術. 整形・災害外科 2008; 51: 901-9.
- 5) Timo S, Fabian GK. Conservative Treatment of Asymmetric Ankle Osteoarthritis. Foot Ankle Clin N Am. 2013; 18: 437-48.

靴型装具製作時における足部採寸採型肢位の検証

Verification of foot positions in measuring and casting for custom made shoes

¹⁾バン産商株式会社 フスウントシュー インスティテュート

²⁾江戸川病院

³⁾株式会社アクロ

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

²⁾Edogawa Hospital

³⁾Achro Inc.

遠藤 拓¹⁾, 新城 孝道²⁾, 上村 悦史³⁾, 齊藤 裕貴¹⁾

Hiraku Endoh¹⁾, Takamichi Shinjyo²⁾, Etsushi Kamimura³⁾, Hiroki Saitoh¹⁾

Key words : 靴型装具 (custom made shoes), 足部採寸 (shoe measure), 採型 (casting technique), 3次元足型計測器 (3 dimensional foot scanner)

要 旨

靴型装具の採寸肢位・採型肢位の標準化を目指すべく健常者6名に対し、足関節0°にて足底が接地のみするように被検者の足部が保持された非荷重時、足部が下腿のみ荷重された座位および立位における足部の足長、MPでの足部周囲計(以下MP足囲)および足関節周囲(以下踵周囲)をメジャーにて計測しその寸法の変化量を検討した。同時に標準靴型に用いられる差高板を装着した際の比較検討した。また、3次元足型計測器にて足部の周囲をレーザーで3次元計測しCADソフトウェアを用いて計測した足部周囲データの体積を割り出し検討した。足部の寸法は非荷重時、座位および立位の順で有意に増加した。差高の有無

について有意差は見られなかった。体積は座位に対して立位が有意に減少した。このことから靴型装具製作時の足部の採寸は立位が有用と示唆された。

採型については目的に応じて体積または変形した足部形態のどちらを優先するかにより採型肢位の判断が重要である。

目 的

靴および靴型装具における靴型を作成する際の足部を採寸・採型する方法についてこれまで経験的に座位で取ることが通例であった。舞台靴では一部立位で採寸するところもある。ただ、靴および靴型装具の靴型作成に対する採寸肢位について国内外における文献の報告は調査したが見られない。また、靴型には前足部と踵部の高低差をつけた差高を有する事が多いものの¹⁾、実際には差高板を敷いて採寸することは行われてない。今回、我々は靴型装具製作の標準化を目指すことを目的として採寸肢位による足部寸法の差異を検証した。本

(2014/11/04 受付)

連絡先 : 遠藤 拓 〒111-0043 東京都台東区駒形
1-7-11 バン産商株式会社 フスウントシュー
インスティテュート
TEL 03-3843-6541 FAX 03-3841-1167
e-mail fsi@fuss-und-schuh.co.jp

研究では座位に対する非荷重時や立位で測定した値、差高の有無による測定値の変化量について比較検討したので報告する。

対象と方法

対象は健常者6名，男性3名，女性3名，年齢は32歳から70（平均 45.5 ± 12.8 ）歳，身長146cmから180（平均 163.8 ± 11.3 ）cm，体重50kgから80（平均 62.1 ± 10.5 ）kg，BMIは21.5から24.7（平均 22.99 ± 1.23 ）であった。（表1）各被験者の足関節 0° にて足底が接地のみするように被験者の足部が保持された非荷重時，足部へ下腿のみ荷重された座位および体重が両足部へ荷重された両脚立

表 1

被験者数	6名
年齢	45.5 ± 12.8 歳
身長	163.8 ± 11.3 cm
体重	62.1 ± 10.5 kg
BMI	22.99 ± 1.23

位（図1）における足長，MPでの足部周囲計（以下MP足囲）および足関節前方と踵部後方の接地部を結ぶ周囲（以下踵周囲）をメジャーで測定した。（図2）同時に整形靴製作に使用する標準靴型（図3）の最大の差高値である20mm厚の差高板の有無における足長，MP足囲および踵周囲について計測した。（図4）さらに3次元足型計測器「キュートJMS-2100CU」（ドリームジーピー社製）を用いて座位と立位におけるレーザーによる足部周囲を計測した。（図5）計測データはCADソフトウェア「ライノセラバージョン4」（Robert McNeel & Associates社製）を用いて計測した足部の体積を算出し，統計学的有意性は対応するt検定を用い各数値にて比較検討した。（図6）

結 果

結果を図7に示す。対象者全例において非荷重時と座位，座位と立位の順に足長が差高無しで平均0.6%，1.7% 差高有りで0.5%，1.6%それぞれ有意に増加した。MP周囲も差高無しで平均1.2%，1.6%有りで0.8%，2.4%それぞれ有意に増加する



図1. 採寸肢位



図2. 採寸位置

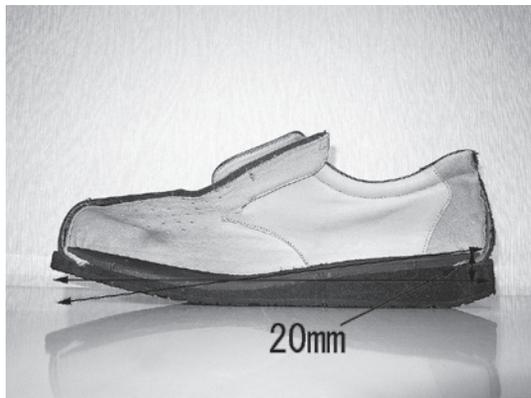


図3. 差高を有した靴型装具



図5. 3次元足型計測器

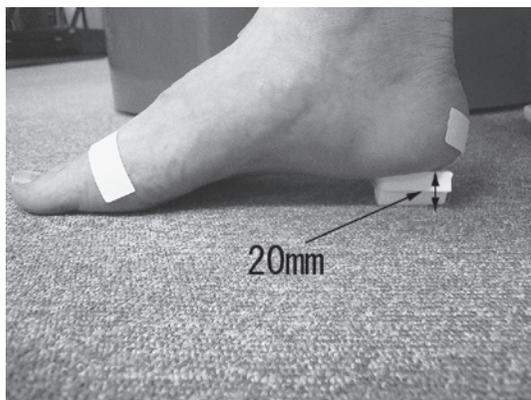


図4. 差高板

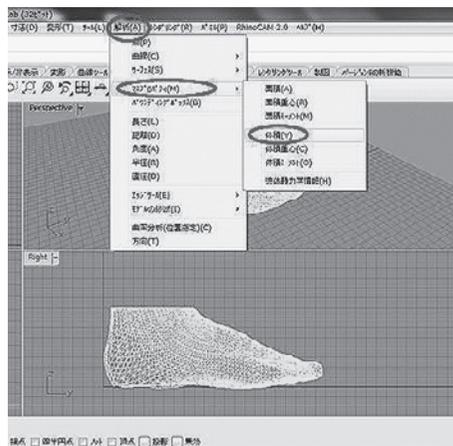


図6. CADによる体積の算出

ことを確認した。踵周囲に関して非荷重時と座位による有意差は見られなかった。座位と立位では0.4%増加した。

差高の有無については立位時の踵周囲における差高無しの寸法に対し差高を有した場合に平均0.3%の減少をp値0.1%未満の有意に認めた。足長およびMP周囲については有意な増減を認められなかった。座位および立位における足部体積については前者に対し後者が有意に平均1.1%減少した。(図8) 差高板を有した計測は機器の性質上、誤差が多く一定の傾向はなかった。

考 察

靴型装具の靴型を作成する際、足部を固定する

ための数値として重要な踵周囲については荷重および非荷重に対する大きな増減は見られなかった。また固定する紐やベルトで調節できることから採寸肢位は患者の状態に合わせて選択できることが示唆される。ただし、足長やMP周囲について最大値を取ることは靴型装具の適合として前足部の甲革の圧迫や擦れを回避することが求められる。そのため、立位の肢位での計測が望ましいと思われる。

今回は片脚立位で静止して計測していないが、立脚中期から後期にかけて片脚荷重になるためその際の増減値を今後は考慮する必要がある。

20mm厚の差高板の有無について足長、MP周

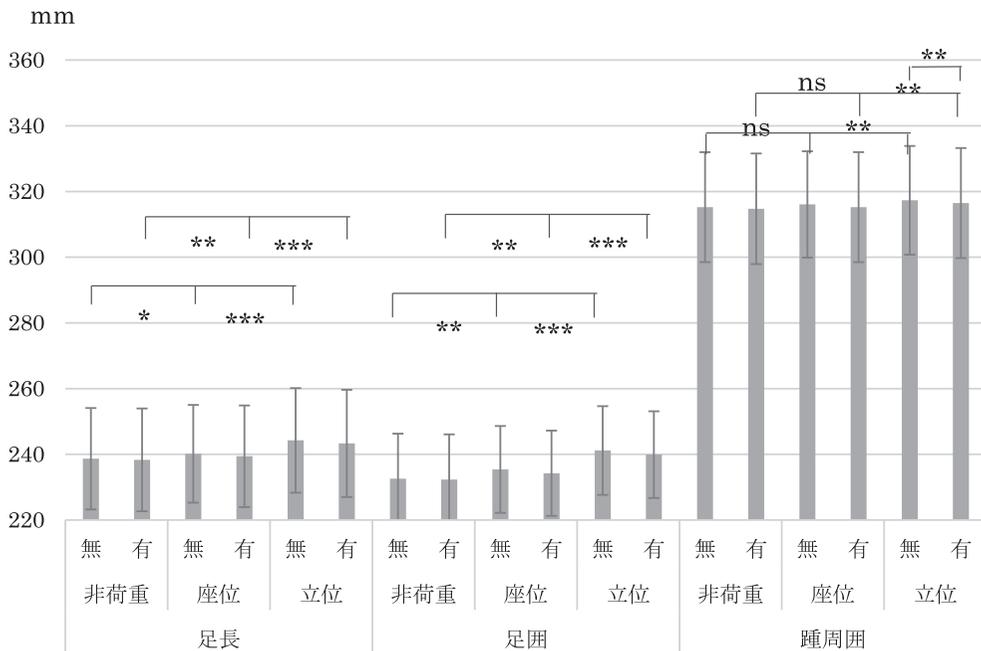


図7. 差高無しおよび有りにおける採寸肢位別の各計測値の平均
ns not significant * $p < 0.01$ ** $p < 0.001$ *** $p < 0.0001$

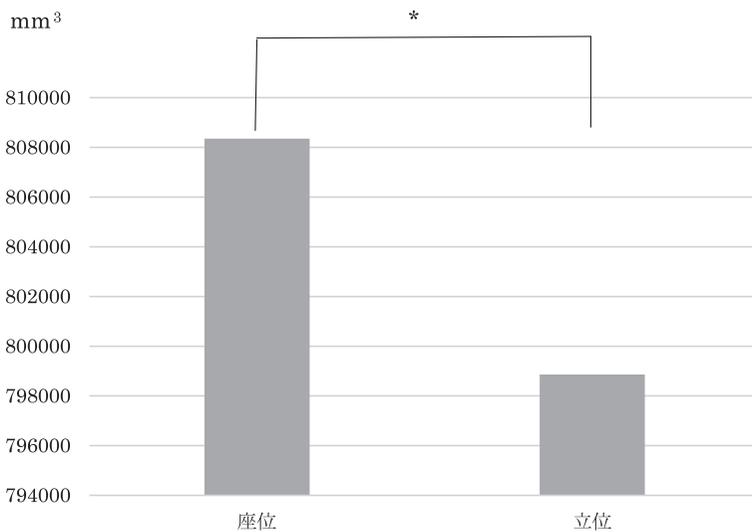


図8. 座位と立位による足部体積の平均
* $p < 0.01$

囲および踵周囲に非荷重と座位および立位では大きな増減が見られなかった。このことは20mm以下の差高の有無による採寸値の靴型への影響は少ないものと示唆された。

先行研究で家田らは足部体積について立位に対して座位が有意に多いと報告している²⁾³⁾。我々も今回の調査により圧迫や擦れを回避する目的のために座位での採型が望ましいと思われた。しかし、

立位時に足部変形を悪化させる症例に対しては立位での免荷する部位の見極めのほうが重要になると思われる。

また一定時間の歩行・走行後では体積がさらに増加するとの報告もある⁴⁾。

今回は調査対象が健常な足を有する比較的若年者が多く、今後は足病変を有する患者を対象として比較検討することが課題である。市中で使用されているコンピュータ測定はMP周囲および踵周囲の計測設定が最長値および最大幅を読み取るようになっており、健常例では正確であるが足趾などの変形または切断例に対して注意が必要である。

結 語

靴型装具製作の採寸肢位および差高の有無による足長、MP周囲および踵周囲について採寸値の検討を行った。同時に足部体積の変化量を検討した。足長、MP周囲ともに立位が有意に最大値を

示し、踵周囲は各肢位間での有意な差が見受けられなかった。20mmの差高板を有しても足長、MP周囲および踵周囲に大きな増減は見られなかった。足部の体積は立位に比して座位が有意に増加することを確認し、採寸は立位が望ましいと思われる。採型については目的に応じて座位の体積もしくは荷重時における足部の変形形態のどちらを優先するか判断が重要である。

文 献

- 1) Hansen, AH, Childress DS. Effects of shoe heel height on biologic rollover characteristics during walking. *Journal of rehabilitation research and development* 2004; 41 (4) : 547-54.
- 2) 家田友樹他. 足部の体積の計測第1報. *靴の医学* 2004; 18 (2) : 81-4.
- 3) 家田友樹他. 足部の体積の計測第2報. *靴の医学* 2006; 19 (2) : 11-4.
- 4) McWhorter, J., et al. The effects of walking, running, and shoe size on foot volumetrics. *Physical Therapy in sport* 2003; 4 (2) : 87-92.

足サイズ計測法の検者内および検者間信頼性

Intra-rater and inter-rater reliability of the measurement of foot size

¹⁾札幌円山整形外科病院 リハビリテーション科

²⁾NPO オーソティックスソサエティー

³⁾北海道千歳リハビリテーション学院 理学療法学科

¹⁾Department of Rehabilitation, Sapporo Maruyama Orthopedic Hospital

²⁾NPO Orthotics Society

³⁾Department of Physical Therapy, Hokkaido Chitose Institute of Rehabilitation Technology

仲澤 一也¹⁾, 吉田伸太郎¹⁾, 鴫田 拓也¹⁾, 佐々木克則²⁾, 小林 匠³⁾
Kazuya Nakazawa¹⁾, Shintaro Yoshida¹⁾, Takuya Tokita¹⁾,
Katsunori Sasaki²⁾, Takumi Kobayashi³⁾

Key words : 足サイズ計測 (measurement of foot size), 信頼性 (reliability), 非荷重位 (non-weight bearing), ウィズ (width)

要 旨

荷重位および非荷重位において、足サイズ（足長・足囲・足幅）計測法の検者内および検者間信頼性を調査し、計測者の経験値について検討を行った。検者内信頼性測定では健常者5名10足を対象に検者1名が各項目について2回の計測を行った。検者間信頼性測定では、経験豊富な群5名と比較的経験の少ない群5名が計測を行った。その結果、検者内信頼性、検者間信頼性（経験値の異なる両群）ともに全ての項目で0.9以上（0.943-0.999）の優れた信頼性が示された。本計測法は数ヶ月の計測経験値でも高い信頼性を有する測定法であることが示唆され、足部を対象とする臨床研究の基礎的資料になり得ると考える。

緒 言

足のサイズ計測は人間工学における人体計測学の一部であり、生活場面では履物の購入や作製に際して行われる。また、医学的側面からは、局所的な足部の状態把握（腫脹・浮腫の程度、変形の状態）や装具作製の際に行われる。計測項目としては、足長・足囲・足幅が一般的であり、これらの計測値をもとに日本工業規格（JIS）は靴のサイズ規格表を作成しており、計測項目に関しては国際標準化機構（ISO）も同様の定義を行っている。

足部は足根骨・中足骨・趾骨など多くの骨から構成され、さらに靭帯・筋腱組織のため、その形態を変化させながら歩行を行う。一般に歩行の遊脚期に当たる非荷重位に比べ、立脚期に当たる荷重位では、足部アーチが低くなり足幅や足囲が大きくなる。その為、歩行を念頭に置いた靴のフィッティングを行うためには、荷重位および非荷重位両方でのサイズ計測を行う。

足サイズ計測には、ルーラー・メジャーなどを用いたアナログな方法や、近年では三次元足計測

(2014/10/29 受付)

連絡先：仲澤 一也 〒060-0007 北海道札幌市中央区
北7条西27丁目1-3 札幌円山整形外科病院リ
ハビリテーション科

装置を用いたデジタルな方法などがあり、その再現性や妥当性を評価した報告も散見される^{1)~4)}。しかし、その多くは荷重位での計測に関するものであり、非荷重位での計測に関して評価を行った報告はわずかである。また、アナログな足サイズ計測では、計測者の習熟度や経験によって、計測結果の精度に差が生じる可能性が考えられるが、その点に言及した報告は少ない。

そこで、本研究は、検者の経験値の違いに着目し、荷重位および非荷重位における足サイズ（足長・足囲・足幅）計測法の検者内および検者間信頼性を検討することを目的とした。

対象と方法

検者内信頼性測定は、健康成人男性5名10足（平均年齢24.6±2.4歳）を被検者とし、NPO オートティックスソサエティーが認定するフットケアトレーナー（以下、FCT）Aライセンスを有する理学療法士1名（34歳）を検者とした。検者間信頼性測定は、足サイズ計測の経験豊富な群として、FCTのAおよびBライセンスを有する5名（平均年齢30.8±5.1歳、以下α群）、対して比較的足サイズ計測の経験が少ない群として、FCTのCライセンスを有する5名（平均年齢30.2±3.3歳、以下β群）を検者とした。なお、足サイズ計測の経験は、検者内信頼性の検者およびα群で2-4年であり、β群で1-3ヵ月であった。

計測には木製フットゲージおよび付属のメジャー（足と靴と健康協議会）を使用し、1mm単位で記録した。計測部位は日本工業規格（JIS S 5037: 1998）および国際標準化機構（ISO 9407: 1991）に準じ、足長は踵の中心と第2趾を結ぶ線と平行に、踵の後点と最も長い足趾の先端までの距離、足囲は第1および第5中足趾節関節を通る周径、足幅は第1および第5中足趾節関節に接する垂線間の足底面と平行な面上での距離と規定し

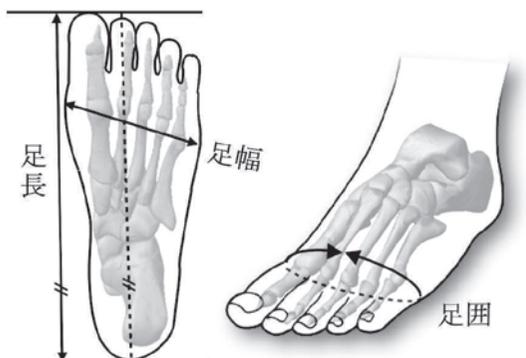


図1. 足サイズ計測部位

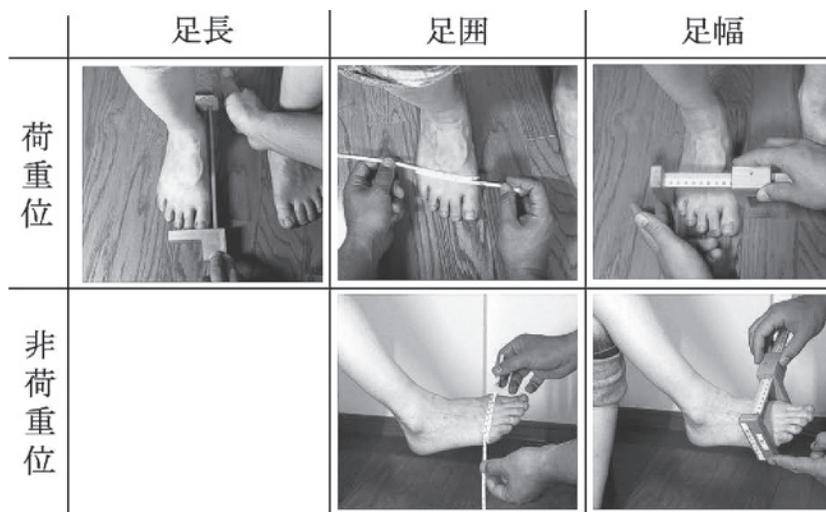


図2. 足サイズ計測方法（荷重位計測・非荷重位計測）

表 1. 検者内信頼性 (左) および検者間信頼性 (右)

		検者内信頼性		検者間信頼性 (α 群)		検者間信頼性 (β 群)		
		ICC (1.1)	95%CI	ICC (2.1)	95%CI	ICC (2.1)	95%CI	
足長	R	0.995	0.966 ~ 0.999	0.996	0.982 ~ 0.999	0.998	0.994 ~ 1.000	
	L	0.991	0.932 ~ 0.999	0.998	0.994 ~ 1.000	0.999	0.995 ~ 1.000	
足囲	荷重位	R	0.997	0.978 ~ 1.000	0.990	0.964 ~ 0.999	0.992	0.974 ~ 0.999
		L	0.996	0.970 ~ 1.000	0.990	0.967 ~ 0.999	0.992	0.972 ~ 0.999
	非荷重位	R	0.974	0.825 ~ 0.997	0.971	0.860 ~ 0.997	0.988	0.956 ~ 0.999
		L	0.973	0.818 ~ 0.997	0.965	0.874 ~ 0.996	0.991	0.969 ~ 0.999
足幅	荷重位	R	0.958	0.725 ~ 0.995	0.975	0.915 ~ 0.997	0.978	0.925 ~ 0.997
		L	0.995	0.963 ~ 0.999	0.966	0.838 ~ 0.996	0.961	0.818 ~ 0.996
	非荷重位	R	0.968	0.784 ~ 0.997	0.949	0.801 ~ 0.994	0.986	0.948 ~ 0.998
		L	0.958	0.724 ~ 0.995	0.943	0.821 ~ 0.993	0.971	0.901 ~ 0.997

た。(図1) 計測項目としてはNPO オーツティックスソサエティーが推奨する裸足での自然立位(荷重位)における足長・足囲・足幅と足組み座位(非荷重位)における足囲・足幅の5項目とした。(図2) 荷重位では数回の足踏みの後、視線は真っ直ぐに前方に向けるように指示し、非荷重位では検者が被検者に足部を脱力するように指示した。なお、今回の被検者のうち、椅子座位での足組みが困難なものはいなかった。

検者内信頼性測定は、はじめに検者が5名の被検者、左右10足に対して全5項目を計測し、その後、同一日に時間を空けて2回目の計測を行った。検者間信頼性測定は、はじめに計測経験豊富なα群を検者、比較的計測経験の少ないβ群を被検者とし、α群5名がβ群5名10足の5項目をそれぞれ計測した。その後、β群が検者、α群が被検者となり、同様にβ群5名がα群5名10足をそれぞれ計測した。

統計学的解析にはPASW Statistics 18を使用し、検者内信頼性では級内相関係数ICC (1.1)を、検者間信頼性では級内相関係数ICC (2.1)を算出した。

結 果

検者内信頼性およびα群・β群の検者間信頼性

と95%信頼区間(95% CI)を表1に示す。級内相関係数はいずれの項目においても0.9以上の値を示し、検者内信頼性ICC (1.1)で0.958-0.997、検者間信頼性ICC (2.1)で0.943-0.999であった。

考 察

本研究の結果、検者内および検者間信頼性ともに0.9以上を示しており、今井ら⁵⁾の報告によるいずれもgreatに分類され、信頼性が優秀な計測法であると言える。よって、荷重位のみならず非荷重位で計測された足サイズ結果も横断的に比較することが可能であり、臨床研究などにも活用可能であると考ええる。

De Mits⁴⁾らは、三次元足部計測器を用いた計測の再現性を検討し、荷重位の足長・足囲・足幅において、級内相関係数が0.926-0.999であったと報告した。この結果は優秀な信頼性であると考えられ、本研究の結果と同程度である。アナログな計測方法に関して、Williams¹⁾らがノギスを用いて足長計測の信頼性を評価した報告では、検者内信頼性が90%荷重位で0.910-0.977、10%荷重位で0.968-0.995であり、検者間信頼性はそれぞれ0.706と0.872であった。この結果は、特に検者間信頼性に関して、我々の結果よりも劣っている。また、Kudoh³⁾らは、自然立位における足幅をノギスで計

測し、検者内信頼性が0.75-0.82、検者間信頼性が0.75だったと報告しており、足幅の計測に関しては、やや低い値を示す傾向が認められる。本研究の結果においても、足幅計測の信頼性は比較的 low (0.943-0.995)、計測に際して留意する必要がある。また、本研究は健常成人の足部を計測しているため、足部の形状や性状が著しく変化した足部を計測する場合については、異なる結果となる可能性がある。

本研究において、経験の多い α 群と比較的少ない β 群は両群とも優れた検者間信頼性を示しており、本計測法が1-3ヵ月程度の計測経験でも信頼できる計測結果を出せると言える。Williams¹⁾らは、臨床経験が3年と20年の2名間での足長計測の検者間信頼性が低かったことから、経験年数が影響した可能性を示唆したが、本研究では異なる結果が得られた。この違いの原因の一つとして、 β 群に属した検者は、比較的計測経験は少ないものの、数回は今回の計測法をインストラクターより指導されており、短期間で習熟した計測技術を持っていた可能性が考えられる。

本計測法は高い信頼性が示されたため、今後更なる臨床応用が期待される。特に、非荷重位を考慮した靴のフィッティングや、非荷重位と荷重位

との比較から、足部柔軟性の指標としての利用などが有用であると考えられる。

結 語

荷重位足長・足囲・足幅および非荷重位足囲・足幅の計測法について、検者内信頼性および検者間信頼性を求め、いずれも非常に高い信頼性が得られた。また、経験値の多い群のみならず、比較的経験値の少ない群でも高い検者間信頼性が得られた。本研究の結果は、足サイズ計測の客観性を担保し、臨床研究などの基礎的資料として利用できる。

文 献

- 1) Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther* 2000; 9: 864-71.
- 2) Janchai S, Tantisiriwat N. Reliability of foot caliper. *J Med Assoc Thai* 2005; Suppl 4: S85-9.
- 3) Kudoh S, Hamajima K, Kaneiwa J, Hatanaka Y. Reliability of the transverse arch of the forefoot as an indicator of foot conditions. *J. Phys. Ther. Sci.* 2012; 24: 335-7.
- 4) De Mits S, Coorevits P, De Clercq D, et al. Reliability and validity of the INFOOT Three-dimensional foot digitizer for patients with rheumatoid arthritis. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2011; 3: 198-207.
- 5) 今井 樹, 潮見泰蔵. 理学療法研究における“評価の信頼性”の検査法. *理学療法科学* 2004; 3: 261-5.

ヒール位置が立位安定性に及ぼす影響

Shoe heel position affects stability of static standing posture

新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所

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

赤石 恒一, 阿部 薫, 笹本 嘉朝

Koichi Akaishi, Kaoru Abe, Yoshitomo Sasamoto

Key words : ヒール位置 (Heel position), 安定性 (Stability), 重心動揺 (Body sway)

要 旨

人間の足と脚を後方から見ると、重力線が脛骨の中心部を通り、足関節の部位で横に移動し踵骨の中心部を通っている¹⁾。しかしながら、一般の靴のヒール位置は中央にあるためヒール位置と踵骨の重心線の位置が異なり、足関節に内反モーメントが生じるため静止立位時に不安定になると考えられた。そこで本研究では、立位安定性が向上する最適なヒール位置を検討することを目的とした。

ヒール位置は、9条件とし重心動揺計を用いて各条件の30秒間の総軌跡長を計測した。ヒール位置が中央にある靴と外側にある靴の間には有意差が認められ、前後方向の異なるヒール位置においては有意差が認められなかった。ヒール位置が立位安定性により影響を及ぼすのは、支持基底面積ではなく踵骨の重心線とヒール位置の不一致であることが示唆された。

背 景

ヒールの研究は、ヒール形状が歩行に及ぼす影

響²⁾³⁾やヒール高が立位安定性に及ぼす影響⁴⁾⁵⁾などの報告がされているがヒール位置についての研究は少ない。靴本来の役割には、「足の保護」・「着用」・「快適性」・「機能性」・「適合性」・「ファッション性」の6つがあるが一般の靴メーカーは、靴設計において「ファッション性」を重要視する傾向にある。そのためヒール靴においては、外観が美しく見えるという理由からヒール位置を中央に設計している。しかしながら人間の足と脚を後方から見ると、重力線が脛骨の中心部を通り、足関節の部位で横に移動し踵骨の中心部を通っているため¹⁾、ヒールが中央にあると足関節に内反モーメントが生じ、捻挫の危険性や足関節を保持するため下肢筋群が働くため疲労感を助長するのではないかと考えられた。そこで本研究は、ヒール位置が立位安定性や足関節に及ぼす影響を明らかにし、身体への影響が少ない位置を立位バランスにより検討することを目的とした。

対 象

被験者は足部に異常がない健常女性12名(平均23.5±3.0歳)を対象とした。

方 法

(1) 履物条件

履物の形状は、フィッティングの影響を抑えるため、ヒールガース・ボールガース・MP部にマ

(2013/11/20 受付)

連絡先: 赤石 恒一 〒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 靴人間科学研究室
TEL・FAX 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail hwd12001@nuhw.ac.jp



図1. 実験に使用した履物

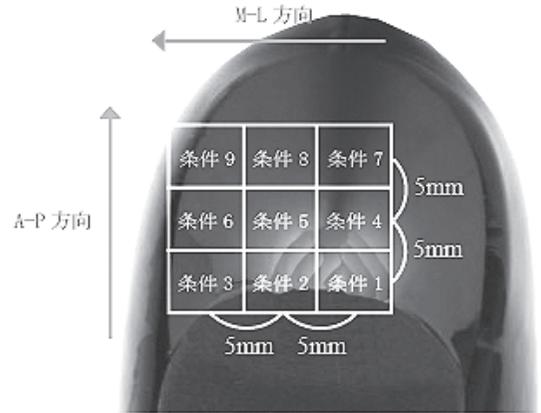


図4. ヒール条件



図2. ヒールリフト



図5. 実験風景

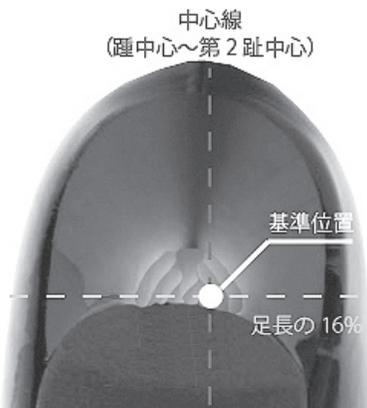


図3. ヒールの基準位置

ジックテープを装着したサンダル型のものを作製した。(図1) ヒールリフトの形状は直径10mmの円(図2)とし、ヒール高は30mmの履物とした。

(2) ヒール位置条件

ヒールの基準位置(図3)から、後方(A-P方向)に3段階(0, +5, +10mm)、外側側(M-L方向)に3段階(0, +5, +10mm)の計9条件とした。(図4) また、A-P方向0mmの条件1, 2, 3をI群、A-P方向5mmの条件4, 5, 6をII

表 1. 総軌跡長の群間比較

変動要因	変動	自由度	分散	分散比	P-値	F 境界値
M-L 方向	42.349	2	21.175	3.144	0.048	3.098
A-P 方向	9.868	2	4.934	0.733	0.483	3.098
交互作用	4.388	4	1.097	0.163	0.957	2.473
誤差	606.056	90	6.734			
合計	662.661	98				

表 2. 最大振幅の群間比較

変動要因	変動	自由度	分散	分散比	P-値	F 境界値
M-L 方向	0.497	2	0.249	8.405	0.000	3.098
A-P 方向	0.036	2	0.018	0.606	0.548	3.098
交互作用	0.037	4	0.009	0.312	0.870	2.473
誤差	2.663	90	0.030			
合計	3.233	98				

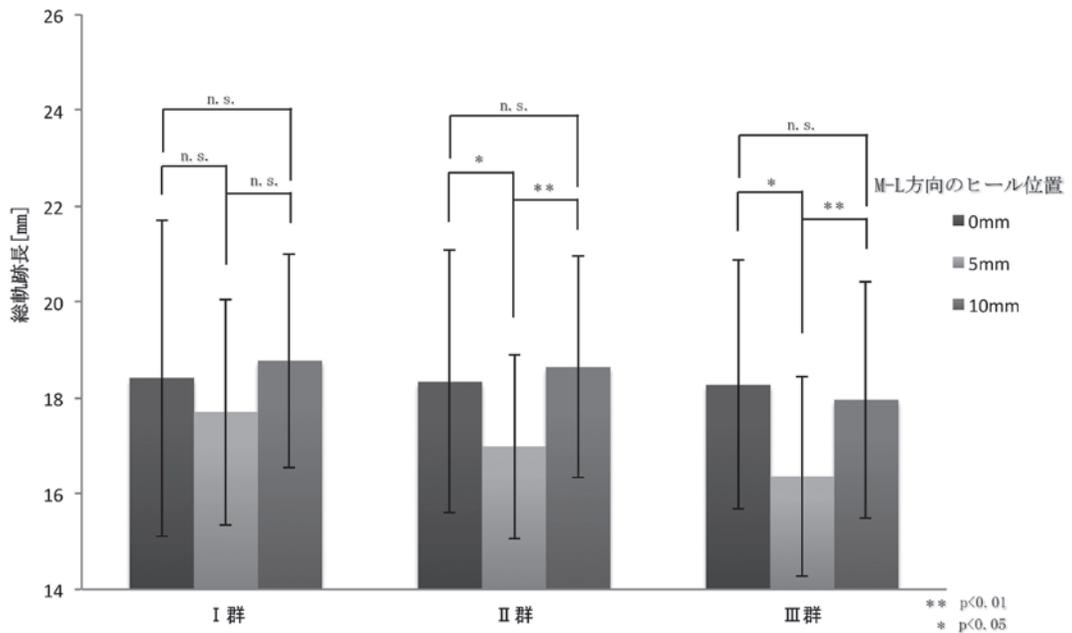


図 6. 総軌跡長の各群の比較

群, A-P 方向 10mm の条件 7, 8, 9 を III 群とした. 条件変更時には, 同一験者が被験者に履物を装着させた.

(3) 立位バランス測定

各ヒール位置条件において重心動揺計 (anima

社製システムグラビコーダー G-5500) を用いて, 総軌跡長 [mm] (一定時間内に移動した重心の距離) 及び M-L 方向の最大振幅 [mm] を測定した. 測定姿勢は, 平行開脚位で内果間を 10cm とし, 3m 先の目標点 (目の高さ) を注視した状態で 30

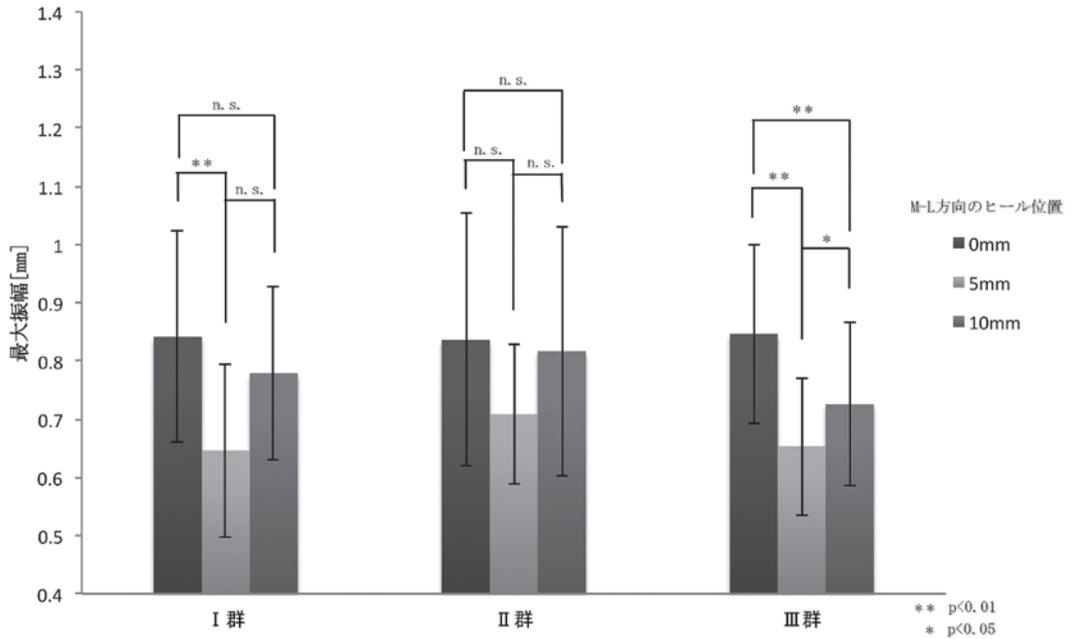


図7. 最大振幅の各群の比較

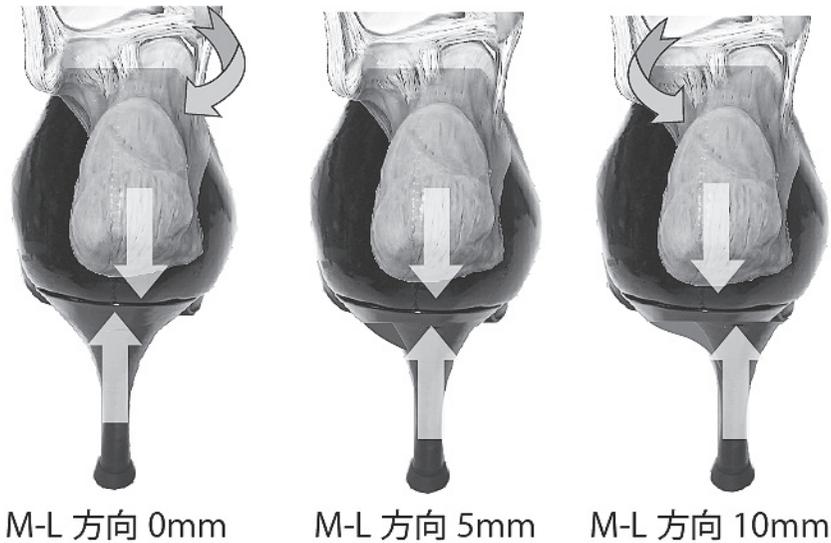


図8. ヒール位置別の足関節へかかるモーメント

秒間の測定を行った。(図5) 施行数は3回とした。

(4) 統計分析

A-P方向の群とM-L方向の群の群間比較には二元配置分散分析(ANOVA)を用いた。各条件間

の比較には、多重比較検定のボンフェローニ法(Wilcoxon t-test with Bonferroni correction)を用いた。

結 果

(1) 二元配置分散分析

A-P 方向と M-L 方向の群間比較を行った結果、総軌跡長及び最大振幅において、M-L 方向にのみ有意差（総軌跡長： $p < 0.05$ ，最大振幅： $p < 0.01$ ）が認められた。（表 1, 2）

(2) 多重比較検定（ボンフェローニ法）

総軌跡長の比較の結果、II 群、III 群においては、0, 5mm と 5, 10mm 間において有意差が認められた。（図 6）また、ヒール位置を外側へ 5mm シフトすることで総軌跡長が最も減少する傾向が認められた。0, 10mm の比較では、すべての条件において有意差が認められず、両条件間で総軌跡長の増減が顕著に現れなかった。最大振幅においては、II 群で有意差が認められなかった。I 群では、0, 5mm においてのみ有意差が認められた。III 群では、すべての条件間において有意差が認められた。（図 7）また、ヒール位置を外側へ 5mm シフトすることで最大振幅が最も減少する傾向が認められた。0, 10mm においては III 群を除くすべての比較において有意差が認められず、最大振幅の増減が顕著に現れなかった。

考 察

二元配置分散分析の結果より、M-L 方向にのみ有意差が認められたのは、踵骨の重心線が踵の外側を通過しているため、外側へヒール位置がシフトすることにより足関節にかかるモーメントの増減が起り最大振幅に有意差が認められたと考えられた。またモーメントの増減により姿勢保持する下肢筋群の負担も同時に増減するため総軌跡長に有意差が認められたと考えられた⁵⁾。A-P 方向に有意差が認められなかったことから、ヒールを 10mm 前後にシフトすることによる支持基底面積の広狭には立位バランスへの影響は少ないことが示唆された。

多重比較検定の結果、すべての群において 0,

5mm と 5, 10mm に有意差が認められる傾向があり、総軌跡長及び最大振幅が 5mm において減少する傾向が認められた。0, 10mm ではヒールと踵骨の重心線が異なることから足関節にモーメントがかかるため立位バランスが不安定となり、5mm ではヒールと踵骨の重心線の差が少なく足関節のモーメント力が減少することにより下肢筋群の負担が減少し静止立位が安定したと考えられた。（図 8）0, 5mm と 5, 10mm にヒールをシフトした条件間すべてに有意差が認められなかったのは、足部のアライメント角に個人差があり踵骨の重心線の位置に多少の違いがあることが影響していると推測された。

結 語

立位バランスの安定性を向上させるのは、支持基底面積を広げるのではなく、足関節にかかるモーメントを減少させることが有効的である可能性が示唆された。

ヒール位置を外側に 5mm 移動させることによって立位バランスが最も安定し、モーメントを減少させることによって捻挫の危険性を減らし、疲労の軽減をする可能性が示唆された。

なお、歩行への影響に関しては今後、検討していく予定である。

文 献

- 1) 石塚忠雄. 新しい靴と足の医学. 第 1 版. 東京: 金原出版; 1992. 42.
- 2) Anna M, Lukasz O, Piotr M, et al. The influence of heel height on lower extremity kinematics and leg muscle activity during gait in young and middle-aged women. *Gait and Posture* 2012; 35: 677-80.
- 3) 永田久雄他. 水平加速外力に対する靴ヒール高別の立位姿勢の保持限界に関する研究. *人間工学* 1996; 32: 1-9.
- 4) 中橋美智子他. ヒール高およびかかと面積の相違が重心位置・重心動揺などにおよぼす影響について. *東京学芸大学紀要* 1990; 42: 97-104.
- 5) 藤原勝夫他. 立位姿勢の安定性と下肢筋の相対的筋負担度との関係. *筑波大学体育科学系紀要* 1985; 8: 165-71.

ハイヒールに挿入したアーチ有無による

足部前方移動量の検証 第一報

Verification of the slided distance forward of the foot by the length arch supported inserts in high-heeled shoe

¹⁾バン産商株式会社 フスウントシューインスティテュート

²⁾江戸川病院

¹⁾Fuss und Schuh Institut, VAN SAN-SHO. INC.

²⁾Edogawa Hospital

橋本健太郎¹⁾, 新城 孝道²⁾, 遠藤 拓¹⁾, 齊藤 裕貴¹⁾

Kentarou Hashimoto¹⁾, Takamichi Shinjyo²⁾, Hiraku Endoh¹⁾, Hiroki Saitou¹⁾

Key words : ハイヒール (high-heeled), ハイスピードカメラ (high speed camera), 足底挿板 (arch support), 前方移動量 (slided distance forward)

要 旨

本研究はアーチ有無によってハイヒール内で足部が前方に滑る移動量を比較し検証する事が目的である。実験にはインソールが挿入可能なハイヒールを使用しヒール高は一律7cmとした。アーチ形状の有るインソール(以下OI)とアーチ形状の無いインソール(以下NI)をハイヒールへ挿入しトレッドミル上を歩行。荷重した瞬間を矢状面からハイスピードカメラにて撮影しOIとNIを挿入したハイヒール踵トップラインから足部踵部の移動量を画像解析ソフトにて計測。移動量平均値を統計学的有意差によって検証した。有意水準は0.05とする。前方移動量はOI平均 0.405 ± 0.135 mmに対しNI平均 2.116 ± 0.405 mmであり、OIを挿入した状態で減少しており統計学的において有意

(2013/10/22 受付)

連絡先: 橋本健太郎 〒130-0023 東京都墨田区立川
4-10-7 株式会社日本義肢製作所
TEL 03-6659-6503 FAX 03-6659-6504
E-mail hashiken.jp@gmail.com

な差を認めた。

1. 緒 言

外反母趾となる原因の1つとして荷重時、高いヒールによって足部が前方へ滑り、足趾と靴のつま先が内部で干渉し母趾の外反に影響する事が挙げられている¹⁾。前方への滑りに対しては過去の研究ではインソールが軽減すると考えられている。インソールの効果について様々な観点から研究が行われているが、足部の滑りに焦点をおいた研究は未検証と思われる。そこで、対象者のアーチ形状に合わせたオーダーメイドインソール(以下OI)とアーチ形状の無いシート状のインソール(以下NI)を用い、アーチ形状の有無によってハイヒール内で足部が前方へ滑る移動量を比較し検証する事を目的とした。筆者らの仮説としては荷重時、足部が前方へ滑る移動量をインソールのアーチ形状が減少させると考え検証を試みた。

2. 対象と方法

2-1 対象

対象者は事前の問診で、日中のむくみが比較的少なく、日頃7cm以上のハイヒールを履く女性6名を対象とした。平均身長は 162.33 ± 6.62 cm、平均体重は 53.5 ± 3.15 kgであった。

2-2 方法

2-2-1 実験用ハイヒール

実験ではインソールが挿入できるように設計されたハイヒールを使用し、ヒールは7cmと一定にした。

2-2-2 インソール

実験に使用したインソールOIとNIはVimaNova社製インソールを使用し立位荷重で製作(図1a)し、素材は同じラバー製で共通の表面材を使用した。実験ではインソールの厚みによって靴装用時、開口部トップラインへの足部食い込みを防ぎ、さらにMP周径が一定となるように調整した²⁾。厚みの確認は、シンワ社製マイクロメーターを用い、前足部・後足部もNIとOI共に

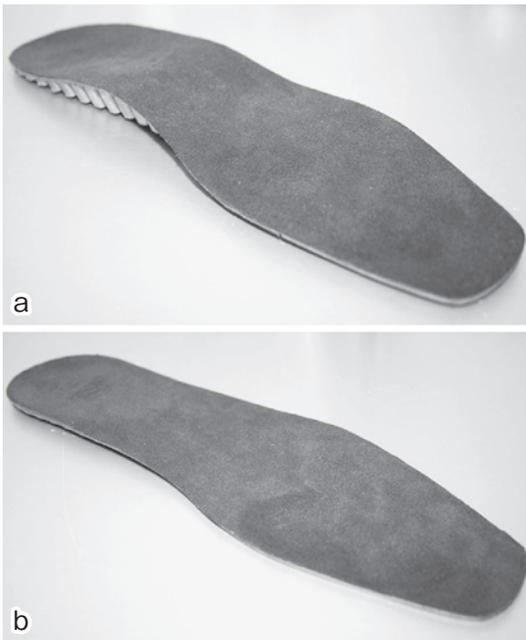


図1. 実験用インソール (VimaNova社製)

- a アーチ形状のあるインソール (OI)
- b アーチ形状の無いシート状のインソール (NI)

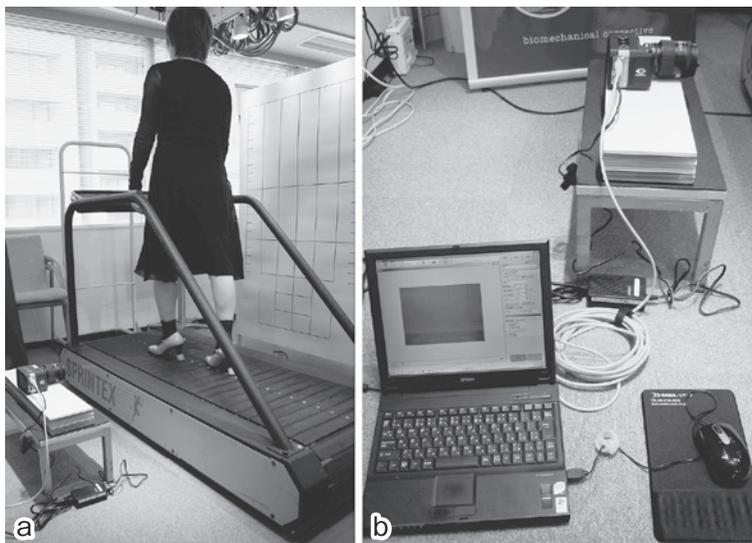


図2. 測定方法

- a 矢状面にハイスピードカメラを設置
- b ハイスピードカメラはPC接続による制御撮影

表 1. 静止立位時と歩行時における NI と OI の足部前方移動量 (mm)

a 静止立位時での NI と OI の足部前方移動量

NI を挿入したハイヒール					OI を挿入したハイヒール				
対象者	測定			平均	対象者	測定			平均
	1 回目	2 回目	3 回目			1 回目	2 回目	3 回目	
A	2.056	3.267	2.614	2.646 ± 0.435	A	0.141	0.087	0.043	0.090 ± 0.040
B	0.667	0.773	0.667	0.702 ± 0.043	B	0.098	0.044	0.044	0.062 ± 0.026
C	1.856	1.827	1.375	1.686 ± 0.220	C	0.382	0.574	0.459	0.472 ± 0.079
D	1.799	1.463	1.500	1.587 ± 0.150	D	0.843	0.647	0.754	0.748 ± 0.080
E	2.321	2.213	2.013	2.183 ± 0.128	E	0.576	0.838	0.611	0.675 ± 0.116
F	1.734	1.494	1.660	1.629 ± 0.100	F	0.093	0.093	0.034	0.073 ± 0.028
全体平均				1.739 ± 0.189	全体平均				0.353 ± 0.061

b 歩行時での NI と OI の足部前方移動量

NI を挿入したハイヒール					OI を挿入したハイヒール				
対象者	測定			平均	対象者	測定			平均
	1 回目	2 回目	3 回目			1 回目	2 回目	3 回目	
A	0.323	0.323	0.033	0.277 ± 0.137	A	0.161	0.323	0.164	0.216 ± 0.076
B	2.452	1.062	1.144	1.553 ± 0.637	B	0.167	0.491	0.491	0.383 ± 0.153
C	3.724	2.996	3.279	3.333 ± 0.300	C	0.324	0.487	0.243	0.351 ± 0.101
D	2.070	3.477	2.815	2.787 ± 0.575	D	0.994	0.498	0.498	0.663 ± 0.243
E	3.127	2.171	3.995	3.098 ± 0.745	E	0.696	0.782	0.521	0.666 ± 0.109
F	1.752	1.676	1.676	1.701 ± 0.036	F	0.344	0.049	0.049	0.148 ± 0.139
全体平均				2.116 ± 0.405	全体平均				0.405 ± 0.135

各対象者ごと同じ厚みとし、共通のストッキングを使用した。NI と OI の底面には、インソールとハイヒールの動きを無くすため、両面テープを貼り、固定した。

2-2-3 測定方法

NI と OI が挿入されたハイヒールを対象者に装着。足底接地時のハイヒールに荷重した瞬間を矢状面からノビテック社製ハイスピードカメラ、PHANTOM MIROeX4 で撮影した。(図 2ab) 撮影条件は画素数 512 × 384 ピクセル、撮影速度 2000 コマ/sec、露光時間 200μ/sec とした。測定位置はハイヒール踵部トップラインと足部踵部間とし、荷重時に生じた測定位置の移動量を独立行政法人水産総合研究センター開発の画像解析ソフト AreaQ で計測した。まず OI と NI を挿入したハイヒールの静止立位時における測定位置を計測。次にトレッドミル上を自由速度にて歩行し、ハイ

ヒール荷重時の測定位置を計測した。静止立位と歩行での計測回数は OI と NI 共に各 3 回とし、測定位置の移動量を統計学的有意差によって検証した。有意水準は 5% とした。

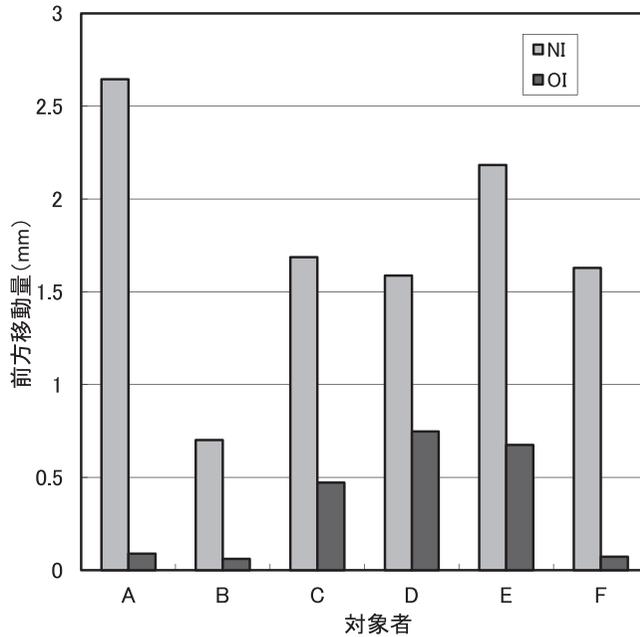
3. 結 果

3-1 静止立位

測定結果を表 1a に示す。X 軸を各対象者、Y 軸を前方移動量とした場合、NI よりも OI において減少していた。(図 3a) 各対象者の前方移動量を集計した平均では NI 平均 1.739mm ± 0.189mm に対し OI 平均 0.353mm ± 0.061mm となり OI を挿入したハイヒールにおいて有意な差が認められた。(図 3b)

3-2 歩行

測定結果を表 1b に示す。X 軸を各対象者、Y 軸を前方移動量とした場合、NI よりも OI において



a 静止立位時の前方移動量

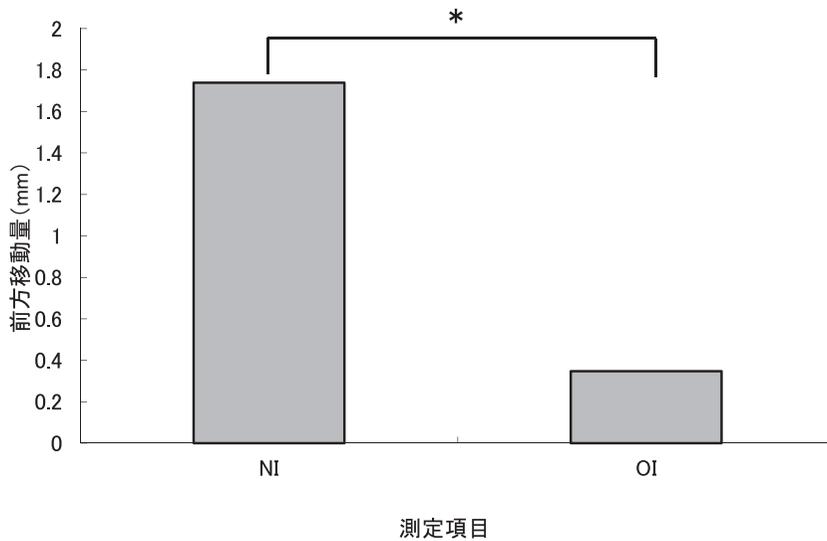
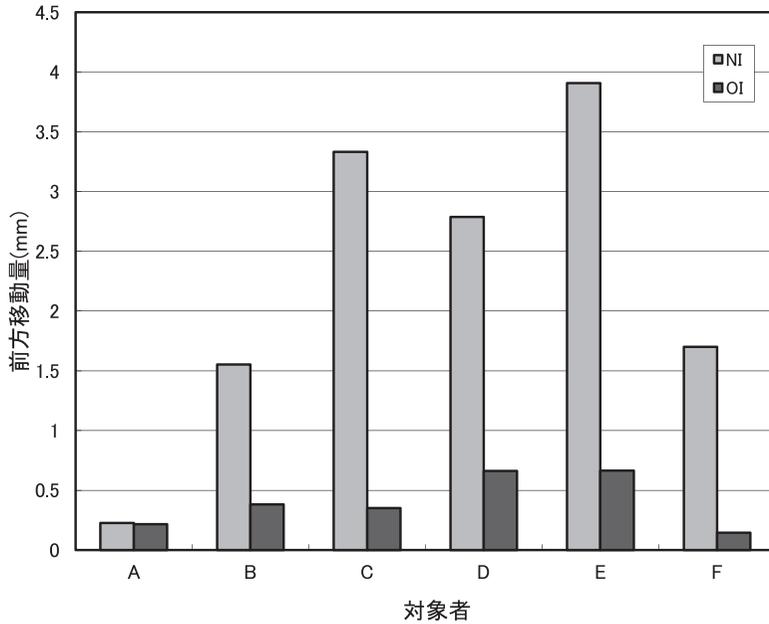
b 静止立位時のNIとOIの前方移動量平均 * : $p < 0.05$

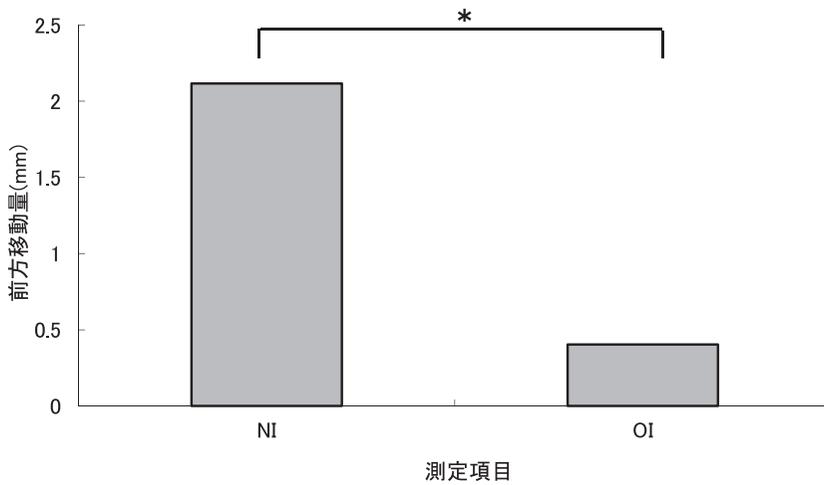
図3. 静止立位時の前方移動量と平均

減少していた。(図4a)ハイスピードカメラで撮影した映像でも図5abに示す通りNIを挿入したハイヒールよりもOIを挿入したハイヒールにお

いて前方移動量が減少していた。さらに、各対象者の前方移動量平均ではNI平均 $2.116\text{mm} \pm 0.405\text{mm}$ に対しOI平均 $0.405\text{mm} \pm 0.135\text{mm}$ とな



a 歩行時の前方移動量



b 歩行時のNIとOIの前方移動量平均

* : p<0.05

図 4. 歩行時の前方移動量と平均

り OI を挿入したハイヒールにおいて有意な差が認められた。(図 4b)

4. 考 察

統一されたハイヒールのデザインで、さらに足部・後足部の厚み、素材を共通にしたインソール、

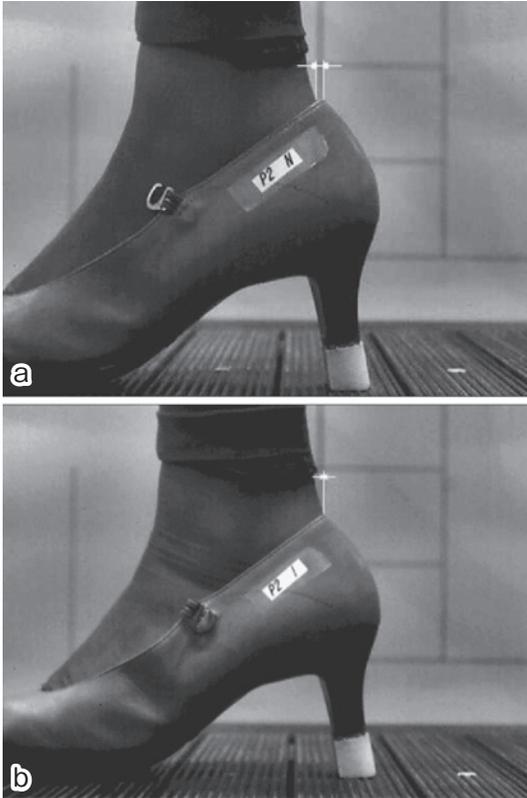


図5. NIとOIを挿入したハイヒール歩行時のハイスピード画像

- a NIを挿入したハイヒール
- b OIを挿入したハイヒール

ストッキングの着用といった一定条件において、足部の前方移動量は静止立位・歩行時、OIにおい

て減少しているのが確認された。NIとOIの違いはアーチの有無のみであり前方移動量の減少はOIのアーチ形状が影響していると考えられる。以上のことから、対象者がハイヒールへ荷重した際、傾斜のあるヒールによって足部が前方へ滑る瞬間、アーチ形状が足部の滑り出しを防ぎ、いわばグリップする役目があると考えられる。さらに有意差が認められたことから仮説の通り、インソールのアーチ形状が足部前方へ滑る現象を抑制する効果があると示唆される。

5. 結 語

アーチ形状の有無によってハイヒール内の足部前方移動量を計測した。一定条件下においてOIのアーチ形状が足部前方移動量を軽減する効果が示唆された。しかしハイヒールのデザイン、とりわけトップライン形状や足首を固定するストラップ、ヒール高、歩容、スピードによってこの数値は変化するとも考えられ、今後はこれらの条件もふまえて検証する必要があると考える。

文 献

- 1) 今 美香, 苦米地真理子, 三浦雅史. ハイヒール靴に対するインソールの有効性—外反母趾予防の観点から—. 理学療法学 2008; 35: 746-7.
- 2) Mohammad ER, 寺本 司, 牧野佳朗他. 歩行時の前足部横アーチに及ぼす靴ヒール高の影響. 靴の医学 1992; 6: 145-8.

パンプス靴の屈曲硬度差による身体負荷の検討

Comparison of difference of shoe flexion hardness in the heel shoes by expired gas analysis

新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

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

伊藤あきみ, 阿部 薫, 笹本 嘉朝, 藤枝 温子, 松原 千裕
Akimi Ito, Kaoru Abe, Yoshitomo Sasamoto, Atsuko Fujieda, Chihiro Matsubara

Key words : 靴底 (shoe sole), 屈曲硬度 (flexion hardness), 呼気ガス分析 (expired gas analysis)

要 旨

ヒールパンプスにおいて靴の屈曲硬度が歩行中の身体に与える影響を呼気ガス分析により比較し、最適な屈曲硬度を検討することとした。実験に用いたヒールパンプスは、靴の屈曲硬度を条件1：硬性靴 2.35kgf, 条件2：中等度靴 1.35kgf, 条件3：軟性靴 0.85kgfとした。呼気ガス分析の結果から、条件2でAT-1minが有意に延長した。靴底が屈曲しやすいことは、靴部材の弾性力も低下することになるため、歩行中の立脚終期（push off時）に使用される筋力が増加し、運動効率が低下すると予想したが、本研究では条件2が最も身体への負荷が小さくなると確認された。これは足部の安定性を適切に保持しながら、同時に靴底材の粘弾性が蹴り出しをサポートしたのではないかと考えられた。

緒 言

多くの女性は日常的にヒールパンプスを使用しており、女性にとって必要不可欠な生活用品となっている。一般的にヒールパンプスは甲の押さえない靴であり、靴底の硬いヒールパンプスを着用して歩行をすると踵脱げが起きたり、それを防止するために不自然な歩行を呈することがある。また、先行研究¹⁾によれば靴底の硬い靴を使用して歩行すると、速く歩くことができないため疲労しやすく、反対に靴底が軟らかいと歩幅が広くなり早く楽に歩けると報告されている。しかし靴底が屈曲しやすいということは、靴部材の弾性力も低下することになるため、歩行中の立脚終期（push off時）に使用される筋力が増加し、運動効率が低下すると考えた。また運動靴²⁾やケアシューズ³⁾の屈曲性の違いが身体負荷に及ぼす影響に関する研究は行われてきたが、ヒールの高い靴に関する最適な屈曲硬度は議論されていない。そこで本研究では、ヒールパンプスにおいて靴の屈曲硬度が歩行中の身体に与える影響を呼気ガス分析により比較し、最適な屈曲硬度を検討することとした。

(2014/11/05 受付)

連絡先：伊藤あきみ 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町 1398 新潟医療福祉大学 靴人間科学研究室
TEL・FAX 025-257-4525
E-mail haa12004@nuhw.ac.jp



図1. 実験靴 左:条件1 (2.35kgf), 中央:条件2 (1.35kgf), 右:条件3 (0.85kgf)



図2. 靴の屈曲硬度測定

対象と方法

1. 対象

対象は本研究に興味を持ち被験者協力を志願した健常女性15名(19.8±1.3歳)とし、靴サイズは23.0cmに適合する方のみとした。足部には整形外科的疾患や、顕著な変形等がないことを条件とした。なお対象者には口頭と書面にて研究内容を十分に説明し、書面にて同意を得た。

2. 計測

1) 靴条件

実験靴はヒールパンプス型とし、ヒールの高さは使用頻度の高い中ヒール(ヒール高5cm)とした。靴底はゴム製(4mm厚)で、屈曲硬度差はMP部の材質硬度を変更した部材を特注で製作し、その他の構成部材および製法は同一とした(株式会社村井製)。なお屈曲硬度以外の条件をできる限り同一にするため、靴サイズは23.0cm(2E)のみとした。靴底材の屈曲硬度を3段階にして同一のヒールパンプスを製作し、条件1:硬性靴(屈曲硬度2.35kgf)、条件2:中等度靴(屈曲硬度1.35kgf)、条件3:軟性靴(屈曲硬度0.85kgf)とした。(図1)また呼気ガス分析測定中の最高歩行速度が時速6.5kmになることがあり、靴脱げ防止のために足部と実験靴をゴムバンドで固定した。

2) 靴の屈曲硬度の計測

本研究では実験靴の屈曲硬度の測定を阿部ら⁴⁾の方法に準拠し、ばねばかりを用いてMP部を60度屈曲させるときの力で評価した。(図2)今回使用した実験靴はヒール高が5cmのためMP部は20度背屈位となっており、さらに40度背屈させて計測角度の60度としたときの力とした。なお、この60度はpre swing時のMP関節背屈角度を再現したものである。

3) 計測項目

靴の屈曲硬度差が身体負荷に与える影響を検討するため、呼気ガス分析による無酸素性代謝閾値(AT-point)に至るまでの時間を比較した。なお、計測値は無酸素性代謝閾値に至るまでの時間から1分間引いた時間(以下、AT-1min)とした。

AT-1minを採用する理由としては、運動負荷量に対して生体が反応するまでには、ある一定の時間(時定数)を要するためである。通常は30秒以内であるが運動強度によっては延長する可能性があるため、通常は1分前の値を使用することになっている。なおAT-1minに到達する時間が延長すると、その靴条件は身体負荷が低く歩きやすい、時間が短いと身体負荷が高く歩きにくいということになる⁴⁾。

4) プロトコール

AT-1minを算出するための漸増負荷テストのプロトコールは、松原ら⁵⁾の方法に準拠し、予備実

験の結果をもとに被験者の体力に合わせて1条件につき各1回測定し、順番は被験者毎にランダムとした。被験者の顔面に集気マスクを装着させ、呼吸代謝測定装置 (VO2000, S & ME 社) へ接続し、実験靴を着用してトレッドミル上を歩行させた。(図3) プロトコールは安静4分、ウォームアップ2分 (1km/h) の後、30秒毎に0.5km/hずつ速度を上げ、開始後の最高速度を6.5km/hまで歩行させ、クールダウン2分 (1km/h) で終了し



図3. 呼気ガス分析実験風景

た。なお歩行開始後、被験者が限界を感じた時は右手を上げて合図してもらい、すぐクールダウンに切り替えた。次の計測までには30分の休息を取らせ、体調が戻ったことを確認してから次の計測を行った。実験は空調により室温25度、湿度50%を目安として管理された部屋にて実施した。なお計測毎に開放回路法により大気をサンプリングし、ATPS (ambient temperature, pressure and saturated with water vapor) で測定して補正値をかけた。分析には専用ソフトウェア m-graph を使用し、V-slope 法 ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ グラフの変曲点から判定) により AT-1min を算出した⁴⁾。

3. 統計

スピアマン順位相関 (Spearman's correlation) にて、AT-1min の値を x、靴 MP 部の屈曲硬度を y として二次関数式 $y = ax^2 + bx + c$ を求めて比較した。多群間検定には Friedman's χ^2 -test 後に、ボンフェローニ補正ウィルコクソン検定 (Wilcoxon t-test with Bonferroni correction) を用い、有意水準を5%とした。

4. 倫理

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承諾許可 (第 17333-120605 号) を得て行われた。

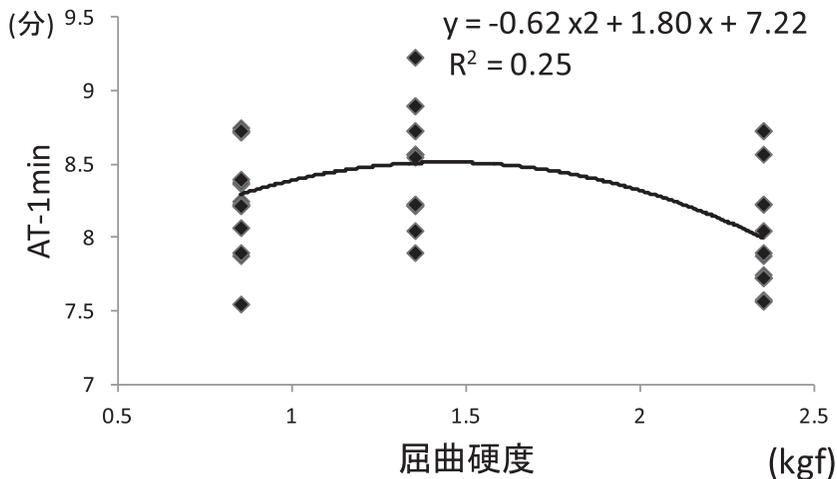


図4. 靴の屈曲硬度と AT-1min の回帰分析

結 果

AT-1min の回帰分析結果から、身体負荷が最も低いのは条件 2 で、屈曲硬度が 1.35kgf 付近に最適な硬度があると考えられた。(図 4) 条件 2 は条件 1 に比較して AT-1min が有意 ($p < 0.01$) に延長し、条件 3 に対しても有意 ($p < 0.05$) に延長した。

考 察

ヒール高の低い靴を使用した先行研究^{1)~3)}では、屈曲部が曲がりやすいシューズを履けば歩幅が広く、速く、しかも楽に歩けると報告されているが、本研究では靴の屈曲硬度が条件 2 の中等度の硬度付近が最も身体負荷が低くなることが示された。

屈曲硬度の硬い条件 1 において AT-1min までの時間が短縮したのは、立脚終期 (push off 時) に靴を曲げ蹴り出し運動に使用されるはずの足関節底屈筋群の筋力の一部が、靴の屈曲に使用されたためではないかと考えられた。城戸ら¹⁾の研究では、屈曲硬度が硬くなると前脛骨筋と腓腹筋の筋放電量が増加すると報告しており、本研究においても同様に筋負担が増加し、全体として身体負荷が増加したと考えられた。松本ら⁶⁾の研究では、靴底 MP 部の屈曲硬度が硬い場合には、つま先の離地前後のみでなく、着地前後の歩行動作も影響を受け、着地時には MP 屈曲部が曲がりにくい靴が曲がりやすい靴よりも股関節および膝関節は屈曲しており、足関節は底屈したと報告している。また渡辺ら²⁾は靴底が屈曲しにくい靴では、推進力のみでは MP 関節を背屈できず、正常歩行よりも筋活動を必要とするとしている。

本研究においても、靴の屈曲部が硬い条件では、立脚終期だけでなく初期接地時にも股関節と膝関節の屈曲が大きくなり、かつ MP 関節の背屈を行うために長趾伸筋、長母趾伸筋等が働き、通常以上の筋力が要求されるため、AT-1min に至るまでの時間が短縮したと推察された。また、今回はトレッドミルの速度も一定でなく漸増負荷法を採用

したため、歩行速度が上昇すれば、ケーデンスを上げるか歩幅を拡大して歩行を調整することになる。したがって通常の歩行よりも股関節や膝関節の屈伸角度を増加させ、MP 関節も通常よりも大きな背屈角度によって蹴り出しを行うことになり、屈曲硬度の固い条件 1 には大きな筋力が要求されたものと考えられた。

渡辺ら²⁾の研究によると、靴底の曲がりやすさだけでなく靴底の弾性も大切な要素であるとしている。条件 3 では靴の屈曲硬度が低く、蹴り出し時における靴底の粘弾性が弱く反発力が小さいため、その結果として推進力が低減する。また立脚終期において靴全体の粘弾性が低く、MP 関節背屈の際に靴底の支持性が十分得られず、靴底が急速に屈曲するため足部の安定性が確保しにくくなる。このため、蹴り出し時に必要以上の筋力が要求され、AT-1min に至るまでの時間が条件 2 に比較して短縮したと推察された。

したがって条件 2 は、身体負荷量の観点から最も適切な屈曲硬度であった。これは蹴り出しの際に靴が急速に屈曲せず足部を適切に保持することができ、過大な筋力が要求されなかったためと考えられた。

結 語

呼気ガス分析を用いた歩行実験の結果より、5cm のヒール高を持つヒールパンプスの最適な屈曲硬度は 1.35kgf 付近に存在すると示唆された。しかし二次関数の曲線から推測すると、最適な屈曲硬度は条件 2 と条件 3 の間に存在すると推測され、この間には 0.5kgf の差があり、今後は 0.85~1.35kgf の間の硬度の実験靴を用いて、最適な屈曲硬度を検討する予定である。

文 献

- 1) 城戸 巧, 秋満茂喜, 清水紀和. シューズの屈曲性が歩行に及ぼす影響. 靴の医学 1992; 6: 163-6.
- 2) 渡辺 純, 遠藤文雄, 小池恵美子他. 靴底の屈曲性が歩行時の呼吸・循環器系に与える影響について. 日本義肢装具学会誌 1994; 10 (S): 179-80.

- 3) 阿部 薫, 江原義弘, 小松聡子他. 後期高齢者におけるケアシューズの適合性と靴歩行特性. 靴の医学 2009; 23 (2) : 38-43.
- 4) 阿部 薫. 走行の安定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.
- 5) 松原千裕, 阿部 薫. 足部内側縦アーチ挙上によるヒール靴歩行の疲労軽減の検討—Windlass Action 機能を用いたアーチサポートの代替効果—. 義肢装具自立支援学 2013; 4 (1) : 183-6.
- 6) 松本直子, 勝 真理, 福岡正信. 靴の屈曲性の違いが児童の歩行に及ぼす影響. 靴の医学 1991; 5 : 122-5.

知覚入力型インソールを用いた後足部への感覚入力と 選択的注意が歩容に与える影響

Influence on gait pattern of the stimulation of the heel by the “Perceptual Stimulus Insole” with selective attention to the stimulus

¹県立広島大学 保健福祉学部 理学療法学科

²広島鉄道病院

¹Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Welfare, Prefectural University of Hiroshima

²Hiroshima General Hospital of West Japan Railway Company

長谷川正哉¹、後藤 拓也²、島谷 康司¹、金井 秀作¹、大塚 彰¹
Masaki Hasegawa¹, Takuya Goto², Koji Shimatani¹, Shusaku Kanai¹, Akira Otsuka¹

Key words : 知覚入力型インソール (perceptual stimulus insole : PSI), 歩行 (gait), 三次元動作解析 (3-dimensional motion analysis)

要 旨

後足部に対し感覚入力を行う知覚入力型インソール (Perceptual Stimulus Insole ; 以下 PSI) を試作し、PSI に設置した突起を踏みながら歩行するよう指示した際の歩容の変化について調査した。健康成人女性 10 名を対象とし、コントロール条件および PSI 条件での歩行を行わせ、遊脚期におけるつま先高、初期接地時の足関節背屈角度を抽出した。結果、PSI 条件におけるつま先高および足関節背屈角度の増加を認めた。そのため、PSI の使用と課題の指示はフットクリアランスや足関節機能の低下した中高年者の転倒予防トレーニングにつながる可能性がある。また、PSI の使用に

(2014/10/30 受付)

連絡先 : 長谷川正哉 〒723-0053 広島県三原市学園町
1-1 県立広島大学保健福祉学部理学療法学科
TEL & FAX 0848-60-1230
E-mail m-hasegawa@pu-hiroshima.ac.jp

よる歩容の変化は着用者の能動的な歩行制御を促し、運動の予測など認知過程に対する介入として応用可能と考える。

緒 言

インソールや整形靴などのフットウェアは静的・動的アライメント制御や緩衝、荷重分散などを行い、主として個々の機能障害に対する介入手段として用いられている¹⁾²⁾。また、これらのフットウェアは「介入が身体機能あるいは動作能力の改善をもたらす」という要素還元論に基づき作成されている。

一方、リハビリテーションの領域では、システム・アプローチ³⁾や課題指向型トレーニング⁴⁾といった全体論に基づくアプローチが提案されている。これらのアプローチでは運動を「環境、課題、個体 (身体機能) の相互作用により創出されるもの」と捉えており、対象者が環境や課題に対して

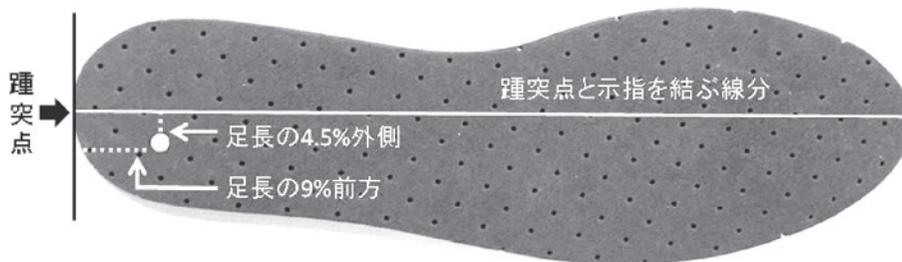


図1. 突起位置の設定

各被験者の足長計測の後、インソール上に踵突点と示指を結ぶ線分を設定し、9%前方、4.5%外側に突起を設置した。

いかに適応的な身体機能を作り出し動作するか？という観点の重要性を指摘している。

加えて、従来のフットウェアは着用者が無意識下かつ他動的にアライメントを制御される状態にある。これに対し、身体機能や動作能力そのものの改善を目指すリハビリテーションの場面においては特定の運動や動作を意識的かつ能動的に制御する過程が重要と考える。

これらの理由から我々の研究グループでは、全体論に基づき能動的な運動や動作を惹起するフットウェアについて検討しており、今回知覚入力型インソール (Perceptual Stimulus Insole, 以下PSI) を試作した。PSIには感覚入力を行うための突起が設置してあり、セラピストが任意に設置した突起を踏みながら指示された動作課題を実行することで、目的とする動作を促す。この時インソール上に設けた突起が環境であり、踏み分けながら動作を行うという指示が課題にあたる。

本研究では、後足部に突起を設置したPSIを試作し、この突起を踏みながら歩行する課題を提示した際の効果検証を目的としている。

対象と方法

対象は既往のない健康成人女性ボランティア10名(平均±標準偏差:年齢 22.8 ± 3.1 歳,身長 160.2 ± 4.7 cm,体重 51.8 ± 2.9 kg)とした。なお,本研究はヘルシンキ宣言に基づいており,被験者には書面にて事前に内容を説明し,同意を得た後

に調査を実施した。

実験はフラットなインソールを着用させたコントロール条件,同インソール上の踵外側に突起を設置したPSI条件下での歩行とし,PSI条件では被験者に突起を踏みながら歩行するように指示を与えた。なお,実験前に5回ずつ練習を行わせ,PSI条件では突起位置の知覚が可能であることを確認した。また,5回ずつ歩行を計測し,歩行速度は被験者の任意とした。

本研究で使用したPSIの突起部分にはプラスチック製の半球シールを使用した。また,突起の貼付位置は初期接地時の足底接地部位を後外側にシフトさせ,同時期の足関節背屈を促進する目的で踵の後外側とした。なお,突起の貼付位置および大きさはプレ実験にて設定した。まず,貼付位置は歩行中の初期接地時に接地可能な部位を聴取し,全被験者が接地可能かつ自然な歩行が妨げられない位置を確認した。プレ実験の結果を受け,各被験者の足長を計測した後,踵骨背側の最突出部(踵突点)から足長の9%前方,4.5%外側の位置に突起を設置した。(図1)次に突起の大きさは被験者全員が知覚可能なサイズとし,直径約5mm,高さ約3mmの突起を使用した。また,両条件ともJIS規格に基づいたサイズの靴を選択し被験者に着用させた。

計測には,Vicon Motion Systems社製VICON-MX(T20-Sカメラ12台)およびKistler社製床反力計を使用した。サンプリング周波数は100Hz

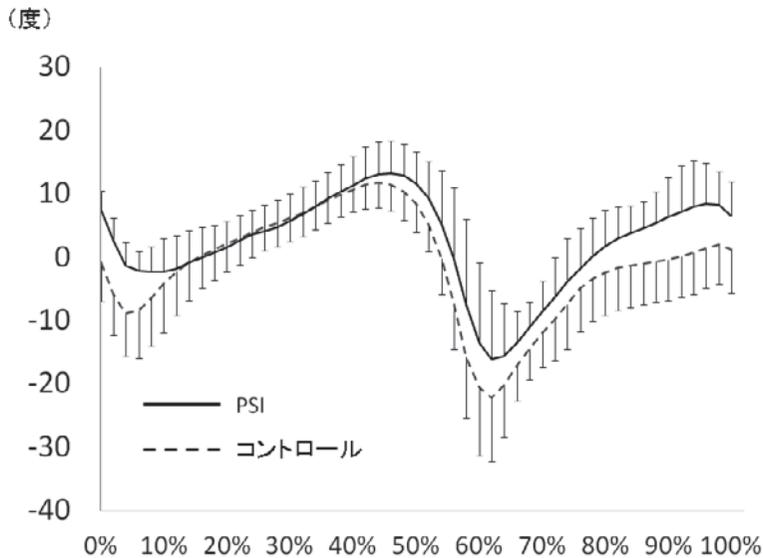


図2. 足関節背屈角度の変化 (10名分の平均)
一歩行周期中の足関節背屈角度の変化を示す。遊脚開始は約60%。

とした。身体指標として Plug-in Gait Without Arm に準じ、14mmの反射マーカを胸骨頸切痕、剣状突起、第7頸椎棘突起、第10胸椎棘突起、右肩甲骨下角、前頭部2点、後頭部2点、両肩鎖関節、両上前腸骨棘、両上後腸骨棘、両大腿骨外側中央、両膝関節中心、両下腿外側中央、両外踝、両第2中足骨頭の直上、両踵部の計27点に貼付した。

解析には Vicon Nexus1.8.2 を使い、左脚における初期接地時の足関節角度および第2中足骨頭の高さ（以下、つま先高）を求めた。つま先高は足尖離地から初期接地の区間を解析対象とし、左脚の足尖離地後のピーク値（以下、P1）、遊脚中期の最小値（以下、P2）、遊脚終期のピーク値（以下、P3）を抽出した。なお、各条件5試行分のデータから中央値を求めた。また、一歩行周期の足関節角度、つま先高を2%ごとに抽出した後、10人分の平均値を求め、これをグラフ化した。なお、条件間の比較には Wilcoxon の符号付き順位和検定を用い、統計学的有意水準は5%に設定した。

結 果

初期接地時の足関節背屈角度はコントロール条件1.5度(-2.75-3.8)、PSI条件8.5度(4.5-11.4)となり有意差を認めた ($p=0.016$)。

つま先高についてP1はコントロール条件10.3cm(10.0-10.6)、PSI条件10.7cm(10.4-10.7)となり有意差を認めた ($p=0.028$)。P2はコントロール条件8.2cm(7.8-8.4)、PSI条件9.3cm(9.0-9.8)となり有意差を認めた ($p=0.005$)。P3はコントロール条件14.5cm(13.5-16.6)、PSI条件19.9cm(17.6-20.4)となり有意差を認めた ($p=0.005$)。

なお、一歩行周期中の足関節背屈角度およびつま先高の平均データを図2、図3に示す。

考 察

本研究では後足部を刺激するPSIの使用と動作課題の指示が歩容に与える影響について検証した。結果、コントロール条件と比較し、PSI条件において足関節背屈角度およびつま先高が増加し、PSIの使用と課題の指示が着用者の能動的な歩行制御に影響をおよぼすことを確認した。

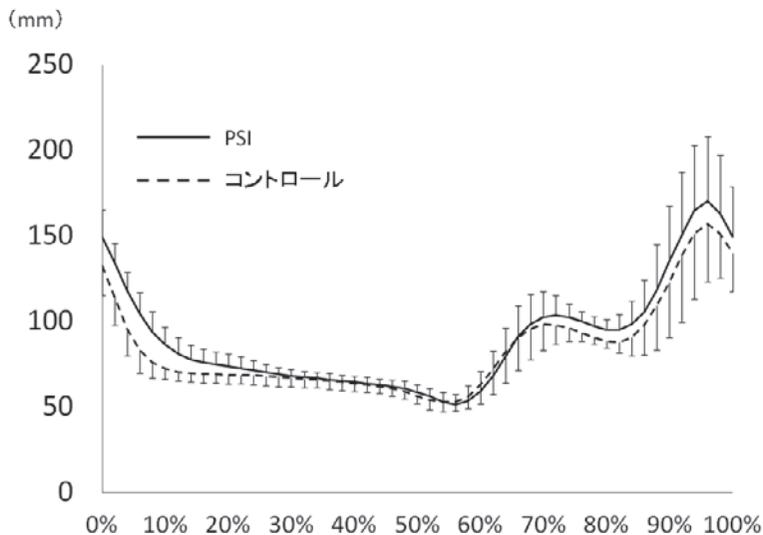


図3. つま先高の変化 (10名分の平均)
一歩行周期中のつま先高の変化を示す。遊脚開始は約60%。

まず, Götz-Neumannら⁵⁾は初期接地時の足関節背屈の役割について, 安定した着地, 荷重応答期への準備, 身体重量の落下の抑制と重心の前方移動へ切り替えなどを有し, 遊脚相から立脚相への円滑な移行を可能にすることを報告している。また, 高齢者では, 足関節背屈角度の減少にともなうフットクリアランスの低下⁶⁾⁷⁾が発生することが報告されている。そのため, PSIの使用は円滑な歩行を促すとともに, つまづき転倒の予防を目的としたトレーニング用のインソールとして利用可能と考える。

一方, 本研究では「突起を踏みながら歩くよう」立脚相に対する課題を指示した。しかし, 実際には初期接地時における足関節背屈角度のみでなく先行する遊脚相への影響を認めた。これは, 被験者が初期接地時の足関節背屈角度を能動的に制御するのみでなく, 初期接地に先行する遊脚において「どのように足を振り出せば, 突起を踏めるか?」という予測的な運動制御を行ったためと考える。換言すると, 被験者は「踏みながら歩かなければならない突起」という環境に対し, どのように下肢全体の運動を調整する必要があるのかを

時間的, 空間的に判断しているものと考え。前述の通り PSIは, 運動を「環境, 課題, 個体(身体機能)の相互作用により創出されるもの」という全体論に基づいて作成されており, 着用者の能動性に働きかけることを目的としている。また, PSIの使用と課題の指示についてこの能動性の側面から検討を加えると, 今回の実験で設定した課題を遂行するためには「足底感覚に意識を向ける」という注意の焦点化, 「どの部分に突起があるか」という足底のマップの生成, 「どのように運動を行うか」という運動イメージと運動企画, 「運動した際にどのような感覚が生じるか」という感覚モダリティなど, さまざまな認知過程⁸⁾の関与が不可欠である。また, 環境や課題から得られた情報を基に, 認知過程での処理を行い, 運動を実行する一連の過程は「知覚—運動の円環性⁹⁾と呼ばれ, 前述した課題指向型アプローチ⁴⁾や認知運動療法¹⁰⁾ではこの一連の過程に対して介入を行う。そのため, 本研究で用いたPSIと課題の指示もこの過程をトレーニングする手法として応用可能と考える。

今後の課題として, 突起の形状や位置と誘発される運動の関係について詳細な検証を加えると

もに、実際の中高年者を対象とした実験を行う必要がある。

結 論

PSIの使用と課題の指示によりつま先高や足関節背屈角度の上昇を認めたことから、PSIは転倒予防や足関節の運動制御能力の向上を目的としたトレーニングツールとして利用可能と考える。また、着用者の能動的な歩行に影響を及ぼすことが確認され、知覚—運動の円環性に働きかけるトレーニング手法として応用可能と考える。

※注釈

本研究は平成26年度科学研究費助成(挑戦的萌芽研究:課題番号25560290)を受け実施した。

文 献

- 1) 坂本雅昭, 桜井進一. 理学療法における足底挿板活用の意義と課題. 理学療法 2011; 28: 419-27.

- 2) 長谷川正哉. 靴の基本. 理学療法士のための足と靴のみかた. 第1版. 坂口 顕編. 東京: 文光堂; 2013. 81-95.
- 3) Shumway-Cook A, Woollacott MH. 正常な姿勢制御. モーターコントロール. 第3版. 田中 繁, 高橋 明監訳. 東京: 医歯薬出版; 2009. 153-5.
- 4) 諸橋 勇. 課題指向型アプローチに基づく歩行トレーニング. 理学療法 2012; 29: 774-80.
- 5) Götz-Neumann K. 歩き方—ヒトの歩容の生理学. 観察による歩行分析. 第1版. 月城慶一, 山本澄子, 江原義弘, 他監訳. 東京: 医学書院; 2005. 47-60.
- 6) 植松光俊, 塩中雅博, 江西一成. 高齢者の歩行特性. 理学療法 2001; 18: 382-92.
- 7) 中島三智世, 丸山仁司, 菅沼一男他. 若年者と高齢者における遊脚相の足関節角度の相違について. 理学療法科学 2013; 28: 573-6.
- 8) 沖田一彦. 認知過程の障害と運動療法. 運動療法学総論. 第3版. 吉尾雅春編. 東京: 医学書院; 2010. 263-79.
- 9) 樋口貴広, 森岡 周. 運動学習. 身体運動学知覚・認知からのメッセージ. 第1版. 東京: 三輪書店; 2008. 203-5.
- 10) 内田成男. 認知運動療法の実践例. 理学療法学 2012; 39: 36-42.

足底挿板の装着が健常者の歩行およびバランス機能に与える影響

The effects of the insole for gait and balance in healthy subjects

¹札幌円山整形外科病院 リハビリテーション科

²NPO オーソティックスソサエティー

³北海道千歳リハビリテーション学院 理学療法学科

¹Department of Rehabilitation, Sapporo Maruyama Orthopedic Hospital

²NPO Orthotics Society

³Department of Physical Therapy, Hokkaido Chitose Institution of Rehabilitation Technology

吉田伸太郎¹， 仲澤 一也¹， 鴫田 拓也¹， 佐々木克則²， 小林 匠³
Shintaro Yoshida¹， Kazuya Nakazawa¹， Takuya Tokita¹，
Katsunori Sasaki²， Takumi Kobayashi³

Key words : 足底挿板 (Insole)， ソルボ (SORBO)， 歩行 (Gait)， バランス (Balance)

要 旨

足底挿板が身体機能に及ぼす影響やその動態に関する解明は十分とは言えない。本研究はソルボを用いた足底挿板が健常者の歩行およびバランス機能に与える影響を調査することを目的とした。

健常成人 10 名 20 足を対象に、足底挿板あり・なしの 2 条件で、荷重位足関節背屈角度、Star Excursion Balance Test (以下、SEBT)、片脚スクワット、10m 歩行を実施した。足底挿板ありで、荷重位足関節背屈角度と SEBT リーチ距離の増加、片脚スクワットの最大膝屈曲角度の増加および最大膝関節屈曲位外反角度の減少、10m 歩行の歩数および歩行時間の減少を認め、足底挿板が健常者の歩行動態・バランス機能を改善させることが示唆された。

緒 言

足底挿板を用いた治療は、医療現場やスポーツ現場など様々な臨床場面で幅広く用いられる。その使用目的は、外反母趾¹や足底腱膜炎²などの足部疾患を有する患者への治療や、スポーツ障害の予防・治療³など多岐に渡る。しかし現在、足底挿板が身体機能に及ぼす影響やその動態に関する解明は十分とは言えず、これらを明らかにすることは足底挿板を処方する医療従事者にとって重要な課題である。

一般的に足底挿板に期待される機能としては、負荷や足圧分布のコントロール、静的および動的下肢アライメントの矯正、足底感覚刺激を介した姿勢制御機能などが挙げられる⁴。健常者を対象とした研究では、歩行相全体での足部内反・外反変化量および足部アーチ高変化量の減少^{5,6}が示されている。しかしながら、使用される足底挿板の素材や形状、厚みに違いがあるため、調査結果を単純に比較することは困難である。同一の対象において、さまざまな種類の足底挿板の効果を検証することが望ましいが、それぞれの足底挿板が身体

(2014/10/29 受付)

連絡先：吉田伸太郎 〒060-0007 北海道札幌市中央区
北7条西27丁目 札幌円山整形外科病院 リハ
ビリテーション科
TEL 011-612-1133 FAX 011-615-8151
E-mail roads_of_dogtown@yahoo.co.jp



図1. 3軸アーチパッド+ヒールウェッジパッド

に及ぼす影響も十分に解明されていない状況であり、各足底挿板の特徴を整理することが先決である。

現在使用される足底挿板の素材としては、Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer (EVA) やソルボが代表的である。軽量で弾力性に富む EVA に対し、ソルボは高い粘弾効果による衝撃吸収力と圧力分散性能を特徴とする粘弾性高分子化合物であり、へたりが少なく耐久性に優れた素材とされる。これまで足底挿板の効果を調査した研究は、EVA を使用したものが多く、ソルボを用いた研究はわずかである。以上より、本研究は、ソルボを用いた足底挿板が健常者の歩行およびバランス機能に与える影響を調査することを目的とした。

対象と方法

1. 対象

本研究への参加に同意の得られた健常成人 10 名 20 足 (男女各 5 名) を本研究の対象とした。除外基準は 1) 下肢に疼痛や著明な機能障害を有するもの、2) 下肢に手術歴を有するもの、3) 足底挿板を常用しているもの、とした。

2. 手順

足底挿板あり・なしの 2 条件で、荷重位足関節

背屈角度, Star Excursion Balance Test (SEBT), 片脚スクワット, 10m 歩行を計測した。各項目は 3 回実施し、平均値を算出した。各条件の測定は別日に実施し、各施行間には十分な休息を取った。

3. 資材

足底挿板は、三進興産社製ソルボ DSIS 3 軸アーチパッドとヒールウェッジパッドを、NPO オーツティックスソサエティーの提唱する DYMOCO インソール⁷⁾の方法に準じて使用した。(図 1)

3 軸アーチパッドの内側縦アーチの頂点の厚みは 4-5mm, 外側縦アーチは約 3mm, 横アーチは約 4mm であった。ヒールウェッジパッドは厚みが 3mm のエッジ部分から内側へ傾斜するすり鉢状の形状で、中央部に踵骨がおさまる形状となっていた。

対象者の履物には MIZUNO マキシマイザー 16 を使用し、対象者の足長に適したサイズを 0.5cm ごとに選択した。

4. 計測課題

①荷重位足関節背屈角度

検査側を前方にしたランジ肢位にて、足尖と膝の向きを一致させて検査足の足関節を最大背屈した際の角度を、下腿前面にあてた傾斜計にて計測した。

② SEBT (図 2)

床に引いた 8 本の線の交点に検査足を置き、前内側 (AM), 前外側 (AL), 後内側 (PM), 後外側 (PL) の 4 方向に対側下肢を最大リーチした際の距離を計測した⁸⁾。

③片脚スクワット

対象者の上前腸骨棘, 膝蓋骨中央, 足関節中央, 大腿骨大転子, 膝関節裂隙, 腓骨外果をランドマークし、前方および側方 1.5m に設置したビデオカメラにて片脚スクワット動作を撮影した。片脚スクワット動作は、前方の目印を注視したまま、メトロノームのリズムに合わせて検査側の膝を 4 秒間で最大屈曲させ、4 秒間で開始肢位まで戻る動作とした。画像処理ソフト (Image J) を用いて、最大膝関節外反および屈曲角度, 最大膝関節屈曲

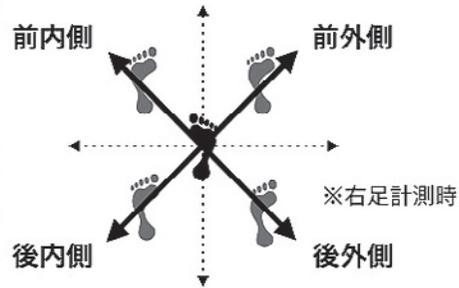


図 2. SEBT

表 1. 各計測項目の統計学的比較

測定項目	足底挿板あり	足底挿板なし	p 値
荷重位足背屈角度 (°)	50.0±5.5	44.6±7.5	<0.0001
SEBT AM (cm)	76.4±5.2	72.9±4.5	<0.0001
SEBT AL (cm)	61.9±6.7	57.2±5.7	<0.0001
SEBT PM (cm)	84.1±4.0	77.0±7.0	<0.0001
SEBT PL (cm)	76.6±5.4	67.6±8.1	<0.0001
最大膝屈曲角度 (°)	84.6±9.1	81.2±7.3	0.024
最大膝外反角度 (°)	22.9±12.9	24.7±14.9	0.188
最大膝屈曲位外反角度 (°)	17.5±12.4	21.2±16.3	0.029
歩数 (歩)	13.3±1.1	14.4±1.4	0.02
歩行時間 (秒)	6.7±0.6	7.6±0.8	0.03

位外反角度を計測した。

④ 10m 歩行

10mの間隔で床に引いた線間を至適速度にて歩行し、歩数および歩行時間を計測した。歩数は一人の検者が肉眼で計測し、歩行時間は各線の側方に設置したビデオカメラ映像を用いて計測した。

5. 統計学的解析

統計学的解析にはPASW statistics18を使用し、足底挿板あり・なしの2条件で、各項目の値を対応のあるt検定で比較した。有意水準5%未満を統計学的有意とした。

結 果

対象者の一般特性は、年齢29.7±5.9歳、身長163.6±5.3cm、体重55.4±6.9kgだった。

荷重位足関節背屈角度およびSEBTの全方向において、足底挿板ありで有意に大きい値が示され

た (P=0.000)。(表1)

片脚スクワットでは、足底挿板ありで最大膝関節屈曲角度が有意に大きく (P=0.02)、最大膝関節屈曲位外反角度は有意に小さかった (P=0.03)。最大膝関節外反角度は、両群間で有意差を認めなかった。(表1)

10m歩行は、足底挿板ありで歩数および歩行時間が有意に減少した (P=0.003, P=0.007)。(表1)

考 察

本研究の結果より、健常者に対するソルボを用いた足底挿板の装着が歩行およびバランス機能の改善に貢献することが示唆された。

足底挿板の3軸アーチパッドにより、足部内側および外側縦アーチが支持されたことで、中足部アライメントが改善し、距腿関節の適合性改善に寄与したことが、荷重位足関節背屈角度が増加し

た要因と推察される。また、3軸アーチパッドによる足部アーチ支持と、ヒールウェッジパッドによる踵部の安定性増大により、SEBT および片脚スクワット中の中・後足部の回内・回外が制御され、支持脚の安定に寄与したと思われる。しかし、本研究では対象者の後足部アライメントや足部アーチ高などの足部形態変化量を計測していないため、断定することはできず、今後の課題である。

片脚スクワット動作における最大膝関節外反角度には有意差を認めなかったが、最大膝関節屈曲位外反角度では足底挿板ありで有意に小さい値を示した。三好ら⁹⁾は、扁平足や knee-in を伴う膝痛症例において、EVA の足底挿板の装着による片脚スクワット時の膝関節外反角度の減少を報告した。本研究で使用した3軸アーチパッドは足部の3つのアーチをサポートする形状となっているため、片脚スクワット中の足部の過度な回内・回外を制限することで、下腿の回旋を抑制し、前額面における膝関節アライメント制動に寄与したと推察される。今後、前額面上での膝関節アライメント制動への影響をより正確に検証するため、膝関節屈曲角度を統一した上で膝関節外反角度の比較を行う必要がある。

橋本ら⁵⁾⁶⁾は、足底挿板の装着により、歩行立脚期の膝関節回旋変化量および膝関節外反、歩行相全体での足部内反・外反変化量および足部アーチ高変化量が減少するとした。本研究でもヒールウェッジパッドによる踵接地期の後足部回内・回外制動や、3軸アーチパッドによる立脚中期以降の足部の過度な回内・回外制動に加え、横アーチが支持されたことにより、足趾屈筋群の作用が高まったことで、立脚後期の方前推進力が減衰することなく維持され、歩行率が高まったと推察される。

本研究では、過去の EVA や他の素材を用いた研究と類似した結果が得られたが、各研究で使用される足底挿板の素材・厚み・形状が異なるため、効果の単純比較は困難である。同一の対象において数種類の足底挿板の効果を検討した研究も散見

されるが¹⁰⁾、素材間の比較は検討されていないのが現状であり、今後の課題である。

結 語

ソルボの足底挿板が健常者の歩行およびバランス機能に与える影響を調査した。足底挿板の装着によって、荷重位足関節背屈角度および SEBT リーチ距離の増加、片脚スクワットにおける最大膝関節屈曲角度増加および最大膝関節屈曲位外反角度減少、10m 歩行の歩数および歩行時間の減少を認め、足底挿板の装着が健常者の歩行およびバランス機能の向上に貢献する可能性が示唆された。今後は、素材間の効果比較や、足部疾患を有する対象における有用性について検証していきたい。

文 献

- 1) 佐々木克則他. 外反母趾患者の歩行形態と Dynamic Move Control. 靴の医学 2004; 18 (2): 26-9.
- 2) 森末博之他. 足底腱膜炎に対する足底挿板による治療成績. 靴の医学 2004; 18 (2): 20-2.
- 3) 蛭間栄介. 下肢のスポーツ障害に対する足底板の効果と適応. バイオメカニクス研究 2013; 17 (2): 103-7.
- 4) 坂本雅昭他. 理学療法における足底挿板活用の意義と課題. 理学療法 2011; 28 (3): 419-27.
- 5) 橋本健史他. 足底挿板が歩行時において足に与える影響についての運動学的研究. 靴の医学 2010; 24 (2): 111-3.
- 6) 橋本健史他. 足底挿板が歩行時の足アーチ高にあたえる影響についての運動学的検討. 靴の医学 2011; 25 (2): 101-5.
- 7) 東 佳徳他. Dynamic Move Control 理論に基づく足底挿板の作製方法について一観察による歩行分析を用いて一. 靴の医学 2011; 25 (2): 31-5.
- 8) Olmsted LC, et al. Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability. J Athl Train 2002; 37 (4): 501-6.
- 9) 三好 徹他. 回内扁平足および knee-in を伴う膝痛症例の三次元動作解析一内側縦アーチサポート型足底板の効果一. 整スポ会誌 2007; 31 (1): 102-7.
- 10) Healy A, et al. Effect of insole material on lower limb kinematics and plantar pressures during treadmill walking. Prosthet Orthot Int 2012; 36: 53-62.

滑り防止機能を有する足底挿板が歩行に及ぼす効果

Effect of the antislip insole to gait

¹⁾信州大学 理工学系研究科

²⁾信州大学 総合工学系研究科

³⁾信州大学 学術研究院 (繊維学系)

⁴⁾株式会社デサント

¹⁾Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

²⁾Research School of Engineering, Shinshu University

³⁾Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University

⁴⁾DESCENTE LTD.

林 亮誠²⁾⁴⁾, 日下部祐一¹⁾, 細谷 聡³⁾

Ryoma Hayashi²⁾⁴⁾, Yuuiti Kusakabe¹⁾, Satoshi Hosoya³⁾

Key words : 歩行解析 (gait analysis), 筋電図 (electromyogram), 靴サイズ (size of shoes), 足底挿板 (isole), 滑り防止機能 (Anti-slip function)

要 旨

本研究では、滑り防止機能を有するインソールが歩行動作に及ぼす影響を歩行解析から明らかにすることを目的とした。被験者は足長26cm、ウィズDの靴が適合サイズで足部に受傷歴のない男子大学生5名とした。実験に使用した靴の足長サイズは26cm、27cm、28cmでウィズはD、足底挿板は一般的なものと滑り防止機能を有するものの2種類とした。歩行を5回ずつ行い足底圧分布、床反力、筋電図の各計測を実施した。結果として、筋活動量に対する床反力ピーク値の割合から滑り防止機能を有するインソールは靴内での滑り防止効果によって蹴り出しの効率を上げる可能性が考えられるが、今回の実験からは検証には至らなかった。また、靴内での滑りの抑制が下腿の筋活

動活動や床反力の大きさに影響する可能性が示唆された。

緒 言

これまでの研究から歩行時に足長、足囲が足部の形態適合サイズより大きくなることで、腓腹筋の筋活動・蹴り出し力のピーク値が低下、接地時間長くなり、荷重点移動軌跡が大きくなる等の影響を与えることが明らかになった^{2)~4)}。

これは適合サイズでないことから靴内部に大きな隙間が生まれ、このことで接地中に足が滑りうまく蹴り出すことができず、足と靴の間のずれが大きくなることが原因と推測された。足囲が大きい場合、足長の大きい靴を履く場合、足底挿板によって靴と足の間のずれが小さくなれば、足部の形態適合サイズを着用したときの歩行となる可能性がある。そこで、本研究では足長サイズの異なる靴を用いて滑り防止機能を持つ足底挿板が歩行に及ぼす影響について検討することを目的とした。

(2014/12/08 受付)

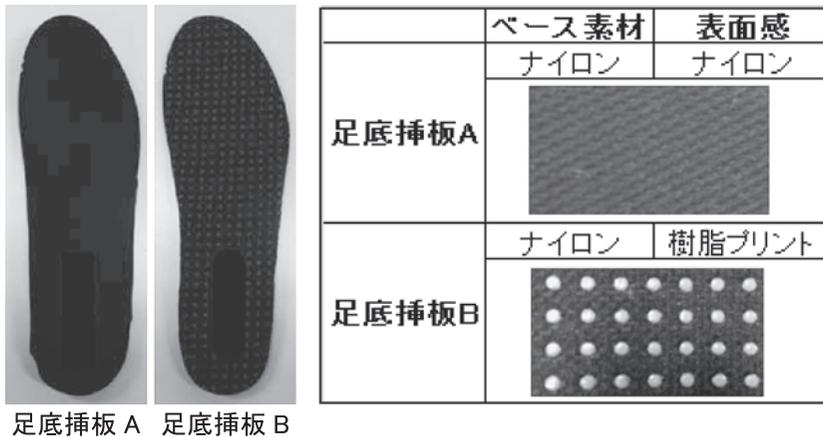
連絡先：林 亮誠 〒171-8580 東京都豊島区目白1-4-8

TEL 080-5136-5914

E-mail r-hayashi@descente.co.jp



図1. ランニングシューズ
紐の締める圧力計測箇所(○)を示す



足底挿板 A 足底挿板 B

図2. 足底挿板

滑り止め機能を施した足底挿板と滑り止め機能のない足底挿板(インソール)



図3. 荷重点移動軌跡の成す面積

センサーシートによる荷重点移動軌跡を測定し、かかと接地時からつま先離地時までの荷重点の移動軌跡を面積化し算出した。

対象と方法

被験者は健康な成人男性で足部に受傷歴がなく、靴の適正足長が26cm、ウィズDの男子大学生5名(年齢21~23歳、身長 168.8 ± 2.4 cm、体重 58.6 ± 5.1 kg)、BMI 20.5 ± 1.3 とした。実験に先立ち、実験中に想定される危険や安全への配慮、個人情報の管理などに関して説明し同意を得た。実験に使用した靴はN社製のランニングシューズ(図1)の足長サイズ26cm、27cm、28cmですべてウィズDとした。足底挿板は、表面素材をナイロンとしてその表面部に樹脂のドット模様を配置したもの(足底挿板A)としなかったもの(足底挿板B)2種類を使用した。靴のサイズとインソールによる影響を検証するために、実験用の靴下は同一のものを使用した。また、靴の履き方を統一

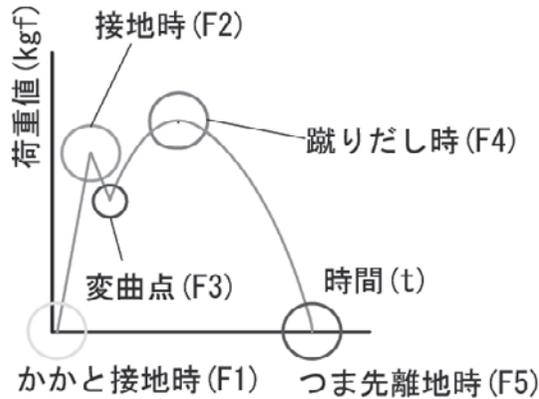
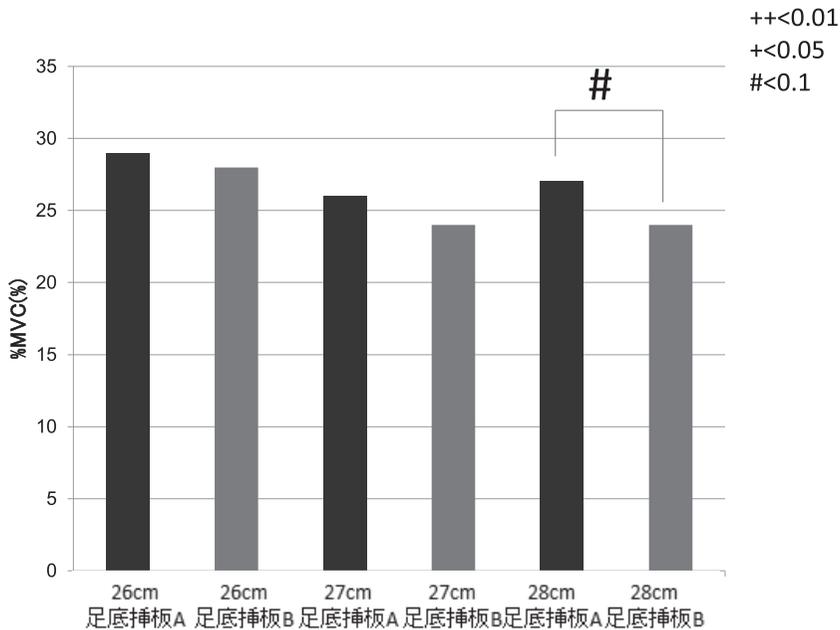


図4. 接地時間

接地時間分析のための指標

F1～F5の設定に関しては過去の選考研究より設定を行った^{2)~4)}.

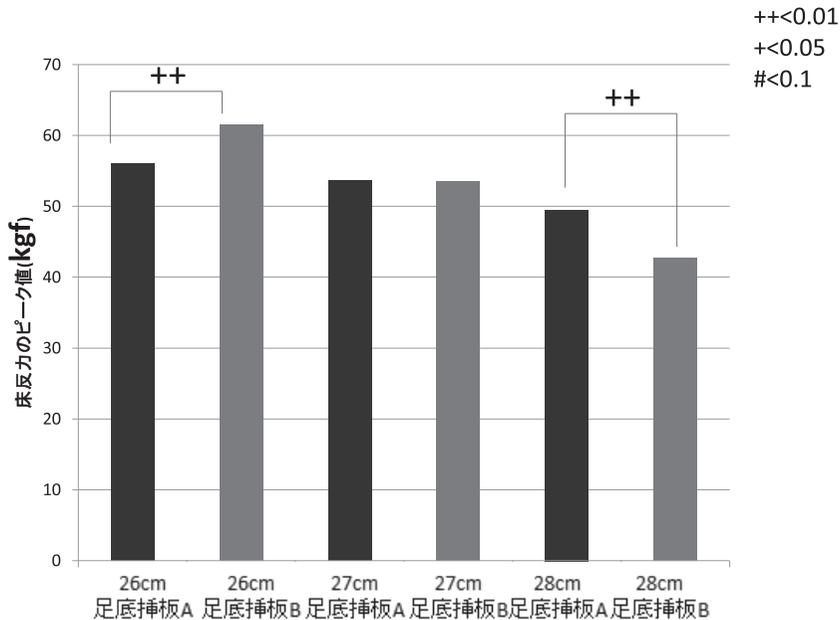


増加率	足底挿板 A	足底挿板 B	検定	
26.0cm	基準値	-3.60%		**<0.01
27.0cm	基準値	-8.30%		*<0.05
28.0cm	基準値	-12.50%	#	#<0.1

図5. 腓腹筋における積分筋電位増加率の結果

させるために、紐の締める圧力を図1に示した2箇所（○印部）にて $35 \pm 5 \text{gf/cm}^2$ とした。実験室

内に約10mの歩行路を用意した。歩行路上を適正サイズ（26cm ウィズD）においてインソールの



増加率	足底挿板 A	足底挿板 B	検定	
26.0cm	基準値	9.9%	**	**<0.01
27.0cm	基準値	0%		*<0.05
28.0cm	基準値	-16%	**	#<0.1

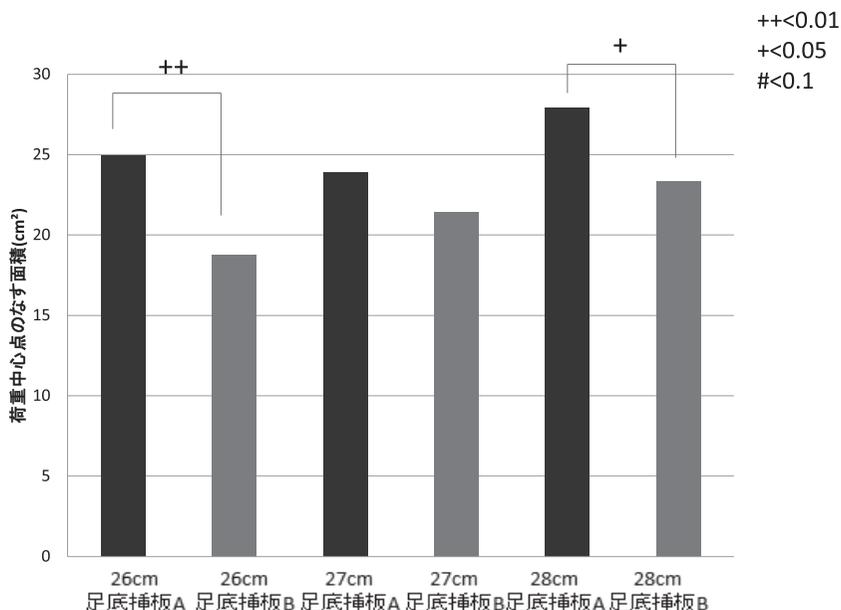
図 6. 蹴り出し時の床反力の値

順で5回ずつ歩行させ、その後、靴の足長サイズを27cm, 28cmの順で行った。被験者には右靴のインソールに、薄型圧力センサシート（ニッタ（株）F-scan システム）を敷いた靴を履かせ同時に多チャンネルテレメータシステム WEB1000（日本光電製）右下腿の前脛骨筋と腓腹筋の歩行時の表面筋電図を計測した。解析では歩行動作の再現性を検討するために、図4に示すように、全ての歩行における圧力センサシートから得られた荷重点移動軌跡のなす面積を算出した。前脛骨筋と腓腹筋の筋活動については、中間の3歩行周期のデータを抽出し、その区間の筋電位を時間積分してMVC（最大随意収縮）で規格化（%MVCで表す）した。床反力では図4右に示すような立脚期の床反力波形の特徴点としてかかと接地時（F1）、接地時（F2）、変曲点（F3）、蹴り出し時（F4）、

つま先立地時（F5）とし、F4の値とF1～F5の立脚期全体の時間を抽出した。なお、各計測に対しては一元配置分散分析とt検定にて有意差検定（ $p<0.05$ ）を行った。

結 果

各被験者における腓腹筋の%MVCの平均値と増加率を図5に示す。足底挿板Aと足底挿板Bで各サイズ比較をすると、腓腹筋の筋活動が減少する傾向となった。足底挿板Aに比べて足底挿板Bの増加率は26cmでは-3.6%、27cmでは-8.3%、28cmでは-12.5%となった。28cmに関しては有意傾向（ $p<0.1$ ）がみられた。なお、前脛骨筋については増減傾向はみられなかった。図6に立脚期の蹴り出し時における床反力の平均値と増加率を示す。足底挿板Aと足底挿板Bを比較した場



増加率	足底挿板 A	足底挿板 B	検定	
26.0cm	基準値	-33.1%	**	**<0.01
27.0cm	基準値	-11%		*<0.05
28.0cm	基準値	-19.6%	*	#<0.1

図7. 荷重点移動軌跡のなす面積

合、26cmでは、足底挿板Bの値が高い。足長サイズが28cmの場合は、足底挿板Bの値が小さい。26cm、28cmともに有意な差がみられた。なお、立脚期全体の時間については増減傾向はみられなかった。図7に荷重点移動軌跡のなす面積の平均値と増加率を示す。足底挿板A及び足底挿板Bを比較すると、全てのサイズにおいて足底挿板Bのほうが荷重点の移動軌跡のなす面積が小さい。足底挿板Aに比べて足底挿板Bの増加率は26cmでは-33.1%、27cmでは-11.0%、28cmでは-19.6%となった。足長サイズが26cm、28cmにおいては有意差がみられた。足底挿板Bは足底挿板Aに比べ荷重中心点移動軌跡のなす面積が小さくなった。なお、立脚期全体の時間では試料間に有意な差はみられなかった。

考 察

筋活動量の結果より、滑り止め機能の付いた足底挿板を使用した場合は、足長サイズが適正サイズよりも2cm大きい場合に有意に低下する傾向がみられた。これは靴内での滑り防止効果によって靴内での足の滑りを軽減することが考えられ、蹴り出し動作に影響を与える可能性がある。筋活動量に対する床反力ピーク値の割合から滑り防止機能を有するインソールは靴内での滑り防止効果によって今回の実験結果から足長サイズが2cm以上大きくなる場合は、蹴り出しの効率を上げる可能性がある。床反力の値では適正サイズにおいては床反力の値が増加していることから滑り防止機能により靴内での蹴り出し動作が効率的に行われる可能性がある。しかし、今回の実験から、滑

り防止足底挿板がどのように蹴り出し動作に影響を及ぼすのかの検証はできなかった。

しかし、足長が適合サイズから大きくなると(27cm, 28cm), 腓腹筋の活動と床反力のピーク値は足底挿板Aよりも足底挿板Bは減少傾向が大きい。これは床反力の鉛直成分の他に進行方向成分の解析が必要であり、この点は今後の課題である。

結 語

滑り防止機能を有するインソールが歩行に与える影響は、荷重点移動軌跡のなす面積で減少させることである。また、筋活動量に対する床反力ピーク値の割合から滑り防止機能を有するインソールは靴内での滑り防止効果によって蹴り出しの効率

を上げる可能性が、今回の実験からは検証できなかった。インソールによる靴内での滑りの抑制によって下腿の筋活動や床反力の大きさに影響する可能性が示唆された。

文 献

- 1) 永井 聡. インソール 理学療法用語～正しい意味が分かりますか?. PT ジャーナル 2007; 41 (8).
- 2) 林 亮誠. 靴のサイズと歩行動作の関係に関する研究. 靴の医学 2010; 23 (2): 19-24.
- 3) 林 亮誠, 細谷 聡. 靴の足囲サイズと歩行動作の関係に関する研究. 靴の医学 2011; 24 (1): 39.
- 4) 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 2012; 26 (2): 58-63.
- 5) Hislop H.J., Montgomery J. 新・徒手筋力検査法 原著 第8版. 津山直一, 中村耕三訳. 協同医書出版.

ロッカーバーの高さの変化による足底圧への影響

Influence on foot pressure by change in height of rocker bar

新潟医療福祉大学大学院 義肢装具自立支援学分野

Field of Prosthetics & Orthotics and Assistive Technology, Graduate School, Niigata of University of Health and Welfare

石井 淳, 阿部 薫, 笹本 嘉朝, 藤枝 温子, 松原 千裕

Atsushi Ishii, Kaoru Abe, Yoshitomo Sasamoto, Atsuko Fujieda, Chihiro Matsubara

Key words : ロッカーバー (Rocker bar), 足底圧分布計測 (Foot pressure measurement), 歩行分析 (Gait analysis)

要 旨

ロッカーバーの位置や高さなどの設定は、臨床の経験と技術等によって行われており、技術者によって補正が異なっている。そこで、ロッカーバーの高さを変えたときの足底圧の変化から足部への影響を明らかにすることを目的とした。被験者は20名とし、ロッカーバーのない靴(0mm)と4mm, 8mmの高さのロッカーバーを付加した条件で、F-スキャンにて足底圧を計測した。ピーク圧力と接触圧力において、足趾部では0mmに対し4mmで有意に減少した。中足骨頭部では0mmに対し8mmで有意に減少した。中足部では、0mmと4mmに対し8mmが有意に減少した。中足部から足趾部の除圧が必要となる足部疾患や障害において、ロッカーバーの高さは4mm以上で効果を発揮すると考えられた。

緒 言

靴型装具はさまざまな疾患に適応があり、医療現場においても処方数の多い装具の一つである。

近年、わが国では糖尿病患者が増加するにしたいが、その足病変に対する靴型装具の処方方も積極的に行われており、靴底補正の代表例となっている。その特徴は足底部の局所的な圧力集中を等分散させるため、全面接触式足底装具 (total contact foot orthosis) が使用され、歩行中の初期接地期 (initial contact) と蹴り出し期 (push off) における足底圧の軽減のため、ロッカーソール (rocker sole) やロッカーバー (rocker bar) が使用されていることである^{1)~4)}。

ロッカーバーは歩行の際にMP関節の負荷を低減させ、立脚中期での踏み返し動作を代償し、足部を安定した状態にしなが歩行することができる。ロッカーバーについては多くの先行研究が行われており、主として設定位置について言及され、高さ設定の基準については明確にされていない^{4)~8)}。また、これらは臨床の経験と技術、目視的判断、主観的評価によって行われているため、技術者によって補正が異なる。

そこで本研究は、ロッカーバーの高さを変えたときの足底圧の変化から足部への影響を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 対象

対象は本研究に関心を持ち、自主的に被験者協

(2014/11/07 受付)

連絡先 : 石井 淳 〒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 義肢装具自立支援学分野
TEL・FAX 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail ham13003@nuhw.ac.jp



図1. 実験靴（ロッカーバーの高さ 左：0mm 中：4mm 右：8mm）

方に志願した健常男子大学生20名（年齢 20.3 ± 1.0 歳，身長 170.8 ± 4.2 cm，体重 61.5 ± 8.0 kg）を対象とした。

2. 計測

1) 靴条件

実験靴はスリッポンタイプのスニーカーの靴底をフラットに削り，1cm高のヒール部を付けた状態をベースとした。前足部が0mm（ロッカーバーを付加していない状態），MP関節部直下に高さ4mmおよび8mmのロッカーバーを付加し，計3条件で計測を行った。（図1）なおロッカーバーは足先がベースにつながるよう加工を施した。24.5～26.5cmサイズの靴を準備し，被験者に適合する最適な靴サイズを使用した。

2) 歩行条件

前後1.5mの予備歩行距離を含む，8mの歩行路を設け，定常状態に至った中間の5mを計測区間として，各条件は4回計測した。なお歩行速度は指定せず快適歩行速度とした。

3) 足底圧計測

タクトイルセンサシートによる足底圧測定システム（F-スキャン，ニッタ株式会社）を用いて足底圧を測定した。解析したデータは最も高い圧力点を示すピーク圧力と，単位面積当たりの平均圧力を示す接触圧力，荷重時における接地面積を示す接触面積とした。比較に用いた値は，計測毎に算出した左右の足底圧の平均値とした。

3. 統計

条件間比較はFriedman's χ^2 -test後に，ボンフェローニ補正ウィルコクソン検定（Wilcoxon t-test with Bonferroni correction）を用い，有意

水準を5%とした。

4. 倫理

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可（第17417-130726号）を得て行った。なお対象者には研究の内容を口頭および文書で説明し，書面にて同意を得た。

結 果

足底を足趾部，中足骨頭部，中足部，踵部に4分割⁹⁾し，各部位のピーク圧力（図2），接触圧力（図3），接触面積（図4）について有意差検定（表1）を行った。

ピーク圧力の比較において，足趾部では0mmに対して4mmが有意な減少が認められた。また中足骨頭部ではロッカーバーの高さが増加するにしたがいピーク圧力は減少し，0mmに対し8mmで有意に減少した。さらに中足部ではロッカーバーの高さが増加するにしたがいピーク圧力は減少し，0mmと4mmに対して8mmが有意に減少した。踵部ではロッカーバーの高さが増加するにしたがいピーク圧力は増加したが，有意差は認められなかった。

接触圧力の比較では，足趾部では0mmに対して4mmが有意に減少した。また中足骨頭部において0mmに対し4mm，8mmが有意に減少した。中足部では0mmに対し8mmが，さらに4mmに対し8mmがそれぞれ有意に減少した。踵部では0mmに対し4mmが減少し，8mmでは増加したが，どちらも有意差は認められなかった。

接触面積の比較では，足趾部では0mmに対し4mm，8mmで有意に減少した。中足骨頭部では

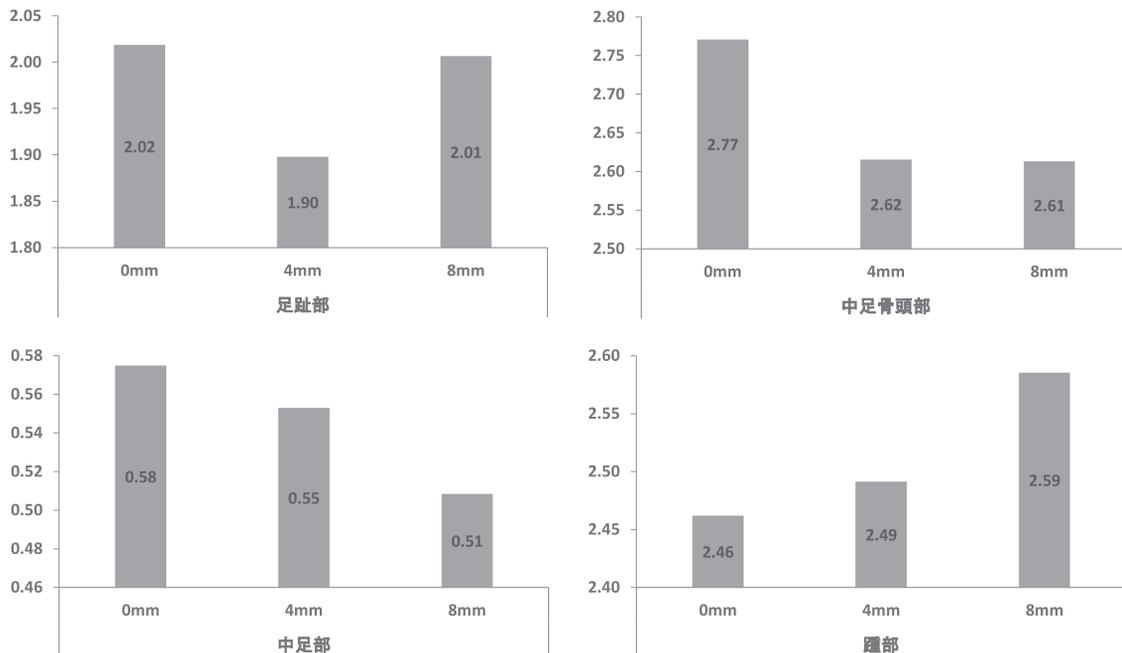


図2. 各足底圧部位におけるロッカーバーの高さ別のピーク圧力 (kg/cm²)

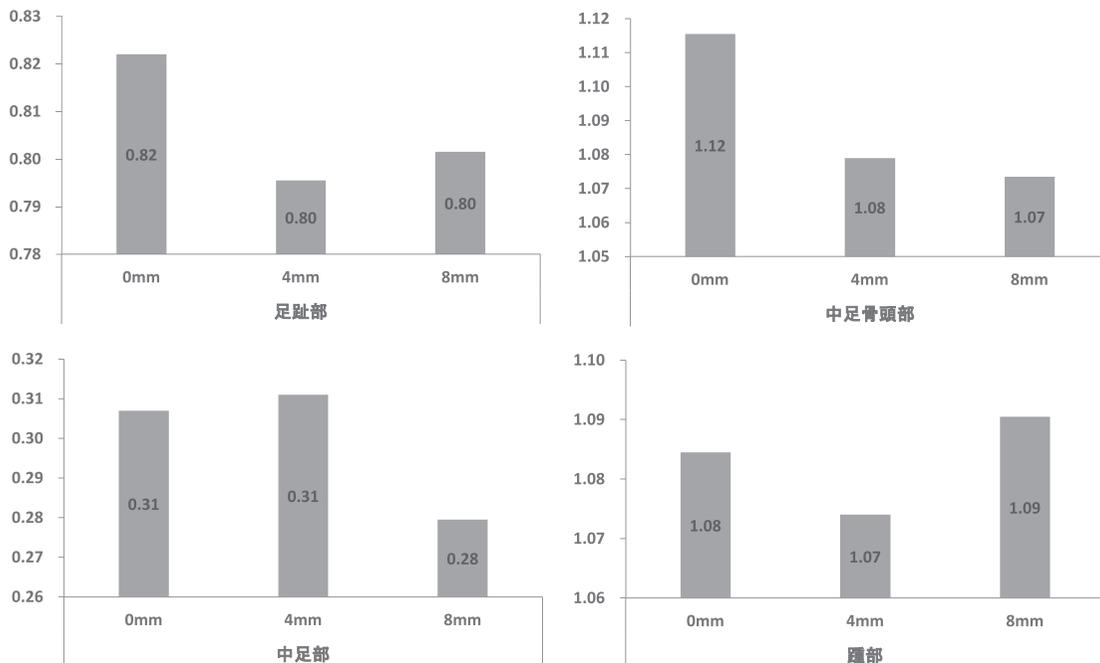


図3. 各足底圧部位におけるロッカーバーの高さ別の接触圧力 (kg/cm²)

ロッカーバーの高さが高くなるにしたがい接触面積は増加したが、有意差は認められなかった。中

足部では0mmに対して4mmでは増加したが有意差は認められず、8mmに対しては有意に減少し

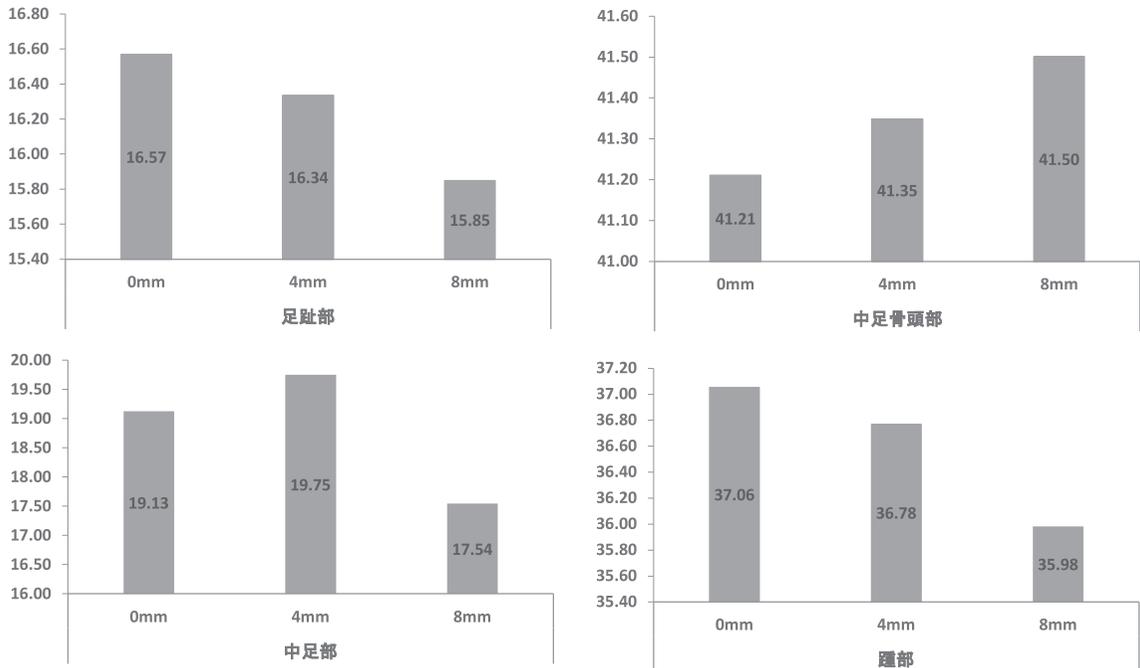
図 4. 各足底圧部位におけるロッカーバーの高さ別の接触面積 (cm²)

表 1. 各足底圧部位におけるロッカーバー高さ別の接触ピーク圧力, 接触圧力, 接触面積の有意差検定結果

接触ピーク圧力			接触圧力			接触面積		
足趾部	4mm	8mm	足趾部	4mm	8mm	足趾部	4mm	8mm
0mm	*	ns	0mm	ns	ns	0mm	ns	**
4mm	—	ns	4mm	—	ns	4mm	—	**
中足骨頭部	4mm	8mm	中足骨頭部	4mm	8mm	中足骨頭部	4mm	8mm
0mm	ns	*	0mm	*	*	0mm	ns	ns
4mm	—	ns	4mm	—	ns	4mm	—	ns
中足部	4mm	8mm	中足部	4mm	8mm	中足部	4mm	8mm
0mm	ns	*	0mm	ns	**	0mm	ns	*
4mm	—	*	4mm	—	**	4mm	—	**
踵部	4mm	8mm	踵部	4mm	8mm	踵部	4mm	8mm
0mm	ns	ns	0mm	ns	ns	0mm	ns	**
4mm	—	ns	4mm	—	ns	4mm	—	**

** : p<0.01 * : p<0.05 ns : no significant difference

た。また4mmに対して8mmでは有意に減少した。踵部ではロッカーバーの高さが増加するにしが接触面積は減少し、0mmに対し8mm, 4mmに対し8mmで有意に減少した。

考 察

ロッカーバーが高くなると蹴り出し時のMP関節の背屈を代償するため、足趾部・中足骨頭部・中足部の足底圧が減少し、接触圧力とピーク圧力

が有意に減少したと考えられた。

また、接触圧力とピーク圧力において足趾部で0mmに対して4mmが有意に減少した理由として、前足部ロッカー時に足趾部による踏み返し動作が代償されロッカーバーによるローリング機能が働いたことにより減少したと考えられた。また、0mmに対して8mmで有意差が認められなかった理由としてロッカーバーが高くなったことにより、立脚中期において圧力中心(COP)の前進が妨げられ、ローリング機能が4mmと比較し機能せず、立脚後期から終期で踏み返しが行われたことによってピーク圧力が増加したと考えられた。

そのため、足趾部において0mmに対して4mmで減圧が確認されたが、8mmでは有意差が認められなかった事からピーク圧力と接触圧力の観点ではロッカーバーの高さは4mmが推奨される。また中足骨頭部での減圧にはロッカーバーの高さが0mmに対して8mmで有意差が認められたことから、足部の除圧箇所によって高さを変えるとより効果的な臨床応用が可能ではないかと考えられた。

接触面積ではロッカーが高くなったことにより重心位置が踵方向へ移動したため、足趾部の接触面積が減少したと考えられた。これは今回の実験靴はヒールカウンター部分が柔らかかったため、靴の中で距骨下関節が回外したことにより、中足骨頭部の接触面積が増加し、中足部と踵部の接触面積が減少したのではないかと考えられた。

結 語

実験靴の前足部にロッカーバーが設定された条件では、足趾部と中足骨頭部、中足部の足底圧を減じ、足趾部、中足部と踵部の接触面積も減少し

た。ロッカーバーの高さを8mm以上にすると足趾部の圧力に有意差が認められなかった。このことから、中足部から遠位の減圧には、ロッカーバーの高さは4mm以上、8mm以下で効果を発揮すると考えられた。この結果から、中足部から足趾部の除圧が必要となる足部疾患や障害において、ロッカーバーの高さは4mm以上が推奨される。今後の展望としては、足長との関係性や、より具体的な数値化を検討し、臨床において更に利用しやすい形で提案したいと考える。

文 献

- 1) 新城孝道, 藤倉知子, 中谷文夫他. 糖尿病患者に対する靴型装具の処方箋の作製. 靴の医学 1995; 8 (2): 61-6.
- 2) 新城孝道, 藤倉知子, 布目英男他. 糖尿病に合併したCharcot関節に対する靴型装具作製. 靴の医学 1997; 10 (2): 137-9.
- 3) 新城孝道, 照屋 亮, 布目英男他. 糖尿病患者の足趾部・前足部足病変治療目的で使用した履物のロッカー付加の有用性の検討. 靴の医学 1998; 11 (2): 45-8.
- 4) 新城孝道. 症例から学ぶDiabetes Mellitus進行性の糖尿病足病変. Complication—糖尿病と血管 2003; 8 (2): 93-6.
- 5) 及川卓之, 坂井一浩. ロッカーバーの形状が歩容へ及ぼす影響. PO アカデミージャーナル 2000; 7 (4): 321-4.
- 6) 荒牧 誠, 徳永幸彦, 諸永義治他. ウォーキングにおけるロールバーの歩行に及ぼす影響. 靴の医学 1996; 9 (2): 53-7.
- 7) 金子秀雄, 加倉井周一, 横田一彦他. 靴の補正を目的とした試歩行靴の開発と評価 2 報. 靴の医学 1996; 10 (2): 130-3.
- 8) 遠藤 拓, 赤木家康, 上村悦史他. 前傾姿勢に対するロッカーソールの有用性の検証. 靴の医学 2008; 22 (2): 27-32.
- 9) 阿部 薫, 江原義弘, 小松聡子他. 後期高齢者におけるケアシューズの適合性と靴歩行特性. 靴の医学 2009; 23 (2): 38-43.

足部内側縦アーチ挙上様式の違いが歩行時の疲労に与える影響

—Windlass Action とアーチサポートの比較検討—

Influence on fatigue during walking by difference in the style of foot medial longitudinal arch elevation

—Comparison of windlass action and arch support—

新潟医療福祉大学大学院 義肢装具自立支援学分野

Department of Prosthetics & Orthotics and Assistive Technology,

Graduate School, Niigata University of Health and Welfare

松原 千裕, 阿部 薫, 笹本 嘉朝, 藤枝 温子, 伊藤あきみ

Chihiro Matsubara, Kaoru Abe, Yoshitomo Sasamoto, Atsuko Fujieda, Akimi Ito

Key words : WA (windlass action), 内側縦アーチサポート (medial longitudinal arch support), 呼気ガス分析 (expired gas analysis)

要 旨

ヒール靴使用の問題点は疲れやすいことである。この対策として内側縦アーチサポートが用いられるが、足部内側縦アーチ挙上には windlass action 機能も有用であるため、これらの疲労軽減効果を比較検討した。対象は健常女性 23 名で、実験靴はヒール高 3cm のパンプスとした。条件 1 は無改造、条件 2 は内側縦アーチサポート付き、条件 3 は前方楔パッド付きとした。各条件による呼気ガス分析測定と歩行計測、使用感のアンケート調査を実施した。条件 1 に比較し、条件 2, 3 の無酸素性代謝閾値 1 分前までの時間が有意 ($p < 0.01$, $p < 0.05$) に遅くなった。しかし、条件 2 と

3 の間には有意差は認められなかったため、これらの方法でのアライメント補正による疲労軽減効果はほぼ同等であると考えられた。

緒 言

女性はファッションへの関心が高く、美的外観を整えるという目的でヒール靴を使用している。靴の選択基準はサイズと共にデザインを重視し、歩きやすさや履き心地等の機能面の優先順位は低くなりがちである。ヒール靴使用の問題点は疲れやすいことであり、この対策として機能面を補うために内側縦アーチサポートが用いられることがある。先行研究によれば、その効果は円滑な重心移動を可能にし¹⁾、歩行時の足部アライメントを補正することによって筋運動効率が向上するため疲労が軽減するとされる²⁾。また、整形靴などに使用されるフットベッド構造のものが体重分散には最適であるが、女性のヒール靴のような細身のデザインの靴ではその内容積に制限があるため、フッ

(2014/11/05 受付)

連絡先 : 松原 千裕 〒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 義肢装具自立支援学分野
TEL・FAX 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail ham14007@nuhw.ac.jp



図1. 改造靴
(左：面ファスナーで固定，右：前足部に切り込み)

トベッドのような構造物を収納できない。こうした場合、靴調整用のパッドを用いることが靴販売の現場で行われており、一定の効果が確認されている。

一方、足部自体のアーチは windlass action (以下 WA) によっても内側縦アーチを挙上させることができる。つまり、WA を起こすことによっても疲れの軽減に繋がるのではないかと考えた。しかし、WA によって、アーチサポートを有するインソール使用時のような効果が得られたという報告は見当たらなかった。

そこで本研究は、内側縦アーチサポートを使用した場合と、ヒール靴内で WA を起こさせ足部内側縦アーチを挙上させた場合の疲労軽減効果を比較検討することを目的とした。

対象と方法

1. 対象

対象は本研究内容に興味を持ち、被験者協力に志願した健常女性 23 名 (平均年齢 21.0 ± 1.1 歳, 平均身長 155.8 ± 4.0 cm, 平均体重 51.4 ± 5.7 kg) とした。足部には整形外科的疾患や、顕著な変形がないことを条件とした。



図2. ゴムバンド付きヒール靴

2. 方法

1) 靴条件

WA 機能は中足趾節 (MP) 関節背屈 10 度以上で起こるとされており³⁾、これはヒール高 3cm 以上に相当する。このため、今回使用するヒール靴は、WA 機能が働かないとされるヒール高 3cm のものとし、靴サイズは 22.5~24.5cm の 5 サイズとした。

前方楔パッドをヒール靴の前足部に挿入すると、toe box が狭くなり足趾を圧迫するため、前足部に縦の切り込みを入れて改造した。また、歩行中に前足部が開口しないように面ファスナーで固定した。(図1)

トレッドミル歩行中に靴が脱げないように、足部とヒール靴をゴムバンドで固定した。(図2)

2) 計測条件

測定条件 1 は無改造のヒール靴での歩行とし、条件 2 は内側縦アーチサポートを設定した靴での歩行、条件 3 は前方楔パッドを設定した靴での歩行とした。

靴販売の現場で使用される内側縦アーチサポートは低密度発泡ラテックス製で、アーチを挙上するには硬度が低く柔らかいため、より硬度の高い発泡ポリエチレンシート (PE ライト) で製作した。なお、形状はドイツエムソルド社製内側縦アーチパッド No. 5117 (縦 8cm, 横 4.5cm, 厚み 5.5mm) の形状に合わせて 3・5・7・10mm 厚の 4 種を製作した。(図3)

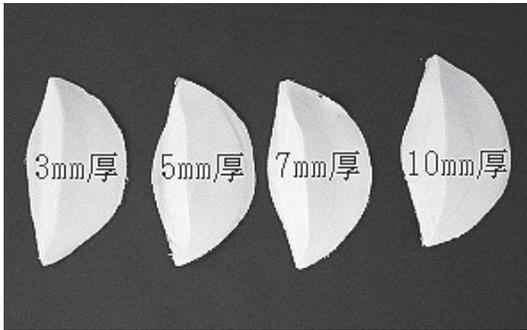


図3. 内側縦アーチサポート

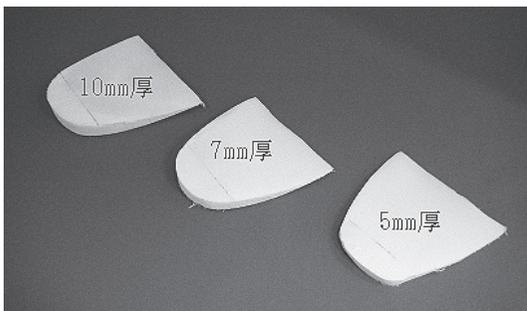


図4. 前方楔パッド

硬度計 (TDM-N1, トライオール社製) を用いて同じ厚みのパッドの硬度を計測したところ、ドイツエムソルド社製の内側縦アーチパッドは硬度40 (1.33N) で発泡ポリエチレンシート製の内側縦アーチサポートは硬度70 (2.63N) であった。

内側縦アーチサポートの選択については適正な内側縦アーチ高、すなわち舟状骨高を得るために赤石ら³⁾の方法に準拠した。これにより、立位時の舟状骨高を計測し、内側縦アーチサポート設定時の舟状骨高がその約9割の高さになるよう4種のパッドのうち一つを選択した。

前方楔パッドはEVA (エチレンビニールアルコール) を使用し、ヒール靴の前足部に合わせた形状で5・7・10mm厚の3種を製作した。(図4)内側縦アーチサポート使用時と同じ舟状骨高となるように前方楔パッドを選択した。

3) 歩行計測

歩行中の距離、時間、歩数をストップウォッチ

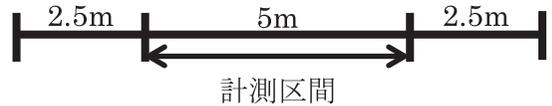


図5. 歩行計測

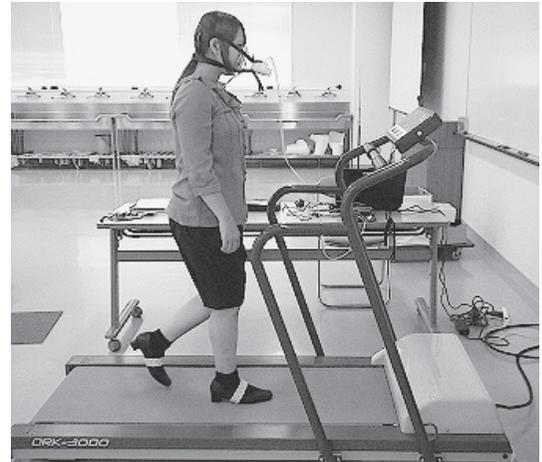


図6. 呼気ガス分析の実験風景

とメジャーを用いて計測し、ストライド長、ケイデンス、歩行速度を算出した。計測のプロトコルは、各条件のヒール靴を履いてもらい、前後2.5mの予備歩行距離を含む10mの自由歩行を各条件につき3施行とした。また、計測区間は予備歩行距離終了直後の踵接地から中間の5mを歩き終えたときの踵接地までとした。(図5)

4) 呼気ガス分析による無酸素性代謝閾値測定

呼気ガス分析装置を用いて、歩行時の各条件の無酸素性代謝閾値 (Anaerobic Threshold: ATポイント)1分前までに要した時間を測定した。(AT-1min, 図6)

プロトコルはトレッドミル上で安静立位4分間、ウォームアップを時速1kmで2分間、歩行運動を30秒毎に時速0.5kmずつ増加させた。最高速度を時速6.5kmとしてAT-1minまでに要した時間を測定し、時速1kmまで減速させてクールダウンとした。なお、被験者が限界に達したと申し出た場合には即刻中止してクールダウンさせた。

また、再度計測を行う場合は体力回復のため1

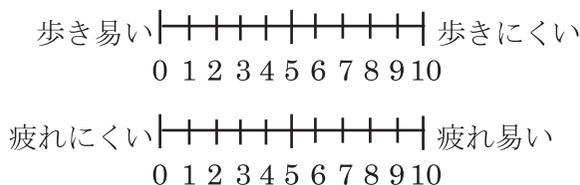


図7. アンケート項目

表1. 歩行計測結果 (平均±標準偏差)

		ヒール靴使用習慣		有意差検定
		あり	なし	
ストライド長 (cm)	条件1	137.7±12.0	151.7±11.8	**
	条件2	139.9±9.6	151.9±12.5	*
	条件3	138.2±9.7	152.9±15.8	*
ケイデンス (steps/min)	条件1	113.9±12.2	123.3±7.8	*
	条件2	115.5±12.0	124.2±9.6	ns
	条件3	116.3±11.9	123.9±12.9	ns
歩行速度 (cm/min)	条件1	131.5±21.9	156.3±21.0	**
	条件2	135.1±20.0	157.8±24.2	*
	条件3	134.5±20.1	159.0±32.1	*

** : p<0.01, * : p<0.05, ns : 有意差なし

時間の休憩を設けた。

5) アンケート調査

実験後、被験者に「歩き」と「疲れ」についてアンケートを行い点数で主観的評価を得た。(図7)さらに、日常におけるヒール靴使用習慣が歩行計測に影響を与えると考えられるため、ヒール靴の使用習慣もアンケート調査を行った。

6) 統計

呼気ガス分析における多群間検定にはFriedman's χ^2 -test後に、ボンフェローニ補正ウィルコクソン検定(Wilcoxon t-test with Bonferroni correction)を用い、有意水準を5%として行った。歩行計測におけるヒール靴使用習慣別の統計処理にはWilcoxon t-testとMann-Whitney U-testを使用した。

7) 倫理

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可(第17523-140820号)を得て行った。

結 果

1. 歩行分析

各条件間において有意差が認められなかったため、次にヒール靴使用習慣別に分類したところ、ヒール靴使用習慣のある群(n=11)がない群(n=12)との比較において、ストライド長は使用習慣なし群の方が各条件とも有意(p<0.01, p<0.05)に長かった。ケイデンスでは使用習慣なし群の条件1が有意(p<0.05)に多かった。さらに歩行速度では使用習慣なし群の方が各条件とも有意(p<0.01, p<0.05)に速かった。(表1)

2. 呼気ガス分析

条件1に比較して条件2のAT-1minが有意(p<0.01)に遅くなった。条件1に比較して条件3のAT-1minが有意(p<0.05)に遅くなった。しかし、条件2と条件3の間には有意差は認められなかった。(表2)

3. アンケート調査

「歩き」の主観的評価については各条件間におい

表 2. 呼気ガス分析結果

	AT-point (分) 平均	標準 偏差	有意差検定	
			条件 2	条件 3
条件 1	10.42	0.28	**	*
条件 2	10.47	0.41	—	ns
条件 3	10.50	0.19	—	—

** : p<0.01, * : p<0.05, ns : 有意差なし

て有意差は認められなかったが、条件 1, 3 に比較し条件 2 が歩きやすいという傾向が得られた。「疲れ」の主観的評価において条件 1 に比較し条件 2, 3 が有意 (p<0.01, p<0.05) に疲れにくいという結果が得られた。(表 3)

考 察

1. 歩行分析

ヒール靴を常用していると足関節は底屈位に固定されるため、下腿三頭筋の筋長が短縮すると考えられる。また足趾把持力はヒール靴使用習慣のある群が弱い傾向⁴⁾にあり、ターミナルスタンスにおける歩行推進力の主たる担当筋の筋力低減により、ストライド長が短縮し歩行速度が低下したと推察した。またヒール靴の使用習慣がある群においてストライド長が短縮しているため、歩行速度を上げようとすればケイデンスを増加させなければならぬ。しかし歩行速度が有意に遅かったため、ケイデンスを増加して歩行速度を上昇させることができなかったものと考えられた。

2. 呼気ガス分析

呼気ガス分析による身体負荷の比較において、条件 1 に対して条件 2 および条件 3 とも有意差に有酸素運動時間が延長したことは、身体全体への負担が軽減したことを示しており、アーチ挙上が疲労軽減に効果があることが明らかになった。条件 2 は内側縦アーチサポートによってアーチが挙上され足部の過回内を防止し、足関節底屈筋を至適長に保持させることにより筋運動効率が向上したものと推察された²⁾。条件 3 は前方楔パッドを使用して立脚中期に WA 機能を起こすことにより

表 3. アンケート調査結果

		平均 点数	標準 偏差	有意差検定	
				条件 2	条件 3
歩き	条件 1	3.3	2.4	ns	ns
	条件 2	2.7	1.8	—	ns
	条件 3	3.4	2.5	—	—
疲れ	条件 1	4.8	2.0	**	*
	条件 2	3.2	2.0	—	ns
	条件 3	3.6	2.0	—	—

** : p<0.01, * : p<0.05, ns : 有意差なし

足部剛性を高めてアライメントを保持し、筋運動効率が向上したと考えられた⁵⁾。条件 2 と条件 3 の比較で有意差が認められなかったことより、これら 2 つの方法によるアーチ挙上方法はアライメントを補正し、その疲労軽減効果はほぼ同等であると示唆された。

3. アンケート調査

呼気ガス分析の結果では、条件 2 と条件 3 の疲労軽減効果はほぼ同等であると示唆されたが、「歩き」の主観的評価において、条件 2 が最も歩きやすいという傾向が認められたことは、内側縦アーチサポートが足底の接触面積を拡大し、単位面積当たりの体重負荷量が低減したため、足裏の負担が少ないと感じられたためではないかと推察した。また「疲れ」の主観的評価において、アーチ挙上効果のない条件 1 が、条件 2 および条件 3 に比較して疲れるという結果になったことについては、呼気ガス分析の結果と同じであり、その機序は足部のアライメント保持による足関節底屈筋群の筋運動効率が向上したためではないかと考えられた。

結 語

本研究の目的は、内側縦アーチサポートを使用した場合と、ヒール靴内で WA を起こさせ足部内側縦アーチを挙上させた場合の疲労軽減効果を比較検討することであった。検証の結果、内側縦アーチサポートと WA 機能によるアライメント補正の疲労軽減効果はほぼ同等であると示唆された。

文 献

- 1) 有賀一郎, 神先秀人. アーチサポート装着が歩行の力学的因子に与える影響. 東北理学療法学 2009; 21 : 36-41.
- 2) 松原千裕, 阿部 薫, 笹本嘉朝他. ヒール靴歩行時における内側縦アーチサポートの効果—無酸素性代謝閾値を用いて—. 新潟医療福祉学会誌 2013; 13 (1) : 27.
- 3) 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.
- 4) 高橋里奈, 小川貴大, 小林一貴他. 若年女性のハイヒール着用頻度の違いによる足趾把持能力と平衡機能への影響. 理学療法科学 2013; 28 (特別号 7) : 25.
- 5) 松原千裕, 阿部 薫. 足部内側縦アーチ挙上によるヒール靴歩行の疲労軽減の検討—Windlass Action 機能を用いたアーチサポートの代替効果—. 義肢装具自立支援学 2013; 4 (1) : 183-6.

脱着時間によるデザインの検討
～ゴム長靴のユニバーサルデザイン化を目指して～
Study of design in desorption time for universal design
of rubber boots

¹⁾新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

²⁾株式会社 田村義肢製作所

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

²⁾Tamura Artificial Limbs Company

藤枝 温子¹⁾, 戸石 大介²⁾, 阿部 薫¹⁾, 笹本 嘉朝¹⁾
Atsuko Fujieda¹⁾, Daisuke Toishi²⁾, Kaoru Abe¹⁾, Yoshitomo Sasamoto¹⁾

Key words : ゴム長靴 (Rubber boots), ユニバーサルデザイン (Universal design), 脱着時間 (Desorption time)

要 旨

足関節の可動域制限を呈する場合にゴム長靴の脱着は困難であるが、障害者用のゴム長靴の種類は非常に少ない。そこでゴム長靴のユニバーサルデザイン化を目指し、片手で脱着が可能なゴム長靴の開口方向デザインを検討することとした。前方開き式は開口部を下腿前方から足背までとし、上縁で最大17cm開き、面ファスナーベルト2本で固定するタイプとした。後方開き式は開口部を下腿後方から踵部とし、ファスナーにて開閉するタイプとした。加工なしのゴム長靴をコントロールとして3条件で脱着時間の比較を行ったところ、後ろ開き式の脱着時間が最も短く有意差が認められ、主観的評価においても良好であった。

緒 言

一般にゴム長靴とは、膝下まで覆う深いゴム製の靴のことを指し、職業上の使用や雨天時の使用などに必要不可欠である。

しかしゴム長靴の脱着の際には、履き口の大きさ及び足関節部の形状が固定化されているため、足関節の底背屈運動が要求される。そのため短下肢装具や義足使用者、または疾患により足関節の底背屈運動の障害など、足関節の可動域制限を呈する場合はゴム長靴の着脱が困難である。このため足長に応じたサイズのゴム長靴を履くことは難しく、大きいサイズを使用することによる転倒の危険性も否定できない。さらに雨天時や寒冷地においては、冬季の活動範囲を制限せざるを得ない。

障害者用のゴム長靴には市販品もあるが種類は非常に少ない。また、林ら¹⁾²⁾による健常者における靴の脱履におけるアンケート調査や、白倉ら³⁾による脳血管障害者における一般靴の着脱方法についての報告がある。しかし障害者におけるゴム長

(2014/11/07 受付)

連絡先：藤枝温子 〒950-319 新潟県新潟市北区島見
1398 新潟医療福祉大学
TEL・FAX 025-257-4606
E-mail fujieda@nuhw.ac.jp



図1. 条件1：実験用ゴム長靴（未改造）



図3. 条件3：後方開き式

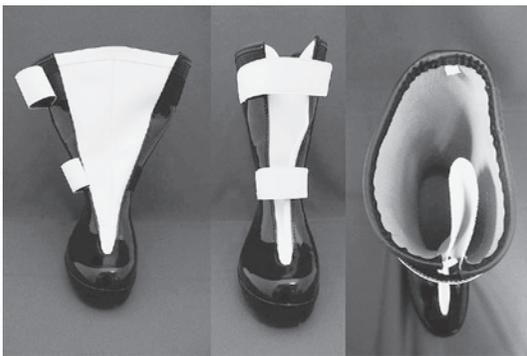


図2. 条件2：前方開き式



図4. 計測肢位

靴の脱履に関する先行研究がほとんどなく、開口部のデザインの違いによる検討はなされていない。

そこで足関節の可動域制限を呈する場合においても履くことが可能なゴム長靴のユニバーサルデザイン化を目指して、本研究では片手で脱着が容易なゴム長靴のデザインを検討するため、着脱時間による比較を行った。

対象と方法

1. 対象

対象は本研究に関心を持ち、自主的に被験者協力を志願する者とした。また足関節の可動域制限がなく、実験用のゴム長靴を26cmに統一したため、足長が245～255mmの健常男子大学生15名（年齢 20.4 ± 1.1 歳，足長 251.3 ± 3.7 mm）を対象と

した。

2. 計測

1) ゴム長靴加工の条件

実験靴には市販品で合成ゴム製のゴム長靴（サイズ26cm，差高3cm，重さ660g，底面からの履き口の高さ30cm）で統一した。

条件1は加工を施さず，（図1）条件2は前方開き式で，下腿前方から足背まで割りを入れ，上縁で最大17cm開くよう扇状の当て布を縫製し，面ファスナーベルト2本で固定するタイプとした

(徳武産業製あゆみレインシューズを模したデザイン)。(図2)条件3は後方開き式で、下腿後方中央から踵部の10mm上方まで割りを入れ、ファスナーを縫製した。(図3)

2) 計測条件

軽度右片麻痺者を再現させるため、被験者は右足関節に短下肢装具(パシフィックサプライ社製オルトップ)を装着し、左膝上に右足関節部を乗せた肢位で、左手のみでゴム長靴を脱着させたときの各条件における脱着時間を計測した。脱着時間は装着時間と脱離時間毎にストップウォッチで計測した。装着時間は左足部の外側床面にゴム長靴を置き、手に取ったところから開始し、靴底に足底が接地するまでとした。条件2では同様に開始し面ファスナーベルトを2本締めた時点まで、条件3ではファスナーを完全に閉じるまでとした。脱離時間は靴底に足底が接地した時点から開始し、各条件において装着している状態からゴム長靴を脱ぎ、左足部の外側床面に置くまでとした。(図4)

3) 被験者の足部採寸

被験者の足部は足長、MP幅、足囲、ウエスト

ガース、ヒールガースを採寸した。

3. 統計

相関分析にはスピアマン順位相関(Spearman's correlation)を用い、多群間検定にはFriedman's χ^2 -test後に、ボンフェローニ補正ウィルコクソン検定(Wilcoxon t-test with Bonferroni correction)を用い、有意水準を5%として行った。

4. 倫理

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可を得て行われた。

結 果

1. 足部採寸値

被験者の足長、MP幅、足囲、ウエストガース、ヒールガースの平均値を算出した。(表1)また、各条件の脱着時間と各採寸値の相関係数を算出したが、相関の高い項目は認められなかった。(表2)

2. 脱着時間

1) 装着時間

装着動作における平均装着時間を算出した。(表3)条件1は3条件の中で最も装着時間が長く25.30±9.89秒であり、最も短時間であったのは条件3で13.65±3.75秒であった。各条件間の有意差検定を行ったところ、条件1と条件2には有意差が認められず、条件3は条件1と条件2とも有意差が認められた。(表4)

2) 脱離時間

脱離動作における平均脱離時間を算出した。(表3)装着時間と同様、条件1は3条件の中で最も脱

表1. 足部寸法平均値

単位: mm

足長	251.33±3.71
MP幅	99.53±4.56
足囲	240.6±9.27
ウエストガース	249.73±9.85
ヒールガース	317.13±14.32

表2. 各条件の脱着時間と足部採寸値の相関係数

		足部長	MP幅	足囲	ウエストガース	ヒールガース
装着時間	条件1	-0.40	-0.34	-0.22	0.09	-0.10
	条件2	0.02	-0.18	-0.06	-0.04	0.03
	条件3	0.15	0.01	0.29	0.18	0.07
脱離時間	条件1	0.28	0.10	0.09	0.15	0.46
	条件2	0.22	0.05	-0.12	0.04	0.14
	条件3	0.03	-0.26	-0.41	0.07	0.06

表 3. 条件別の平均脱着時間

単位: sec		
	装着時間	脱離時間
条件 1	25.30 ± 9.89	7.67 ± 3.02
条件 2	14.60 ± 4.93	5.78 ± 1.19
条件 3	13.65 ± 3.75	4.82 ± 1.19

離時間が長く 7.67 ± 3.02 秒であり、最も短時間であったのは条件 3 で、4.82 ± 1.19 秒であった。各条件間の有意検定を行ったところ、装着時間と同様に条件 1 と条件 2 には有意差が認められず、条件 3 は条件 1 と条件 2 とも有意差が認められた。(表 4)

3. 被験者の主観的評価

条件 1 は最も疲労度が大きかったという評価が多く得られた。条件 2 は脱着の際の動作工程が多く片手での装着は困難であり、条件 3 は最も脱着が容易であるという意見が得られた。

考 察

条件 1 は条件 2 および条件 3 と比較して脱着時間が有意に長くなり、また主観的評価からも装着動作時に最も疲労度が大きく感じる事が明らかとなった。特に装着時間が倍もの時間を要したことに関しては、短下肢装具を装着し底背屈が困難であるために、ゴム長靴の胴部の側壁に踵部が引っかかることが大きな要因として考えられた。これにより下肢全体を引っ張り上げる大きな筋力が要求されたため、疲労度が大きいと感じられたのではないかと推察された。また、条件 1 は被験者によって脱着時間のバラつきが大きかった。これは足部採寸値の大きさと脱着時間との間に相関が見られなかったため、被験者の上肢筋力による影響が大きいのではないかと考えられた。

条件 2 と条件 3 には統計的有意差が認められたものの、時間的には大きな差はなかった。しかし

表 4. 脱着時間の有意差検定

		条件 1	条件 2
装着時間	条件 1		
	条件 2	0.06	
	条件 3	0.00**	0.00**
脱離時間	条件 1		
	条件 2	0.13	
	条件 3	0.03*	0.03*

*p<0.05, **p<0.01

主観的評価より、条件 2 は条件 3 と比較して脱着時の動作工程が多く、片手での装着は困難であったという評価であった。このことから条件 3 のように装着時の動作工程の少ないデザインが有用であることが示唆された。

したがって最も有用なデザインは、条件 3 であると考えられた。

結 語

本研究では後方開き式である条件 3 が最も有用なデザインであることが示唆された。このことから足関節に可動域制限を呈する場合は加工が必要であり、また上肢にも運動制限や筋力低下を呈する場合、動作工程の少ないデザインを考慮しなければならない。今後、ユニバーサル化の開発に向けて、適合性が高く、脱着が容易なゴム長靴のデザインの提案に努めたい。

文 献

- 1) 林 昌宏, 長谷川雅浩. 靴の脱履動作の実態調査 玄関における靴の脱履動作特性に関する研究 (その 1). 日本建築学会大会学術講演梗概集. 2009. 979-80.
- 2) 林 昌宏, 長谷川雅浩. 椅子を用いた靴の脱履動作解析 玄関における靴の脱履動作特性に関する研究 (その 2). 日本建築学会大会学術講演梗概集. 2010. 953-4.
- 3) 白倉京子, 佐藤 章, 鈴木康子他. 脳血管障害者の動的端座位能力別の靴・装具の着脱方法について. 埼玉県包括的リハビリテーション研究会雑誌 2008; 8: 6-8.

変形性膝関節症患者が履いている靴に対する検討

Study on shoes of knee osteoarthritis patients

¹⁾戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科

²⁾戸塚共立リハビリテーション病院 整形外科

³⁾NPO オートティックスソサエティー

¹⁾Department of Rehabilitation, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

²⁾Department of Orthopedic Surgery, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

³⁾Nonprofit Organization of Orthotics Society

金森 輝光¹⁾, 東 佳徳¹⁾, 久保 実²⁾, 内田 俊彦²⁾³⁾

Terumitsu Kanamori¹⁾, Yoshinori Higashi¹⁾, Minoru Kubo²⁾, Toshihiko Uchida²⁾³⁾

Key words : 靴 (shoes), 変形性膝関節症 (osteoarthritis of the knee), 足底挿板 (shoe insole)

要 旨

当院では様々な疾患に対して足底挿板療法を施行しているが、適した靴を履いてくる患者は少ない。そこで今回、変形性膝関節症患者の履いてきた靴と足について調査した。結果は足底挿板療法を開始前に靴を変更させたのが45名中41名であった。足長と靴サイズとの差は平均9.4mm、10mm以上の差があったのが19名であった。また荷重・非荷重でウイズ変化が大きかったが、靴は靴ひもやベルトなどの調整具がなく、摩耗が激しい靴を履いている患者も多かった。足底挿板療法は足底面という狭い範囲で実施されるため、数mmの誤差でもその効果は変化する。実際に患者が履いている靴は足底挿板療法に適していない事が多く、靴についての指導と対応をしなければ十分な効果を生み出すことができないと考える。

緒 言

当院では様々な疾患に対して足底挿板療法を施行している。足底挿板療法開始前には必ず足を計測し、靴と足のサイズが合っているか、また靴の状態を確認し、足底挿板療法に適しているかを確認している。それは足底挿板の土台となる靴と足をフィットさせることでその効果が最大限に活かされるためである。

しかし、実際の臨床現場において足底挿板療法に適している靴を履いてくる患者は少なく、靴を購入し直すケースを多く経験する。足サイズと靴サイズについては、適正サイズと着用サイズの一致率は低い¹⁾との報告や変形性膝関節症患者の足調査や適合した靴の効果²⁾について報告が散見される。しかし、足底挿板療法を実施するための足調査と実際に履いている靴についての報告は少ない。

そこで今回、当院で変形性膝関節症と診断され、足底挿板療法を実施している患者に対して靴と足の調査を行ない、知見を得たので考察を加えて報告する。

(2014/11/14 受付)

連絡先 : 金森 輝光 〒245-0016 神奈川県横浜市泉区
和泉町 4259-1 戸塚共立リハビリテーション
病院リハビリテーション科
TEL 045-800-0320 FAX 045-800-0321
E-mail t_kanamori@tmg.or.jp

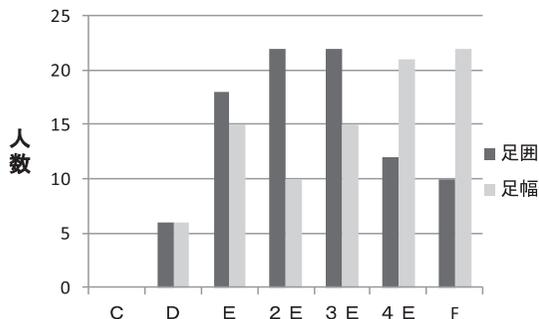


図1. 荷重での足囲・足幅サイズ

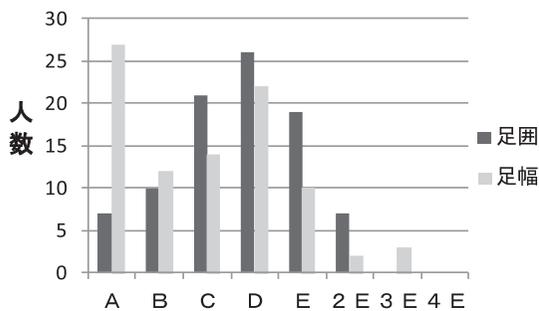


図2. 非荷重での足囲・足幅サイズ

対象と方法

当院で変形性膝関節症と診断され、足底挿板療法を実施している患者45名(男性4名 女性41名, 平均年齢71.4歳)を対象とした。変形性膝関節症の程度はKellgren-Lawrence分類で, Grade IIが19名, IIIが21名, IVが5名であった。実際に履いている靴のサイズについては, 中敷きを外せるものは外して足に合わせて確認をしたが, サイズ表示がなく, 正確な靴サイズの調査が困難であった者は除外した。

足底挿板療法開始時に足計測を実施した。足長は荷重位にてフットゲージを使用して計測, 足囲・足幅はメジャーにて荷重・非荷重にて計測した。また履いてきた靴サイズ(足長・ウィズ)や靴の状態を調査した。足計測結果から足サイズの傾向と履いてきた靴が足底挿板療法に適しているかについて検討した。実際の足長と靴サイズとの差については, 左右の足長で長い方を足長として

表1. 足囲のウィズ変化

		荷重						
		C	D	E	2E	3E	4E	F
非荷重	A		3	4				
	B		2	6	2			
	C		1	6	9	4	1	
	D			2	11	12	1	
	E					6	7	6
	2E						3	4

(単位: 足)

差を割り出した。

結果

足底挿板療法を開始する際に持参した靴で足底挿板を作製できたのは45名中4名であり, 41名は靴を購入し直す必要があった。

足長と靴サイズとの差については, 5mm以下であったのは45名中1名, 5~10mmの差があったのは25名, 10mm以上の差があったのが19名であった(差のすべてが足長より靴が大きいサイズ)。

足幅・足囲は45名90足を荷重・非荷重で計測し, ウィズを割り出した。荷重での足幅では4E, Fサイズが多く(4E21足, F22足), 足囲では2Eと3Eが最も多かった(2E・3Eともに22足)。(図1) 非荷重での足幅はAサイズが最も多かった(27足)が, それを除くと足囲, 足幅ともにDサイズが最も多いサイズとなった(足囲26足, 足幅22足)。(図2)

非荷重と比較するとウィズサイズが4から5サイズ変化するという患者が最も多いという結果となった。(表1, 表2)

また持参した靴のウィズは2Eが1名, 3Eが4名, 4Eが1名であった。

靴を変更した理由として, 1. 足と靴サイズの誤差, 2. 靴に調整具が付いていないこと(図3), 3. 靴が摩耗していたことであった。(図4)

持参した靴の多くはウォーキングタイプであったが, 一部はスリッポンシューズであった。

表2. 足幅のウィズ変化

		荷重						
		C	D	E	2E	3E	4E	F
非荷重	A		5	11	6	4	1	
	B		1	1	1	4	4	1
	C			1		4	4	5
	D			2	3	3	9	5
	E						3	7
	2E							2
	3E							3

(単位：足)

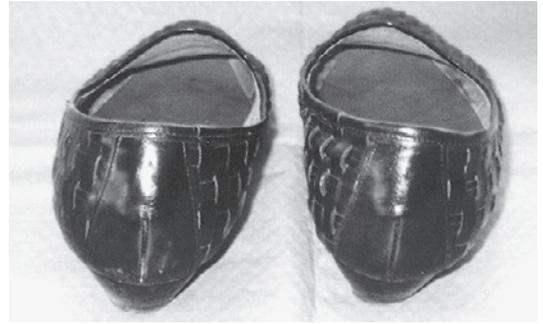


図3. 調整具のない靴, 形が崩れた靴



図4. 靴の癖と靴底の摩耗

考 察

足底挿板療法は義肢装具士以外の理学療法士等が作製する場合が増加してきている。足底挿板は足底面という狭い面積に適用されるため、数mmの差でもその効果は変化してくる。そのため、足と靴の適合が悪いと足底挿板療法の効果を十分に引き出すことが出来ない。よって足底挿板療法に靴が適しているか確認することは必要不可欠である。

今回の調査で足底挿板療法開始前に靴を変えたのが45名中41名であった。靴を変更した理由についてそれぞれ考察する。

1. 足と靴サイズの差について

足と靴の足長では、すべての患者がサイズの大きい靴を着用しており、10mm以上も誤差があった患者が45名中19名と多くいた。長谷川らは自覚する足サイズと着用靴サイズの一致率は低く、また適正サイズと着用サイズの一致率も低かった¹⁾と報告している。今回の結果でも実際の足長より大きい靴を履いている患者が多いという結果であった。サイズの大きい靴では靴内で足が滑りやすく、また後足部の安定が得られにくいいため靴を変更する要因となった。また履いてきた靴のウィズは3Eが最も多かったが、足サイズの非荷重で2E以上の大きさになる患者は極めて少なかった。



図5. 試し履き用の靴

現在流通している靴のウィズサイズが不均衡であり、自分の足に一致している靴を探し出す事が困難な環境であることもサイズ不一致の原因と思われる。

2. 靴に調整具がついていない (図3)

今回の足調査では足囲・足幅の非荷重と荷重でウィズ変化が大きく、荷重時に足が広がりやすい柔らかい足である患者が多かった。靴紐やベルトなどの調整具がついていない靴を履いている患者が多くいたが、調整具が付いていなければ歩行中に起こる足のウィズ変化に対応できず、靴と足はフィットしなくなってしまう。また、靴を使用すれば靴自体に緩みが出現するため、サイズの大きい靴を履き、調整具が付いていない場合は更なる緩みが靴内ですでに出してしまう。このような理由から調整具のついた靴へ変更を余儀なくされる患者が多かった。

3. 靴の摩耗について (図3, 図4)

靴底の摩耗や靴全体に足癖がついていたことも靴を変更する理由となった。両側変形性膝関節症患者でも足部の動きは左右で必ずしも同じではない。左右の足で回内・回外の違う動きを呈している患者もいる³⁾。また、片側の変形性膝関節症であれば、脚長差を生み出し、歩容にも大きく影響する⁴⁾。その結果、靴底の摩耗や靴につく癖は左右で異なることも多い。このような偏りは歩行を中心

とした動きに大きく影響を与え、靴の摩耗や癖は更につきやすくなる。靴底の摩耗により身体負担が増加することや、摩耗した靴を修理しようとする意識は低い⁵⁾との報告や大きいサイズの靴は身体負担を増加させる可能性があるとの報告がされている⁶⁾。そのため靴を正しく選び、フィットさせることで歩容の改善→局所的な負担減少→疼痛軽減へと繋げることができる。そのため足底挿板療法開始前に靴の摩耗や癖がある場合は靴を新調することを勧めている。

当院ではサイズの異なる試し履きの靴を用意しており (図5)、靴を変更する前には実際に適正サイズの靴を履いてもらうようにしている。その際に靴の履き方や靴紐の締め方などの指導をしながら靴のフィッティングをする。その後、主観的評価として着用感や歩き易さ、違和感の有無などを聴取し、客観的評価として立位姿勢や歩容など確認してから靴の変更を勧めるようにしている。

結 語

日本の靴選びでは足計測をしてもらう機会が少なく、自覚的な足サイズは感覚に頼っている患者が多い。そのため足サイズに適合した靴を着用していることが少ない。また、変形性膝関節症患者のように下肢疾患などを有する患者は、靴に足癖や靴底の摩耗に左右差があり、それを履き続けて

いる患者が多い。そのため、足底挿板療法を開始する前には必ず靴についての指導と対応をしなければ十分な効果を生み出すことができないと考える。

文 献

- 1) 長谷川正哉他. 「自覚する」靴サイズと「着用する」靴サイズ, 「足型に基づく」靴サイズの相違. 日本理学療法学会大会. 2012. 48101851.
- 2) 清水新悟他. 変形性膝関節症に対する足の調査と靴指導の評価. 日本義肢装具学会誌 2006; 22: 159-65.
- 3) 東 佳徳他. Dynamic Move Control理論に基づく足底挿板の作製方法について 観察による歩行分析を用いて. 靴の医学 2012; 25: 31-5.
- 4) 金森輝光他. 下肢障害に対する足底挿板療法 変形性膝関節症を対象として. 靴の医学 2013; 26: 27-31.
- 5) 富田明美他. 靴底の変形が身体に及ぼす影響の検討. 相山女学園大学研究論集 2010; 41: 83-91.
- 6) 林 亮誠他. 靴の足囲サイズと歩行動作の関係に関する研究. 靴の医学 2011; 25: 78-83.

医療福祉の現場で使用されるケアシューズの機能的分類

Functional characteristics of the care shoes used in the medical and welfare field

¹株式会社 大井製作所

²新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

¹Ohi Manufacturing Co. Ltd.

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

大井 和子¹⁾²⁾, 大井 博司¹⁾²⁾, 阿部 薫²⁾, 笹本 嘉朝²⁾

Kazuko Ohi¹⁾²⁾, Hiroshi Ohi¹⁾²⁾, Kaoru Abe²⁾, Yoshitomo Sasamoto²⁾

Key words : ケアシューズ (The care shoes), 機能 (Function), 特徴 (Characteristics)

要 旨

わが国は急速な高齢化社会を迎えつつあり、高齢化は更に加速されることが予想される。靴業界でも高齢者が使用するケアシューズの開発が進んでいる。主に医療や介護の現場で使用されてきたケアシューズは、軽くて履き易い靴を求める中高年層にも支持を広げている。しかし、購入者も販売者においても最適な一足を選択するためには、相当の知識と能力が必要となるため、必ずしも満足のいく靴選びが出来ていない。そこで、靴メーカー毎ではなく、ある統一された基準による靴機能を比較検討する情報があれば有益ではないかと考えた。本研究は、現在市販されているケアシューズの機能を分類し、その全体像を報告したものである。

緒 言

ベビーブームと呼ばれた戦後生まれの「団塊の世代」が65歳の高齢者となったことから、超高齢化時代の到来に向けて、社会全体がその対応に追われている。国の施策も大きな転換を迫られ、平均寿命より健康寿命を延ばそうと提唱している。日本整形外科学会も2007年に「ロコモティブ症候群」(運動器の衰え・加齢や生活習慣が原因と言われる障害によって、要介護になるリスクが高まる状態)と名付け、その予防のために様々な運動や対策が提唱されている。歩行は身体のあらゆる器官が連動する全身運動であり、健康の基本であると言われ、高齢者や障害者のADL(日常生活動作)やQOL(生活の質)の向上に大きく関わっている。その中で靴は正しい歩き方をサポートするため、重要な役割を担っている。

近年の高齢化という社会情勢を背景に多くのメーカーが参入し、ケアシューズに力を入れ始めた。一般的にケアシューズは福祉や医療の現場で用いられることが多く、介護靴やリハビリ靴とも呼ばれている。特徴としては軽量で滑りにくく、着脱が容易で歩き易く、値段が手頃であるなどの

(2014/11/05 受付)

連絡先 : 大井 和子 〒602-8004 京都府京都市上京区
下長者町通新町東入西鷹司町4 株式会社 大井製作所
TEL 075-441-1177 FAX 075-441-1178
E-mail kazuko@ohi-jp.com

表 1. 調査項目

①	固定具形式	⑩	靴幅 (Width) サイズ
②	インソール (取り外し式) の有無	⑪	重量 (g)
③	撥水加工の有無	⑫	価格 (円)
④	洗濯の可否	⑬	Toe box の厚み (mm)
⑤	抗菌防臭加工の有無	⑭	Toe pich の高さ (mm)
⑥	片足販売の有無	⑮	靴底つま先部の厚さ (mm)
⑦	カウンターの有無	⑯	靴底 MP 部の厚さ (mm)
⑧	靴の素材 (靴本体・靴底)	⑰	靴底踵部の厚さ (mm)
⑨	靴サイズ特記事項の有無		

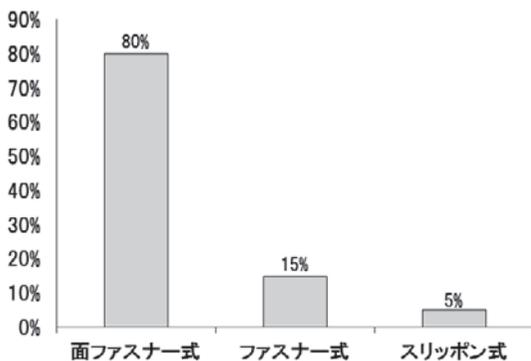


図 1. ①固定具形式

条件に加えて最近では、おしゃれなデザインやカラフルな色も求められるようになってきた。デザイン性や機能面を鑑みても、一般靴との格差が縮まり、履き易く、軽いという機能性から中高年にも販路を広げている。しかし、靴を購入する場合、実際には全ての靴を試着して自分に合った1足を選ぶことは不可能で、限られた情報の中で靴を選ばざるを得ないのが現状である。不適切な靴の選択が転倒事故につながる例や、靴機能の不具合が歩行意欲を阻害することも報告されている。「利用者にとって最も適した靴」の選択が容易に行える環境を整えることが、高齢者の安全確保や生活の質の向上につながると考えた。

対象と方法

(1) 対象

ケアシューズメーカー 16 社 (大手の福祉介護用

品カタログ 2 社に掲載されているメーカー) とし、現在販売されている主力商品 100 タイプとした。この 100 タイプの靴に関して 17 項目を調査し、機能ごとに分類して分析を行った。

(2) 方法

調査項目は表 1 に示した。調査項目に従い、機能については企業の商品説明カタログや商品現物を取り寄せて調査し、各調査項目の計測については商品現物を用いて行った。

結 果

①固定具形式では、面ファスナー式が 80%、ファスナー式が 15%、スリッポン式が 5% となり、圧倒的に面ファスナー式が多く、調節性と簡便性が優先されていた。(図 1)

②取り外し式インソールの有無では、61% がインソールを装備していた。(図 2)

③撥水加工は、44% に施されていた。(図 2)

④洗濯の可否では、40% が洗濯可能であった。(図 2)

⑤抗菌防臭加工は、46% に施されていた。(図 2)

⑥片足販売の有無では、47% が片足の購入が可能であった。(図 2)

⑦カウンターの有無では、カウンター有りが 90% であった。(図 2)

⑧靴の素材に関しては、靴本体において化学繊維が 46% と最も多く、合成 (人工) 皮革が 32%、

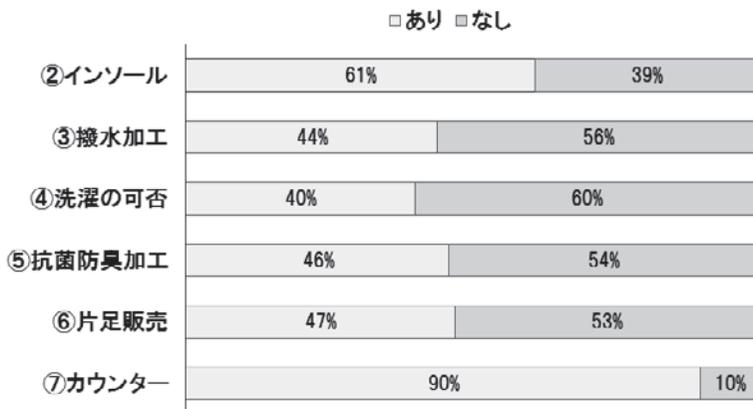


図 2. ②～⑦代表的機能の有無等

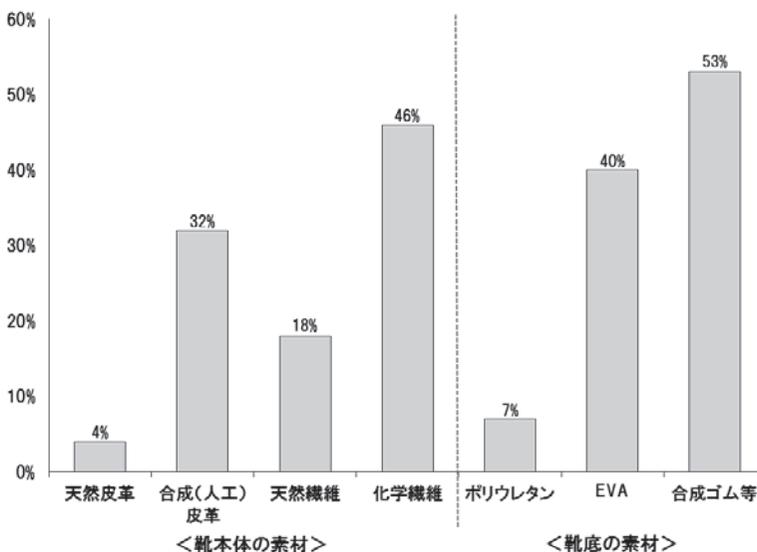


図 3. ⑧靴の素材 (靴本体・靴底)

天然繊維は18%であった。天然皮革はわずか4%であった。また、靴底においては合成ゴム等が53%、EVAが40%、ポリウレタンが7%であった。(図3)

⑨靴サイズに関しては、28cm以上のサイズを作っているタイプは69%あり、5mm刻みのサイズ展開をしているのは56%、男女でサイズ違いを作っているタイプが38%あり、同じ靴でもWidthの種類が選べる靴が19%であった。(図4)

⑩靴幅 (Width) は、3Eが最も多く68%、次に

4Eが20%あり、この2サイズが大半を占めていた。また特殊なサイズとして3.5Eが4%、9Eが1%あった。Widthの種類が複数あるメーカーは3社であった。(図5)

⑪重量については、男性用25cmサイズ、女性用23cmサイズの片足重量を計測した。150g以下が34%、200g以下が36%となり、200g以上が30%であった。一般的に軽いと感じる靴は200g以下と言われており、70%がこれに該当していた。(図6)

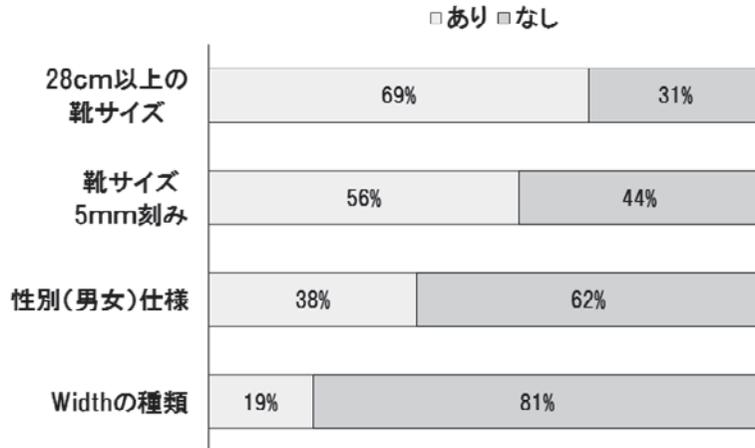


図4. ⑨靴サイズ特記事項の有無

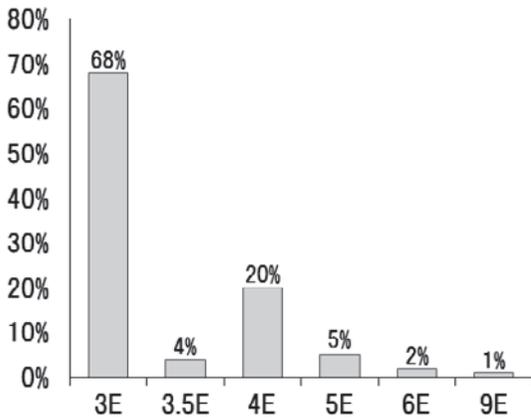


図5. ⑩靴幅 (Width) サイズ

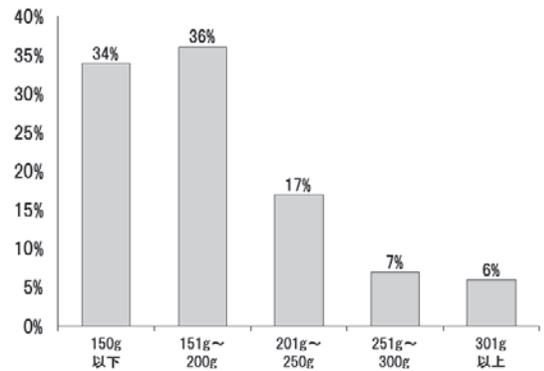


図6. ⑪重量 (g)

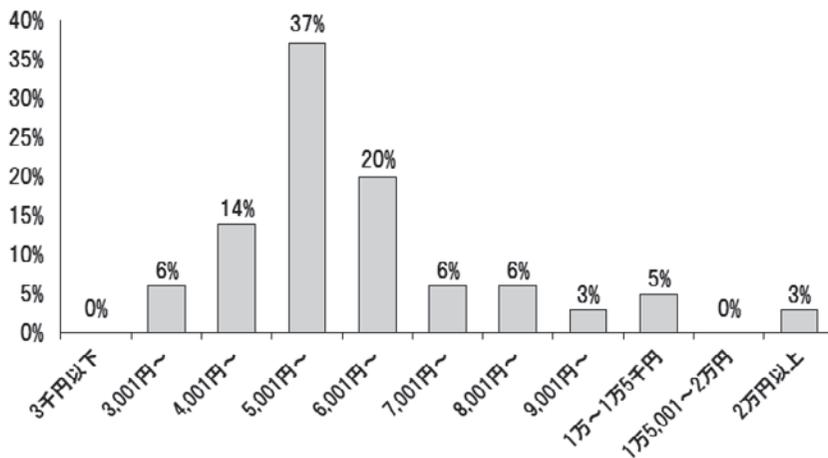


図7. ⑫価格 (円)

⑫価格は、5千円台が最も多く37%、次に6千円台が20%であり、1万円以上が合計8%であった。価格帯は5～6千円台が半数以上を占めていた。(図7)

⑬ Toe box の厚みは外寸を計測した。21～25mm が31%と最も多く、16～20mm が28%、15mm 以下が24%とこれらが大半を占めていた。(図8)

⑭ Toe pitch (Toe spring) の高さは、16～20mm が30%、21～25mm が24%、11～15mm が18%となっていた。(図9)

⑮靴底つま先部の厚さは、6～10mm が54%、5mm 以下が23%、11～15mm が16%であった。(図10-1)

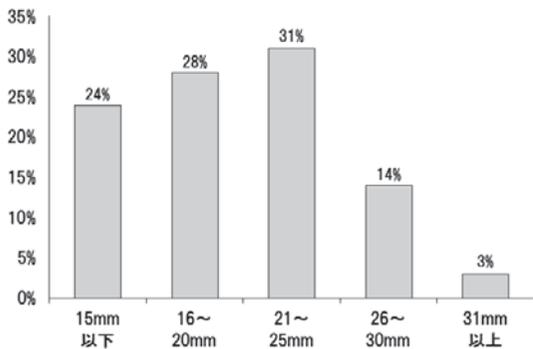


図8. ⑬ Toe box の厚み (mm)

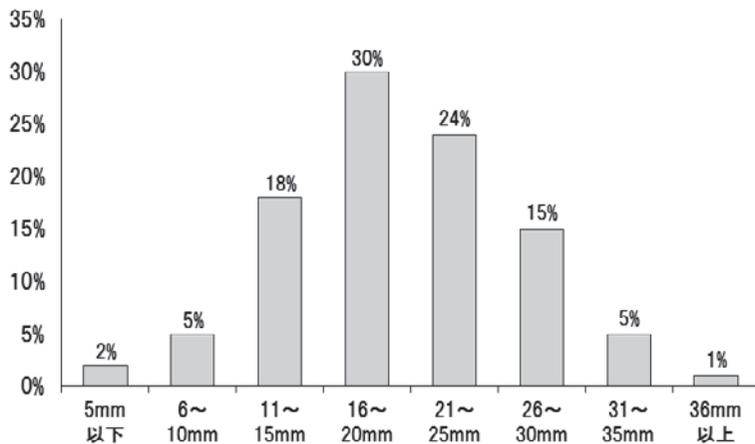


図9. ⑭ Toe pitch の高さ (mm)

⑯靴底 MP 部の厚さは、10mm 以下が53%、11～15mm が36%で15mm 以下が大半を占めていた。(図10-2)

⑰靴底踵部の厚さは、16～20mm が32%、21～25mm が30%、26～30mm が19%でこれらが大半を占めていた。(図10-3)

考 察

ケアシューズ16社、100タイプの靴に備わっている機能17項目について分類した結果、調査項目毎に有益な情報が得られた。これまでの先行研究で高齢者に適した靴の検討が数多くなされてきた^{1)~7)}。石塚ら¹⁾は1989年に老人靴の必要条件として次の10項目を提案した。(1) 軽くて絶対に滑らない靴、(2) つま先が普通の靴よりも上がっていること、(3) 靴の外側の傾度を1～2mm 上げること、(4) 足の温度を保ち、靴擦れを防止するため、内側を柔らかい素材で覆うこと、(5) 踵を広くとり、後方にてているような踵、即ち Buffer style とする、(6) 着脱が容易なこと、(7) 半ブーツ形式とする、(8) アッパーをよく固定すること、(9) 中足骨パッドを入れること、(10) トーマスヒールの内側を延長すること(石塚式ヒール)、である。この条件によって製作された靴を用いて歩行実験も行われ、その有用性が報告されている²⁾³⁾。これ

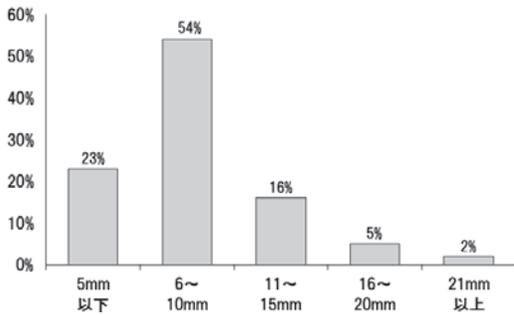


図 10-1. ⑮靴底つま先部の厚さ (mm)

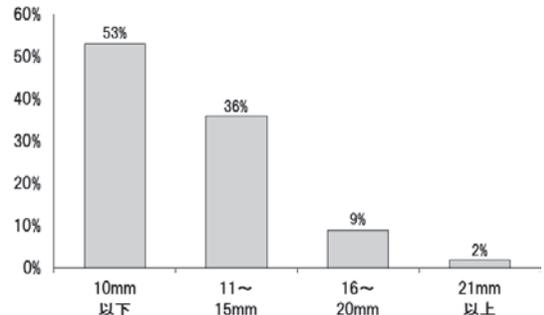


図 10-2. ⑯靴底 MP 部の厚さ (mm)

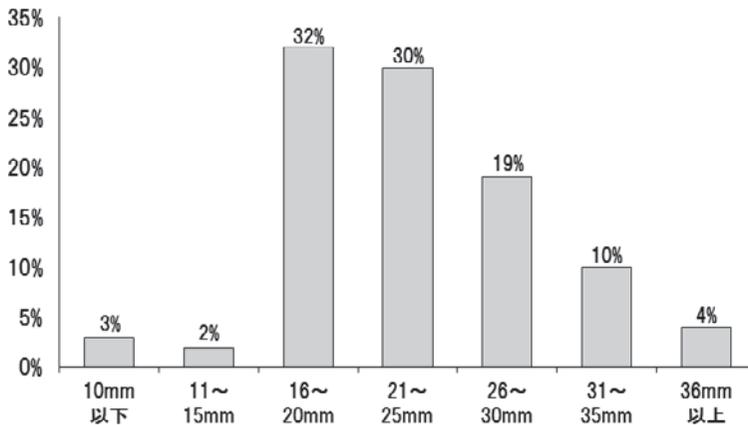


図 10-3. ⑰靴底踵部の厚さ (mm)

ら 10 項目は 25 年前に指摘されているが、基本的には現在においても重要な要素を包括している。また、歩行機能面からの検討については、山田ら⁴⁾は推進力向上を目的とし、トゥスプリングの角度は 10 度、靴型の前足部底面の形状はボールジョイントより約 10mm 後方で凹形状、適正な捨て寸として 15mm が良いとしている。鈴木⁵⁾は歩行実験の結果より、高齢者の前方転倒を予防する観点から、足部の背屈角度低下を補うために踵を軽度高くし、足趾の伸展角度低下を補うためトゥスプリングを多くとることが必要な機能であると報告している。阿部ら⁶⁾は 75 歳以上の高齢者を対象に歩行実験を行った結果、トゥスプリングが高いこと、適合したフットベッド、靴重量が軽いこと、MP 部の屈曲硬度が柔らかい靴が良いとしている。

石塚ら¹⁾が提案した 10 項目について (3) (5) (7)

(8) (9) (10) の 6 項目は、靴の歩行機能や足部の安定性に関わる項目であるが、今回調査対象としたケアシューズの調査項目に含まれてはいない。(1)の靴の重量に関しては、靴本体の素材として化学繊維と合成皮革で 78%、靴底は合成ゴムと EVA が 93% となり、靴軽量化への配慮がなされており、軽いと感じる 200g 以下の靴が 70% を占めていた。(2)のつま先の上がりに関しては toe pitch の高さからトゥスプリングの角度が推測可能であり、約 75% が 10 度以上に相当しており、前述の他の先行研究における高齢者の靴の条件に合致しているものと考えられた。(4)の保温、靴ずれを防止する柔らかい内張りの素材については調査項目に含まれていないが、現物調査時における目視によって調査対象の全てが内側を柔らかい素材で覆っており、靴の履き心地への配慮が確認された。

(6)の着脱が容易なことに関しては、面ファスナー式が80%と圧倒的に多く、調節性と簡便性が優先されていた。紐が付けられている場合でもゴムやファスナーと併用されており、デザインを重視となっており、紐のみは皆無であった。また、カウンターは踵を固定し、足部と靴の安定性に関与するが、調査対象の90%に具備されており、脱着においても靴踵部の潰れ防止の役割も担い、重要な機能と考えられる。今回の調査項目においては大量生産に馴染まない事項もあれば、コスト高になる要素もあり、一概に批判はできないものの今後のケアシューズ開発にとって有用な示唆である。

本研究では、消費者が購入する際の判断材料となるように寸法や素材などの項目を中心として調査したが、これら先行研究のように歩行機能の面からの検討も行う必要があると考えられた。また阿部ら⁷⁾は高齢者が適切な靴を使用した場合、活動度が向上することを報告しており、適正な靴を使用しただけで高齢者のADLを的確にサポートできることから、利用者の足や用途に合った靴を正しく選ぶことは大変重要であるといえる。

今回の調査における研究の限界としては、個別のケアシューズがなぜそのような構成や機能なのかという掘り下げはできなかったが、ケアシューズに関して、現在入手可能なほぼ全数調査を実施することができ、これらの基本情報はあらゆる方面で有効活用が可能ではないかと考える。

今後、この結果をベースとして靴購入場面における「利用者にとって最も適した靴」選びが容易にできるようなケアシューズ選択システムが構築

されることが望まれる。

結 語

靴メーカー数と靴タイプは同一比率ではないため、一概にこれらの調査数で全体の傾向を論じられないが、現在、入手可能なケアシューズをほぼ全数調査することができた。これまでケアシューズに関する統合された機能面の情報が皆無であったことから、さらに医療や福祉の現場に役立つ情報提供を今後も調査研究を継続し、検討していく予定である。

また、社会から情報提供を望む声が多く上がれば、靴メーカーもその必要性に気づき、各メーカー間の壁を取り払い情報交換することによって、広く社会に認知されケアシューズの発展に寄与できると考える。

文 献

- 1) 石塚忠雄, 城戸正博, 米虫節夫他. 新しい老人靴の開発. 靴の医学 1989; 3: 20-5.
- 2) 石塚忠雄. 高齢者用靴の開発. 靴の医学 1992; 6: 122-8.
- 3) 石塚忠雄. 高齢者用婦人靴の開発. 靴の医学 1993; 7: 25-32.
- 4) 山田忠利, 近藤四郎. 老人靴の開発について. 靴の医学 1988; 2: 81-8.
- 5) 鈴木順一. 高齢者に適した靴の検討. 靴の医学 1999; 13 (2): 33-6.
- 6) 阿部 薫, 江原義弘, 小松聡子他. 後期高齢者におけるケアシューズの適合性と靴歩行特性. 靴の医学 2009; 23: 81-5.
- 7) 阿部 薫, 江原義弘, 笹本嘉朝他. 適切な靴使用が高齢者の身体および日常生活に与える効果. 靴の医学 2011; 25 (2): 111-4.

指定靴の靴内寸法と園児の足型寸法との適合性

Compatibility between size of shoes in kindergarten and the size of 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

永井 恵子, 阿部 薫, 笹本 嘉朝

Keiko Nagai, Kaoru Abe, Yoshitomo Sasamoto

Key words : 指定靴 (Children's in door shoes), 保育園児 (Kindergartners), 適合 (Fitting)

要 旨

一般に「バレシューズ」と呼ばれるスリッポンタイプの上履き靴は、多くの幼稚園や保育園で指定靴として使用されている。事実上の価格上限があるため靴の基本的な部材が省略され、足と靴を適合させる機能も少なく構造上の問題点が指摘されている。また子供の足部形状も変化してきたと言われている。そこで指定靴の靴内寸法と子供の足型寸法を比較し適合性を検討した。その結果、指定靴の選択基準が足長のみのため足幅と足囲の適合性は良好でないことが判明した。適合の向上には機能の追及も併せて必要であると考えられた。

諸 言

上履き靴はバレシューズ (図1) ともいわれ、幼稚園や保育園で指定靴として使用され、全国的にほぼ同一タイプである。この靴はコストダウンの観点よりカウンターがなく、甲の押さえは伸縮性のあるゴム一本ベルトであり、その他の靴構成

部材も省略されており、一般靴に比べ歩行の補助をする機能が低い。サイズ構成も足長は1cm刻み、靴囲は2Eのみである。子供の足部形状は近年変化をしてきたと言われ、子供の足も大人と同じようなトラブルが発症している例 (図2) もあり、足と靴の不適合が原因¹⁾とも考えられ、上履き靴との適合性にも問題が生じている (図3)。幼児期の足の成長は靴の使用と併せて足部形成にとって重要である²⁾と考えられ、適合した靴は正しい歩容を身に付け健やかな足の成長に影響³⁾があり、歩行の安定性、運動効率を向上させる⁴⁾。そこで本研究は指定靴の靴内寸法と子供の足型寸法から適合性を検討し、その問題点を指摘することを目的とした。

対象と方法

(1) 対象

被験者：健常幼児，4～6歳，232名であった。

(2) 方法

1) 靴内計測

全国的にシェア率の高い3社の靴メーカー製バレシューズ型指定靴について、足長、足幅、足囲に相当する靴の内部寸法を靴長 (図4)、靴幅 (図5)、靴囲 (図5) とした。靴長は靴内中底部分の外縁を紙に写し取り、その型紙の最長寸法を直

(2014/11/06 受付)

連絡先：永井 恵子 〒950-3198 新潟県新潟市北区高見町 1398 新潟医療福祉大学大学院 靴人間科学研究室
TEL・FAX 025-257-4525
E-mail hwd14006@nuhw.ac.jp



図1. シェア率の高い指定靴



図4. 靴の内部寸法 (靴長)



図5. 靴の内部寸法 (靴囲と靴幅)



図2. 幼児の足趾の変形

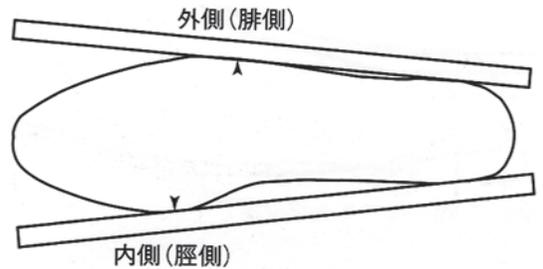


図6. 靴幅, 靴囲計測点



図3. 足と靴の不適合

尺で計測し, 靴幅は型紙の両側に直尺をあて, 前足部の接点を結んだ寸法とした. (図6) 靴囲は靴幅に相当する位置を通る靴内側の部位にテープメジャーを当て, 靴外側から待ち針で5mm 間隔で止めて計測した. (表1)

2) 足型計測

フットプリントの印影から足長と足幅を, 足囲はテープメジャーで計測し, 解析には左右足の平均値を使用した. なお靴の捨て寸は先行研究⁵⁾⁶⁾を参考にし, 足長の5パーセントとして適合靴サイズとした. (表2)

3) 検定方法

相関分析 (Spearman's correlation)⁷⁾により, 足長は捨て寸を減じた靴内寸法と比較し, 足幅と足囲は実測値と靴内寸法を比較した. なお二群間検

表 1. 指定靴の靴内寸法

靴サイズ	靴長 A 社	B 社	C 社	SD
16cm	152	160	160	3.8
17cm	164	170	170	3.5
18cm	174	179	180	2.6
19cm	184	190	190	3.5
20cm	194	199	200	2.6

靴サイズ	靴幅 A 社	B 社	C 社	SD
16cm	59	62	63	2.1
17cm	61	63	65	1.6
18cm	63	65	66	1.5
19cm	67	66	69	1.2
20cm	71	70	71	0.6

靴サイズ	靴囲 A 社	B 社	C 社	SD
16cm	148	143	156	5.4
17cm	160	159	161	1.0
18cm	165	162	164	1.2
19cm	175	171	168	3.5
20cm	181	176	176	2.4

(mm)

表 2. 被験者の適合靴サイズと足型寸法

靴サイズ	n	足長	SD
16cm	24	152.4	1.9
17cm	66	162	2.6
18cm	73	170.9	2.9
19cm	48	181	2.9
20cm	21	191.3	3.7

靴サイズ	n	足幅	SD
16cm	24	61.1	4
17cm	66	66.1	4.1
18cm	73	68.8	4.4
19cm	48	72.5	5.8
20cm	21	76.5	5.4

靴サイズ	n	足囲	SD
16cm	24	156	6.9
17cm	66	167.3	10.6
18cm	73	170.2	10.4
19cm	48	182.7	11.4
20cm	21	190.3	7.7

(mm)

定には、ウィルコクソン順位和検定 (Wilcoxon-test)⁷⁾を用いた。

4) 倫理

表 3. 足型寸法と靴メーカー毎の適合度

靴メーカー		靴長	靴幅	靴囲
A 社	r	0.96	0.62	0.65
	p	**	**	**
B 社	r	0.96	0.62	0.65
	p	**	**	**
C 社	r	0.96	0.62	0.65
	p	**	**	**

** : p<0.01

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可 (第 17350-121018 号) を得て行われた。

結 果

足型寸法における SD は、足長 2~3mm、足幅 4~6mm、足囲 7~11mm 程度であった。靴内寸法における SD は、靴長 2~3mm、靴幅 1~2mm、靴囲 1~5mm 程度であった。足型寸法と靴内寸法の比較では、各社共、靴長は $r=0.96$ と強い相関を示したが、靴幅は $r=0.62$ 、靴囲は $r=0.65$ であった。(表 3)

靴と足の適合判定について例示する。被験者 A の足型寸法は、足長 151mm、足長 + 捨て寸 159mm、足幅 63mm、足囲 158mm であったため靴サイズ 16cm の靴を選定した。たとえば A 社の靴との適合では、靴長 - 7mm、靴幅 - 4mm、靴囲 - 10mm であったため、同社製の靴サイズ 17cm の靴との適合では、靴長 + 5mm、靴幅 - 2mm、靴囲 + 2mm であった。なお各社製の靴との適合性については表 4 に示した。

考 察

被験者の足幅と足囲の SD が大きいため、これに対応する靴内寸法との相関が $r=0.6$ 程度になったと考えられた。現在市販されている指定靴の選択は足長サイズ 1cm 刻みのみで行われてきたため、足幅や足囲はきつくなり必ずしも良好な状態とはいえない。靴サイズと足長を合わせると足幅が合わず (図 7)、足幅を合わせるために 1 サイズ大きくすると足長が合わなかった。(図 8) 市販靴

表4. 被験者 A と各社製靴との適合 (例示)

	足長	足長+捨寸	足幅	足囲		
被験者 A	151	159	63	158		

靴サイズ 16cm	靴長	足長+捨寸との差	靴幅	足幅との差	靴囲	足囲との差
A 社	152	-7	59	-4	148	-10
B 社	160	1	62	-1	143	-15
C 社	160	1	63	0	156	-2

靴サイズ 17cm	靴長	足長+捨寸との差	靴幅	足幅との差	靴囲	足囲との差
A 社	164	5	61	-2	160	2
B 社	170	11	63	0	159	1
C 社	170	11	65	2	161	3

(mm)



図7. 靴サイズと足長を合わせると足幅が合わない



図8. 足幅に合わせて1サイズ大きくすると足長が合わない

であっても足幅、足囲の選択肢が必要であると考えられた。

幼児は走行や歩行のみならず不用意な方向への移動を強いられ、園内のあらゆる場面で使用されるため、足と靴の適合性は重要な問題である⁸⁾。更にそれを補う靴機能が省略されているため、足と靴の固定性が低く、走行や歩行の推進力が靴を通して地面に伝達される効率が低くなると考えられた。

指定靴は1960年代から上履き靴として使用され長期間経過し⁹⁾、再検討されてこなかったと指摘されている¹⁰⁾。指定靴には足幅と足囲の適合性を

向上させるための足背部の調整機能がないため、足背に面テープ式ベルト、靴紐の具備、踵部にカウンターの内蔵した靴が推奨され、機能面の追加を行えば足長だけのサイズ選定の補助ができると考えられた。

結 語

一日の生活の中で、使用時間の長い指定靴の足と靴の適合性を検討した結果、足幅、足囲の適合性は良好ではないことが判明した。現在市販されている指定靴の選定は足長サイズのみで行われてきたため足幅や足囲の選択肢が必要であると考え

られた。指定靴との足部の適合性の限界が示されたが、今後は指定靴という限られた条件下で機能面の追及を行っていく予定である。

文 献

- 1) 大野貞枝, 萩原一輝, 田中洋一他. 子供靴の現状と改良点. 靴の医学 1994; 8 (2): 30-4.
- 2) 石塚忠雄. 小児の外反母趾と靴についての検討. 靴の医学 1991; 5 (2): 15-20.
- 3) 塩谷 香, 片瀬真由美, 宮崎康介. 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.
- 4) 永井恵子, 阿部 薫, 笹本嘉朝. 上履き靴の改造による保育園児の運動能力改善. 靴の医学 2013; 27 (2): 16-9.
- 5) 柴田祥江, 大野貞江, 梶野真人他. 幼児の靴は足に適合しているか?. 靴の医学 1998; 12 (2): 6-9.
- 6) 熊谷温生, 大澤 宏, 北島正司他. 足の発達と靴の役割. 靴の医学 1993; 7: 44-9.
- 7) 山崎信也. なるほど統計学とおどろき Excel 統計処理改訂第6版. 医学図書出版; 2008.
- 8) 佐藤雅人, 鈴木 精. 幼児の足の成長と靴. 靴の医学 1991; 5: 28-32.
- 9) 吉田智美, 河村美穂. 学校生活における上履き靴の変遷とその役割. 埼玉大学教育学部紀要 2009; 58 (2): 123-34.
- 10) 下枝恭子, 鈴木 精, 町田英一他. 小児の足部形態と履物の比較調査. 靴の医学 1991; 5: 139-41.

親子の足部形態の類似性の検証

Similarity of foot morphology between mother and child

¹医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 リハビリテーション科, ²整形外科

¹Department of Rehabilitation, ²Department of Orthopaedic, Hitsujigaoka Hospital

安部 雄士¹, 阿久澤 弘¹, 須貝奈美子¹, 杉原 悠¹, 倉 秀治²
Takeshi Abe¹, Hiroshi Akuzawa¹, Namiko Sugai¹, Yu Sugihara¹, Hideji Kura²

Key words : 家族 (family), 足部形態 (foot morphology), 類似性 (similarity)

要 旨

小児とその母親の足部形態を計測し、足形を3つに分類し、それぞれについて親子間における類似性を検討した。小児とその母親の足型は、低い一致を示し、足部形態に関しては、相関はみられなかった。

緒 言

小児の足については、近年足育の認識とともに、関心が高くなっており、小児の足部形態についての研究も多くみられる。

足部形態に対する裸足・普通保育の影響の比較では、有意差がみられなかった¹⁾。との報告はあるが、小児とその母親の足型・足部形態を比較した報告はなされていない。本研究の目的は、小児とその母親の足部形態を計測し、その類似性を検証することである。

対象と方法

1. 対象

保育園園児 66例 132足 (男児 34例, 女児 32例, 平均 3.9歳 ± 1.3歳) 園児の母親 63例 126足 (平均 31.4 ± 2.8歳) を対象とした。

2. 測定項目

評価項目は、足部形態計測として①アーチ高率 ②第1趾側角度, ③第5趾側角度, ④踵骨角度とし、親子の足型分類を、Iエジプト型, IIギリシャ型, IIIスクエア型に分類した。

3. 足部形態計測・足型分類

足部形態計測には、3次元足型計測機 (ドリーム GP 社製 (大阪)) を使用し、左右の足部形態を計測した。各測定項目はドリーム GP 社の定義を参照した。足の表面から触れられるランドマークに専用マーカーを貼付し、被験者は立位肢位により計測した。

アーチ高率は、舟状骨粗面の最下端部にマーカーを貼付し、床面からそこまでの距離を舟状骨高とし、計測後に舟状骨高/足長 (第2趾末端部から踵内外中央部までの距離) でデータ算出した。

(図1)

母趾付け根の点と第1趾の側面の接する点を結ぶ線①と母趾付け根の点と踵幅の内側の点を結ぶ線②とのなす角度を第1趾側角度と定義した。同

(2013/11/01 受付)

連絡先: 安部 雄士 〒004-0021 北海道札幌市厚別区
青葉町 3-1-10 医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院
リハビリテーション科
TEL 011-351-2211 FAX 011-351-2210
E-mail t-abe-0922@hotmail.co.jp

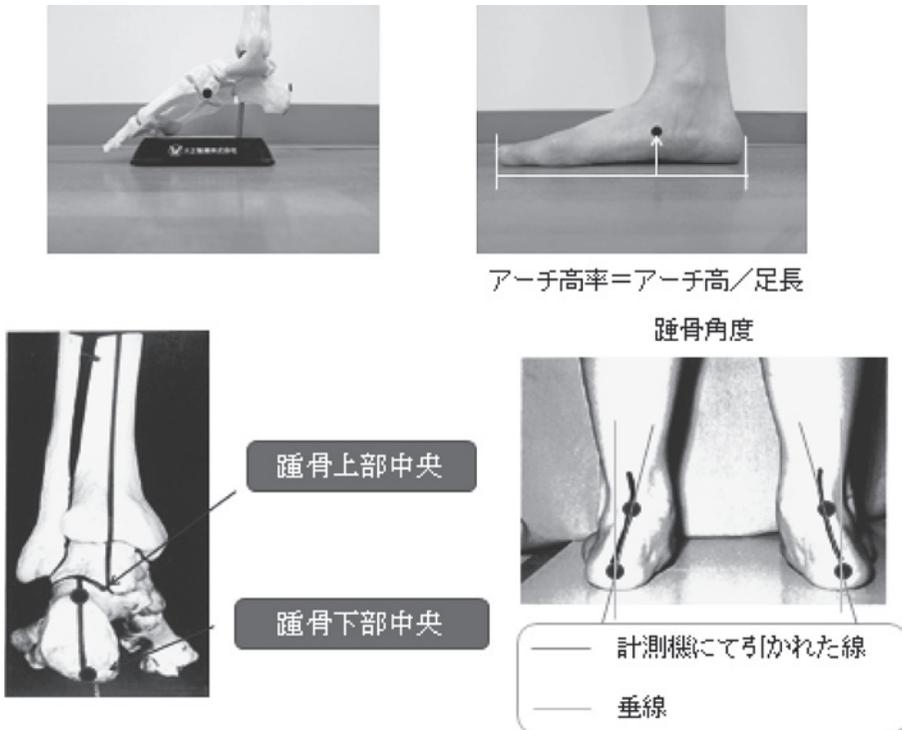


図1. 3次元足型計測器によるアーチ高率, 踵骨角度のランドマーク貼付位置(左写真)とPCデータ算出方法(右写真)

様に第5趾付け根の点と第5趾の側面の接する点を結ぶ線③と第5趾付け根の点と踵幅の外側の点を結ぶ線④とのなす角度を第5趾側角度と定義した。(図2)

踵骨角度は, 踵骨上部中央, 踵骨下部中央の2点にマーカーを貼付した。踵骨下部中央と床面との垂線とマーカー部の2点を結ぶ線分を軸にしてなす角度を踵骨角度としデータ算出した。(図1)

足型は第1趾が他趾より長いものをエジプト型, 第2趾が他趾より長いものをギリシャ型, 第1趾, 第2趾が同じ長さのものをスクエア型(第1, 2趾の差が3mm以内のもの)とした。

4. 統計学的解析

園児と母親の足部形態比較をpearsonの積率相関係数を使用し, また, 親子の足型分類の一致度にカッパ係数を用いた。有意水準は5%未満とした。

結 果

クロス集計表により母親・子供の足型は低い一致を示した(表1)($\kappa = 0.216, p < 0.05$)。

母親と子供の足型で一致したものは, エジプト型同士が58足, ギリシャ型同士が6足, スクエア型同士が11足となった。それぞれの足型の一致比率は, エジプト型73%, ギリシャ型24%, スクエア型46%であった。親子の足部形態の各平均値には, 左右の差がなかった。(表2)また親子の左右の足の足部形態の相関係数は, アーチ高率($r = 0.16$), 第1趾側角度($r = 0.07$), 第5趾側角度($r = 0.10$), 踵骨角度($r = -0.11$), と相関は認められなかった($p < 0.05$)。

考 察

本研究では, 母親と園児の足の類似性は足型で

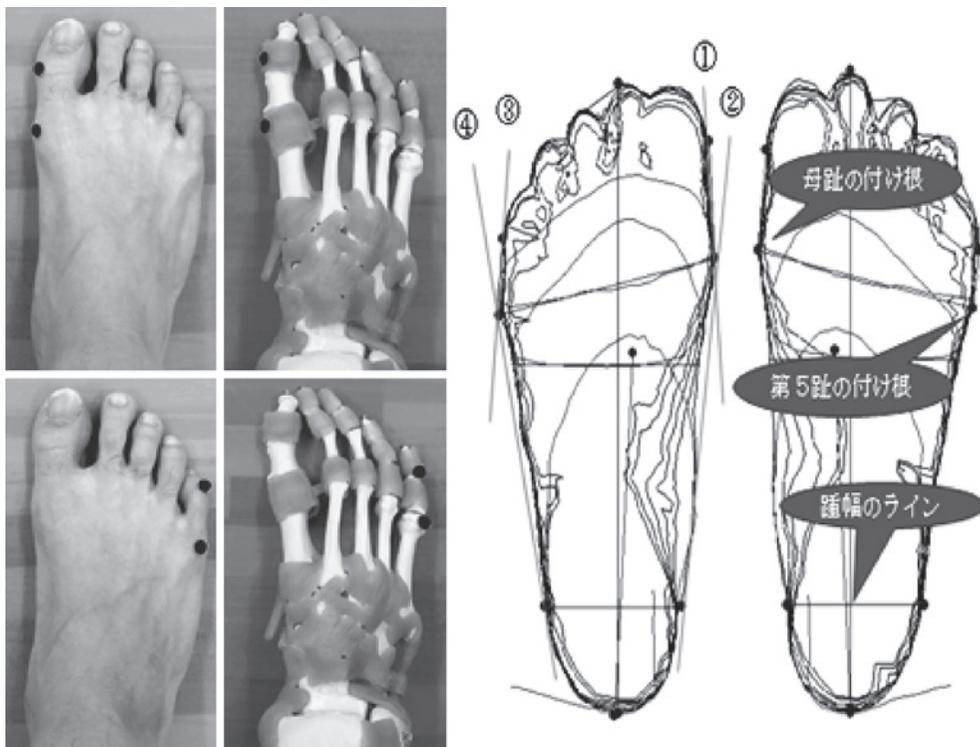


図2. 3次元足型計測器による第1趾側角度, 第5趾側角度のランドマーク貼付位置(左写真)とPCによるデータ算出方法(右図)

表1. 母親・子供の足型クロス集計表

(単位: 足)

子供 母親	足型			計
	エジプト	ギリシャ	スクエア	
エジプト	58	4	18	80
ギリシャ	13	6	6	25
スクエア	12	1	11	24
計	83	11	35	129

表2. 親子の足部形態 各平均値

	アーチ高率	第1趾側 角度	第5趾側 角度	踵骨角度
子供	R 15.5%	R 0.95°	R 5.1°	R 8.3°
	L 14.1%	L 2.2°	L 4.4°	L 10.9°
母親	R 16.7%	R 11.4°	R 12.4°	R 7.5°
	L 15.7%	L 11.4°	L 10.9°	L 7.9°

低い一致を示した。足部形態は類似していることは証明できなかった。

小児の成長過程では、足底の豊富な脂肪組織のため、ほとんどの小児は外見上扁平足を有するが、年齢の上昇とともに靭帯弛緩が改善し、脂肪組織が減少することで内側縦アーチの形成が進む²⁾。また、アーチ高率は、男子1~6歳、女子1~7歳までは舟状骨の骨化が進み、運動機能向上とともに

アーチ形成に関与する足趾屈筋群—足底筋膜—後脛骨筋の活動³⁾により内側縦アーチを、長腓骨筋による牽引力から横アーチ及び外側縦アーチの活動⁴⁾が増加し、アーチ高率がピークに達し、その時期を境に男子7~15歳、で女子8~15歳で足長が相対的に大きくなり、アーチ高率は減少する⁵⁾。本研究の対象者の小児の足部形態は、まだ成長途中にあり結果に影響を与えたと考え、これらのことから子供の足部形態の経時的計測がアーチ形成の

検証となると考えられる。また、先行研究から統一した靴を履く幼稚園園児（3～6.5歳）の約88%が2サイズ小さい上履きを履いており、それにより4°以上外反母趾角が増加するリスクが37%増加し、さらに3サイズ小さい上履きを履くことでそのリスクが61%に高くなると報告している⁶⁾。これらのことから小児の足部形態は、男子6歳、女子7歳までの骨化形成の時期にサイズの小さい靴の影響により足部の成長を妨げ、アーチの低下、外反母趾のリスクの増加の要因と推測される。親子の足部形態の類似性の検証には、靴のサイズや靴の使用期間などの影響を除外し、両親の足部形態の計測、子供の経年的変化を検証することにより、より明確な情報が得られると考える。

結 語

小児とその母親の足部形態を計測し、その類似性を検証した。母親と子供の足型は低い一致度を示した。足部形態については各評価項目において類似性はみられなかった。

謝辞：本研究を進めるにあたり下記の保育園園児・御両親・関係者各位にご協力頂けたこと深く感謝致します。

1. 社会福祉法人厚別共栄保育園
2. 社会福祉法人八軒太陽の子保育園

文 献

- 1) 山崎純男. 幼児の足部の発育・発達について (VII). 長崎女子短期大学紀要 2012; 36: 5-29.
- 2) Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. J Bone Joint Surg Am 1987; 69: 426-8.
- 3) 橋本健史. 足アーチ構造の機能. 慶應医学 2004; 81: 17-21.
- 4) 石坂正大, 大好崇史, 秋山純和. 足趾圧迫練習が内側縦アーチに及ぼす影響. 理学療法科学 2007; 22: 139-43.
- 5) 荒木智子. 足部形態の発育・アーチ構造の発達と関連因子の検討. 人間科学研究 2006; 19: 88-90.
- 6) Klein C, Groll-Knapp E, Kundi M, et al. Increased hallux angle in children and its association with insufficient length of footwear: A community based cross-sectional study. BMC Musculoskeletal Disorders 2009; 10: 159-65.

2型糖尿病患者における足部可動域制限に対する理学療法の効果

Effect of physical therapy for foot and ankle contracture due to type 2 diabetes

¹⁾奈良県立医科大学附属病院 医療技術センター リハビリテーション係

²⁾奈良県立医科大学附属病院 整形外科

¹⁾Nara Medical University Hospital Medical Technology Center Rehabilitation Part

²⁾Nara Medical University Hospital

田中 秀和¹⁾, 谷口 晃²⁾, 田中 康仁²⁾

Hidekazu Tanaka¹⁾, Akira Taniguchi²⁾, Yasuhito Tanaka²⁾

Key words : 2型糖尿病 (type2 diabetes), 関節拘縮 (limitation in range of motion), 理学療法 (physical therapy)

要 旨

糖尿病患者の足部可動域制限に対する治療効果を調査した報告は少ない。我々は糖尿病患者に対して足部のストレッチが足の関節可動域に影響するのかを調査した。対象は糖尿病患者14名とし、測定項目は足関節背屈角度、母趾中足趾節関節角度、足部柔軟性とした。治療は起立台にて足関節背屈角度を設定し、自重においてストレッチを実施させた。その結果、介入前後と比較して足部の関節可動域に改善を認めた。今回の結果から糖尿病患者においてストレッチが有効であると考えられた。足部の可動域制限が改善されれば将来の転倒や潰瘍リスクを低下させることに繋がると考えられた。

緒 言

糖尿病患者の関節可動域制限は一般的に「糖尿病性」関節可動域制限あるいは「糖尿病性」関節拘縮と言われている。上肢における関節可動域制限の頻度は1型糖尿病で31%、2型糖尿病で40%と報告されている¹⁾。しかし、足部についての報告は少なく、我々は過去に糖尿病患者の足部の可動域や柔軟性を調査した。結果として糖尿病患者の運動機能障害は足関節背屈可動域及び足部柔軟性の低下を生じると報告した²⁾。さらに、それらの関節可動域制限は足潰瘍や転倒との関連性も報告されていることから^{3,4)}、改善することは転倒予防の観点からも重要である。しかし、これまでに足部の可動域制限に対する理学療法の効果を詳細に調査した報告は少ない。今回我々は糖尿病患者における足関節及び足趾における静的伸張訓練（スタティックストレッチ）が足部の柔軟性に影響するのかを調査した。

(2014/11/27 受付)

連絡先：田中 秀和 〒634-8522 奈良県橿原市四条町
840 奈良県立医科大学附属病院 医療技術センター リハビリテーション係
TEL 0744-22-3051 FAX 0744-22-4121
E-mail tanapon1108@gmail.com

対象と方法

対象は平成25年10月～26年6月までに糖尿病

教育入院を行った患者 36 名の中で足の外科学会用語集で定められている足関節他動的背屈可動域 20 度以下の患者 14 名（男性 7 名，女性 7 名，年齢 61.2 ± 11 歳）（表 1）とした。除外基準として，顕著な足部，足趾変形を認める者，中枢疾患，脊椎疾患の既往のある者とした。測定項目は他動足関節背屈角度，母趾中足趾節関節（以下 MTP 関節）背屈及び底屈角度，足部柔軟性とした。足部

表 1. 対象患者

	2 型 DM
人数 (名)	14
性別 (男:女)	7:7
年齢 (歳)	61.2 ± 11
罹病期間 (年)	14.5
神経障害 (人)	11

柔軟性とは「短母指屈筋，長母指屈筋，虫様筋，短趾伸筋，長指屈筋の作用により起こる足の指節間関節，中足指節関節，足根中足関節などの総合的屈曲運動可動範囲」と定義されている⁵⁾。方法として 30cm 定規をプラスチック板に取り付け膝関節 90 度屈曲位にて端坐位をとらせ，踵後面を後壁にしっかりと接触させ足趾及び前足部を最大屈曲させ，踵部から趾尖部の距離とした。（図 1）これらの患者に対して RID 足関節矯正板[®]（八重洲社；東京）にて足関節背屈角度を 5 度，10 度，15 度，25 度に設定し，各角度において 40 秒を 2 回ずつ自重においてスタティックストレッチをさせた。（図 2）合わせて足趾のストレッチも足関節最大背屈位において MTP 関節の背屈，底屈を「伸ばされている」と感じる程度まで 40 秒を 3 回指導し実

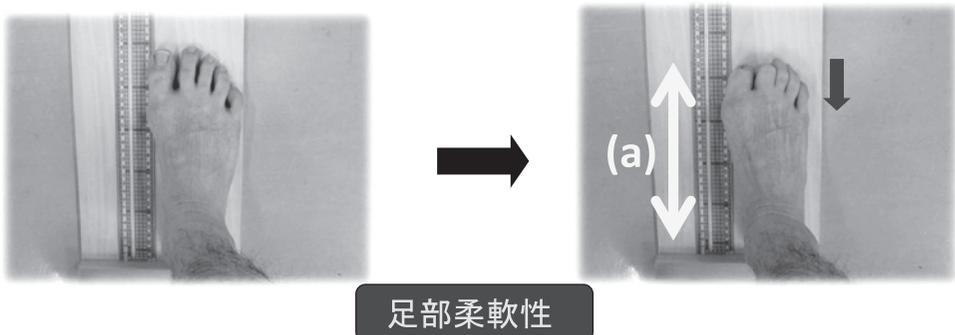
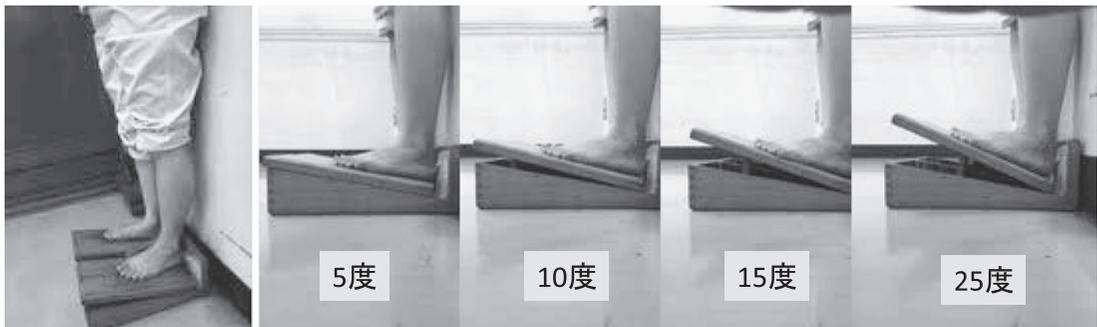


図 1. 足部柔軟性測定 足長 (a) に対する足趾最大屈曲での踵部からの趾尖部までの距離 (b) の比として計測する



Yaesu社製
RID足関節矯正板

図 2. 起立台を利用して各角度において 40 秒を 2 回ずつ自重においてスタティックストレッチをする

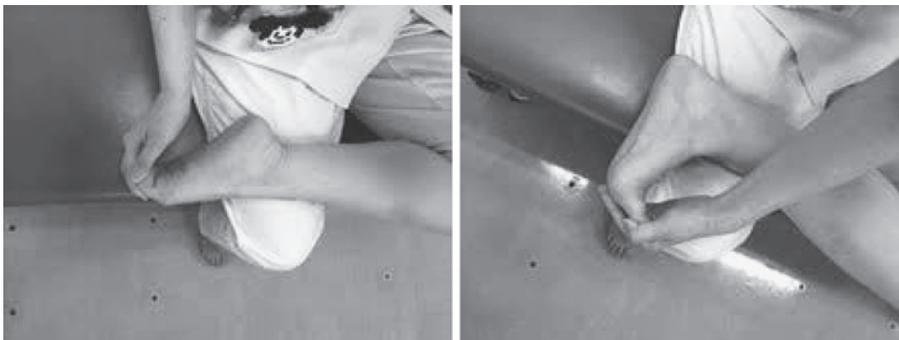


図3. 自主訓練（被検者自身で第1趾 MTPJ～第5足趾の屈曲伸展）2～3回/日

	介入前	介入後
足関節背屈可動(度)	4.1±8.9	10.1±7.3*
MTP 関節背屈(度)	44.4±11.1	54.4±9.0*
MTP 関節底屈(度)	33.5±12.2	40.8±11.2*
足部柔軟性(cm)	20.6±0.9	20.2±1.2*

*P<0.05

図4. 足関節並びにMTP 関節可動域における介入結果

施させた。(図3) それらの測定項目を教育入院前後で比較した。統計解析として足関節可動域、MTP 関節、足部柔軟性の変化は Wilcoxon 符号付順位和検定を用いて有意水準 5% で判定した。

結 果

平均介入期間は5日±2日であった。介入前後で比較して足関節背屈可動域は介入前平均4.1±8.9度から介入後は平均10.1±7.3度まで改善した。MTP 関節の背屈関節可動域は介入前平均44.4±11.1度から介入後54.4±9.0度まで改善した。底屈可動域は介入前平均33.5±12.2度から介入後40.8±11.2度まで改善した。足部柔軟性は介入前平均20.6±0.9cmから介入後平均20.2±1.2cmとおよそ2%の改善が認められた。(図4)

考 察

糖尿病患者の足部の関節可動域制限は1957年のLundbaek⁶⁾の報告から、その後、種々の関節においても認められることが報告されており、1型

2型の病型を問わず糖尿病患者における一般的な合併症の一つと考えられている。また、Delbridge³⁾らの報告では足部においても可動域制限は糖尿病足病変との関連が注目されており、足底圧上昇の主たる原因は距腿関節の可動域制限にあるとしている。さらにMenz⁴⁾による調査では足関節の可動域制限は転倒と関連している因子であることを報告しており、糖尿病における足部関節制限は足潰瘍や転倒予防の観点からも重要である。

糖尿病患者の足部関節可動域制限に対する理学療法による可動域訓練の効果に関してはDijis⁷⁾らが11人の糖尿病患者に対して、1週間に2回の頻度で他動関節可動域練習を行ったところ、5週間には有意に関節可動域は改善したと報告している。また、Goldsmith⁸⁾らは9名の糖尿病患者に対し、4週間にわたって自動運動と他動運動を実施した結果、関節可動域の改善は認められなかったが足の異常圧分布は減少したと報告している。今回の我々の研究でも糖尿病教育入院を行った患者の約40%に足関節背屈可動域に制限を認める患者が確認された。それらの患者に対し自重を利用した治療介入によってわずかな期間においても治療効果が確認された。これらは患者自身で実施できるストレッチを指導したことや起立台を用いて自重による適度な負荷による練習を行ったので、短期間ではあるが理学療法士が直接監視下で実施することによって正確な方法で練習できたからと考えた。

本研究では2型糖尿病患者を対象に足関節及び母趾 MTP 関節の関節可動域制限及び足部柔軟性の低下に対してスタティックストレッチの介入効果を比較検討した。今回の結果から2型糖尿病患者の足関節及び母趾 MTP 関節及び足部柔軟性はスタティックストレッチが有効であると考えられた。これらの理学療法により足部の関節可動域が改善されれば将来の転倒や足部潰瘍のリスクを低下させることに繋がるのではないかと考える。

結 語

2型糖尿病患者の足関節及び母趾 MTP 関節の関節可動域制限及び足部柔軟性の低下はスタティックストレッチが有効であると考えられた。

文 献

1) Ikegami I, et al. Limited joint mobility in patients

- with diabetes. *J. Jpn. Soc. Surg. Hand* 1997 ; 14 (6) : 28-31.
- 2) 田中秀和. 糖尿病多発神経障害における足趾機能と母趾柔軟性. *靴の医学* 2013 ; 26 : 128-31.
- 3) Delbridge L, Perry P, Marr S, et al. Limited joint mobility in the diabetic foot : relationship to neuropathic ulceration. *Diabet Med.* 1988 ; 5 : 333-7.
- 4) 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 : 866-70.
- 5) 村田 伸. 足部柔軟性の再現性と妥当性に関する研究 健康成人と障害高齢者における検討. *健康科学* 2005 ; 27 : 49-55.
- 6) Lundbaek K. Stiff hands in long-term diabetes. *Acta Med Scand.* 1957 ; 158 : 447-51.
- 7) Dijs HM, Roofthoof JM, Driessens MF, et al. Effect of physical therapy on limited joint mobility in the diabetic foot. A pilot study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2000 ; 90 : 126-32.
- 8) Goldsmith JR, Lidtke RH, Shott S. The effects of range-of-motion therapy on the plantar pressures of patients with diabetes mellitus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002 ; 92 : 483-90.

母趾外転筋の加圧による外反母趾矯正に関する基礎的研究

Basic study on the hallux valgus correction

by pressurization of abductor hallucis

新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

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

笹本 嘉朝, 阿部 薫, 藤枝 温子, 松原 千裕, 伊藤あきみ

Yoshitomo Sasamoto, Kaoru Abe, Atsuko Fujieda, Chihiro Matsubara, Akimi Ito

Key words : 母趾外転筋 (abductor hallucis), 外反母趾矯正 (correction of hallux valgus), 第1趾側角度 (1st phalangeal angle), 加圧 (Pressurization)

要 旨

本研究では足底装具の基本設計に資するため、母趾外転筋を反母趾矯正に使用するための母趾外転筋に対する加圧の効果を定量的に検討する。健康女子大学生 26 名, 52 足を対象とし、足型計測および母趾外転筋圧迫計測を行い、第1趾側角度から 10 度未満群を除外した 10-14 度群 (15 足), および 15-20 度群 (15 足) の 2 群を詳細に分析した。10-14 度群において、第1趾側角度と加圧力 ($r=0.60$), および足幅率と加圧矯正角度 ($r=0.50$) に有意な相関が認められ、15-20 度群には顕著な傾向が認められなかった。母趾外転筋への加圧は母趾が最も外転する位置とし、圧迫する角度は約 50 度, 約 25N であった。外反母趾矯正のために足底装具の内側縦アーチサポート部を製作する目安となることが示唆された。

緒 言

外反母趾の病態にかかわる解剖学的要因として、外反母趾の進行とともに母趾外転筋の足底偏位に伴う母趾屈曲作用増大¹⁾による影響が報告されており、佐藤ら²⁾は中学生を対象とした外反母趾調査において女子が多いとの性的要因をあげている。

外反母趾の保存的治療においては軽度から中程度の外反母趾変形に対し、一般的に足底装具が処方される頻度が高い。足底装具においては、内側縦アーチサポート部と横アーチサポート部が足部骨格の矯正に効果があり、筋腱などの軟部組織には、骨格を整えることによる二次的なアプローチにとどまってきた。近年では足底装具や靴のフィッティング施行による短期での外反母趾角の改善報告³⁾や外反母趾の母指外転筋への直接的なアプローチとして、母趾外転筋に対する電気刺激によって随意運動を誘発することが外反母趾に有効であるとの報告⁴⁾⁵⁾がなされている。村上ら⁶⁾はバランス機能に足趾屈曲筋力は好影響を与えることから筋力強化の必要性について報告している。また、母趾内反運動訓練⁷⁾やテーピング療法が有効であるとされ、臨床現場においても実際に行われて

(2014/11/12 受付)

連絡先 : 笹本 嘉朝 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町 1398 新潟医療福祉大学義肢装具自立支援学科
TEL・FAX : 025-257-4725 (研究室直通)
E-mail : sasamoto@nuhw.ac.jp



図 1. 母趾外転筋加圧計測

いる。一部の専門家による靴パッド調整においては、母趾外転筋を圧迫することにより外反母趾の矯正に効果が認められているが、母趾外転筋への直接的なアプローチにおける数値による詳細な検討がされていないのが現状である。そこで本研究は足底装具の基本設計に資するため、母趾外転筋を外反母趾矯正に使用するための母趾外転筋に対する加圧の効果を定量的に検討する。

対象と方法

1. 対象

対象は本研究に関心を持ち、被験者協力に志願した健常女子大学生 26 名（年齢 19.4 ± 0.9 歳）、52 足（足長 23.0 ± 1.1 cm）を対象とした。

2. 計測

1) 足型計測

基本情報となる足型計測は椅子座位による半荷重とし、フットプリントを用いて行った。計測項目は足長、足囲、足幅、踵幅とし、第 1 趾側角度は内田ら⁸⁾の方法により計測した。

2) 母趾外転筋加圧計測 (図 1)

椅子座位にて足部を浮かせ、母趾外転筋が弛緩した状態で徒手筋力測定評価器 (Micro FET, 日本メディックス) を用いて計測を行った。自作の加圧部はコルクゴム製で験者の母指をイメージして半球体形状 (直径 25mm, 厚さ 10mm) とし、母趾が最も外転する位置を特定した後に母趾外転筋を圧迫した。このときの加圧測定は同一の験者

が行い、母趾外転筋の圧縮が骨で止まるまでとして、加圧力、加圧角度、加圧位置および加圧矯正角度 (加圧によって戻った母趾の角度) を記録した。

3. 統計分析

相関および回帰分析には Spearman's correlation を用い、有意水準は 5% とした。

結 果

被験者全数における足長に対する足幅率は平均 39.9%, 第 1 趾側角度 10.5 度 (表 1), 加圧力 24.8N, 加圧角度 49.5 度, 足長に対する踵からの母趾外転筋の加圧位置 44.7%, 加圧矯正角度 5.8 度であった。(表 2)

第 1 趾側角度が 10 度未満群は除外し、10-14 度群 (15 足), および 15-20 度群 (15 足) に分類し詳細に分析した。(表 3, 4) 10-14 度群において、第 1 趾側角度を x , 加圧力を y としたときの比例式は $y=0.25x+4.75$ で、 r は 0.60 であった。足幅率を x , 加圧矯正角度を y としたときの比例式は $y=-0.14x+41.01$ で、 r は 0.50 と有意な相関が認められた。15-20 度群には顕著な傾向が認められなかった。

考 察

全被験者における第 1 趾側角度は平均 10.5 度で内田ら⁸⁾の先行研究による外反母趾角との相関 ($y=0.829x+0.780$) から外反母趾角は平均 9.5 度、

表 1. 足型計測結果

	足長 (mm)	足囲 (mm)	足幅 (mm)	踵幅 (mm)	足幅率 (%)	第1趾側角度 (度)
全体 (n=52)	229.9±11.0	91.7±4.5	58.6±3.9	227.1±12.0	39.9±1.5	10.5±5.1
第1趾側角度 0-10度 (n=22)	229.7±11.2	90.7±3.4	58.2±3.3	226.4±9.4	39.5±1.5	5.7±2.1
第1趾側角度 10-14度 (n=15)	229.5±10.1	91.9±4.5	58.9±4.6	226.3±13.1	40.1±1.3	10.9±1.2
第1趾側角度 15-20度 (n=15)	230.6±12.2	92.9±5.7	58.7±4.3	228.7±14.6	40.3±1.5	17.1±1.9

表 2. 母趾外転筋圧迫計測結果

	加圧力 (N)	加圧角度 (度)	加圧位置 (足長比 %)	加圧矯正角度 (度)
全体 (n=52)	24.8±3.5	49.5±7.0	44.7±2.3	5.8±3.6
第1趾側角度 0-10度 (n=22)	24.5±3.9	50.7±5.7	44.7±2.7	4.8±4.2
第1趾側角度 10-14度 (n=15)	24.5±3.4	50.4±8.3	44.9±2.0	6.9±3.6
第1趾側角度 15-20度 (n=15)	25.7±2.9	46.9±7.3	44.5±2.0	6.0±2.3

表 3. 第1趾側角度 (10-14度群) 相関分析結果 (r)

	第1趾側角度	加圧力	加圧角度	加圧位置	加圧矯正角度
足幅率	0.19	0.41	0.21	0.21	0.50*
第1趾側角度	—	0.60**	0.28	0.25	0.01
加圧力	—	—	0.11	0.07	0.27
加圧角度	—	—	—	0.42	0.09
加圧位置	—	—	—	—	0.23

* : P<0.05 ** : P<0.01

表 4. 第1趾側角度 (15-20度群) 相関分析結果 (r)

	第1趾側角度	加圧力	加圧角度	加圧位置	加圧矯正角度
足幅率	0.04	0.13	0.02	0.17	0.15
第1趾側角度	—	0.17	0.16	0.14	0.07
加圧力	—	—	0.09	0.22	0.31
加圧角度	—	—	—	0.09	0.02
加圧位置	—	—	—	—	0.12

第1趾側角度が最大であった20度では外反母趾角は17.4度であると推定され、20度以上を外反母趾とする外反母趾診療ガイドライン⁹⁾に準拠すると全被験者は健常足と考えられた。加圧による最大母趾外転時の結果から、加圧力は平均24.8N、加圧角度49.5度となることが示唆され、母趾外転に最も効果が認められた加圧位置は足長に対し、踵

から44.7%の位置であり、楔舟関節付近に相当すると推察された。第1趾側角度を詳細に検討した結果、15-20度群には顕著な傾向が認められなかったが、10-14度群において、第1趾側角度が増加すると加圧力もそれに伴い増力が要求され、その相関は $r=0.60$ と高くなっていた。それは第1趾側角度が増加すると母趾外転筋の筋長が長くなるた

め、これを加圧によって矯正に利用しようとするならば、より大きな加圧力が必要となるのではなかったかと推察した。回帰分析の結果より、足幅率が大きくなるにしたがい加圧矯正角度は小さくなり、この相関は $r=0.50$ と高くなっていた。足幅率が大きくなるということは、M1-M2角が開大していることが予想されるため、第1MTP関節のみの外転方向への矯正効率が低下したのではないかと考えられた。

足底装具の製作に当たっては筆者の経験上、舟状骨を内側縦アーチの頂点として設計することが多く、外反母趾の治療と併用する場合には横アーチサポート部にパッドを加えた足部骨格への直接的アプローチを行っている。今回の結果から母趾外転矯正には骨格のみならず、足部内側表層にあり、足部内在筋の中で最大とされる母趾外転筋への直接的アプローチを併用することが、足底装具における母趾外転矯正に有効であると考えられた。しかし、外反母趾においては進行とともに母趾外転筋の足底偏位に伴う母趾屈曲作用の増大があげられ、母趾外転筋への直接的アプローチは母趾屈曲を助長する可能性があるため、外反母趾治療においては注意が必要と考えられる。早期からの母趾外転筋への直接的なアプローチは外反母趾予防として有効であると考えられた。

結 語

母趾外転筋を圧迫する角度は約50度とし、約

25Nで加圧するように、足底装具の内側縦アーチサポート部を製作する目安を示すことができた。10-14度群では、第1趾側角度から適切な加圧力を算出し、足幅率から加圧矯正角度を推測することができると考えられた。今後は外反母趾を有する青壮年層も対象として検討することが必要であると考えられる。

文 献

- 1) Coughlin Mj, Idaho B. Hallux valgus. J Bone Joint Surg Am 1996; 78: 932-66.
- 2) 佐藤雅人, 佐藤栄作, 沼部有宏他. 若年者外反母趾傾向の調査. 靴の医学 1994; 7: 54-6.
- 3) 清水新悟, 花村浩克, 佐橋政次他. 外反母趾変形に対する足底挿板と靴のフィッティングの短期成績. 靴の医学 2013; 26 (2): 73-7.
- 4) 清水新悟, 鈴木信介, 徳田康彦他. 外反母趾に対する足底挿板療法の短期効果. 理学療法ジャーナル 2009; 43 (8): 725-30.
- 5) 高井聡志, 浦辺幸夫, 前田慶明他. 外反母趾治療に対する母趾外転筋電気刺激の効果. 運動療法と物理療法 2012; 23 (3): 280-5.
- 6) 村上茂雄, 森田正治, 清水和代他. 足部内在筋と外在筋の機能. 福岡国際医療福祉学院紀要 2008; 4: 61-4.
- 7) 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. 日本足の外科学会雑誌 2000; 21 (2): 12-6.
- 8) 内田俊彦, 藤原和朗, 高岡 淳他. 外反母趾角の計測. 靴の医学 2002; 16: 47-50.
- 9) 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会外反母趾ガイドライン策定委員会編. 外反母趾診療ガイドライン. 外反母趾ガイドライン策定委員会. 東京: 江南堂; 2008.

母趾圧迫力測定法に関する検討—立位法と座位法の比較—

Assessment of the compression force of the big toe : comparison of the measuring methods

¹⁾医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 リハビリテーション科

²⁾整形外科

¹⁾Dept. of Rehabilitation, ²⁾Dept. of Orthopaedic, Hitsujigaoka Hospital

杉原 悠¹⁾, 安部 雄士¹⁾, 須貝奈美子¹⁾, 倉 秀治²⁾
Yu Sugihara¹⁾, Takeshi Abe¹⁾, Namiko Sugai¹⁾, Hideji Kura²⁾

Key words : 母趾圧迫力 (Compression force of the big toe), 測定方法 (Measuring method), 外反母趾 (Hallux valgus)

要 旨

〔目的〕端座位法と傾斜台上立位法における母趾圧迫力を測定し、両者の測定値を比較検討することを目的とした。〔方法〕健常成人 30 名を対象とし、ハンドヘルドダイナモメータを使用し母趾圧迫力測定値を計測した。測定肢位を、股関節・膝関節屈曲 90°、足関節背屈 0°の端座位（以下、端座位法）と、リハビリテーション用起立練習傾斜ベッドを 75°傾斜させ股関節・膝関節を伸展 0°、足関節を背屈 0°とした傾斜台上立位（以下、傾斜台上立位法）の 2 条件とした。〔結果〕各測定肢位における母趾圧迫力測定値の間に正の相関がみられた。〔結論〕代償運動を抑制するために、足・膝・股関節の角度を正確に設定することにより、端座位法は、より簡便な母趾圧迫力の測定方法として使用できることが示された。

緒 言

母趾圧迫力は立位姿勢制御に関わる要因の 1 つとして挙げられ、その測定は、高齢者の転倒リスクや若年者の動的全身運動能力の評価に有用となる^{1)~3)}。当院では、外反母趾をはじめとした足部疾患患者に対し経時的に母趾の圧迫力を測定し、治療効果を判断する 1 つの指標としている。また、患者に対して具体的な数値を示してフィードバックすることにより、リハビリテーションへのモチベーション向上が期待できる。母趾圧迫力の測定方法には、主に端座位で測定する方法と傾斜台を用いて立位で測定する方法があり、それぞれに利点・欠点がある。しかし、これまで 2 つの方法にて母趾圧迫力を測定し、比較検討した研究はない。

本研究は、端座位法と傾斜台上立位法における母趾圧迫力を測定し、両者の測定値を比較検討することを目的とした。

対象と方法

健常成人 30 名の右足 30 足（男性：20 名，女性：10 名，年齢：平均 24.7 ± 3.1 歳，22 ~ 32 歳）を対象とした。

(2014/11/04 受付)

連絡先：杉原 悠 〒004-0021 北海道札幌市厚別区
青葉町 3-1-10 医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 リハビリテーション科
TEL 011-351-2211 FAX 011-351-2210
E-mail fqfqr210800@yahoo.co.jp



図1. ハンドヘルドダイナモメータによる母趾圧迫力測定
測定精度0.1 (N) のハンドヘルドダイナモメータ (JTech社製, PinchTrack COMMANDER.) を使用し, 足底面に設置したセンサーを母趾で圧迫した際の力を測定した。



図3. 傾斜台上立位法

リハビリテーション用起立練習傾斜ベッドを用い, 背臥位より75°傾斜させ, 股関節と膝関節は伸展0°, 足関節は背屈0°にて計測した。



図2. 端座位法

昇降可能なベッドに座らせて, 座面から下腿を下垂させ, 股関節と膝関節はそれぞれ屈曲90°, 足関節は背屈0°として計測した。

母趾圧迫力の測定には測定精度0.1 (N) のハンドヘルドダイナモメータ (JTech社製, PinchTrack COMMANDER. 図1) を使用し, 足底面に設置したセンサーを母趾で圧迫した際の力

を測定した。測定は, 端座位法と傾斜台上立位法の2種類の肢位にて行った。各肢位で3回ずつ練習した後に, 測定間に5秒の休息を取りながら各3回計測した。

1) 端座位法 (図2)

昇降可能なベッドを用いて, 座面から下腿を下垂させて股関節と膝関節はそれぞれ屈曲90°, 足関節は背屈0°にて計測した。

2) 傾斜台上立位法 (図3)

リハビリテーション用起立練習傾斜ベッドを用い, 渡邊ら⁴⁾の方法に準じ, 背臥位より75°傾斜させた肢位とし, 股関節と膝関節は伸展0°・足関節は背屈0°にて計測した。

〈統計学的解析〉

得られた平均値を体重で除した値を使用し, 2条件間の相関関係はPearsonの積率相関係数を用いて検討した。有意水準は5%未満とした。また, 各方法の信頼性は級内相関係数ICC (1, 3) を算出し検討した。

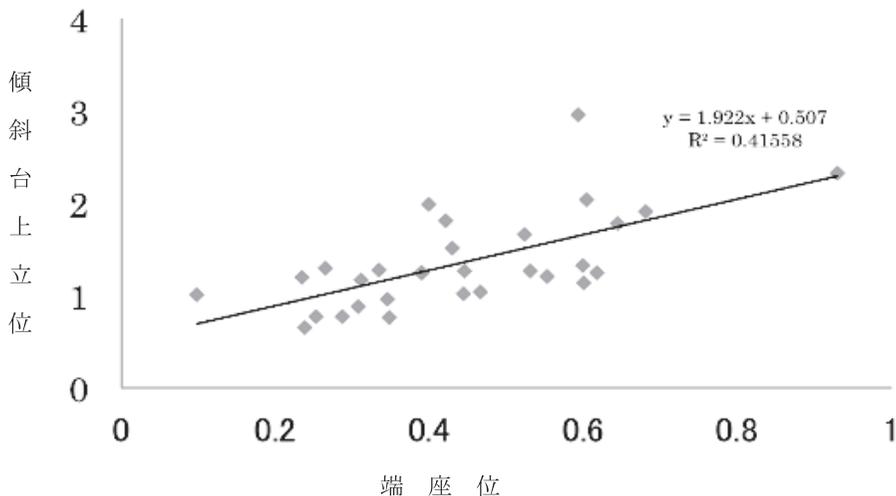


図4. 端座位法と傾斜台上立位法の母趾圧迫力測定値. 両法の計測値間に正の相関関係 ($n = 30$, $r = 0.70$, $p < 0.05$) を認めた.

結 果

母趾圧迫力の平均値は、端座位法が0.46N/kg、傾斜台上立位法が1.71N/kgであった。母趾圧迫力は両計測方法間に正の相関が認められた ($n = 30$, $r = 0.70$, $p < 0.05$, 図4)。また、検者内信頼性を表す級内相関係数は、端座位法が0.93、傾斜台上立位法が0.98と高い値を示した。

考 察

両測定法での母趾圧迫力を比較すると、傾斜台上立位法が端座位法よりも約3.7倍高い値を示した。この原因として、傾斜台上立位法は端座位法よりも足底面にかかる体重負荷が大きいことから足部がより安定したことが考えられる。また、足部と趾の屈筋群は連結し⁶⁾共同して作用するため、足部屈筋群が作用しやすい膝関節伸展位をとる傾斜台上立位は足趾屈筋群の筋力を高めるのに有利であったことが考えられる。

端座位法では体幹が不安定であるため、代償運動が生じやすく信頼性の高い母趾圧迫力の測定が困難となる可能性がある。しかし、今回の研究結果では、両測定法間に相関係数0.70と強い相関が

あった。さらに両測定法の信頼性に関しても、Landisら⁵⁾の信頼係数の基準では almost perfect (0.81~1) となり、どちらも非常に高い信頼性のある測定法であることが明らかとなった。以上の結果から端座位法は傾斜台上立位法の代替となり得ることが示唆された。

傾斜台上立位法は立位姿勢に近い荷重下での測定であるため、立位バランス能力や歩行能力がより反映されやすく、足底挿板や治療装具の装着による矯正効果の評価が可能である⁴⁾という利点がある。傾斜台上立位法と比較して端座位法の利点には、傾斜台が不要であること、施設内のベッドサイドや訪問先での測定も可能であることがあげられる。

本研究の結果から、端座位法は簡便で信頼性の高い有用な母趾圧迫力の測定法であり、傾斜台上立位法の代替となり得ると考える。

ま と め

1. 端座位法と傾斜台上立位法での母趾圧迫力を計測し比較した。
2. 両計測法はどちらも信頼性が高く、両者間の計測値には統計学的に有意な正の相関がみられた。

3. 端座位法は簡便で信頼性の高い方法であり、傾斜台上立位法の代替法となり得ることが示唆された。

文 献

- 1) 木藤伸宏, 井原秀俊, 三輪 恵他. 高齢者転倒予防としての足趾トレーニングの効果. 理学療法学 2000; 28: 313-9.
- 2) 宇佐波政輝, 中山彰一, 高柳清美. 足趾屈筋群の筋力強化が粗大筋力や動的運動に及ぼす影響—足趾把持

訓練を用いて—. 九州スポーツ学会誌 1994; 6: 81-5.

- 3) 加辺憲人. 足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究. 理学療法科学 2002; 17 (3): 199-204.
- 4) 渡邊裕之, 鳥居 俊. 外反母趾における母趾屈曲筋力の測定. 日足外会誌 1997; 18: 168-71.
- 5) Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1977; 33: 159-74.
- 6) 河上敬介, 磯貝 香他. 骨格筋の形と触察法. 初版. 河上敬介, 磯貝 香. 日本: 大峰閣; 1998. 10.

乳幼児の足の発育標準値のための基礎資料の検討

A basic data analysis of the foot growth for the Standardization during childhood

神戸大学大学院人間発達環境学研究科

Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

上田 恵子, 國土 将平

Keiko Ueda, Shohei Kokudo

Key words : 足長 (foot length), 発育発達 (child growth), 発育標準値 (growth standard), LMS法 (LMS method), JIS規格 (Japanese Industrial Standards)

要 旨

本研究では、乳幼児を対象に、足の発育標準値作成のための基礎資料を収集し、現時点での足の発育標準値を作成することを目的とした。対象は、国内の13の保育園と幼稚園に通う1歳から6歳の乳幼児の合計1,721名(男児916名, 女児805名)であり、足長、足幅を測定した。足長、足幅ならびに足幅/足長比の発育標準値、足長に対する足幅のパーセンタイル値の結果から、LMS法により、乳幼児の足の発育曲線を作成した。靴のサイズについて規定したJIS S 5037の数値と比較し、検討を行った所、3歳以下は、実際の足のサイズと適合せず、実態に即した適切な靴のサイズを選択できない可能性があることが示唆された。

緒 言

子どもの発育には個人差があり、特に乳幼児の身体発育においては、年月齢別の基準と比較する

方法が用いられている。我が国では、厚生労働省が10年ごとに乳幼児身体発育調査を実施し、乳幼児の身長、体重、頭囲及び胸囲の計測結果をもとに、発育曲線が作成されている。この調査では、LMS法¹⁾という、世界的に広く採用されている手法を用いており、この集計結果は、母子健康手帳に掲載され、乳幼児身体発育曲線として、乳幼児の身体発育や栄養状態の評価、医学的診断に活用されている。

これまでの足に関する大規模調査では、児童生徒を対象にしたものが多く²⁾、3歳児以下を対象にしたものは少ない。また、LMS法を用いた幼児の発育標準値の作成は、厚生労働省の乳幼児身体発育調査の他、東南アジアや開発途上国の子どもを対象にした報告³⁾があるが、足についての報告はみられない。従って、乳幼児期の足の発育を標準化することは、身体発育を評価する新たな基礎資料となると考える。

近年、子どもの足と靴の不適合等による、足の障害が問題となっている⁴⁾⁵⁾。乳幼児期の足の発育標準に関しては、その標準化が行われておらず、当該時期の靴の適合等にも発育標準の資料が生かされていない。日本工業規格 靴のサイズ JIS S 5037⁶⁾は、1998年に改訂されたが、その幼児の資

(2014/12/15 受付)

連絡先: 上田 恵子 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区鶴甲 3-11 神戸大学人間発達環境学研究科 國土研究室
TEL 078-803-7716 FAX 078-803-7716
E-mail allurekeiko@gmail.com

表 1. 標本

(人)			
年齢 (歳)	男児	女児	合計
1.5	36	45	81
2.0	61	52	113
2.5	67	60	127
3.0	78	76	154
3.5	125	111	236
4.0	116	96	212
4.5	102	103	205
5.0	128	97	225
5.5	118	92	210
6.0	85	73	158
合計	916	805	1721

料は 1977 年の調査書に基づくものである。特に 3～6 歳の資料は、足長発育に対する足囲の数値を外挿したものであり、その資料的根拠は十分ではない可能性がある。

本研究では、乳幼児の足長、足幅より、足の発育の標準値作成のための資料を収集し、得られた資料より、現時点での足長、足幅、足幅/足長比の発育標準値を作成し、その発育曲線と JIS S 5037 の数値の比較を行うことを目的とする。

対象と方法

対象は、千葉県、埼玉県、富山県、福岡県、熊本県の総計 13 の保育園と幼稚園に通う、同意の得られた 1 歳から 6 歳の健常園児、男児 916 名、女児 805 名の合計 1,721 名であった。(表 1) 調査時期は、2013 年 8～11 月、2014 年 8～9 月で、午前中に測定を行った。幼児の年齢は、生年月日と測定日より月齢を算出した。測定装置は、足裏バランス測定装置「Foot Look」(株式会社フットルック社製)を用い、JIS S5037 の測定法により、全て右足の計測値を用いた。なお、筆者が所属する子どもの足と靴の研究会の未発表の資料において、直接計測とフットルックでの計測結果を検討したところ、直接計測値とフットルックの計測値の差は $0 \pm 0.58\text{mm}$ であり、フットルックの計測値の信頼性を確認している。

足の発育の標準化の方法については、年齢に対する足長、足幅、足幅/足長比ならびに足長に対する足幅について、LMS 法を用いて、3、10、25、50、75、90、97 パーセントイル値を求めた。さらに、足長に対する足幅の発育標準曲線を上記と同様に LMS 法で求め、求めた曲線と JIS S 5037 の付表 3 子供用の靴のサイズを比較し、実際の足と靴の適合について検討を行った。

統計解析ソフトは、SPSS package 21 for Mac および R (3.11) を用いた。

結 果

図 1 から図 3 に、本研究で得られた乳幼児の足長、足幅、足幅/足長比の発育標準曲線を示す。足長の 50 パーセントイル値は、1.5 歳で 12.7cm、2.0 歳で 13.4cm、2.5 歳で 14.0cm、3.0 歳で 14.6cm、3.5 歳で 15.1cm、4.0 歳で 15.6cm、4.5 歳で 16.1cm、5.0 歳で 16.6cm、5.5 歳で 17.0cm、6.0 歳で 17.5cm であった。足幅の 50 パーセントイル値は、1.5 歳で 5.6cm、2.0 歳で 5.8cm、2.5 歳で 6.0cm、3.0 歳で 6.1cm、3.5 歳で 6.3cm、4.0 歳で 6.5cm、4.5 歳で 6.6cm、5.0 歳で 6.8cm、5.5 歳で 7.0cm、6.0 歳で 7.1cm であった。足幅/足長比の 50 パーセントイル値は、1.5 歳で 43.7%、2.0 歳で 43.2%、2.5 歳で 42.7%、3.0 歳で 42.2%、3.5 歳で 41.7%、4.0 歳で 41.4%、4.5 歳で 41.2%、5.0 歳で 41.0%、5.5 歳で 41.0%、6.0 歳で 40.9% であった。

図 4 に、本研究で得られた乳幼児の足長に対する足幅の発育標準曲線と JIS 規格 S5037-1998 の付表 3「子供用の靴のサイズ」の数値を重ね合わせたものを示す。本研究の 50 パーセントイル値は、12cm で 5.3cm、13cm で 5.6cm、14cm で 6.0cm、15cm で 6.3cm、16cm で 6.6cm、17cm で 6.9cm、18cm で 7.3cm、19cm で 7.7cm、20cm で 8.1cm であった。(図 1～4)

考 察

足長について、1～10 歳を対象にした人間生活工学研究センターの調査 (2007)⁷⁾では、50 パーセ

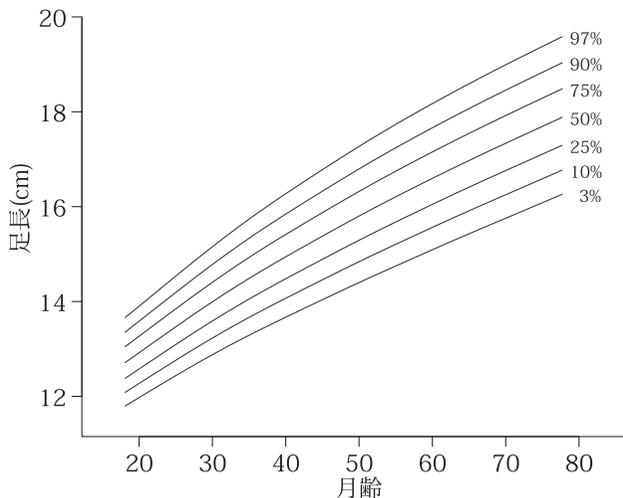


図1. 足長の発育曲線

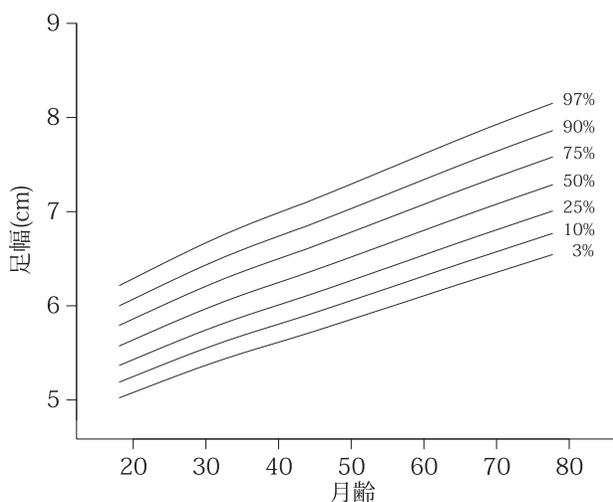


図2. 足幅の発育曲線

ンタイトル値が、2歳では13.4cm、3歳では14.7cm、4歳では15.9cm、5歳では16.65cm、6歳では17.7cmであり、全ての年齢で同等の値を示した。0～4歳の乳幼児を対象にした木岡らの研究(1996)⁸⁾では、1.5～2.0歳で12.64cm、2.0～2.5歳で13.45cm、2.5～3.0歳で13.97cmであり、本研究の方が0.2～0.4cm大きい傾向であった。

足幅について、木岡らの研究(1996)では、1.5～2.0歳で5.40cm、2.0～2.5歳で5.67cm、2.5～3.0

歳で5.80cm、3.0～3.5歳で6.25cm、3.5～4.0歳で6.16cmであり、本研究の方が全体的に0.0～0.2cm大きい傾向であったが、極めて近い数値であった。

足長/足幅比について、1～13歳までの7788名を対象にしたSteffenらの研究(2012)⁹⁾では、1歳で44%、2歳で42%、3歳で41%、4歳で40%、5歳で39%、6歳で39%であり、本研究の結果よりも低い比率であったが、年齢が上がるとともに比率が減少するという傾向は同じであった。

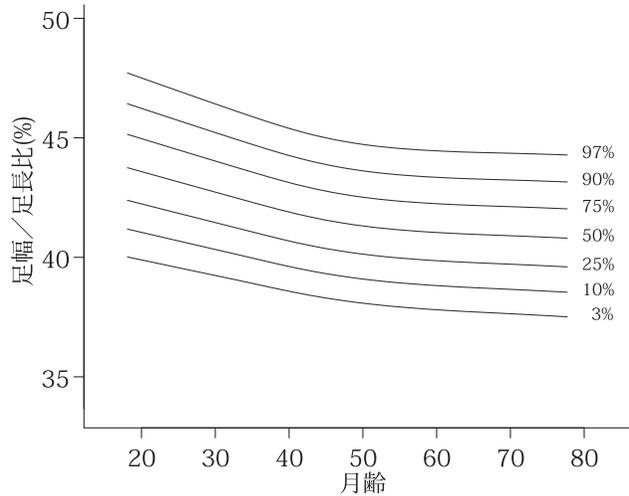


図3. 足幅/足長比の発育曲線

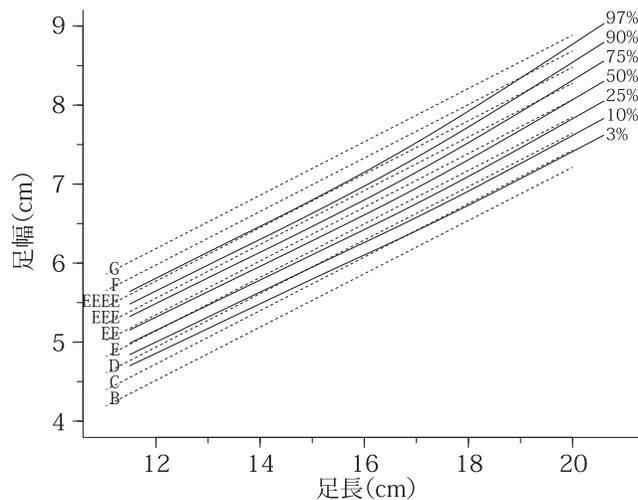


図4. 足長に対する足幅の発育曲線と JIS S 5037 との比較

また、LMS法で作成した足長に対する足幅の発育標準曲線に、JIS S 5037「子供用の靴のサイズ」の数値を重ね合わせて検討した。大野らの研究(1997)¹⁰⁾では、JIS規格制定の際に3歳時未満は計測されておらず、足長150ミリ以下の足囲の数値は足長150ミリ以上の数値から等差で割り出されているため、足の計測値とのズレが生じていると指摘している。1998年改正時のJIS規格のデータは7歳以上であり、人間生活工学研究センターの

調査(2007)の7歳の足長の50%値の18.6cmよりも大きい数値では、C~F間に分散しており、子どもの足の実態と合致している。しかしながら、3~6歳では、JIS制定時の1977年のデータの足長足囲から等差で数値が求められている。その実態は、本研究の3歳の足長の50%値が14.6cmであることから、14.6cm~18.6cmの間をみると、足幅は狭くなっており、C~EEEE間に分散している。さらに、3歳の14.6cmより下の数値をみると、D

～EEEE 間に分散している。

最近では、通常 EE しかサイズ展開が行われていなかった子ども靴のサイズに、E と EEE を追加する靴メーカーがあり、子ども靴のサイズバリエーションが増えてきているという現状がある。しかしながら、本研究の結果を考慮するならば、全年齢を通して、足幅の狭い子どもが 20～25%、足幅の広い子どもが 10～25% 存在しているため、さらに実態に即したサイズ展開が必要であると考える。

本研究では、地域を変えた複数園で調査を実施した。LMS 法では、各年齢における標本数は 1000 名以上が望ましいとされている。今後も調査を継続し、乳幼児の足のデータを蓄積し、引き続き標準値を求めたいと考える。

結 語

本研究の目的は、乳幼児の足長、足幅より、足の発育の標準値作成のための資料を収集し、得られた資料より、現時点での足長、足幅、足幅/足長比の発育標準値を作成することである。また、作成した発育曲線と日本工業規格 JIS S 5037 との比較では、JIS 規格制定時は 3 歳以下の計測が行われていないことから、実際の足のサイズとは適合しておらず、実態に即した、適切な靴のサイズを

選択できない可能性があることが示唆された。

文 献

- 1) Cole, T.J, Green, P.J. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 1992; 11: 1305-19.
- 2) 足の健康と靴のしおり改訂版. 日本学校保健学会; 平成 21 年.
- 3) 國土将平, 中野貴博, 佐川哲也他. タイ王国・ミャンマー連邦に居住する 8 民族の身長発育曲線の検討. *発育発達研究* 2010; 46: 11-26.
- 4) 柴田祥江, 大野貞枝, 中村 元他. 幼児靴—保育園児の着用靴と足の成長—. *靴の医学* 2001; 15 (2): 27-32.
- 5) 塩之谷香, 片瀬真由美, 宮崎康介他. 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) 靴のサイズ JIS 5037:1998. 第 2 版. 日本規格協会 1998; 1-13.
- 7) 平成 19 年度機械製品の安全性向上のための子どもの身体特性データベースの構築及び身体特性データベースを用いた人体損傷可視化手法の開発に関する調査研究報告書. 日本機械工業連合会, 人間生活工学研究センター; 2008. 57.
- 8) 木岡悦子, 森 由紀, 古田幸子他. 歩き始めの子どもを対象とした靴設計に関する基礎的研究 (第 1 報) 成長と足部形状の分類. *日本家政学会誌* 1996; 47 (4): 357-68.
- 9) Muller S, Carlsohn A, Muller J, et al. Static and dynamic foot characteristics in children aged 1-13 years: A cross-sectional study. *Gait & Posture* 2012; 35: 389-394.
- 10) 大野貞枝, 梶野眞人, 柴田祥江他. 子ども靴と日本工業規格 JIS について. *靴の医学* 1997; 11: 91-8.

サッカー選手における Os subtibiale の
発生頻度と超音波検査による描出
The visualized by ultrasonography and
the occurrence frequency of Os subtibiale in soccer players

¹⁾帝京平成大学地域医療学部

²⁾上武大学ビジネス情報学部

³⁾茨城県立医療大学保健医療学部

⁴⁾帝京平成大学大学院健康科学研究科

¹⁾Faculty of Regional Health Therapy, Teikyo Heisei University

²⁾Faculty of Information Systems in Business, Jobu University

³⁾Faculty of Health Sciences, Ibaraki Prefectural University

⁴⁾Graduate School of Health Sciences, Teikyo Heisei University

伊藤 新¹⁾, 小林 直行²⁾, 増成 暁彦³⁾, 吉田 成仁⁴⁾
Arata Ito¹⁾, Naoyuki Kobayashi²⁾, Akihiko Masunari³⁾, Naruto Yoshida⁴⁾

Key words : 超音波検査 (ultrasonography), Os subtibiale (Os subtibiale), サッカー選手 (soccer players)

要 旨

Os subtibiale は発生頻度が低いため、スポーツ選手の発生頻度の報告や超音波検査の報告はほとんどない。本研究ではサッカー選手における Os subtibiale の発生頻度と超音波検査の有用性について検討した。

サッカー選手 60 足を対象とし単純 X 線検査と超音波検査を行い、各検査で Os subtibiale の有無を評価した。発生頻度は単純 X 線写真での有無を算出した。超音波検査は足関節内果遠位端部にプローブをあて三角靭帯を撮像した。

(2014/10/29 受付)

連絡先：伊藤 新 〒290-0193 千葉県市原市うらい
ど南 4-1 帝京平成大学千葉キャンパス
TEL 0436-74-5699 FAX 0436-74-5699
E-mail a.ito@thu.ac.jp

Os subtibiale の発生頻度は 10.0% で過去の報告よりも高い傾向となった。超音波検査は正診率が高く有用性があると考えられた。

a) 緒 言

Os subtibiale は、足関節内果遠位端部に発生する副骨であり¹⁾、足関節周囲における副骨の中で発生頻度が低いと報告されている。鶴田らの一般外来における発生頻度の調査では 0.9% であることや²⁾、Coral は 0.2~1.2%³⁾ と報告している。一方、スポーツ選手の発生頻度の報告はサッカー選手に多いと言われている⁴⁾ が、その詳細についての報告はほとんどない。Os subtibiale は、存在自体が症状の原因となるわけではないが、外傷や足関節に加わるストレスによって疼痛が発生することがあるため、サッカー選手における Os subtibiale の発



図 1. Os subtibiale の撮像法

背臥位にて足関節約 20° 底屈位で内果遠位端部にプローブを長軸にあてプローブの遠位部を後面から前面に移動し三角靭帯を撮像する。

生頻度を知ることは重要である。

Os subtibiale の評価は、単純 X 線写真や MRI などで行われ、骨片の大きさや形態の評価に用いられている⁴⁾。しかし、これらの検査は、被曝の問題や検査時間が長いなどの問題点も含まれている⁵⁾。近年、超音波診断装置は技術の進歩により、フルデジタル化に伴う高画質化や高解像度のプローブの導入などにより、骨の輪郭や表面構造も評価できると報告されている⁶⁾。超音波検査による足関節周囲の副骨の評価は、Os subfibulare を外果遠位端部にて線状高エコー像として評価可能と報告されているが⁶⁾、Os subtibiale を撮像した報告はなされていない。Os subtibiale を超音波検査で評価できれば、骨片だけでなくその周囲の軟部組織の状態を知ることや、他の疾患と鑑別する目的で応用が可能と考えられる。また、検査時間が短縮でき、患者負担の軽減につながるため、他の検査よりも有用性が高いと考えられる。

Os subtibiale の治療法は、保存療法が第 1 に選択され、ギプス固定⁴⁾や足底挿板など⁷⁾が用いられている。しかし、ギプス固定は、3~4 週間の固定を行うため、固定除去後に筋力低下や関節可動域の制限などが起こる可能性があることから、足底挿板などを用いた方が、有用性が高いと考えられる。したがって、超音波検査にて内部構造を評価し、より詳細な情報を得ることで足底挿板や補装具の作成、シューズの開発など、今後の治療に応

用できると考えられる。

本研究の目的は、サッカー選手における Os subtibiale の発生頻度と超音波検査の有用性について検討することである。

b) 対象と方法

男子大学サッカー選手 32 名 60 足 (20±0.7 歳, 174.4±4.9cm, 66.1±5.6kg) を対象とした。

単純 X 線撮影の方法は、管球フィルム間距離 1m で、足関節正面・側面の 2 方向撮影を行った。足関節正面像の撮影は、背臥位の状態で検側の踵部をカセットに密着させ、膝関節約 20° 屈曲位、足関節約 20° 底屈位、下腿を約 20° 内旋位とし、第 2 趾と踵部の中央を結ぶ線を基準とし撮影した。また、足関節側面像の撮影は、側臥位とし、反対側の膝関節を約 20° 屈曲位とし、対象側の腓骨および足部外側縁をカセットに付け、足関節約 20° 底屈位として撮影した。

超音波検査は、超音波診断装置である MYLAB5 7.5MHz プローブ (日立メディコ製) を使用した。Os subtibiale の撮像法は、背臥位にて足関節約 20° 底屈位とし、足関節内果遠位端部にプローブを下腿にあて、プローブの遠位部を足関節後面に移動させ、中央部、前面に移動し三角靭帯を撮像した。(図 1)

超音波検査は、超音波診断装置の操作経験を有する者が行った。各検査で得られた画像で Os subtibiale を認めた場合は陽性、認められない場

合を陰性として評価した。

Os subtibiale の発生頻度は、単純 X 線写真での有無を評価し算出した。超音波検査での Os subtibiale は、三角靭帯の深層に認められる線状高エコー像や卵円形の高エコー像を評価した。なお、本研究では、足関節内果遠位端部に発生する過剰骨をすべて Os subtibiale と定義した。統計処理は、単純 X 線写真に対する超音波像の評価を感度、特異度、偽陽性率、偽陰性率、陽性的中率、陰性的中率、正診率を用いてそれぞれ算出した。

表 1. Os subtibiale の発生頻度

	陽性	陰性
右足	1 足 (1.7%)	29 足 (48.3%)
左足	5 足 (8.3%)	25 足 (41.7%)
合計	6 足 (10.0%)	54 足 (90.0%)

c) 結 果

単純 X 線写真における Os subtibiale の発生頻度を表 1 に示した。60 足中に陽性と認められたのは右 1 足 (1.7%)、左 5 足 (8.3%) で合計 6 足 (10.0%) であった。陰性は右 29 足 (48.3%)、左 25 足 (41.7%) で合計 54 足 (90.0%) であった。

単純 X 線写真と超音波像の評価結果の一覧を表 2 に示した。単純 X 線写真と超音波像の両方で陽性と認められたのが 5 足 (8.3%)、単純 X 線写真で陽性、超音波像で陰性であったのが 1 足 (1.7%)、単純 X 線写真で陰性、超音波像で陽性と認められたのが 3 足 (5.0%)、単純 X 線写真と超音波像の両方で陰性となったのが 51 足 (85.0%) であった。

これらの評価結果の比較は、感度 83.3%、特異度 96.3%、偽陽性率 3.7%、偽陰性率 16.7%、陽性的中率 62.5%、陰性的中率 98.1%、正診率 93.3%

表 2. 単純 X 線写真と超音波像の評価結果

超音波像	単純 X 線写真			合計
	陽性	陰性	合計	
陽性	5 足 (8.3%)	3 足 (5.0%)	8 足 (13.3%)	
陰性	1 足 (1.7%)	51 足 (85.0%)	51 足 (86.7%)	
合計	6 足 (10.0%)	54 足 (90.0%)	60 足 (100%)	

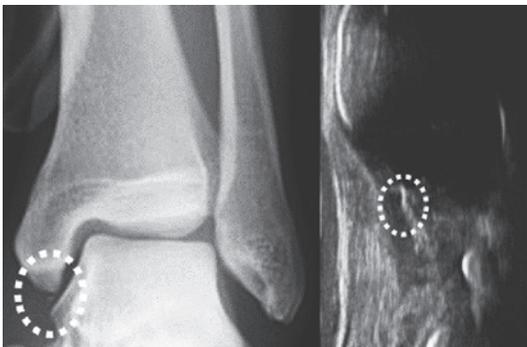


図 2. Os subtibiale の陽性例

a. 単純 X 線写真正面像 b. 超音波長軸像

単純 X 線写真正面像において脛骨遠位端に骨片を認める (a)。超音波像でも線状高エコー像として評価可能であった (b)。

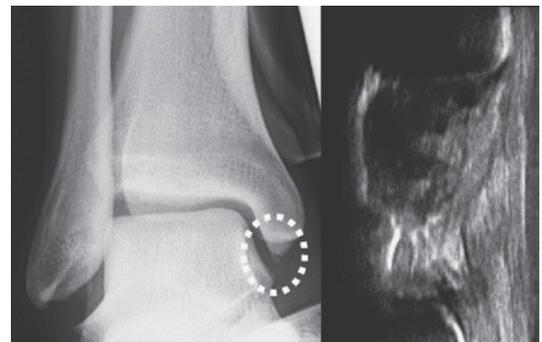


図 3. 偽陰性例

a. 単純 X 線写真正面像 b. 超音波長軸像

単純 X 線写真正面像において内果遠位端に骨片を認める (a)。超音波像では線状高エコー像が認められなかった (b)。

であった。これらの結果から特異度に比べ感度がやや低いことから偽陰性率が高い傾向となった。

d) 考 察

サッカー選手を対象とした本研究では、Os subtibialeの発生頻度が10.0%となり、過去の一般外来の報告よりも高い結果となった。Os subtibialeは内果遠位端部に存在する副骨であり、特にサッカー選手に発生頻度が高いと報告されている。サッカー選手は、足関節捻挫や裂離骨折の発生頻度が高く⁹⁾、その多くは内がえし損傷と考えられている。しかし近年の報告では、足関節外がえし損傷は、内がえし損傷とほぼ同じ割合で発生すると報告されている¹⁰⁾。すなわち、サッカーは競技特性から他の競技と比較し、足関節の外反ストレスが加わることが多いため⁸⁾、Os subtibialeの発生頻度が高い理由と考えられた。また、内果遠位端部裂離骨折の遺残による骨片¹⁾もその要因と考えられた。そのため、Os subtibialeが認められた場合は、内側ヒールウェッジなど、外反ストレスを軽減させるような足底挿板などが必要と考えられた。

本研究の超音波検査は、正診率が93.3%であり、有用性が高い結果となった。Os subtibialeの撮像法の報告はほとんどないが、Os subtibialeが内果遠位端部に存在することや、三角靭帯深層に位置しているため、三角靭帯を撮像するとfibrillar patternの深層に線状高エコー像として骨片が描出されることが、評価しやすく正診率が高い理由と考えられた。(図2)一方、本研究では、偽陰性率が高い傾向となった。本研究においてOs subtibialeを撮像する際は、内果遠位端部にプローブを長軸にあて、プローブの遠位部のみを後方から前方に移動させ撮像を行った。(図1)この方法では、プローブの近位部の前方や後方に骨片が認められれば、見落とす可能性があったため、偽陰性

率が高い理由と考えられた。(図3) 今後は、内果遠位端部の前後方を撮像し、その後に三角靭帯のfibrillar patternを撮像することが必要であると考えられた。

本研究では、超音波Bモードの静止画によって評価を行い、正診率が93.3%であり、有用性が高いと考えられた。今後は、有痛性であるOs subtibialeの所見を加えて、比較検討することが、足底挿板などの保存療法に役立つと考えられた。

e) 結 語

サッカー選手のOs subtibialeの発生頻度と超音波検査の有用性について検討した。発生頻度は過去の報告よりも高い結果となった。単純X線検査に対する超音波検査の評価は、正診率が高く有用性があると考えられた。

文 献

- 1) 門田 聡, 長谷川 惇. 足関節内外果部分離骨(副骨)障害に対する鏡視下手術. J MIOS 2009; 51: 41-5.
- 2) 鶴田登代志, 塩川靖夫, 加藤 明他. 足部過剰骨のX線学的研究. 日整会誌 1981; 55: 357-70.
- 3) Coral A. The radiology of skeletal elements in the subtibial region: incidence and significance. Skeletal Radiol 1987; 16: 298-303.
- 4) 乗松敏晴, 乗松崇裕, 進藤裕幸他. 足関節部障害—副核癒合障害を中心として—. 整形外科と災害外科 2001; 50: 155-60.
- 5) 高橋 周. スポーツ傷害に対する超音波診断(下肢). MB Med Reha 2011; 137: 149-55.
- 6) 前田 学, 前田奈々, 熊井 司他. 整形外科クリニックにおける足の超音波診療の実際. 日足外会誌 2011; 32: 55-9.
- 7) 夏目由美子, 田中康仁, 熊井 司他. 足関節内果副核障害の2例. 整形外科 1995; 46: 77-80.
- 8) Ishii T, Miyakawa S, Hayashi K. Traction apophysitis of the medial malleolus. J bone Joint Surg 1994; 76: 802-6.
- 9) Ekstrand J, Tropp H. The incidence of ankle sprains in soccer. Foot Ankle. 1990; 11: 41-4.
- 10) 山本 純, 大沼 寧. J1プロサッカーチームにおける足関節捻挫の発生状況. 日本臨床スポーツ医学会誌 2013; 21: 763-70.

幼児における足長成長速度の季節変動と身長および 体重の発育速度との関連

Seasonal Variation of the Growth Velocity of Foot Length and relationship between the Foot Length and Weight/Height in Preschool Children

¹子どもの足と靴を考える会

²神戸大学大学院人間発達環境学研究所

¹Study Association Child Foot and Shoe

²Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

上田 恵子¹，渡辺 祐子¹，柴田 祥江¹，國土 将平²，大野 貞枝¹
Keiko Ueda¹，Yuko Watanabe¹，Yoshie Shibata¹，Shohei Kokudo²，Sadae Ono¹

Key words : 足長 (foot length)，幼児 (preschool children)，季節変動 (seasonal variation)，
成長速度 (growth velocity)，体格発育 (physical growth)

要 旨

本研究は、足長の成長速度の季節変動、身長と体重の発育速度と足長の成長速度の関連について明らかにすることを目的とした。対象は、1989年より実施している子どもの足の計測調査において、3ヶ月毎に1年間継続して調査を行った年度のうち、足長において欠損値のない保育園児合計58名とした。足長の成長速度では、春と夏に成長速度が大きく、季節変動が存在することが示唆された。身長と足長の成長の関連については、全体では季節毎の相関はみられなかったが、身長の成長速度が加速する秋は、足長の成長速度が小さい

傾向であった。体重と足長の成長の関連については、体重増加が大きい秋は足長の成長速度が小さい傾向であった。

緒 言

当研究会が1989年より実施している子どもの足の計測調査では、足趾が変形ぎみの幼児の靴を調べると、靴の形状・サイズ・履き方のいずれかに問題があることが多い。これまでに、母趾角の外反角度について、足と靴の適合についての関係性¹⁾や足型計測結果の数値と着用靴のサイズを検討した結果、適度と推定されるのは約半数であり、保護者が気づいていない可能性について示唆²⁾、足に適合していない靴は成長期の子どもの足趾の健康に影響を及ぼすことを指摘してきた。また、足に適合していない靴や履き方が原因と考えられる足の障害については、本学会誌でもこれまでに報告されている³⁾。

(2014/11/07 受付)

連絡先：上田 恵子 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区鶴
甲 3-11 神戸大学人間発達環境学研究所 國
土研究室
TEL/FAX 078-803-7716
E-mail allurekeiko@gmail.com

表 1. 調査時期と対象者の性別

調査時期	クラス	(人)		
		男児	女児	合計
2004年3月～2005年3月	4～5歳	10	9	19
2005年6月～2007年6月	3～5歳	13	7	20
2013年6月～2014年6月	4～5歳	10	9	19
合計		33	25	58

子どもの身長と体重の発育速度の季節変動の値については、東郷によれば、身長の季節変動は春から秋に高くなっており、体重は秋から冬にかけて高くなっているという報告がある⁴⁾。また、松本らによれば、幼児では身長も体重も秋に発育速度が高くなっているという報告がある⁵⁾。

足長の季節変動については、当会が2004年3月から2005年3月に、5歳児24名を対象にした足長の季節毎の成長数値の比較⁶⁾の報告がある。しかしながら、その他の研究では、身長と足長の成長⁷⁾や身長と足長の相関⁸⁾、身長と体重と足部の相関⁹⁾¹⁰⁾についての報告しかなく、足長の成長速度の季節変動については報告がみられない。

そこで、足長の成長速度にも季節変動が存在するのであれば、その季節変動に合わせて適切な時期に靴を買い替える必要があるのではないかと考えた。加えて、身長や体重の発育(成長)の季節変動と足長成長の季節変動が連動するならば、身長・体重の変化から足長成長をとらえることも可能となる。

以上のことから、本研究では、2005年以降の調査結果を追加した上で、分析を発展させ、足長の成長速度の季節変動、身長と体重の発育速度と足長の成長速度の関連について検討することを目的とした。

対象と方法

対象は、兵庫県神戸市の私立保育園の健常園児3歳から5歳で、1年間縦断的に足長を測定でき、かつ欠損値のない58名(男児33名、女児25名)延べ人数232名とした。(表1)調査時期は、2004

年3月～2007年6月、2013年6月～2014年6月の3ヶ月に1回、午前中に測定を行なった。身長・体重については、保育園が調査月の初旬に測定した数値を用いた。測定項目は、JIS S5037¹¹⁾による足の間接計測値(2004年3月のみ直接計測値)を用いた。測定方法は、JIS S5037¹¹⁾により、しょう(踵)点から最も長い足指の先端までの距離を求めて足長とし、第1指と第5指の各々の付け根に接する垂線間の水平の長さを足幅とした。間接計測値は外郭投影図による計測値から求め、直接計測値はFoot Gaugeによる計測値から求めた。また、計測値については、全て右足の計測値を用いた。計測は、足の測定経験10年以上の測定者2名が、間接計測、直接計測をそれぞれ単独で行った。なお、男女差は顕著でないことが予想されるが、サンプル数が十分でないため、男女一緒に分析を行った。季節は、3-6月を春、6-9月を夏、9-12月を秋、12-3月を冬とした。

分析方法は、季節毎の足長の成長速度と身長および体重の発育速度が、季節によって変動があるかを明らかにするため、くり返しのある一元配置分散分析を用いた。有意差がみられた場合には、Bonferroniの方法で多重比較検定を行なった。身長と体重の発育速度と足長の成長速度の関連については、季節毎の身長と体重と足長の関連を散布図によって示した。測定日については、各測定日の間隔が等しくなかったため、間隔を一定に補正した上で分析を行なった。足長の成長速度の季節変動については、2004年3月～2007年6月、2013年6月～2014年6月のデータを用い、くり返しのある一元配置分散分析と多重比較検定を行なっ

た。足長と身長と体重の成長の関連については、全てデータが揃った2013年6月～2014年6月のデータを用い、一元配置分散分析と多重比較検定を行なった。加えて、身長ならびに体重の季節毎の発育速度をx軸、足長の成長速度をy軸として、それぞれの平均値ならびに標準偏差を示した。また、季節毎の身長・体重の発育と足長の成長の関連性を検討するため、季節毎のそれぞれの相関係数を求めた。足長の成長速度は、単位をmm/3ヶ月とし、身長と体重の発育速度は、単位をcm/3ヶ月とした。統計解析ソフトは、SPSS package 21 for Macを用いた。なお、全ての有意水準は5%未満とした。

結 果

2004年3月～2007年6月、2013年6月～2014年6月のデータの足長の成長速度の季節変動を繰り返す一元配置分散分析の結果、被験者内効果において、有意な季節変動の主効果が認められた($F=54.236$, $P<0.05$)。(表2)次に、Bonferroniの方法による多重比較検定の結果、春と秋、春と冬、夏と秋、夏と冬において、5%水準で有意差がみられ、足長については、春と夏に成長速度が高いことが示唆された。(図1)

足長の成長速度と身長の発育速度の季節変動の関連については、2013年6月～2014年6月の足長と身長と体重のデータを用い、季節変動を反復測定とした被験者内効果の検定の結果、被験者内効果の季節変動に有意差($F=12.726$, $P<0.05$)がみられた。(表3)また、足長成長速度($F=24.523$, $P<0.05$)、身長発育速度($F=6.375$, $P<0.05$)、体

重発育速度($F=29.713$, $P<0.05$)のいずれにも有意差がみられた。(表4)次に、足長成長速度の多重比較検定の結果では、春と秋、春と冬、夏と秋、夏と冬において有意差がみられ、身長発育速度の多重比較検定の結果では、春と夏、春と秋の間に有意差がみられた。身長の発育速度が高い秋は、足長の成長速度は低く、身長の発育速度が低い春は、足長の成長速度が高いということが明らかとなった。(図2)体重発育速度の多重比較検定の結果では、春と夏、春と秋、春と冬において有意差がみられ、身長と同様、体重の発育速度が高い秋は、足長の成長速度は低く、体重の発育速度が低い冬は、足長の成長速度も低いことが明らかとなった。(図3)なお、季節毎の身長・体重の発育速度と足長の成長速度との間には、有意な相関

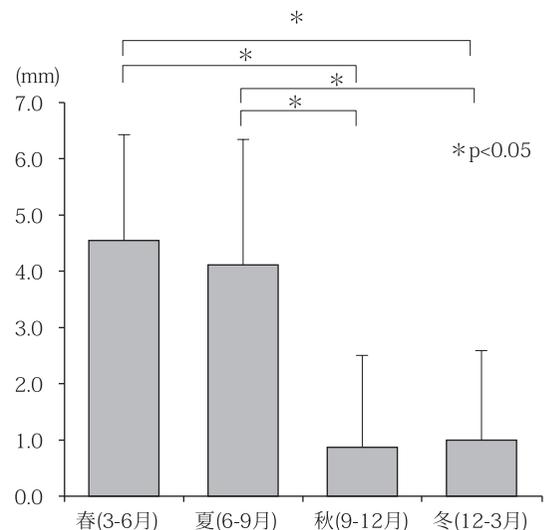


図1. 足長成長速度の季節変動結果

表2. 足長の成長速度の季節変動の一元配置分散分析結果

被験者内効果

	平方和	自由度	平均平方	F 値
季節変動	553.895	3	184.632	54.236*
誤差	582.118	171	3.404	

* $p<0.05$

表3. 足長・身長・体重の成長速度の季節変動の多変量検定結果

被験者内効果

	値	仮説自由度	誤差自由度	F 値
季節変動	1.243	9.000	162.000	12.726*

* $p<0.05$

表4. 足長・身長・体重の成長速度の季節変動の一元配置分散分析結果

被験者内効果		平方和	自由度	平均平方	F 値
足長速度	季節変動	247.455	3	82.485	24.523*
	誤差	181.635	54	3.364	
身長速度	季節変動	8.532	3	2.844	6.375*
	誤差	24.088	54	0.446	
体重速度	季節変動	23.054	3	7.685	29.713*
	誤差	13.966	54	0.259	

*p<0.05

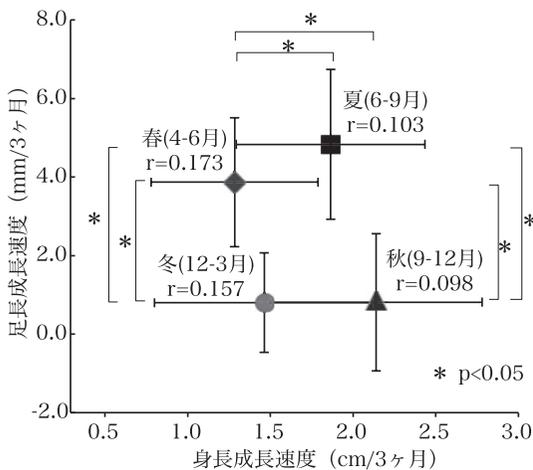


図2. 身長と足長の成長の関連

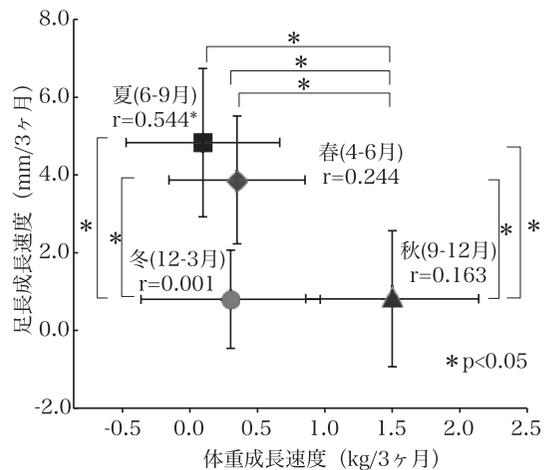


図3. 体重と足長の成長の関連

関係は得られなかった。

考 察

季節毎の足長の成長速度を分析した結果、春と秋、春と冬、夏と秋、夏と冬において有意差がみられ、足長の成長速度には季節変動が存在することが示唆された。特に、秋と冬よりも、春と夏に成長速度が高く、これは、東郷の身長の発育速度が高い時期⁴⁾とは合致しているが、松本らの夏から秋に発育速度が高い結果⁵⁾とは異なっていた。また、足長の成長速度の季節変動については、2004年3月～2007年6月、2013年6月～2014年6月の全データを用いた場合も、2013年6月～2014年6月のデータを用いた場合も、季節変動は共通のパターンを示していることから、時代を超えて同

一の季節変動パターンを有することが考えられる。

足長の成長速度と体重の発育速度の季節変動の関連を分析した結果、身長の発育速度については、夏と秋に高くなっていた。先行研究では、東郷によれば、身長は春から秋に発育速度が高くなり、体重の発育速度は秋から冬にかけて高くなるという結果⁴⁾であったが、松本らによれば、幼児では身長も体重も秋に加速していることを明らかにしており⁵⁾、知見は異なる。本結果は1年間の縦断データであるが、東郷は個人の20年間にわたる追跡データであり、その特性は異なる。一方で、松本らの資料は幼児を対象とした3年間の縦断的データであり、本研究の資料の特徴とも一致する。従って、本研究の結果は、松本らの結果に近い傾向であると考えられる。

計測値の信頼性については、当研究会の内部資料において、直接計測と間接計測の平均値の差は -0.9mm であり、測定誤差 $(\sqrt{(x_{di}-x_{mi})/n})$ 、(ここで、 x_{di} は直接計測値、 x_{mi} は間接計測値)は 1.7mm であった。本結果は、季節変動成分に測定誤差成分が含まれる可能性は否定できない。しかしながら、季節変動が 4mm 以上ある足長の成長速度は、測定誤差よりも十分に大きい値といえる。

季節毎の足長の成長速度と身長と体重の発育速度の関連を分析した結果、足長は春と夏に成長速度が高く、身長は夏と秋、体重は秋に発育速度が高くなるという位相のずれが存在する可能性が指摘できる。

大野らは、足長の季節毎の成長数値の比較⁹⁾を行ってきたが、本稿では、季節変動の一端を明らかにすることができた。子どもの足の成長を阻害しないためにも、足長の成長速度が高い春と夏の時期には、こまめに靴を買い替える必要があることが示唆された。特に、夏季休業中のサンダルから登校用の靴に履き替える2学期始業時においては、靴のサイズを必ず確認することが望ましいと考える。また、今後はさらなるサンプル数の収集を行い、各年齢の足長成長速度の季節変動を検討する必要があると考える。

結 語

兵庫県神戸市の私立保育園の園児3~5歳で、1年に4回縦断的に足長を測定できた58名を対象に、足長の季節変動を検討した。足長の成長速度の季節変動は、春から夏にかけての時期の成長が、

秋から冬にかけての時期よりも有意に大きかった。身長と体重共に、発育速度が加速する秋は、足長の成長速度が低い傾向であり、位相のずれが存在する可能性がある。

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

文 献

- 1) 大野貞枝, 木下洋子, 柴田祥江他. 成長期の足と靴との適合と外反母趾. 靴の医学 1996; 10: 155-61.
- 2) 柴田祥江, 大野貞枝, 中村 元他. 幼児靴—保育園児の着用靴と足の成長—. 靴の医学 2001; 15 (2): 27-32.
- 3) 塩之谷香, 片瀬真由美, 宮崎康介他. 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.
- 4) 東郷正美. 身体計測による発育学. 初版. 東京大学出版会; 1998. 27-59.
- 5) 松本健治, 國土将平. 鳥取市の保育園児における発育の時系列解析—身長と体重の季節変動—. 教育保健研究 1996; 9: 85-95.
- 6) 大野貞枝. 子どもの靴における注意点 春から秋に成長する足・靴の縮み. 日本家政学会被服衛生部会第24回被服衛生学セミナー要旨集. 2005; 37.
- 7) Liu K, Shinoda K, Akiyoshi T, et al. Longitudinal Analysis of Adolescent Growth of Foot Length and Stature of Children Living in Ogi Area of Japan: A 12 Years Data. Zeltschrift fur Morphologie und Anthropologie 1998; 82 (1): 87-101.
- 8) 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.
- 9) 下枝恭子, 鈴木 精, 町田英一他. 小児の足の成長過程について. 靴の医学 1993; 7: 50-3.
- 10) Grivas TB, Mihas C, Arapaki A, et al. Correlation of foot length with height and weight in school age children. Journal of Forensic and Legal Medicine 2008; 15: 89-95.
- 11) 靴のサイズ JIS 5037: 1998. 第2版. 日本規格協会; 1998. 1-2.

母趾角度と足底摩擦との関係について

The relationship between a hallux angle and the plantar friction

¹⁾文京学院大学 保健医療技術学部 理学療法学科

²⁾文京学院大学大学院 保健医療科学研究科

¹⁾Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University

²⁾Department of Health Science Research, Bunkyo Gakuin Graduate School

大川 孝浩¹⁾, 佐藤 俊彦²⁾

Takahiro Ohkawa¹⁾, Toshihiko Sato²⁾

Key words : 母趾角度 (hallux angle), フリーモーメント (Free moment), 足底摩擦 (plantar friction), 外反母趾 (Hallux valgus)

要 旨

足部が受けるメカニカルストレスのひとつとして摩擦である Free moment (以下 FM) に着目し, 立位での母趾角度と歩行立脚期における踵離地以降の Free moment 最大値 (以下 pFM) および時間積分値 (以下 iFM) の関係について足型計測装置と三次元動作解析装置を用いて健常女性 13 名に対して検討を行った。母趾角度と pFM および iFM の間にはともに正の相関が認められた。歩行時, 母趾球に負担がかかると考えられる踵離地以降の FM は足底の軟部組織を介して種子骨を外側へと牽引する作用を持つため, 外反母趾の病態学において足底の摩擦についても考慮する必要があると考える。

緒 言

外反母趾発症の原因には加齢や遺伝, 性差といった他にメカニカルストレスがよく知られてい

る。なかでもメカニカルストレスに関しては多くの報告がなされ, 履物によって生じる外力についてハイヒールをはじめとするつま先の細い靴を履くことで足趾が圧迫され, 変形が進行するとされている。しかし, 歩行中足部が受ける外力として履物による圧迫力の他に, 足底と床面との間に生じる摩擦力もメカニカルストレスとして考慮する必要があると考える。一方, 外反母趾に関して桑野ら¹⁾は母趾外反角度の増大とともに種子骨が外側方向へと回旋偏位すると報告している。このことから我々は歩行時に生じる足底と床面との摩擦が種子骨の偏位に関係し, 摩擦力は母趾外反角にも関与しているという仮説を立てた。歩行中足底に加わる摩擦として床反力前後成分および左右成分の他に, 足圧中心を貫く鉛直軸まわりのモーメントと定義される Free moment (以下 FM) が挙げられる。

FM は Ground reaction torque²⁾や偶力³⁾と呼ばれ, 脛骨疲労骨折の原因になりうる⁴⁾ことや足部の努力外転時に大きくなる⁵⁾ことが報告がされている。また, Schoenhaus ら²⁾は FM について床反力計より得られる重要な情報として足部病変との関係について報告しているが, 母趾角度に関する報告はない。

(2014/10/31 受付)

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

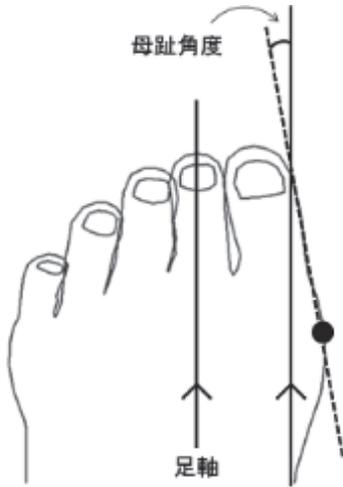


図 1. 足型計測装置による母趾角度

本研究の目的は摩擦力として FM に着目し、歩行時、特に母趾球へのストレスが増加すると考えられる踵離地後の FM と母趾角度との関係を明らかにすることとした。

対象と方法

1. 対象

対象は健常女性 13 名（年齢：20.0±0.6 歳，身長：162.2±4.0cm，体重：52.4±4.9kg）とした。なお、対象には本研究の趣旨を十分に説明した後、書面にて参加の承諾を得た。

2. 計測手順

計測には足型計測装置 INFOOT USB (I-Ware Laboratory 社製) と三次元動作解析装置 VICON MX (VICON Motion system 社製)，床反力計 (AMTI 社製) を用いた。計測下肢は左足とし、はじめに足型計測装置にて立位での足型を計測した。踵と第 2 中足骨頭を結んだ足軸と第 1 中足骨頭と母趾外側縁とを結んだ直線とのなす角を母趾角度とした。(図 1) つぎに、左踵部に反射マーカーを貼付した後、裸足での自由歩行を計測課題とし、歩きははじめから 4 歩目以降の左立脚期を 3 試行計測した。サンプリング周波数は 100Hz とした。

表 1. 計測によって得られた項目

	平均値±標準偏差	単位
母趾角度	12.49±4.67	度
pFM	1.60±1.18	Nm
iFM	0.11±0.14	Nm·s

3. データ解析手順

解析には三次元動作解析ソフトウェア Visual 3D (C-motion 社製) を用いた。Ghoussayni ら⁶⁾の報告を参照し、踵部マーカーが前方に 50mm/s 以上の速度で移動したフレームを踵離地と定義した。各対象の FM は床反力計より得られた床反力計原点まわりのモーメント M_z ，足圧中心座標 COP_x および COP_y ，床反力水平成分 F_x および F_y を用いて次の式にて算出した。

$$FM = M_z - F_y \cdot COP_x + F_x \cdot COP_y$$

また、FM は時計回りを正とし、踵離地以降の最大値を pFM，踵離地から立脚期が終わるまでの時間積分値を iFM として求め、3 試行の平均を各対象の代表値として算出した。正味の摩擦力として取り扱うため FM は体重などで正規化は行わなかった。

4. 統計学的解析

得られた計測項目を Shapiro-wilk 検定にて正規性の確認をした後、母趾角度と pFM および iFM の組み合わせについてそれぞれ Pearson の積率相関係数を用いて検討した。有意水準は 5% 未満とした。

結 果

計測によって得られた結果を表 1 に示した。母趾角度と pFM の間には正の相関 ($r=0.67$) が認められた。同様に母趾角度と iFM との間にも有意な正の相関 ($r=0.66$) が認められた。(図 2)

考 察

Rose ら⁷⁾は歩行立脚期中、足部は垂直軸を中心に外側に向かって回転する傾向があり、この傾向は足部と地面の間に働く摩擦によって抵抗または

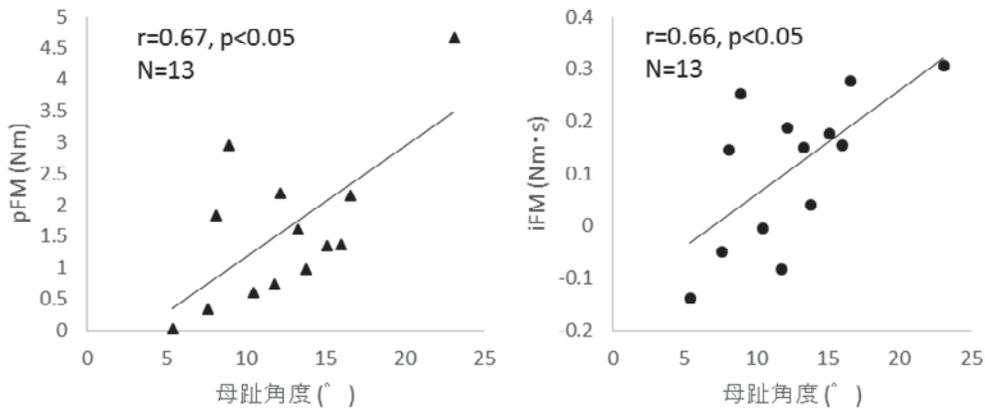


図2. 母趾角度と pFM および iFM の関係

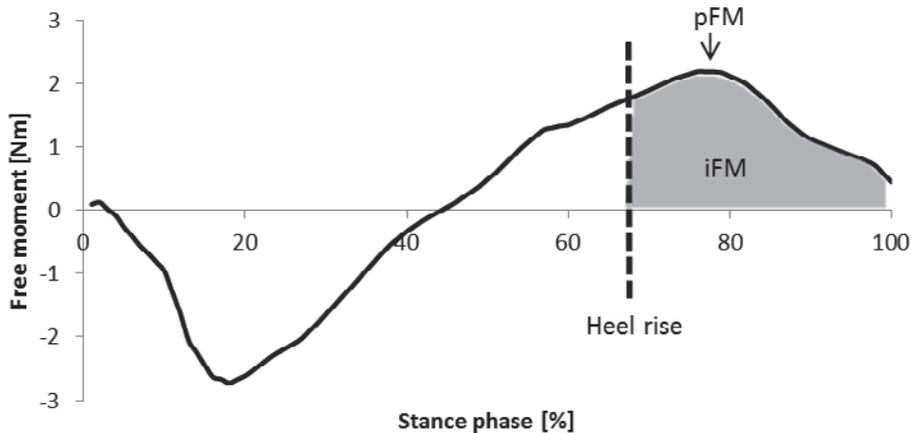


図3. pFM と iFM の算出代表例1名の FM のグラフ

正の値（時計回り）は足部外転時に抵抗を加える働きを表す。反対に、負の値（反時計回り）は足部内転時に抵抗を加える働きを表す。

制御されるとしている。足部の回転は低摩擦下での歩行で著明にみられ、FMはこの足部の動きに抵抗する摩擦を強く反映していると考えられる。

代表例1名の立脚相におけるFMのグラフを図3に示す。FMの正值は左足部の外転運動に抵抗を加える時計回りの摩擦力を表している。踵離地以降では床面と接している足底にはFMによって母趾球下の皮膚に対し外側方向へと牽引ストレスが加えられる。(図4)この外側への牽引ストレスが軟部組織を介し種子骨を足長軸に対して外側へ誘導することが考えられ、桑野ら¹⁾の外反母趾の進行と種子骨の外側への回旋偏位に関する報告を支

持する。

足底に加わる摩擦力を伝達、緩衝するのは足底の軟部組織であると考えられる。Chaoら⁸⁾は若年者群と比較して高齢者群では足底の軟部組織が硬く、薄くなると報告しており、また本研究結果からFMの最大値であるpFMだけでなく、時間積分であるiFMと母趾角度との間にも正の相関が認められたことから、母趾角度と足底に加わる摩擦の間には時間的要因が存在する可能性が示唆される。

現段階で外反母趾と種子骨外側偏位の因果関係は明らかにされていないが、本研究の結果より、



図4. 足底からみた摩擦の作用

歩行中足部は外側へ回転する傾向を持つ。この時、足圧中心が種子骨より前方かつ外側にある場合、摩擦 (FM) は種子骨を外側へ牽引する作用を持つ。

母趾角度や足部の変形性疾患に関して足底に加わる摩擦力もメカニカルストレスとして考慮する必要があることが示唆された。

結 語

歩行時、足底と床面に生じる摩擦である FM と母趾角度には有意な相関が認められた。足部病変に関する病態学において摩擦力も考慮する必要があると考える。

なお、本研究の限界として母趾角度の計測が静的な立位でのみであることと、FM はあくまでも足圧中心まわりのトルクであり、足底局所に加わ

る摩擦については不明であることが挙げられる。足底の局所的な摩擦力を計測するためには Yavuz ら⁹⁾が用いたような特殊な装置が必要とされるため、今後の技術の発展に期待したい。

文 献

- 1) 桑野隆史, 長嶺隆二, 占部 憲他. 外反母趾における種子骨回旋角度の検討. 整形外科と災害外科 2002; 51: 179-82.
- 2) Schoenhaus HD, Gold M, Hylinski J, et al. Computerized analysis of gait: clinical examples relating to torque. J Am Podiatry Assoc 1979; 69: 11-6.
- 3) Robertson G, Caldwell G, Hamill J, et al. 身体運動のバイオメカニクス研究法. Research Methods in Biomechanics. 阿江通良監訳. 東京: 大修館書店; 2008. 117-27.
- 4) Milner CE, Davis IS, Hamill J. Free moment as a predictor of tibial stress fracture in distance runners. J Biomech 2006; 39: 2819-25.
- 5) Almosnino S, Kajaks T, Costigan PA. The free moment in walking and its change with foot rotation angle. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol 2009; 1: 19.
- 6) Ghousayni S, Stevens C, Durham S, et al. Assessment and validation of a simple automated method for the detection of gait events and intervals. Gait Posture 2004; 20: 266-72.
- 7) Rose J, Gamble JG. 人の移動. Human Walking. 武田 功監訳. 東京: 医歯薬出版; 2009. 1-20.
- 8) Chao CY, Zheng YP, Huang YP, et al. Biomechanical properties of the forefoot plantar soft tissue as measured by an optical coherence tomography-based air-jet indentation system and tissue ultrasound palpation system. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2010; 25: 594-600.
- 9) Yavuz M, Botek G, Davis BL. Plantar shear stress distributions: comparing actual and predicted frictional forces at the foot-ground interface. J Biomech 2007; 40: 3045-9.

親子の足部形態における類似性の検証—第2報

Similarity of foot morphology between parents and child

¹医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 リハビリテーション科, ²整形外科

¹Dept. of Rehabilitation, ²Dept. of Orthopaedic Surgery, Hitsujiagaoka Hospital

安部 雄士¹, 杉原 悠¹, 倉 秀治²
Takeshi Abe¹, Yu Sugihara¹, Hideji Kura²

Key words : 家族 (family), 足部形態 (foot morphology), 類似性 (similarity)

要 旨

幼児期の子供とその両親の足部形態を計測し、足型と足部形態のパラメータについて両親と子の類似性を検討した。子の足型は、79%が両親もしくは両親いずれかと類似した。子供の足部形態に関しては、母親のアーチ高率とのみ相関が認められた。

緒 言

近年、一般にも“足育”という言葉が使われるようになり、小児の足部形態の重要性が注目されている。小児の足部形態の変化に関しては、裸足保育と普通保育では足部形態に差は見られなかった¹⁾など報告は散見されるが、子供と親の足部形態の類似性を検討した報告はない。子と母親との足部について調査した我々の先行研究では、アーチ高率などの足部形態を示すパラメータには関連性を認めなかったが、母と子の足型は類似性を認めた²⁾。しかし、子と親の足の類似性をより正確に検証する為には、母親だけではなく、父親を含めた両親との類似性を検証する必要がある。そのため、

本研究の目的は小児とその両親の足部形態を計測し、親子での類似性を検証することとした。

対象と方法

1. 対象

幼児期の子供 32例 64足 (男児9名, 女児23名, 平均3.6歳±0.4歳)

子供の両親 父親25例 50足 母親 25名 50足 (平均33.4±4.2歳) を対象とした。

2. 測定項目

評価項目は、足部形態計測としてアーチ高率、第1趾側角度、第5趾側角度、踵骨角度とした。さらに親子の足型を、エジプト型、ギリシャ型、スクエア型の3つに分類した。

3. 足部形態計測・足型分類

足部形態計測には、3次元足型計測機 (ドリーム GP 社製) を使用し、左右の足部形態を計測した。各測定項目はドリーム GP 社の定義を参照した。足の表面から触れられるランドマークに専用マーカーを貼付し、被験者は立位肢位により計測した。アーチ高率は、舟状骨粗面の最下端部にマーカーを貼付し、床面からそこまでの距離を舟状骨高とし、舟状骨高を足長 (第2趾末端部から踵内外中央部までの距離) で除した値を算出した。(図1) 第1趾側角度は、母趾 DIP 関節内側の点を結ぶ線①母趾 MP 関節内側点と踵幅の最内側の点を結ぶ線②とした。そのなす角度を第1趾側角度と

(2014/11/04 受付)

連絡先 : 安部 雄士 〒004-0021 北海道札幌市厚別区
青葉町 3-1-10 医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院
リハビリテーション科
TEL 011-351-2211 FAX 011-351-2210
E-mail t-abe-0922@hotmail.co.jp

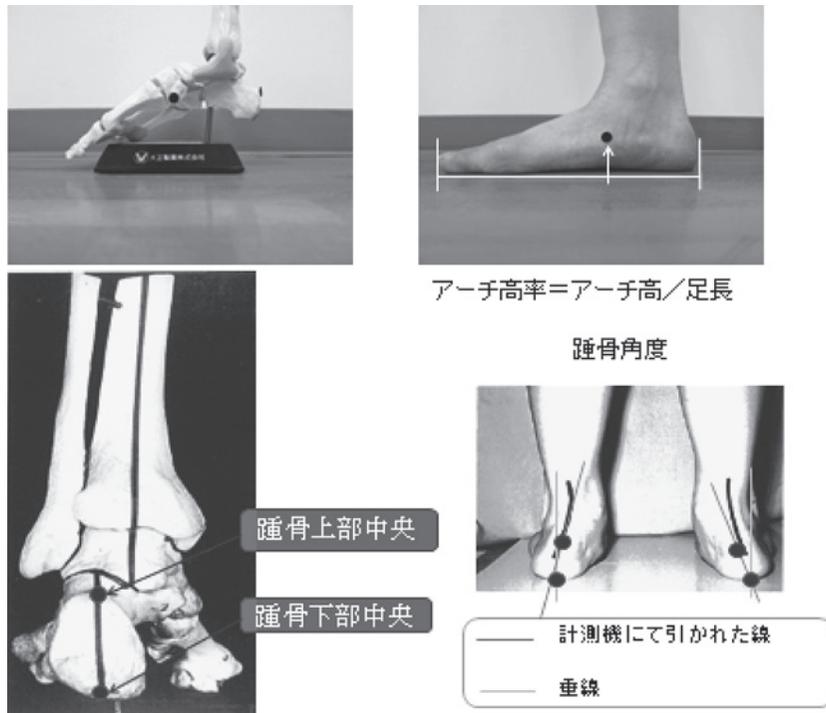


図1. 3次元足型計測器によるアーチ高率, 踵骨角度のランドマーク貼付位置(左写真)とPCデータ算出方法(右写真)

定義した. 同様に第5趾 DIP 外側の点を結ぶ線③第5趾 MP 関節外側点と踵幅の最外側の点を結ぶ線④とのなす角度を第5趾側角度と定義した. (図2) 踵骨角度は, 踵骨上部中央, 踵骨下部中央の2点にマーカーを貼付した. 踵骨下部中央と床面との垂線とマーカー部の2点を結ぶ線分を軸にしてなす角度を踵骨角度としデータ算出した. (図1) 足型は第1趾が他趾より長いものをエジプト型, 第2趾が他趾より長いものをギリシャ型, 第1趾, 第2趾が同じ長さのものをスクエア型(第1, 2趾の差が3mm未滿のもの)とした.

4. 統計学的解析

子供と両親の足部形態比較を pearson の積率相関係数を用いた. 親子の足型分類の類似性の検証にカイ二乗独立性の検定を使用した. 有意水準は5%未滿とした.

結 果

父親・母親と子供の各足部形態の比較として, 母親のアーチ高率とのみ相関を認めた(表1)($r=.499$, $p=.009$). 第1趾側角度, 第5趾側角度, 踵骨角度は父親, 母親ともに相関は認められなかった. クロス集計表により子供の足型は父親, 母親とも関連性を認めた(表2)($p<0.05$, $p<0.002$). 子供と父親, 母親の足型が全て一致したものは29%, 父親と同じ足型が21%, 母親と同じ足型が32%, 両親と違う足型が21%であった.

考 察

本研究の結果から子供とその両親の足部は, 主に足型で関連性を認めた. 足部形態を示すパラメータはアーチ高率のみ母と子で相関を認めた. 小児の成長過程では, ほとんどの小児は外見上扁平足を有するが, 年齢とともに靭帯弛緩が改善し,

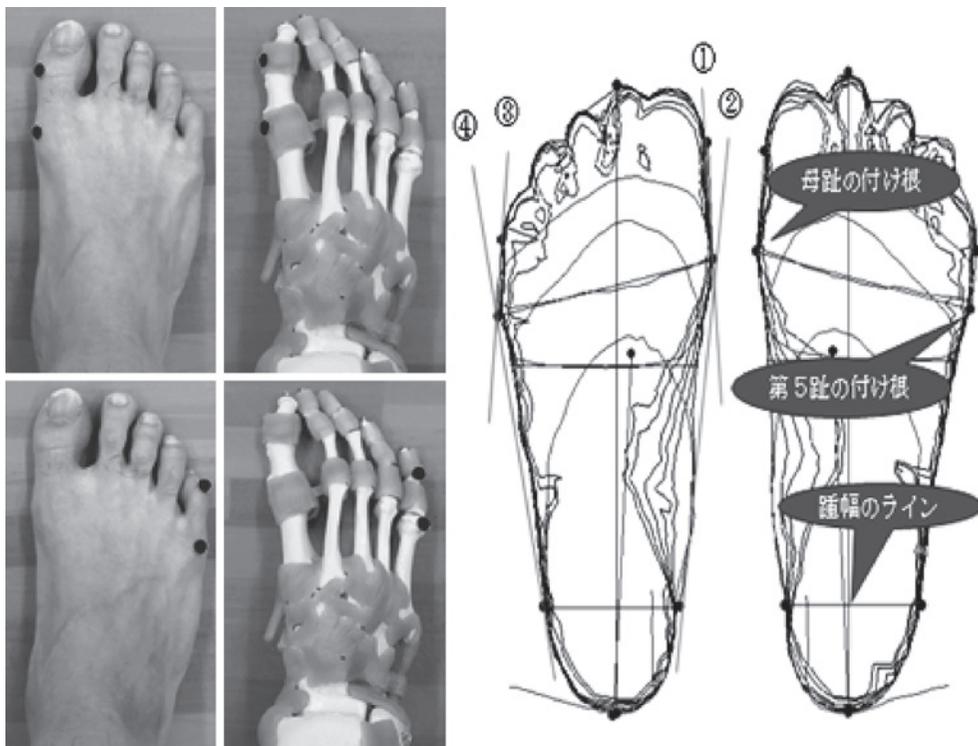


図2. 3次元足型計測器による第1趾側角度, 第5趾側角度のランドマーク貼付位置 (左写真) とPCによるデータ算出方法 (右図)

脂肪組織が減少することで内側縦アーチの形成が進む²⁾とされている。アーチ高率は、男子1~6歳、女子1~7歳までにピークに達する³⁾以後、男子7~15歳、女子8~15歳でその時期を境に足長が相対的に大きくなり、アーチ高率は減少する⁴⁾とされている。これはその時期のアーチ形成に関与する足趾屈筋群—足底筋膜—後脛骨筋の活動増加により内側縦アーチが高くなり³⁾、長腓骨筋による牽引力から横アーチ及び外側縦アーチの活動が増加する⁵⁾ためと考えられている。このように足部形態の成長は経時的に前後・左右・上下の比率は大きく変化する。本研究は3歳児を対象としており、成長が完了している両親とは大きくアライメントの特徴が異なるため各パラメータが親子で相関しなかった可能性もあり、経時的に調査が必要であると考えている。足部形態に関連するとされている靴などの外部因子として、統一した靴を履く幼稚

園児 (3~6.5歳) の約88%が2サイズ小さい上履きを履いており、それにより4°以上外反母趾角が増加するリスクが37%増加すると報告されている⁶⁾。今後の追跡調査にあたり、親子の足部形態の類似性の検証には、靴のサイズや靴の使用期間などの影響を除外して、経年的変化を検証することで正確な結果となると考える。また父親・母親それぞれの足型と子供の性別の関連性についても検証が必要と考える。

結 語

小児とその両親の足部形態を計測し、その類似性を検証した。子供の足型は8割が両親のどちらかに類似することを示した。子供の足部形態については母親のアーチ高率とのみ相関を認めた。子供の足型には遺伝的要因が関与している可能性が示唆された。

表 1. 3群の各足部形態比較

		アーチ 高率	第1趾側 角度	第5趾側 角度	踵骨角度
子供	父親	R = .126 P = .539	R = .108 P = .598	R = -.157 P = .453	R = -.235 P = .249
	母親	R = .499* P = .009*	R = .117 P = .568	R = -.018 P = .931	R = -.238 P = .242

表 2. 父親・母親別子供の足型クロス集計表

(単位：足)					(単位：足)				
子供 \ 母親	エジプト	ギリシャ	スクエア	計	子供 \ 父親	エジプト	ギリシャ	スクエア	計
エジプト	26	1	5	32	エジプト	16	9	9	34
ギリシャ	4	1	1	6	ギリシャ	0	4	0	4
スクエア	8	10	8	26	スクエア	6	13	7	26
計	38	12	14	64	計	22	26	16	64

p = 0.002 p = 0.003

文 献

- 1) 山崎純男. 幼児の足部の発育・発達について (VII). 長崎女子短期大学紀要 2012; 36: 5-29.
- 2) Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. J Bone Joint Surg Am 1987; 69: 426-8.
- 3) 橋本健史. 足アーチ構造の機能. 慶應医学 2004; 81: 17-21.
- 4) 荒木智子. 足部形態の発育・アーチ構造の発達と関連因子の検討. 人間科学研究 2006; 19: 88-90.
- 5) 石坂正大, 大好崇史, 秋山純和. 足趾圧迫練習が内側縦アーチに及ぼす影響. 理学療法科学 2007; 22: 139-43.
- 6) Klein C, Groll-Knapp E, Kundi M, et al. Increased hallux angle in children and its association with insufficient length of footwear: A community based cross-sectional study. BMC Musculoskeletal Disorders 2009; 10: 159-65.

幼児の足趾の状態

The Toe Conditions of Preschool Children

¹⁾新潟県立看護大学

²⁾静岡産業大学

³⁾パテラ研究所

¹⁾Niigata College of Nursing

²⁾Shizuoka Sangyo University

³⁾Patella-Institute of Posture Science

加城貴美子¹⁾, 塚本 博之²⁾, 釜中 明³⁾

Kimiko Kashiro¹⁾, Hiroyuki Tsukamoto²⁾, Akira Kamanaka³⁾

Key words : 足趾の状態 (toe conditions), 幼児 (preschool children)

要 旨

【目的】幼稚園児の足趾の状態を明らかにし、足趾の形態異常の改善への示唆を得ることである。

【研究方法】同意の得られた2幼稚園の園児1602名で、身長、体重、立位時の足長と足幅を測定し、足趾の観察をした。足部の写真撮影をし、質問紙調査をした。

【結果】幼稚園児の足趾の状態では、内反小趾は左足より右足の方が多く9割近くみられた。カーリーは、右足より左足の方が多く8割以上みられた。ハンマートウは、年少児以外は左足より右足の方が多く1割以上であった。外反母趾は、右足より左足の方が多く1.5割以上であった。浮き趾は、左足より右足の方が多く2.5割前後であった。足趾の形態異常の発生は足に合った靴を履いていない、正しい靴の履き方をしていない、軸足など

が影響していると考えられた。今後、足趾の形態異常の改善には幼児の足の発育に沿った靴の選定と正しい靴の履き方の指導が急務であると思われる。

緒 言

幼児期の足の成長・発育は、ヒトの一生の中で著明な発育をする時期である。原田¹⁾は、1980年と2000年の幼児の足の形態で、外反母趾、内反小趾と浮き趾についても比較検討しており、1980年と比較して2000年の方が増加していると検定しているが、出現割合についての記載はみられない。幼稚園児の足型計測の報告では、内田ら²⁾が外反母趾や内反小趾の出現について述べている。さらにピドスコープによる接地足跡から浮き趾の出現について述べている。浮き趾についての報告は^{3)~6)}はみられるが、成人や大学生が対象である。足趾はヒトの動きに大きな影響を及ぼしているという研究⁷⁾⁸⁾があり、足趾は、母趾、第2趾から第4趾と第5趾はそれぞれ立つため、歩くことなどの果たす役割は大きいと言われている。長谷川ら⁹⁾の足趾に関する研究がみられ、着用靴と足の成長については新発田ら¹⁰⁾は、足趾の形状を問題としている。

(2014/12/08 受付)

連絡先 : 加城貴美子 〒943-0147 新潟県上越市新南町
240 新潟県立看護大学
電話番号 025-526-2811 (代表) 025-526-1179 (直通)
FAX 025-526-2815 (代表)
E-mail kkashiro@niigata-cn.ac.jp

しかし、幼稚園児の足趾の形態異常の出現に関する研究は非常に少ない。

そこで本研究の目的は、幼稚園児の足趾の状態を明らかにし、足趾の形態異常の改善への示唆を得ることである。

研究方法

1. 対象者

保護者の同意の得られたN県のM幼稚園児536名、S県のU幼稚園児1066名の計1602名であった。

2. 研究内容

1) 測定内容：身長、体重、立位時の足長、足幅
2) 立位時の足趾の観察（視診、触診）をした。3) 足部の写真撮影：デジタルカメラで撮影 4) 足に関係する質問紙調査 5) 属性：性別

3. 研究方法

対象者の身長、体重測定後、立位時の足長と足幅測定時に足部の観察を行った。形態計測用紙に属性の記載をした。足趾の状態は、足趾の研究のエキスパート1名により、視覚と触診で判断した。デジタルカメラで撮影した写真を印刷して足趾の状態を確認した。

4. 測定年月日

N県のM幼稚園は2008年7月～2010年7月まで、S県のU幼稚園は2009年4月～2011年2月までであった。

5. 分析方法

1) 足部を撮影した写真を印刷して確認をした。
2) 足趾の観察状態を集計した。
3) 統計処理は、記述集計、 χ^2 検定、一元配置分散分析、二つの相関係数の差の有意性判定を行った。分析は統計学パッケージSPSS ver.19を用いた。

6. 倫理的配慮

各幼稚園の園長に研究協力の説明をして研究協力が得られた後、保護者に研究についての協力をお願いを園長の文書と同時に渡した。保護者の同意が得られた後同意書に署名をもらった。調

査は幼児の測定可能な状態になるまで待って測定、観察をした。測定の参加を断った場合、中断した場合、対象者の不利益をこうむることがないようにした。研究計画は、新潟県立看護大学倫理審査委員会の承認を得た（承認番号16、2008年）。

7. 足趾の形態の説明

足趾の状態の説明を図1に示した。

【足趾の状態の定義について】

外反母趾：第1趾が外側に曲がる状態で、内側線と第1中足骨との交点と第1趾の外側を結ぶ角度で、 9° 以上とした。2008年日本整形外科学会外反母趾診療ガイドラインでは外反母趾角が 20° 以上を外反母趾と定義し、 $20\sim 30^\circ$ を軽度、 $30\sim 40^\circ$ を中等度、 40° 以上を重度外反母趾としている。本調査では、幼児でパニオンの形成徴候がみられ視覚で第1趾が第2趾の方へ曲がって変形している状態をいう。

内反小趾：第5趾が内側に曲がる状態で、第1中足骨と第5中足骨を結ぶ線上に第5趾の内側から垂直に線を引いて外側線の間に第5趾先が入っていない状態。

カーリー：第2趾、第3趾、第4趾が内側に曲がる状態で、第1中足骨と第5中足骨を結ぶ線上に第2趾、第3趾、第4趾の内側から垂直に線を引いて外側線の間に趾先が入っていない状態。

ハンマートウ：足趾が金槌のような状態。

浮き趾：第1趾から第5趾が接地していないで浮いている状態。

結 果

1. 対象者

1) カウプ指数について

カウプ指数を表1に示した。年少児の平均14.7 (± 1.6914)、年中児16.8 (± 2.1329)と年長児19.5 (± 2.8498)で、有意差 ($P < 0.001$) がみられた。年少児と年中児は正常範囲であったが、年長児はやや肥満であった。女兒より男児の方のカウプ指数が高かった。

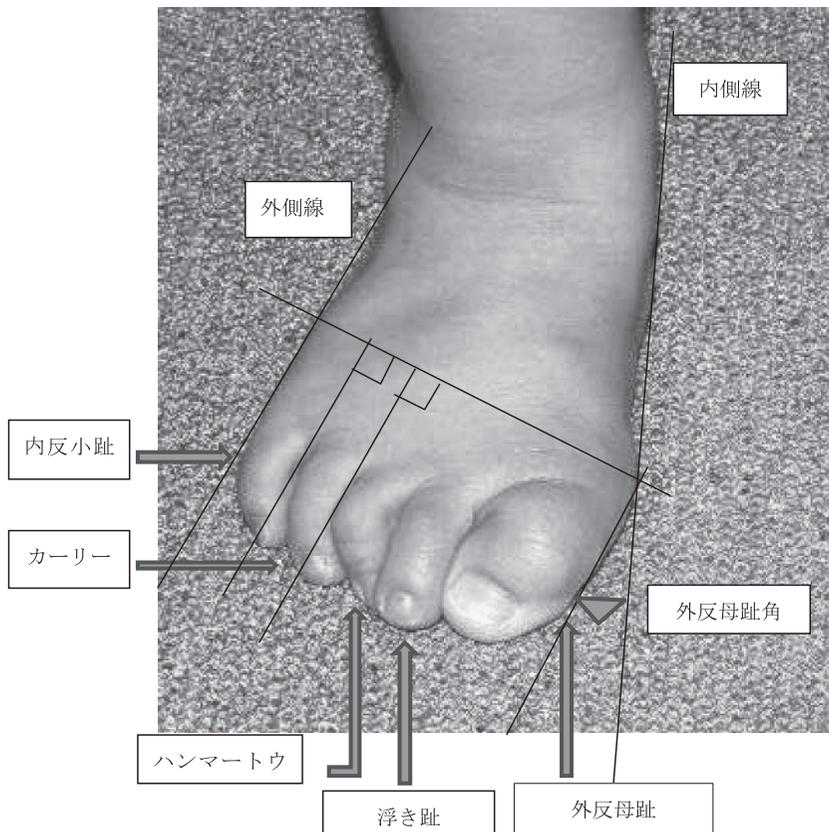


図1. 足趾の状態の説明

表1. 年少児, 年中児と年長児の性別のカウプ指数

性別	年少児			年中児			年長児		
	n	\bar{x}	\pm SD	n	\bar{x}	\pm SD	n	\bar{x}	\pm SD
男児	243	14.9	1.6514	216	18.8	1.989	343	19.8	2.8857
女児	196	14.4	1.704	234	16.7	2.2607	353	19.1	2.7739
計	439	14.7	1.6914	450	16.8	2.1329	696	19.5	2.8498

p<0.001

2) 身長と足長, 足幅について

性別による年少児, 年中児と年長児の足長, 足幅の平均と身長との相関について表2に示した. 左足長の男児と女児の平均は17cm代, 右足の男児の平均は17cm, 女児はやや短く16.9cmであった. 左右の足幅は男児と女児とも6cm代であった. 身長と左右の足長の相関は0.8で相関がかなり強かった. 左足幅では男児と女児とも相関は0.6

代で女児の方の相関が男児より強く, 有意差 (p<0.05) がみられた. 足幅では右足の方が相関強く有意差 (p<0.05) がみられた.

2. 足趾の状態

1) 男児と女児の足趾の状態

男児と女児の足趾の状態を表3と図2に示した. 内反小趾は, 男児は90%以上で女児は87%で, 男児の方が多かった. カールでは, 男児と女児とも

表2. 性別による身長と足長, 足幅の平均と身長との相関

部位	性別	n	\bar{x}	\pm SD	γ	二つの相関係数の差の有意性
左足長	男児	806	17.4	1.4757	0.836	
	女児	788	17.2	1.4214	0.83	
	計	1594	17.3	1.4563	0.833	
右足長	男児	806	17.01	1.4725	0.843	
	女児	789	16.9	1.4267	0.844	
	計	1595	17	1.4552	0.843	
左足幅	男児	803	6.7	0.5024	0.626	}
	女児	789	6.5	0.446	0.695	
	計	1592	6.6	0.4857	0.607	
右足幅	男児	806	6.8	0.5072	0.646	}
	女児	788	6.6	0.4578	0.65	
	計	1594	6.7	0.4922	0.643	

* p<0.05

表3. 性別による足趾の状態

足趾の状態	部位	N=1602		
		男児 (n=808)	女児 (n=794)	計 (n=1602)
内反小趾	左足	729 (90.2)	691 (87.0)	1420 (88.6)
	右足	735 (91.0)	698 (87.8)	1433 (89.5)
カーリー	左足	679 (84.0)	672 (84.6)	1351 (84.3)
	右足	665 (82.3)	660 (83.1)	1325 (82.7)
ハンマートウ	左足	66 (8.2)	62 (7.8)	128 (8.0)
	右足	97 (12.0)	95 (12.0)	192 (12.0)
外反母趾	左足	120 (14.9)	123 (15.5)	243 (15.2)
	右足	94 (11.6)	113 (14.2)	207 (12.9)
浮き趾	左足	155 (19.2)	175 (22.0)	330 (20.6)
	右足	200 (24.8)	218 (27.5)	418 (26.1)

80%以上で女児の方が多かった。ハンマートウは男児と女児とも左足は8%前後で、右足は12%であった。外反母趾は女児の方が多く、左足の方が多かった。浮き趾も女児の方が多く、右足の方が男児と女児とも多かった。

2) 性別による年少児, 年中児と年長児の足趾の状態

性別による年少児, 年中児と年長児の足趾の状態を表4と図3に示した。内反小趾は、左右とも年少児と年中児は男児の方が多く、年長児は男児と女児とも同程度であった。カーリーは、年少児から年長児まで80%代で右足より左足の方が多

かった。ハンマートウは、7.6%から16.4%の範囲で、年少児の女児の左足以外は右足の方が多かった。外反母趾は、9.1%から17.6%の範囲で、年少児から年長児まで左足の方が多かった。浮き趾は、13.6%から34.4%の範囲で、年少児から年長児にかけて多くなり、左足より右足の方が多かった。

3. 質問紙調査について

1) 外反母趾・内反小趾のある幼児の運動の種類について (表5)

運動の種類は、週1回~3回以上定期的に行っているものであった。外反母趾のある幼児の運動で最も多いのは、水泳、次いでサッカー、体操、ク

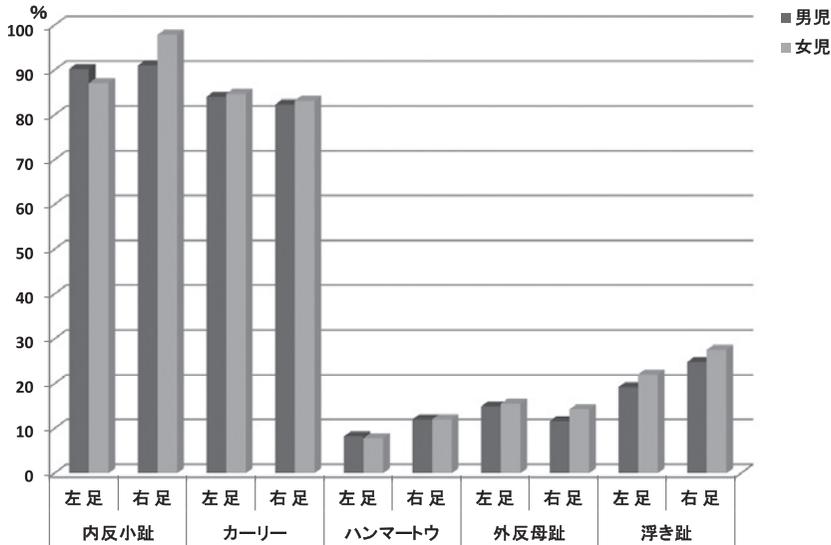


図 2. 性別による足趾の状態

表 4. 性別による年少児, 年中児と年長児の足趾の状態

n (%)

足趾の状態	部位	年少児			年中児			年長児			計 (n = 1602)
		男児 (n = 244)	女児 (n = 198)	計 (n = 442)	男児 (n = 216)	女児 (n = 238)	計 (n = 454)	男児 (n = 348)	女児 (n = 358)	計 (n = 706)	
内反小趾	左足	222 (91.0)	169 (85.4)	391 (88.5)	193 (89.4)	199 (83.6)	392 (86.3)	314 (90.2)	323 (90.2)	637 (90.2)	1420 (88.6)
	右足	226 (92.6)	170 (85.9)	396 (89.6)	194 (89.8)	202 (84.9)	396 (87.2)	315 (90.5)	326 (91.1)	641 (90.8)	1433 (89.5)
カーリー	左足	207 (84.8)	169 (85.4)	376 (85.1)	179 (82.9)	198 (83.2)	377 (83.0)	293 (84.2)	305 (85.2)	598 (84.7)	1351 (84.3)
	右足	210 (86.1)	158 (79.8)	368 (83.3)	172 (79.6)	195 (81.9)	367 (80.8)	283 (81.3)	307 (85.8)	590 (83.6)	1325 (82.7)
ハンマートウ	左足	28 (11.5)	18 (9.1)	46 (10.4)	17 (7.9)	22 (9.2)	39 (8.6)	21 (6.0)	22 (6.1)	43 (6.1)	128 (8.0)
	右足	28 (11.5)	15 (7.6)	43 (9.7)	22 (10.2)	39 (16.4)	61 (13.4)	47 (13.5)	41 (11.5)	88 (12.5)	192 (12.0)
外反母趾	左足	34 (13.9)	21 (10.6)	55 (10.9)	27 (11.1)	42 (17.6)	69 (15.2)	59 (17.0)	60 (16.8)	119 (16.9)	243 (15.2)
	右足	30 (12.3)	18 (9.1)	48 (10.9)	24 (11.1)	42 (17.6)	66 (14.5)	40 (11.5)	53 (14.8)	93 (13.2)	207 (12.9)
浮き趾	左足	32 (13.1)	27 (13.6)	59 (13.3)	47 (21.8)	41 (17.2)	88 (19.4)	78 (22.4)	107 (29.9)	183 (25.9)	330 (20.6)
	右足	58 (23.8)	44 (22.2)	102 (23.1)	49 (22.7)	48 (20.2)	97 (21.4)	93 (26.7)	123 (34.4)	219 (31.0)	418 (26.1)

ラシックバレエであった。内反小趾のある幼児の運動で最も多いのは、水泳、次いで体操、サッカー、キッズダンス、クラシックバレエであった。

2) 外反母趾・内反小趾のある幼児の病気について (表6)

病気については、保護者が質問紙に記載したままの病名である。外反母趾のある幼児で現在治療中の病気中最も多いのは、喘息、次いでアレルギー性鼻炎、アトピーであった。過去にかかった病気

で最も多いのは、喘息、次いでアレルギー性鼻炎、中耳炎、アトピーであった。内反小趾のある幼児で現在治療中の病気中最も多いのは、喘息、次いでアレルギー性鼻炎、中耳炎であった。過去にかかった病気中最も多いのは、骨折と肺炎、次いで、顎などに傷で縫合、喘息、風邪であった。

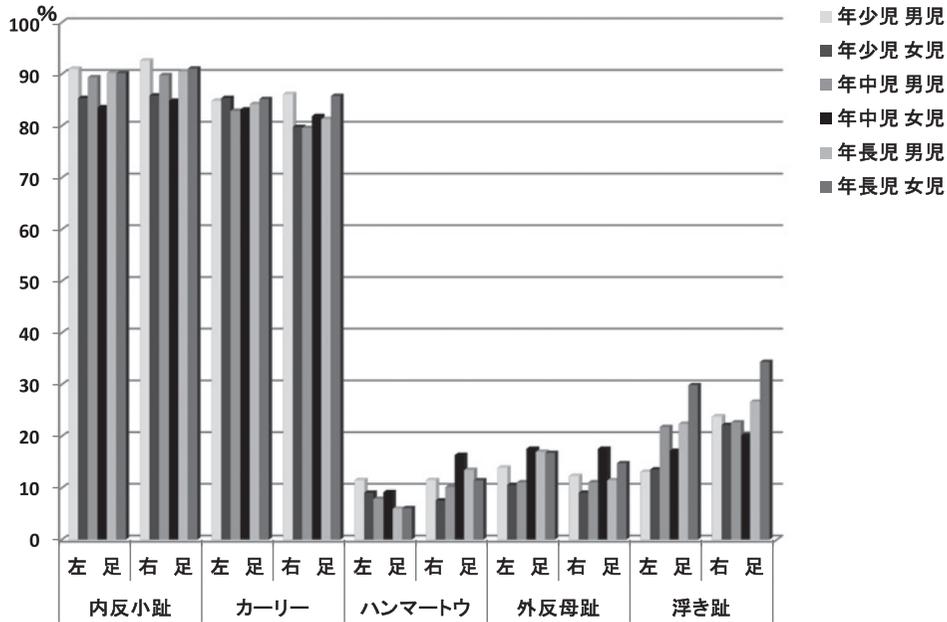


図3. 性別による年少児, 年中児と年長児の足趾の状態

表5. 外反母趾・内反小趾のある幼児の運動の種類

外反母趾のある幼児内容		内反小趾のある幼児	
内容	人数	内容	人数
体操	11	体操	97
水泳	33	水泳	291
キッズダンス	9	キッズダンス	37
サッカー	11	サッカー	87
クラシックバレエ	10	クラシックバレエ	28
野球	1	野球	1
柔道	1	柔道	4
陸上	1	陸上	1
		テコンド	1
		空手	22
		合気道	1

(重複回答)

考 察

1. 対象者について

年少児, 年中児と年長児とも身長やカウプ指数は幼児の発育相応の体格であり, 足趾の状態に大きく影響する集団でないと判断した。

2. 内反小趾について

内反小趾は, 男児が90%以上, 女児では左足が

87%, 右足が97.8%であった。男児では, 年少児が最も多く次いで年長児, 年中児となっている。女児では, 年長児が最も多く, 次いで年少児, 年中児となっている。これは集団により値が違うが有意差はみられなかった。第5趾が内反小趾であると体の横揺れを制御することができないため左右に転倒する可能性がある。

靴を履いて趾先に負担のかかるサッカー, クラシックバレエ, キッズダンス, などは足に合った靴をで正しい靴の履き方をしないと内反小趾になる可能性が高いと思われる。水泳, 柔道, テコンド, 空手, 合気道などは素足での運動は趾先に負担をかけるが, 足の重心の位置によって趾の変形が生じるのではないかと推測される。

現在治療中の病気や過去の病気から内反小趾の原因になったのはみあたらなかった。90%以上の幼児にすでに内反小趾があるということは, いつ頃から内反小趾ができるのかの解明が必要と思われる。第5趾の機能などについても検討していく必要があると思われる。

表 6. 外反母趾・内反小趾のある幼児の病気

外反母趾のある幼児				内反小趾のある幼児			
現在治療中の病気		過去にかかった病気		現在治療中の病気		過去にかかった病気	
病気	人数	病気	人数	病気	人数	病気	人数
アトピー	5	アトピー	12	アトピー	12	アトピー	1
アレルギー鼻炎	9	アレルギー鼻炎	19	アレルギー鼻炎	24	アレルギー鼻炎	4
アレルギー性結膜炎	1	アレルギー性結膜炎	2	喘息	46	喘息	11
喘息	13	喘息	46	中耳炎	18	中耳炎	4
中耳炎	3	中耳炎	18	皮膚炎	4	痔	1
皮膚炎	2	花粉症	4	花粉症	4	第5腰椎分離症	1
花粉症	1	足の裏にウイルス性イボ	3	足の裏にウイルス性イボ	3	骨折	24
足の裏にウイルス性イボ	1	骨折	1	骨折	1	胆道閉鎖症	1
骨折	1	言葉が遅い	1	言葉が遅い	1	風邪	11
言葉が遅い	1	胆道閉鎖症(経過観察)	1	胆道閉鎖症(経過観察)	1	腸炎	2
胆道閉鎖症(経過観察)	1	風邪	6	さかさまつげ	1	アレルギー性紫斑病	1
さかさまつげ	1	蓄膿症	3	風邪	5	扁桃炎	7
		虫歯	1	鼠径ヘルニア	1	腸重積	2
		水腎症	1	痔	1	ケトン性低血糖症	1
		腸重積	1	蓄膿症	3	気管支炎	1
		低血糖	1	虫歯	1	肺動脈弁狭窄症	1
		気管支炎	1	水腎症	1	肺炎	24
		特発性脊柱側弯症の疑い	1	特発性脊柱側弯症の疑い	1	水疱瘡	8
		肺動脈弁狭窄症	1	肺動脈弁狭窄症	1	白蓋形成不全(完治)	2
		心臓手術後の経過観察	1	心臓手術後の経過観察	1	尿路感染	2
				腸重積	1	痙攣	9
				低血糖	1	股関節脱臼	1
						ヘルニア手術	9
						川崎病	7
						さかさまつげ	1
						てんかん	1
						額、顎などに傷で縫合	20
						ネフローゼ症候群	2
						斜視	4
						直腸ポリープ切除	1
						右手脱臼	2
						頸椎捻挫	3

(重複回答)

3. カーリーについて

カーリーは、男児と女児とも80%代であり、右足より左足のカーリーが多い。カーリーが最も多いのは第4趾、次いで第3、4趾と第2、3、4趾の順で80%以上にみられた。カーリーが生じるのは足趾が靴の先にあってカーリーとなることが考えられるので、足に合ったサイズの靴を履いているかどうか、靴の正しい履き方をしているかに左右されると考えられる。靴を履くときは足に合ったサイズの靴を選び、踵をヒールに密着させ、甲

を固定(紐やマジックテープ)して、足趾は余裕のある状態で靴を履くことが重要である。

4. ハンマートウについて

ハンマートウは、男児と女児とも左足より右足の方が多かった。年少児の男児は左右同割合、年中児と年長児の男児と女児とも右足の方が多かった。これは、左足を軸にして右足が左右のバランスをとったり、先に足を出すなどの効き足による影響と、足に合った靴を履いていない、正しい靴の履き方をしていないなどが考えられる。

5. 外反母趾について

外反母趾は、男児と女児とも15%前後で左足の方が多かった。年少児から年長児まで男児と女児とも左足より右足の割合が多かった。これも足に合った靴を履いていない、正しい靴の履き方をしていないことが考えられる。

外反母趾のある幼児では、靴を履いて趾先に負担のあるサッカー、クラシックバレエでは外反母趾になる可能性が考えられる。素足の水泳をしている幼児に外反母趾が多いのは、外反母趾のある幼児が水泳をしているということかもしれない。

現在治療中の病気や過去の病気から外反母趾の原因になったのはみあたらなかった。幼児で外反母趾があると、将来靴の影響でさらに外反母趾が悪化する可能性がある。それには、足に合った靴を選び、正しい靴の履き方についての指導をしていく必要があると考える。

本調査では、パニオン徴候がみられ第1趾が第2趾の方に変形している状態の角度を9°以上とした。その角度は外反母趾という診断はつかないが、視覚的に将来外反母趾になる可能性が高いということからのデータである。日本整形外科学会外反母趾診療ガイドラインの定める角度と大きくことなることから、本調査のデータは、正常範囲の軽度の変形といえる。今後、軽度、中等度、重症度にわけた検討も必要である。

6. 浮き趾について

本データは、視覚と触診での浮き趾の判断で、左足の浮き趾より右足の浮き趾が多く、第5趾の浮き趾が多かった。次いで第3, 4趾, 第2, 3, 4趾の順であった。これは立位時(足趾の視診と触診時)に重心が後ろにあったとも足趾が接地していなかったのではなかないとも考えられた。浮き趾の多さから考えると左足が軸足で右足が添え足であるのではないかと推測される。浮き趾の有無については、内田ら²⁾のように接地足跡画像写真のデータでみた方が良いと思われる。

結 語

幼稚園児の足趾の状態では、内反小趾は左足より右足の方が多く9割近くみられた。カーリーは、右足より左足の方が多く8割以上みられた。ハンマートウは、年少児以外は左足より右足の方が多く1割以上であった。外反母趾は、右足より左足の方が多く1.5割以上であった。浮き趾は、左足より右足の方が多く2.5割前後であった。足趾の形態異常の改善には幼児の足の発育に沿った靴の選定と正しい靴の履き方の指導が急務であると思われる。しかし、足趾の形態異常には、先天的要因、家族性や神経筋疾患などにより生じている場合もあるので、その点を今後追及していく必要があると思われる。

文 献

- 1) 原田碩三. 幼児の1980年と2000年の足について. 靴の医学 2001; 15: 14-8.
- 2) 内田俊彦, 佐々木克則, 藤原和郎他. 小学生の足型計測(第一報). 靴の医学 2005; 19(2): 107-13.
- 3) 青木宏樹, 出村慎一, 松田繁樹. 青年男女の浮き趾と足裏形態の性差, 左右差および体格との関係. 教育医学 2009; 54(3): 206-12.
- 4) 江木順子. 浮き趾の実態とつまずき・転倒の関連. 2011年度修士論文. 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科; 2012.
- 5) 田中洋一. 大学生の足に関する一考察(第1報)大学生の足の現状. 神戸大学発達科学研究紀要 1993; 1(1): 93-9.
- 6) 恒屋昌一, 臼井永男. 健常成人における直立時の足趾接地の実態. 理学療法学 2006; 33(1): 30-7.
- 7) 加辺憲人, 黒澤和生, 西田祐介他. 足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究. 理学療法科学 2002; 17(3): 199-204.
- 8) 石坂正大, 武田湖太郎, 下井俊典他. 足趾運動の運動強度と脳活動量の関係. 理学療法科学 2012; 27(2): 165-70.
- 9) 長谷川正哉, 金井秀作, 清水ミシェルアイズマン他. 着靴が足趾関節運動およびウィンドラスメカニズムに及ぼす影響について. 形態・機能 2007; 5(2): 75-80.
- 10) 新発田祥江, 大野貞枝, 中村 元他. 幼児靴一保育園児の着用靴と足の成長一. 靴の医学 2001; 15: 27-32.

足部アーチが投球動作の軸脚に及ぼす影響についての検討

The effects of foot arch of the axis leg on pitching kinematics

¹北海道科学大学 保健医療学部

²三仁会あさひ病院 整形外科

¹Faculty Health Sciences, Hokkaido University of Science

²Sanjinkai Asahi Hospital Orthopedic

清水 新悟¹， 昆 恵介¹， 伊藤 岳史²， 花村 浩克²

Shingo Shimizu¹， Keisuke Kon¹， Takashi Itou²， Hirokatu Hanamura²

Key words : 投球動作 (Pitching motion)， 縦アーチ (Medial longitudinal arch)， 横アーチ (Horizontal arch)

要 旨

投球フォームに軸脚足部の内側縦アーチと横アーチが及ぼす影響について調査し検討した。障害を有さない平均年齢は10歳の野球選手17名を対象とした。軸脚足部アーチの評価は、内側縦アーチは縦アーチ高率を使用し、横アーチは開張率を使用した。被験者の投球フォームは三脚を用いてビデオカメラで撮影し、コッキング初期の投球フォームより、良好群 (G群)、軸脚膝がつま先より前方に出る膝突き出し群 (KP群)、腰椎後彎か体幹後傾を認める後傾群 (PT群) の3群に分類した。G群5例、KP群6例、PT群6例であり、3群にて足部アーチ評価を比較した。縦アーチ高率は3群の比較にて有意差がみられなかったがKP群が高値を示した。開張率はPT群でG群に対し有意に高値を示し、横アーチが低下していた。コッキング期での体幹後傾や腰椎後彎の一要因として、横アーチ低下の可能性が考えられた。

1. はじめに

投球動作の相は、ウィンドアップ期、アーリーコッキング期、レイトコッキング期、アクセラレーション期、フォロースルー期の5相がある。投球障害の原因の1つに投球フォームの動作が関係していると言われている。投球動作にて宮下らは運動連鎖の観点から投球時の肩関節の動きには足部が影響すると述べている¹⁾。また大槻らは大学生を対象に投球相の中でもアーリーコッキング期のステップ脚最大挙上時の軸脚側の片脚立位安定性と肩・肘の痛みの関係にて調査を行った結果、内側縦アーチ拳上と足指の把持能力低下を訴えた²⁾。さらに工樂らは10歳から12歳までの成長期野球競技者の投球動作の中で、障害群にステップ脚最大挙上時における軸脚側の後足部アライメントが回内位を呈するものが多いことを報告した³⁾。

足指の把持筋力低下は横アーチの低下が予測され、後足部の過度な回内は内側縦アーチの低下が予測される。そこで我々は足部アーチに着目した。足部アーチと投球動作の関係を報告しているものは数少なく、明確に述べている研究は見当たらないのが現状である。

(2014/11/20 受付)

連絡先：清水 新悟 〒006-8585 北海道札幌市手稲区前田7条15-4-1 北海道科学大学保健医療学部
TEL 011-688-2308 FAX 011-681-3622
E-mail dynamicinsole@bc4.so-net.ne.jp

本研究は軸脚足部の内側縦アーチと横アーチが投球フォームに及ぼす影響について調査し検討することである。

2. 対 象

障害を有さない野球選手で同日の午前に来院した17名を対象とした。全例9~11歳の男性で平均年齢は 10 ± 0.8 歳，平均身長 138.4 ± 4.8 cm，平均体重 33.5 ± 5.1 kgである。

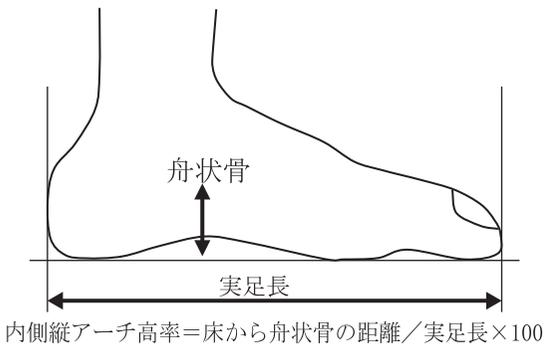


図1. 内側縦アーチ高率の計測法

3. 方 法

軸脚足部アーチの評価は全て立位荷重で行った。内側縦アーチの評価は足長を床から舟状骨までの距離で除した値（縦アーチ高率とする）を使用した⁴⁾⁵⁾。(図1)横アーチの評価は足幅を足長で除した値（開張率とする）を使用した⁶⁾。なお足長と足幅の計測はフットゲージを使用した。(図2)被験者の投球フォームを三脚を用いてビデオカメラで後方と投球側面を撮影した。ビデオカメラの設定は、高さ1.3mで投手板から後方2.5m，投球側（右投げ時は右，左投げ時は左）2.5mとした。投球は屋外で行い，投げる距離は16mである。(図3)コッキング初期の投球フォームの動画から投球開始時間からコッキング初期の時間を3名で計測し，誤差を確認した。(図4)3名で計測した時間から投球動作を確認して3群に分類した。そしてコッキング初期の投球フォームから軸脚股関節が適度に屈曲し軸脚膝がつま先より前に出ず，体幹後傾や腰椎後弯がない良好群（G群），軸脚膝がつま先より前方に出る膝突き出し群（KP群），



図2. 開張率の計測

軸脚膝がつま先より前方に出ないが腰椎後彎か体幹後傾を認める後傾群 (PT 群) の 3 群に分類し、足部アーチ評価を比較した。(図 4) 統計学的評価は多重比較検定を用いて有意水準を 5% とした。



図 3. 投球動作の撮影

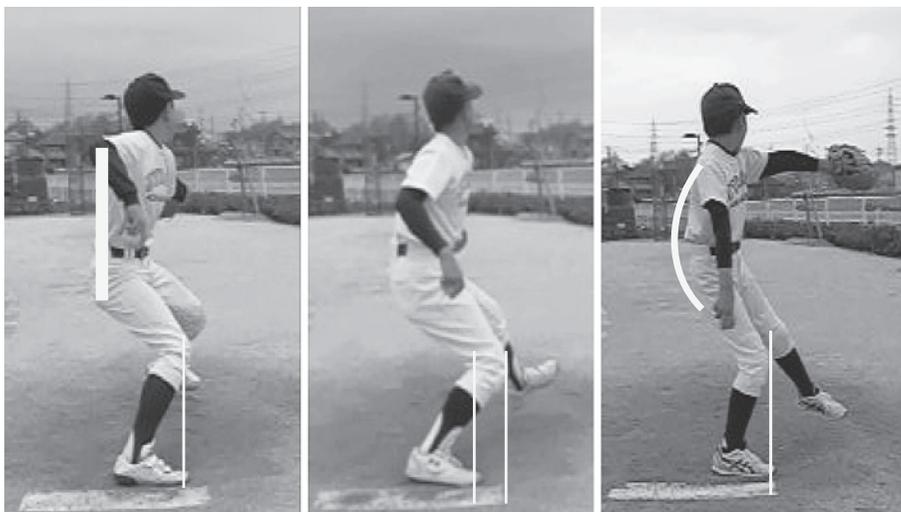
4. 結 果

3名で計測した時間の誤差は、平均 0.087 ± 0.043 秒と誤差は小さかった。分類した3群はG群5例、KP群6例、PT群6例であり、足部アーチ評価を比較した。

G群は縦アーチ高率が平均 $11.9 \pm 2.3\%$ 、開張率が平均 $40.4 \pm 1.4\%$ であった。KP群は縦アーチ高率が平均 $13.2 \pm 3.8\%$ 、開張率が平均 $41.0 \pm 1.4\%$ であった。PT群は縦アーチ高率が平均 $11.7 \pm 1.9\%$ 、開張率が平均 $41.6 \pm 1.8\%$ であった。内側縦アーチ高率は3群の比較にて有意差がみられなかったが、G群に対しKP群は高い値を示した。(表1) 開張率はG群に対してPT群が有意に高値を示し、横アーチが低下していた。(表1)

5. 考 察

コッキング期は助走をつけて投げる動作に入る前の動作となる。この動作は助走をつけてステップ動作を行おうとする動作で、我々は最も大きな



股関節が屈曲し
膝がつま先よりも
前に出ない良好群

膝が前に突き出す
膝突き出し群

骨盤後傾もしくは
腰椎後彎する
後傾群

図 4. 投球動作の分類

表 1. 投球動作による 3 群の比較

	縦アーチ高率	開張率
G 群	11.9%	40.4%
KP 群	13.2%	41.0%
PT 群	11.7%	41.6*%

*P<0.05: G 群と比べて有意差あり

並進エネルギーを生み出す動作と推察している。そのため今回は、この投球動作時のフォームを確認して投球フォームの良い群と悪い群 2 群の 3 群に分類した。

3 群に分類した足部アーチを計測して足部アーチが投球フォームに与える影響について調査を行った。その結果、縦アーチは有意差がみられなかったが、G 群に対し KP 群は高い値を示し、横アーチは有意な差がみられ G 群に対して PT 群が高値を示した。縦アーチが G 群より KP 群にて高値を示したのは、大槻らの肩、肘の痛みのある群の特徴の 1 つと一致しており、内側縦アーチの高値が足部から体幹へのアライメント異常を起し、投球障害に繋がったと推察した。しかし解明されていない点もあり、検討していく必要がある。横アーチの低下は、前足部の不安定性や足趾の把持力に関係していると報告されている⁷⁾。矢作らは腰痛の原因の 1 つに浮き趾による後方重心が関係していると報告している⁸⁾。我々は前足部を安定させる足趾の把持力が弱いために重心が後方へいくのではないかと考えた。したがってコッキング期での体幹後傾や腰椎後弯の一要因として、横アーチが低下しているために引き起こると推察した。今後は症例数を増やすとともに足趾の把持力を計

測して検討する。また本研究は小学生高学年を対象としており、成人において同様の結果がでるかとは不明である。そのため今後は、成人においても同様の研究を行っていく必要がある。しかし、小学生の内から投球障害の予防として本研究の結果を考慮する意義は大きいと我々は考えている。投球障害予防として足部アーチの改善として足内在筋強化や足底挿板療法などを行う必要があると我々は考える。

6. 結 論

コッキング期の体幹後傾や腰椎後弯は横アーチが低下していた。投球障害において足部のアーチが原因の 1 つである可能性を示唆した。

文 献

- 1) 宮下浩二. 動画でみるスポーツ傷害患者の臨床動作分析. 理学療法 2007; 24 (8): 1104-11.
- 2) 大槻伸吾, 池内 誠, 柳田育久他. 大学野球投手における片脚立位安定性と肩・肘の痛みの関係. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌 2012; 21: 17-8.
- 3) 工樂義孝, 秀島聖尚, 高原信二他. 成長期野球肘と足部マルアライメントの関連性. 九州・山口スポーツ医・科研究会誌 2010; 22: 94-8.
- 4) 大久保衛, 鳥津 晃他. メディカルチェックにおける足アーチ高率測定方法の検討. 臨床スポーツ医学 1989; 6: 336-9.
- 5) 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.
- 6) 清水新悟, 長井 力, 元田英一他. 開張率と開張角の信頼性と開張足の診断基準値と障害予防の検討. スポーツ産業学研究 2013; 23 (1): 11-7.
- 7) 林 典雄, 鶴飼建志, 橋本貴幸他. 足底挿板が足内在筋筋力に及ぼす影響について. 日本義肢装具学会誌 2000; 16 (4): 287-90.
- 8) 矢作 毅, 根本光明, 福山勝彦他. 草履を中心とした浮き趾の治療および腰痛の改善について. 靴の医学 2005; 18 (2): 65-71.

母趾基節骨疲労骨折に手術を施行した 1 例

Surgical treatment for stress fracture of the proximal phalanx of the great toe, a case report

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

黒屋 進吾, 仁木 久照, 平野 貴章, 秋山 唯, 別府 諸兄
Shingo Kuroya, Hisateru Niki, Takaaki Hirano, Yui Akiyama, Moroe Beppu

Key words : 疲労骨折 (stress fracture), 母趾基節骨 (proximal phalanx of the great toe), 短距離選手 (a sprinter)

要 旨

母趾基節骨疲労骨折に対して手術を施行した 1 例を報告する。症例は 13 歳, 女性, 短距離選手。右母趾痛を自覚し近医を受診した。保存療法にて改善しなかったため, 紹介受診となった。身体所見と画像所見から母趾基節骨疲労骨折と診断し, 手術を施行した。術後 3 ヶ月で陸上競技に復帰し, 術後 2 年の現在, 再発なく競技を継続している。

はじめに

足部の疲労骨折は運動選手に多いが, 母趾基節骨の疲労骨折は比較的まれである¹⁾。今回, 我々は母趾基節骨疲労骨折に対して手術療法を施行した 1 例を報告する。

症 例

13 歳, 女子, 陸上部 (短距離選手)。陸上短距離用スパイクを使用してトラックの練習中に右母

趾に疼痛を自覚し近医を受診した。母趾基節骨疲労骨折の診断で 4 ヶ月間のスポーツ活動中止と足底挿板による保存療法を施行されるも骨癒合が得られず, 疼痛の改善も認めなかったため, 紹介受診となった。

ランニングの際に膝が外反し, 足部が回内する傾向にあった (担当教官の指摘)。身体所見では, 回内を伴う軽度の外反母趾変形と母趾 MTP 関節内側底面に圧痛と腫脹を認めた。足部荷重時 X 線像で右母趾基節骨の基底部内側に関節内に及ぶ骨折線を認め (図 1), CT 像では遠位骨片は 3 つに分節し, 一部に骨硬化像を認めた。(図 2) 以上から母趾基節骨疲労骨折と診断し, 手術を施行した。

母趾 MTP 関節から基節骨基底部の縦皮切で進入した。偽関節部は線維軟骨様組織で置換され, 異常可動性をわずかに認めた。偽関節部は, 鋭匙にて海綿骨が露呈するまで新鮮化した。MTP 関節内を展開して直視下に骨片の整復位が良好なことを確認した後, まず Double Threaded Screw Mini[®] (メイラ, Japan) にて大きな骨片を固定し, 次に小さな骨片を Modular Hand System Screw[®] (SYNTHES, Japan) にて固定した。術後は 2 週間の免荷歩行の後, 後足部での部分荷重を開始した。術後 4 週間より全荷重歩行とした。また, 骨

(2013/12/27 受付)

連絡先: 黒屋 進吾 〒216-8511 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
TEL 044-977-8111 FAX 044-977-9683
E-mail s2kuroya@marianna-u.ac.jp

癒合促進の目的で術後2週間より超音波骨折治療器を2ヵ月間行った。



図1. 単純X線足部荷重時背底像
外反母趾角30°、母趾基節骨基部に骨折を認める。

術後3ヵ月、骨癒合を確認し、陸上競技に復帰した。術後2年の現在、スポーツ活動の制限は行っていないが、再発なく陸上競技を継続している。(図3)

考 察

母趾基節骨疲労骨折はスポーツ選手における疲労骨折の0.5%とされ、その半数以上が陸上競技選手に発症する¹⁾。骨折部位は基節骨基部内側がほとんどである。さらに外反母趾症例に比較的多くみられることも指摘されている²⁾³⁾。Yokoeら²⁾は、母趾が外反すると長母趾伸筋腱と母趾内転筋の持続的な bow-stringing 効果による内側側副靭帯への引張り負荷が増大し、これが本症の原因の1つと推察している。Ikedaら³⁾は、外反母趾では母趾基節骨の基部内側が底側に変位しているためスポーツ活動による toe-off の繰り返しにより基節骨底内側部に過剰な負荷がかかりやすくなってお

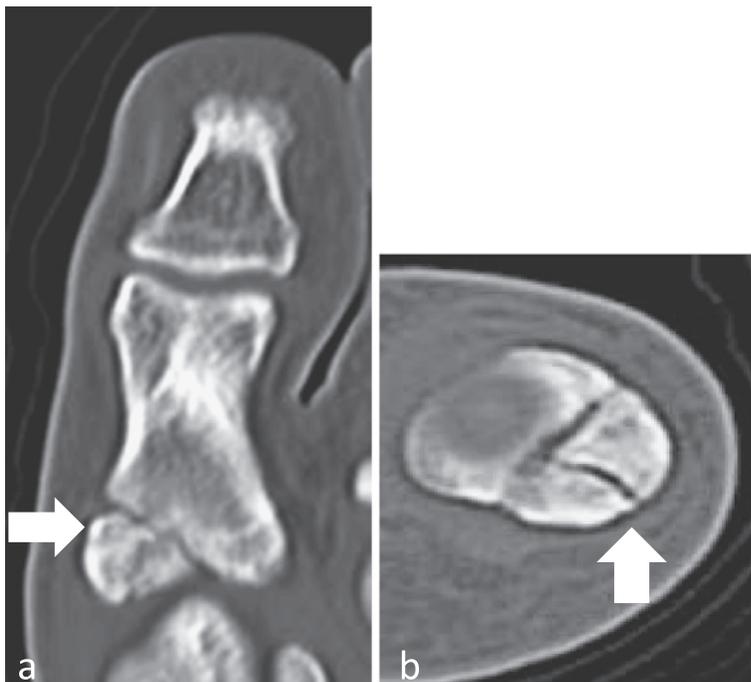


図2. CT像

- a: 軸方向像. 骨折は関節面に及び、一部に骨硬化像を認める。
- b: 冠状断像. 骨片は3つに分かれている。



図3. 術後2年の単純X線像
骨癒合が得られている。

り、これが原因と推察している。本症例では外反母趾変形に加え、ランニングの際の膝外反と回内足傾向による足部内側への過負荷も発症の誘因と考えられた。

治療方法は、発症早期で骨片の転位のない場合は保存療法が適応となる³⁾。一方、発症後に長期間経過した例⁴⁾、骨片が転位している例⁵⁾、骨折部に骨硬化像を認める例⁸⁾、および保存療法に抵抗する例⁶⁾⁷⁾は手術療法が選択される。これまでは保存療法が主として選択されていた。しかし、近年では手術療法の方が競技復帰までの期間が短い傾向にあるとする報告が散見されようになった^{1)~8)}。

従って、発症からの経過、競技スケジュールなどを考慮して治療法を選択することが望ましい。

本症は、保存療法に抵抗し、偽関節を呈していたこと、さらに患者と家族が早期の運動復帰を希望したことにより手術療法を選択し、その結果、良好な成績が得られた。現在、再発予防のためにスポーツ活動や通学時の靴の指導や足底挿板の装着を行っている。今後、抜釘の予定はない。

ま と め

外反母趾を伴った陸上短距離選手に生じた母趾基節骨疲労骨折に対し、手術療法を行い良好な成績を得られた1例を報告した。

文 献

- 1) Hulkko H, Orava S. Stress fractures in athletes. *Int. J. Sports Med* 1987 ; 8 : 221-6.
- 2) Yokoe K, Mannoji T. Stress fracture of the proximal phalanx of the great toe : a report of three cases. *Am J Sports Med* 1986 ; 14 : 240-2.
- 3) Ikeda H, Yamauchi H, Sakuraba K. Stress fracture of bilateral phalanges of the great toe in a long distance runner, A case report. *Orthopedics surgery* 1998 ; 49 : 555-7.
- 4) 松末吉隆. 砲丸投げによる母趾疲労骨折の1例. *整スポ会誌* 1991 ; 11 : 503-5.
- 5) 志田原泰夫. 陸上短距離走者に生じた母趾基節骨疲労骨折の1例. *広島医* 1991 ; 44 : 1519-20.
- 6) 亀山 泰, 横江清司, 大島祐之他. 疲労骨折手術例の検討. *スポーツ医・科* 2005 ; 18 : 11-5.
- 7) 桜田卓也, 宇佐見則夫, 井口 傑他. 母趾基節骨疲労骨折の検討. *東日臨整外会誌* 1994 ; 6 : 111-4.
- 8) Shiraiishi M, Mizuta H, Kubota K, et al. Stress fracture of the proximal phalanx of the great toe. *Foot Ankle* 1993 ; 14 : 28-34.

脊椎脊髄疾患に対する足元からのアプローチについての紹介

Approach from foot for spinal disease

¹⁾平和病院 リハビリテーション科

²⁾平和病院 横浜脊椎脊髄病センター

³⁾NPO オートティクスソサイエティー

¹⁾Department of Rehabilitation, Heiwa Hospital

²⁾Heiwa Hospital Yokohama Spine Center

³⁾Nonprofit Organization Orthotics Society

米村 仁洋¹⁾, 田村 睦弘²⁾, 佐々木克則³⁾

Yoshihiro Yonemura¹⁾, Mutuhiro Tamura²⁾, Katunori Sasaki³⁾

Key words : 脊椎脊髄疾患 (spinal disease), 靴のフィッティング (shoe fitting), 足底挿板 (shoe-insole), 日本整形外科学会腰痛疾患質問票 (Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation : JOABPEQ)

要 旨

平和病院の脊椎脊髄センターにて脊椎脊髄疾患 (脊柱管狭窄症 5 例, 脊椎側弯症 4 例, 腰椎椎間板ヘルニア 1 例, 腰椎変性すべり症 1 例) と診断され保存療法を行った 11 例に対し, 靴のフィッティングと足底挿板の作製により歩行動作時の身体バランスの調整を行った. その結果, 日本整形外科学会腰痛疾患質問票 (Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation : JOABPEQ) の疼痛関連項目において良好な結果が得られた. 事例も紹介し, その取り組みについて紹介する.

緒 言

脊椎脊髄疾患に対する保存療法では体幹装具の使用や運動療法が一般的であり, 足底挿板や靴の

フィッティングなど足元からアプローチしている報告は殆どない.

今回, 我々は脊椎脊髄疾患に対し, 立位姿勢や歩容の改善, 症状の改善を目的として靴のフィッティング (靴の選択と履き方指導) と足底挿板 (Dynamic Move Control 理論に基づいた方法 = 以下 DYMCO) 作製を試み若干の知見を得たのでその取り組みについて報告する.

対象と方法

(1) 対象

平成 26 年 2 月から平成 26 年 7 月までに受診し脊椎脊髄疾患と診断され保存療法を行った患者 11 例を対象とした. 疾患別では脊柱管狭窄症 5 例, 脊椎側弯症 4 例, 腰椎椎間板ヘルニア 1 例, 腰椎変性すべり症 1 例である. 性別は男性 4 名, 女性 7 名, 年齢は 40~85 歳, 平均年齢 73 歳である. 介入期間は 37.6 ± 28.7 日であった.

(2) 方法

1) 靴のフィッティング

DYMOCO 理論に基づいた荷重位と非荷重位で

(2014/11/12 受付)

連絡先 : 米村 仁洋 〒230-0017 神奈川県横浜市鶴見区東寺尾中台 29-1 平和病院 リハビリテーション科
電話番号 045-573-9650 FAX 番号 045-573-9650
E-mail german9ykk@yahoo.co.jp

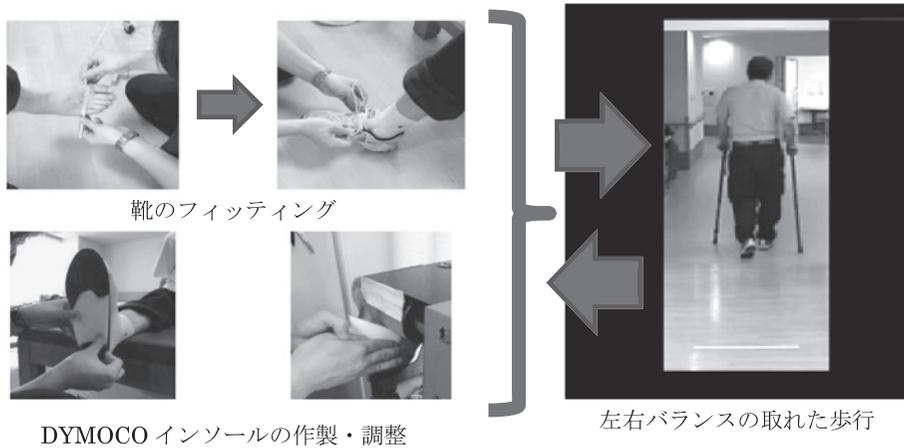


図1. 靴のフィッティングと DYMOCO インソールの作製

表1. 介入前後での JOABPEQ の比較

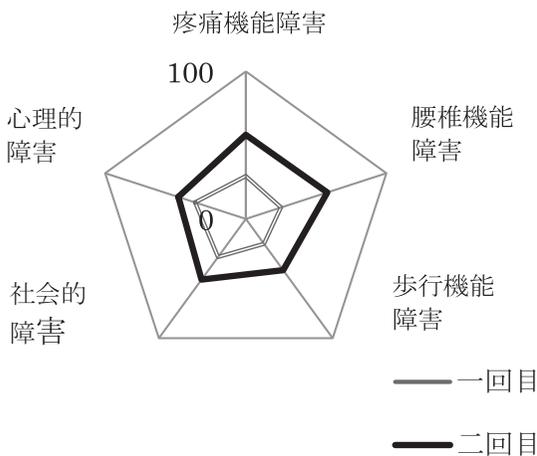
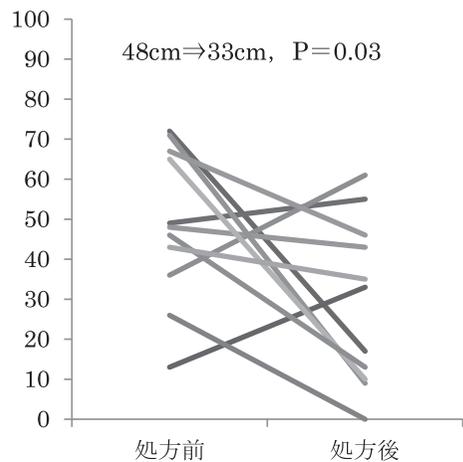


表2. VAS 腰痛



の足サイズ計測を行い、それに合わせた理想の靴サイズ指導と、靴の履き方、紐の結び方指導を行った。(図1) 靴の履き方指導は、毎回靴の踵部分と足の踵部分をしっかりと合わせ、中足骨部分を掌で包み込むように締めるよう徹底させた。

2) 足底挿板の作製

DYMOCO 理論に基づいた観察による歩行分析を行い¹⁾、特に歩行時腰部に負担のかかることが予想される身体バランスの崩れ改善を目的とした DYMOCO インソールの作製を行った²⁾。(図1)

3) 治療効果判定

日本整形外科学会腰痛疾患質問票 (Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation : JOABPEQ) の疼痛関連障害、腰椎機能障害、歩行機能障害、社会生活障害、心理的障害および VAS (腰痛、臀部・下肢痛、下肢のしびれ) と 10m 歩行の 3 項目において介入前後での数値の比較を行った。

4) 統計分析

JOABPEQ と VAS は Mann-Whitney U 検定、10m 歩行は T 検定を用いて、 $P < 0.05$ を有意差ありとした。

表3. VAS 臀部・下肢痛

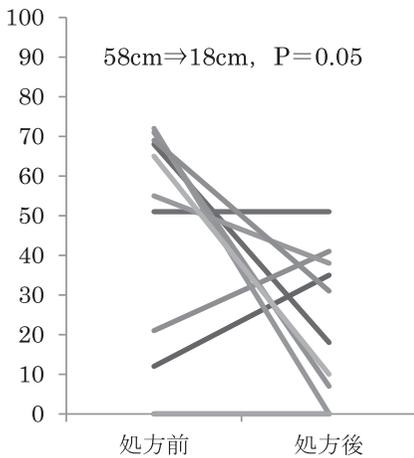


図2. 持参靴

表4. VAS しびれ

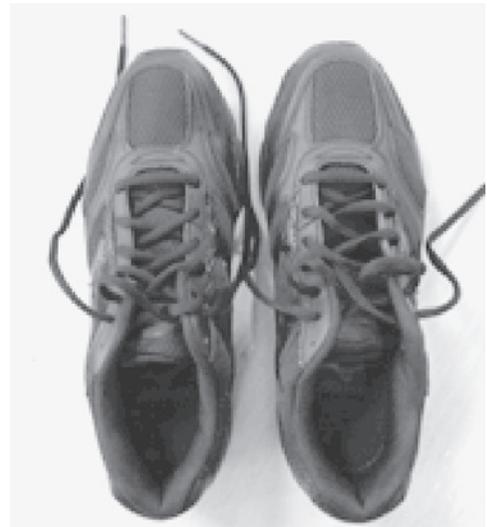
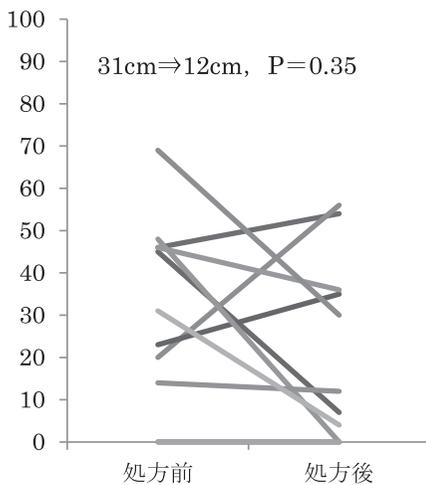


図3. 処方靴

結 果

(1) JOABPEQ

介入前後でのJOABPEQスコア中央値の変化と有効率は、疼痛機能障害で(29点⇒57点, 45.5%, P=0.02), 腰椎機能障害で(25点⇒58点, 63.6%, P=0.01), 歩行機能障害で(21点⇒43点, 54.5%, P=0.10), 社会生活障害で(32⇒51点, 27.3%, P=0.39), 心理的障害で(36点⇒48点, 0%, P=0.09)であった。(表1)

(2) VAS

介入前後でのVAS中央値は腰痛(48cm⇒33cm, P=0.03)(表2), 臀部・下肢痛(58cm⇒18cm, P=0.05)(表3), 下肢のしびれ(31cm⇒12cm, P=0.35)(表4)であった。

(3) 10m 歩行

介入前後での平均歩数(21.8歩⇒20.2歩, P=



図4. 作製したインソール



図5. 立位姿勢比較

0.01), 平均歩行速度 (11.7 秒⇒10.4 秒, $P=0.01$) であった.

症例紹介

63 歳男性. 一年半ほど前から腰痛と右下肢のしびれ, 張り感が出現. 徐々に症状が悪化し, 日常生活では両杖を使用. 腰から両下肢痛が強く (左<右) 長距離歩行が困難となり当科受診. 普段は 26.5cm のスリッポンタイプの靴 (図 2) を履かれていたが, 足のサイズ計測を基に 25.0cm の紐靴 (図 3) を処方した. 介入前の歩行では, 左足部は過回外の動きを呈し, 左立脚相での骨盤帯と肩甲帯の左外側への傾きを認め, 右足部は過回内の動きを呈し, 右立脚での骨盤帯の拳上, 肩甲帯下制の動きを認め, それぞれの足部の過度な動きを抑え, 歩行時の身体バランスを整える目的の DYMOCO インソールの作製を行った. (図 4) その場で痛みは軽減し, 歩行速度の向上も確認出来た. 立位姿勢では, 両上肢での杖への寄りかかりが減少し, 体幹の左側変位や前傾姿勢など前後左右での非対称な姿勢の改善を認めた. (図 5)

考 察

脊椎由来の痛みには脊柱の安定性が不可欠であるとされており, 一般的には体幹筋力トレーニングなどの運動療法や体幹コルセットの使用が行われている.

歩行時の脊柱は, 脊柱そのもののアライメントだけでなく, 足部, 下肢を含めた全身の動きの影響も受けている. 特に足元は, 床面と接する唯一の場所であり, 歩行動作時の全身の安定性や歩行バランスに大きく関与している.

内田らは, 健常人の歩行姿勢を左右バランスのとれたものと規定した場合, 痛みのある人の歩行姿勢は健常歩行から逸脱していると¹⁾述べており, 今回対象となった症例においても, 歩行時の身体バランスは全例において崩れていることが確認できた.

DYMOCO 理論に基づく足底挿板を用いた方法は, 身体全体の動作観察をし, 痛みの原因となっている悪い動きを足元から改善することで症状の軽減が出来た様々な下肢障害に対して有効であるとの報告がされている^{2)~4)}.

今回我々の行った脊椎脊髄疾患に対する試みにおいても, 崩れた身体バランスをバランスの取れ

た歩行姿勢にすることにより, JOABPEQ での疼痛, 腰椎機能の改善, VAS での疼痛関連軽減からも有効であることが示唆された。

今後は症例数を増やし, 疾患別や重症度別などでの検討を行い, エビデンスレベルの高い効果検証をしていきたいと考えている。

結 語

1. 脊椎疾患の保存療法に際し, 靴のフィッティングと DYMOCO インソール作製による足元からの全身バランス調整の試みを紹介した。
2. JOABPEQ での疼痛機能障害, 腰椎機能障

害, VAS の腰痛, 臀部・下肢痛で優位な改善がみられた。

3. 脊椎疾患別の症例数を重ね, さらにエビデンスレベルの高い検証を行って行きたい。

文 献

- 1) 内田俊彦. 体幹と歩容について. 運動療法と物理療法 2010; 21 (3): 229-35.
- 2) 東 佳徳. Dynamic Move Control 理論に基づく足底挿板の作製方法について—観察による歩行分析を用いて—. 靴の医学 2011; 25 (2): 31-5.
- 3) 佐々木克則. モートン病に対する当科の取り組み. 靴の医学 2013; 27 (2): 84-8.
- 4) 小林文子. “足袋”に作製した足底挿板の紹介. 靴の医学 2011; 25 (2): 87-92.

症例報告

膝痛を繰り返した右回内足のボート選手に対して
足底挿板が有効であった一例

Benefits of custom foot orthoses for rower in treating excessive foot
pronation and repeated knee pain : a case report

¹⁾仙台市立病院 整形外科

²⁾仙台赤十字病院 整形外科

³⁾有限会社千葉商店

¹⁾Sendai City Hospital

²⁾Japanese Red Cross Sendai Hospital

³⁾Chiba's Ltd.

松澤 岳¹⁾, 須田 英明¹⁾, 北 純²⁾, 千葉 和彦³⁾

Gaku Matsuzawa¹⁾, Hideaki Suda¹⁾, Atsushi Kita²⁾, Kazuhiko Chiba³⁾

Key words : 足底挿板 (foot orthoses), 回内足 (pronation foot), 膝痛 (knee pain), ボート (rowing), スポーツ障害予防 (sports injury prevention)

要 旨

繰り返す膝痛を伴う右回内足のボート選手に対して足底挿板を装用し、膝痛の改善に加えて、有意に競技パフォーマンスの向上がみられた症例を経験した。足底挿板はトリッシュムを用い、立位荷重条件で採型し、積層構造とした。距骨下関節のアライメントが矯正され、スクワット及びボート運動時の膝関節内反と足部の過度回内の改善がみられた。これによりボート競技のパフォーマンスの改善もみられたと考える。スクワット動作を繰り返すスポーツにおいて、回内足の選手における内側縦アーチのサポートは膝関節障害の予防のみならず競技パフォーマンスの向上に寄与する可

能性がある。

緒 言

足部アライメント不良の修正やスポーツパフォーマンスの向上を目的として足底挿板が処方されることがある。なかでも、足型を採型し、現在の足の形態を維持するだけでなく、専門家が足の特徴を評価して機能向上をはかって作成する足底挿板もある。今回我々は繰り返す膝痛を伴う回内足に対して足底挿板を処方し、膝痛の改善に加えてパフォーマンスの向上がみられた症例を経験したので報告する。

症 例

ボート競技歴1年半の20歳女性。高校時代は軟式テニス部に所属していた。右足をうち返すように捻挫することが多く、時に自制範囲内の膝痛も自覚していた。大学入学後にボート競技を開始し

(2013/12/26 受付)

連絡先：松澤 岳 〒984-0075 宮城県仙台市若林区
清水小路 3-1 仙台市立病院
電話 022-308-7111

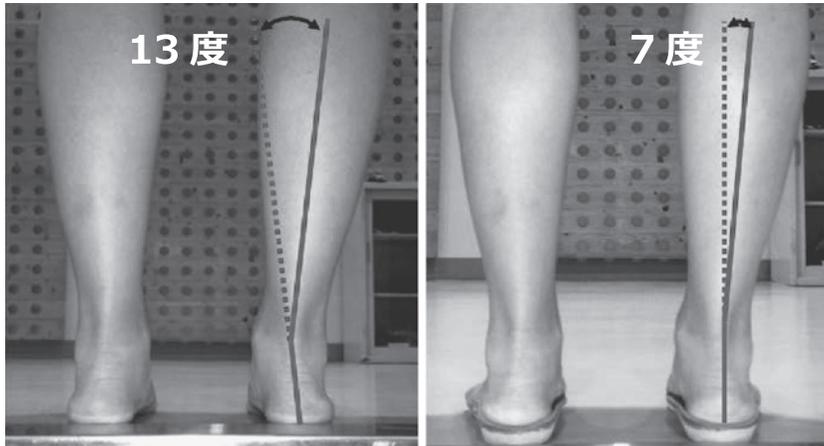


図1. 足底挿板使用による下腿踵骨角の変化.

下腿踵骨角は足底挿板非使用時(左)に13度であったが、作成足底挿板使用時(右)に7度に変化した。



図2. 足底挿板による下肢全長単純X線写真真正面像の変化。膝に対するMikulicz lineは市販足底挿板使用時(左)と作成足底挿板使用時(右)で変化がなかった。

てからは両側の鷓足炎や腸脛靭帯炎を繰り返したが、症状は自然に改善するため医療機関は受診していなかった。ボートを漕ぐ時に右膝が内側に入

る癖があると本人が訴えることがあった。競技開始1年半頃から症状が持続したため整形外科を受診した。これまで膝のcatchingやlockingを自覚したことはなく、身体所見ではMcMurray test陰性、Thessaly Test陰性、Carterの5徴候は陰性であった。半月板損傷を積極的に疑う所見や、膝関節弛緩性はなかったが、右足の扁平足と回内足がみられ、右膝関節外側に屈曲時と圧迫時の痛みがあった。足部アライメント不良が原因のくり返す腸脛靭帯炎と診断し、膝痛の症状改善を目的に足底挿板を作成した。

方 法

トリッシュヤムを用い、立位荷重条件で採型し、積層構造とした足底挿板(以下作成足底挿板)と約4mmの内側アーチサポートを処方した。内側アーチサポートがない市販足底挿板使用条件と作成足底挿板使用条件下に、静止時の肉眼的、放射線学的な下肢アライメントの違い、運動時の下肢アライメントの違い、また競技パフォーマンスの違いを検討した。単純X線下肢全長撮影で足底挿板の違いによる膝に対するMikulicz lineの変化を比較した上で、踵骨骨軸のアライメントも評価し

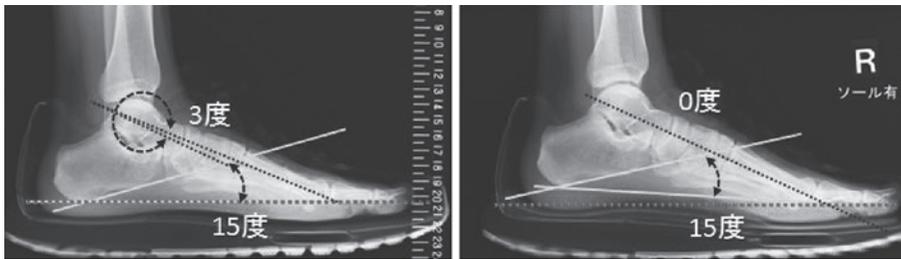


図3. 足底挿板使用による足部単純X線写真側面像の変化。
市販足底挿板使用時(左)に比べて作成足底挿板使用時(右)には、踵骨傾斜角は変化せず、距骨第一中足骨角は改善した。



図4. 足底挿板使用による足部単純X線写真正面像の変化。
踵骨骨軸が明確に見えるように管球を15度頭側に振って撮影した。市販足底挿板使用時(左)に比べて、作成足底挿板使用時(右)は踵骨の外反位が矯正されていた。白線は、脛骨骨軸および距腿関節中央と踵骨中央を結んだ直線である。

た。通常の下肢全長撮影では踵骨が写りにくく、踵骨長軸のアライメントの評価が困難であるため、管球を水平面から頭側へ15度傾斜して単純X線撮影を行い、踵骨長軸を評価した。足底挿板使用によるスクワット動作時下肢動作的アライメントの変化、ボート動作時下肢動作的アライメントの変化と競技パフォーマンスの変化を検討した。Concept2社ローイングエルゴメーターを使用して、最大酸素摂取量測定レベルの強度(以下VO2Max強度)にて3~4分間の運動を、市販足底挿板と作成足底挿板を交互に使用しながら9セット、合計18回行なった。ボート競技では股関節最大屈曲、膝関節最大屈曲、足関節最大背屈位(以下Catch position)からはじまり、これらの関節が伸展し始

めてボートが動き出すまでの動作がパフォーマンスに重要である¹⁾。しかしこれら3関節の動きを同時に評価することは困難であり、また膝関節や股関節の動きは足関節の動きからも影響を受ける。本症例では足底挿板の回内足に対する治療効果を評価するためにCatch positionでの足関節の安定性に注目し下腿踵骨角を評価した。Bauerfeind社Bodytronic130を使用してボート動作時の足底圧を計測した。膝関節痛の変化についても比較検討を行った。

結 果

足底挿板処方後から現在まで12ヶ月間、膝痛なく練習可能となっている。下腿踵骨角は足底挿板

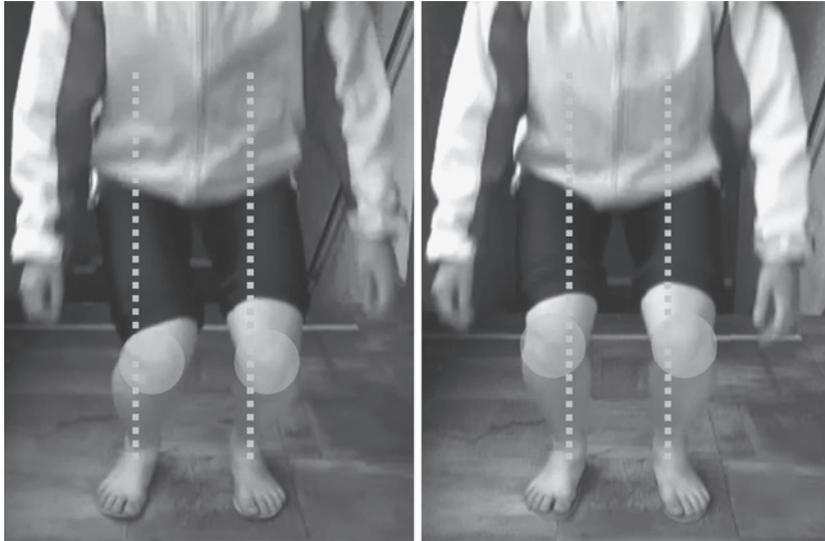


図5. 足底挿板使用によるスクワット動作時膝動的アライメントの変化
市販足底挿板使用時(左)に比べて作成足底挿板使用時(右)には膝関節屈曲時の右膝内反が矯正された。

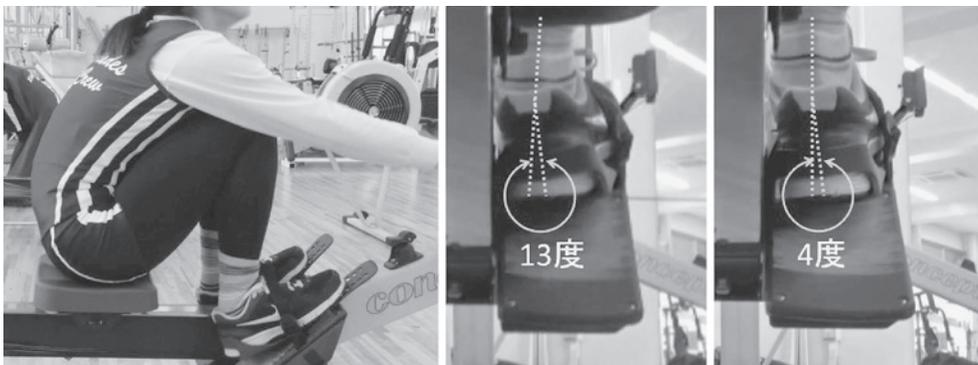


図6. 足底挿板によるボート動作時の後足部アライメントの変化。Concept2社製ローイングエルゴメーター(左)を使用してボート動作 Catch position 時の後足部のアライメントを評価した。市販足底挿板使用時(中央)に比較して作成足底挿板使用(右)により後足部アライメントが13度外反から4度外反に修正された。

非使用から作成足底挿板使用により13度から7度に変化した。(図1) 両下肢立位全長単純X線写真では、作成足底挿板を使用しても市販足底挿板使用時に比べ膝に対するMikulicz lineの位置に大きな変化は見られなかった。(図2) 足部単純写真では、踵骨傾斜角は市販、作成どちらの足底挿板を使用しても15度で変化が見られなかったが、距骨

第一中足骨角は市販足底挿板使用時3度であったのが、作成足底挿板使用時には0度に改善された。(図3) 市販足底挿板使用時に比べて、作成足底挿板使用時には、特に患側である右後足部で踵骨の外反位が矯正される方向へ変化していた。(図4) スクワット動作では、作成足底挿板の使用により膝関節屈曲時の右膝内反が矯正された。(図5)

表 1

	test 1	test 2	test 3	test 4	test 5	test 6	test 7	test 8	test 9	平均
市販足底挿板	225	221	221	220	214	212	220	221	228	220
作成足底挿板	229	225	229	224	220	223	231	225	228	226

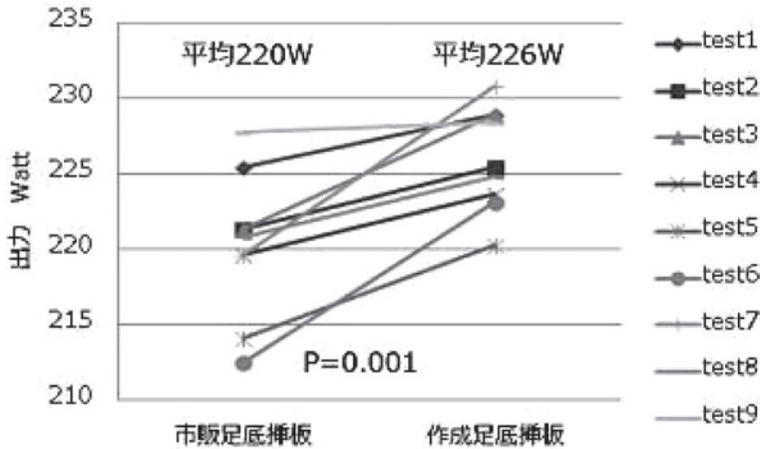


図7. 足底挿板による漕艇競技パフォーマンスの変化.

市販足底挿板使用時に比較し、作成足底挿板使用によりパフォーマンスが有意に向上した。

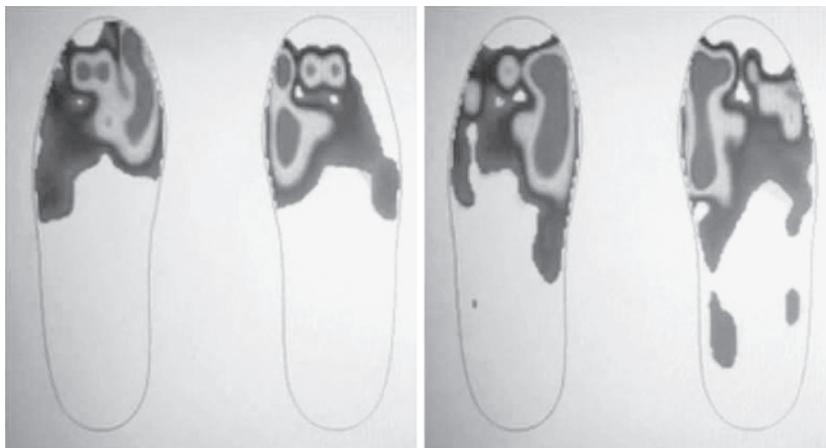


図8. 足底挿板使用による足底圧の変化.

市販足底挿板使用時（左）に比べ作成足底挿板使用時（右）には Catch position で内側前足部へ荷重が集中した。

ボート動作 Catch position の後足部アライメントは、市販足底挿板使用時は13度外反していたのに対し、作成足底挿板使用により4度外反に矯正さ

れた。(図6) ボート競技パフォーマンスは市販足底挿板使用時(平均出力 220.3W)に比較し、作成足底挿板使用(平均出力 226.0W)によりパフォー

マンスが有意 ($P=0.001$) に向上した。(表1, 図7) 作成足底挿板使用により, Catch position で内側前足部へ荷重が集中するようになっていた。(図8)

考 察

本症例では本人の足型をもとに作成した足底挿板を使用することで, 静止時の距骨下関節回内の改善, ポート動作時の後足部外反の改善や, ポート競技パフォーマンスの向上がみられ, くり返す膝痛も消失した。腸脛靭帯炎や膝蓋大腿関節症候群などの膝痛に対する足底挿板処方の有効性やその有効性が特に前足部外返し症例にみられるとの報告があり^{2)~4)}, 本症例においても膝痛の改善が足底挿板装着による足部アライメントの改善によるものであると考えられる。足部縦横アーチ構造の破綻による扁平足障害を, カリフォルニア大学バイオメカニクス研究所 (UCBL) 型足底装具を用いて治療し, X線像で評価した場合に, 距骨第1中足骨角が特に著明に改善したとする報告や⁵⁾, 下肢機能軸の評価には Mikulicz line は足関節から近位の評価にとどまるため不十分であり, 距骨下関節を含めた軸を評価する必要があるとの意見がある⁶⁾。本症例でも足型に合わせた足底挿板を使用して撮影したX線像において Mikulicz line の変化は見られなかった。一方, 脛骨骨軸に対する踵骨長軸のアライメントが, 外反位から中間位へと矯正され, 距骨第一中足骨角と距踵骨角にも変化がみられており, 主に後側部過回内矯正による股関節から踵骨まで含めた下肢アライメントの改善が見られた。また足底圧検査では足底挿板装着によりポート動作 Catch position において前足部内側への荷重集中と圧上昇がみられた。これらの結果から足底挿板の動的効果予測に, 距骨下関節の静的アラ

イメント評価が有効である可能性がある。また足関節背屈位で後足部が固定された肢位において, 回内足であった本症例では, 足底挿板使用によって距骨下関節が回外位で安定が得られ, ポート動作 Catch position で前足部内側へ荷重が集中するような荷重軸の修正, それに伴うパフォーマンス向上がみられた可能性がある。今回は1例報告であったので, 今後同様の症例に関して引き続き検討を行う必要がある。

結 語

本症例は, 右回内足を伴う, 再発する膝痛の症例であった。後足部の回内位を修正する足底挿板を使用することにより, 立位時の下腿踵骨角とともに運動時の膝関節と足部の2次元的動的アライメントが修正され, 運動時のパフォーマンスも向上した。

文 献

- 1) Francis P. Loads on the Bodies of Rowers. In : Rowing Faster. 2nd edition. Illinois : Human Kinetics ; 2011. 91-105.
- 2) Barton CJ, et al. Greater peak rearfoot eversion predicts foot orthoses efficacy in individuals with patellofemoral pain syndrome. Br J Sports Med 2011 ; 45 : 697-701.
- 3) 三好 徹他. 回内扁平足および knee-in を伴う膝痛症例の三次元動作解析 内側アーチサポート型足底板の効果. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌 2011 ; 31 : 102-8.
- 4) 永井教生他. 同側に腸脛靭帯炎と膝窩部痛を合併したランニング障害例の治療経験 発症機序が異なる二つの症状に対する足底挿板療法. 整形外科リハビリテーション学会学会誌 2010 ; 12 : 93-6.
- 5) 服部弘之他. 扁平足障害に対するアーチサポート型足底装具の使用経験. 整形外科 2006 ; 57 : 274-7.
- 6) 梁 裕昭他. 下肢のアライメントとバイオメカニクス/足部 距骨下関節と下肢のアライメント. 関節外科 1995 ; 14 : 849-56.

症例報告

変形性股関節症の脚長差に対し和装時の補高を行った1例

A case report ; The patient of leg
length discrepancy of osteoarthritis of the hip
when dressed in kimono with lifted traditional shoes

新潟医療福祉大学大学院 義肢装具自立支援学分野

Department of Prosthetics & Orthotics and Assistive Technology,

Graduate School, Niigata of University of Health and Welfare

笹本 嘉朝, 阿部 薫, 藤枝 温子, 松原 千裕, 伊藤あきみ

Yoshitomo Sasamoto, Kaoru Abe, Atsuko Fujieda, Chihiro Matsubara, Akimi Ito

Key words : 脚長差 (Leg length discrepancy), 和装 (dressed in kimono), 補高 (lift)

要 旨

変形性股関節症は中年以降の女性に多くみられる疾患である。2cm 以内の脚長差であれば立位や歩行に影響を及ぼさないとする報告もあるが、臨床的には不調を訴える例も多い。

変形性股関節症で2cmの脚長差を有する患者から、娘の結婚式に和装(草履使用)で出席したいとの要望を受け、できる限り外観に配慮しながら立位および歩行機能に配慮し、足袋内蔵型インソールで補高1cmと草履に使用する補高パッド1cmの組み合わせにより、満足度の高い使用感が得られた。

緒 言

変形性股関節症は中年以降の女性に多くみられる疾患である。わが国においては先天性疾患や炎

症性疾患、外傷等による二次性股関節症が約80%を占める。先天性疾患である臼蓋形成不全が存在すると、荷重時に大腿骨頭は外上方へ移動し、股関節の一部で荷重を受け、関節軟骨は摩耗し、骨頭はさらに垂脱臼位へと変位して関節症が進行する。このため早期から正常に近い形態に近づける手術的な処置が必要となり、臼蓋形成術や人工股関節全置換術(Total Hip Arthroplasty, 以下THA)などが行われる¹⁾。手術後であっても脚長差が残存し、機能的側弯、骨盤回旋/傾斜、腰痛や跛行を呈することがある²⁾。2cm以内の脚長差であれば立位や歩行に影響を及ぼさないとする報告³⁾もあるが、臨床的には不調を訴える例も多い。変形性股関節症で脚長差を有する場合は補高靴や足底装具を用いるが、和装では草履を使用するため現用装具を使用できないことがある。今回、変形性股関節症で2cmの脚長差を有する患者から、娘の結婚式に和装(草履使用)で出席したいとの要望を受け、できる限り外観に配慮しながら立位および歩行機能に配慮し、使用者の満足度の高い特殊な補高を施した1例を紹介する。

(2014/11/12 受付)

連絡先 : 笹本 嘉朝 〒950-3198 新潟県新潟市北区高見町 1398 新潟医療福祉大学大学院 義肢装具自立支援学分野
TEL・FAX 025-257-4725 (研究室直通)
E-mail sasamoto@nuhw.ac.jp



図 1. 足袋内蔵型補高用インソール



図 2. 着脱式補高用踵パッド

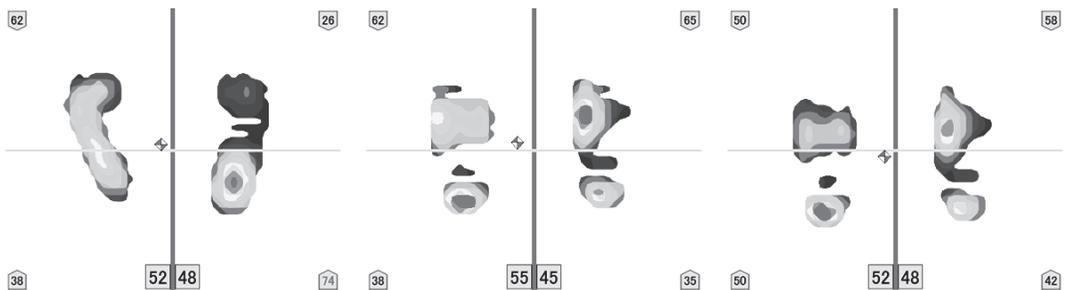


図 3. 足底圧分布 (左: 裸足, 中: 補高なし, 右: 補高あり)

症例と方法

1. 症例

症例は20年前に変形性股関節症を発症した68歳の女性で、18年前に左臼蓋形成術を受けた。2～3年前から右股関節にも痛みがあり、また両足の扁平足と外反母趾を呈する。現在はスニーカーに市販の補高用インソール(2cm厚)を入れて使用している。要望は娘の結婚式へ和装で出席するため草履を履きたいとのことであった。身長142cm、体重43.5kg、立位にて床面から上前腸骨棘まで右80cm/左78.5cmで、床面から大転子上縁までは右69.5cm/左67.5cmであった。

2. 方法

1) 補高条件

臨床的に脚長差の補高は差の半分ないし2/3から始めるが、本症例は日常的に補高用インソール

を使用しているため2cmの補高に慣れている。念のため補高を段階的に1～3cmとし歩行を評価したところ2cmの補高が最適であり、本人の主観的評価も良好であったことから補高を2cmとした。和装時には草履および足袋を使用する。草履はその構造上、足部と履物の固定性が極端に低く、草履に2cmの補高を行うと不安定であるため、足袋内に1cmと草履に1cmの補高を行った。

2) 補高方法

足袋内の補高はインソール式とし内側縦アーチサポート部を設定し踵補高1cmとした。足袋内インソールは1mm厚の樹脂シート(アルゴフレック)をベースとし、EVAコルクを用いてMP近位から踵補高が1cmになるようにテーパ状の補高板をつけた。外反母趾があり足部が多少外反位になっており、安定性確保のために補高板の上に内側縦アーチサポートを設定した。なお足袋は



図4. 補高なしの下肢アライメント



図5. 補高ありの下肢アライメント

表1. 歩行測定の結果

	条件1 裸足	条件2 補高なし	条件3 補高あり
歩行速度 (km/h)	4.9	4.4	4.9
歩幅 (cm)	59.0	55.2	57.6
ケイダンス (step/min)	137.6	133.0	143.2

第1趾と第2趾が分かれているため、ベースシートもこの形状に合わせて先端部を分割した。(図1) 草履には両側の鼻緒に引っ掛ける形式で、着脱式の踵補高1cmの踵パッドと合わせて補高2cmとした。(図2)

3) 重心動揺/荷重バランス測定

立位のバランス評価のため、フットビュークリニク(ニッタ株式会社製)を用いて、30秒間の静止立位にて重心動揺(COP)軌跡長を測定した。計測肢位は目線の高さに設定した標点を注視させ、並行開脚で足部内側を10cm間隔、前後中心は舟状骨直下として静止立位をとらせ、以下の3条件を各々3回測定した。なお条件1は裸足、条件2は足袋と草履を履き補高なしの状態(以下、補高なし)、条件3は足袋の中に補高用インソールと補高用踵パッドを設定した草履を履いた状態(以下、補高あり)とした。

4) 歩行因子測定

前後2.5mの予備歩行距離を設けた10mの歩行路を各条件にて歩行させ、定常状態に至った中間の5mを測定区間とした。測定区間内で最初に接地した地点と、測定区間を超え最初に接地した地点をテープでマーキングし、同時にこの間をストップウォッチで計時し、距離はテープメジャーで測定した。同時に測定区間内の歩数は目視でカウントした。距離と時間から歩行速度を、距離と歩数から歩幅(左右平均)を算出した。

結 果

1. 重心動揺(COP)軌跡長

条件1: 裸足29.81cm, 条件2: 補高なし26.02cm, 条件3: 補高あり27.04cmであった。(表2)

2. 荷重バランス

患側(左足)の前後圧力分布比は、裸足および補高なしは前62%:後38%, 補高ありは前50%:後50%と大きく改善した。左右圧力分布比は裸足と補高ありが同比率であった。(図3, 表2)

3. 歩行因子

歩行速度は条件1: 裸足4.9km/h, 条件2: 補高

表2. 重心動揺・立位バランス測定の結果

	条件1：裸足	条件2：補高なし	条件3：補高あり
COP 軌跡長 (cm)	29.81	26.02	27.04
前後圧力分布比 (前：後)	左足 62：38 右足 26：74	左足 62：38 右足 65：35	左足 50：50 右足 58：42
左右圧力分布比	左 52：右 48	左 55：右 45	左 52：右 48

なし 4.4km/h, 条件3：補高あり 4.9km/h であった。歩幅は条件1：裸足 59.0cm, 条件2：補高なし 55.2cm, 条件3：補高あり 57.6cm であった。(表1)

考 察

重心動揺 (COP) 軌跡長は、補高なしの条件が最も安定していたが、これは日常的にこの状態で生活しているため習慣的にバランスを取りやすいためと考えた。しかし裸足に比較して補高ありの条件の方が安定しているため有用性は高いと判断された。荷重バランスでは、特に前後圧力分布比において補高ありが50：50と非常に安定した結果を得た。これは補高によって下肢全体のアライメントが復元されたためと考えた。(図4, 5) 歩行速度は補高ありの条件は裸足と同等の速度が確保され、装具使用の弊害はないものと考えた。歩幅は裸足が最も大きかったが、補高なしに比較して補高ありの方が歩幅は伸びていることから、総合的に勘案すると今回製作した足袋内蔵型インソールと草履に使用する補高パッドの組み合わせは最

適な条件であると考えた。

なお使用時の痛みもなく、楽に歩行できるとの使用感を得た。外観上も目立つことなく、(図2) また下肢のアライメントも良好となり、(図4, 5) その後、結婚式で使用された。

結 語

変形性股関節症で2cmの脚長差を有する患者から、娘の結婚式に和装(草履使用)で出席したいとの要望を受け、できる限り外観に配慮しながら立位および歩行機能に配慮し、足袋内蔵型インソールと草履に使用する補高パッドの組み合わせにより、満足度の高い使用感が得られた。

文 献

- 1) 松野丈夫. 股関節. 標準整形外科学. 第11版. 石井清一, 平澤泰介監修. 東京: 医学書院; 2011. 556-609.
- 2) 大浦徹男, 中野渡達哉, 小野秀俊他. 脚長差が生じた人工股関節全置換術後患者における下肢荷重バランスについて—補高前後の下肢荷重バランスの検討—. 東北理学療法学 2008; 20: 56-60.
- 3) 古木名寿登. 片側性変形性股関節症患者の脚長差についての一考察. 理学療法科学 1997; 12 (2): 91-4.

症例報告

有痛性外脛骨に舟状骨剥離骨折を合併した2例の治療経験

Two therapeutic experiences of avulsion fracture of the navicular with symptomatic accessory navicular

奈良県総合医療センター 整形外科

Department of Orthopedic Surgery, Nara Prefectural General Medical Center

塚田 直紀, 佐本 憲宏, 中本 佑輔, 磯本 慎二, 杉本 和也

Naoki Tsukada, Norihiro Samoto, Yusuke Nakamoto, Shinji Isomoto, Kazuya Sugimoto

Key words : 有痛性外脛骨 (symptomatic accessory navicular), 骨折 (fracture), スポーツ (sports)

要 旨

有痛性外脛骨は、スポーツ外傷を契機に発症することが多く、足底挿板などを用いた保存治療を行うことが多い疾患で、難治性の場合には種々の手術加療が行われている。今回われわれは、有痛性外脛骨に舟状骨剥離骨折を伴った2症例を経験した。いずれもCTにて舟状骨剥離骨折は診断可能であった。15歳女性の1例は、保存治療で加療し、経過は良好であり、現在も経過観察中である。もう1例は16歳の男性で、CT像で舟状骨底側に骨折線を認め、保存治療で軽快したが再度同部位を捻挫し再骨折したため外脛骨摘出・後脛骨筋腱再建術を施行した。術後1年でJSSFスケールが術前63点から術後100点に改善した。有痛性外脛骨では本症例のような骨折が起こりうることを念頭において治療すべきである。

緒 言

有痛性外脛骨は、スポーツ外傷を契機に発症す

(2014/11/04 受付)

連絡先: 塚田 直紀 〒631-0846 奈良県奈良市平松1-30-1 奈良県総合医療センター整形外科
TEL 0742-46-6001 FAX 0742-46-6011
E-mail naoki.tsukada1932000@gmail.com

ることが多く、足底挿板などを用いた保存治療を行うことが多い疾患で、難治性の場合には外脛骨観血的接合術、癒合を図るために行う経皮的ドリリングや摘出術などの手術加療が行われる。有痛性外脛骨では捻挫などの外傷、スポーツ活動の増加などで疼痛が惹起されて、受診することが多い。ただし単純レントゲン検査で外脛骨があれば、有痛性外脛骨と診断され、CT検査まで行うことは少ないと考えられる。

今回われわれは、単純X線とCT検査を行うことにより、舟状骨剥離骨折を合併した稀な症例を2例経験し、1例は保存治療で、1例は骨折骨片を含めた摘出術を行い、良好な治療成績が得られたので、若干の文献的考察を加えて報告する。

症 例 1

症例1は、15歳女性で、階段下降時に左足を底屈・内返しの肢位で受傷し、近医を受診した。左足内側部痛が強く、舟状骨底側に圧痛を認めた。足部外脛骨撮影単純X線像で外脛骨を認め、足部単純CT像で舟状骨底側の剥離骨折を認めたため4週間のギプス固定を行った。(図1)その後は足関節装具を2か月装着させ、受傷後2か月から体育等も許可した。スポーツ活動はほとんどなく、



図1. 初診時単純X線像, 単純CT像
 a: 外脛骨を認める
 b: 舟状骨底側に骨折線を認める

現在のところ疼痛も軽減しており、経過は良好であり、経過観察中である。単純X線では癒合の確認は困難であるため、CT検査にて骨癒合を確認していく予定である。

症例2

症例2は、16歳男性で、13歳時に左足を捻挫し、左足外脛骨部の痛みが出現したが、スポーツ活動が増加すると疼痛が出る程度で、スポーツを中止するほどの疼痛はなかった。16歳時に階段を駆け下りる際に左足を踏み外して左足内側部を受傷した。同部の疼痛が持続するために、近医を受診したところ、単純X線像で有痛性外脛骨と診断され当科に紹介となった。

現症としては、足関節内下方から中足部内側にかけて著明な腫脹と疼痛を認めた。圧痛は外脛骨部から遠位底側にかけて比較的広い範囲に存在した。足部外脛骨撮影単純X線像では外脛骨を認めた。足部単純CT像でも、同様に外脛骨を認め、さらに舟状骨底側に骨折線を認めた。(図2)

以上の所見より、舟状骨骨折の診断で、下腿から足指のギブス固定を1か月施行した。受傷3か月で疼痛がなくなり単純X線像でも骨癒合を認めたため、スポーツ復帰した。その3か月後にクラブ活動(テニス)中に同部位を再度捻挫した。再度近医を受診したところ、単純X線像で前回と同様の部位に骨折線が認められた。(図3) その後も保存治療で骨癒合を認めず疼痛が改善しないため、最初の受傷から9か月後に手術目的で当科に再度紹介となった。

再診時の足部側面単純X線像では舟状骨に骨折線を認め、足部単純CT像では舟状骨底側に骨折線を認め、骨片と外脛骨の骨癒合を認めた。(図4) 画像所見から舟状骨剥離骨折の偽関節による症状と考え、外脛骨および骨片切除の適応と考え、手術を施行した。

後脛骨筋腱に沿って約4cmの皮切で展開して、外脛骨中央から縦方向に骨膜下まで後脛骨筋腱を剥離した。舟状骨と外脛骨の間隙は同定できたが、骨折線は癒痕と線維組織で連続しており、不鮮明であった。1mm程の可動性を目印にノミを用いて外脛骨から舟状骨底側へ向けて骨を剥離していき、外脛骨と骨片を摘出した。それらの骨の摘出後、後脛骨筋腱を確認したところ腱の連続性は十分に保たれていたが、腱緊張の明らかな低下を認めた。スーチャーアンカー2本を使用し、舟状骨に剥離した後脛骨筋腱を固定した。

術後、10度後足部内がえし、約15度底屈位で下腿ギブス固定を行った。(図5) 術後3週で足関節装具に変更し、術後5週で体育を許可、術後10週で部活動許可、術後13週で部活動の試合を許可した。術後1年の時点でスポーツにも復帰し、疼痛は消失している。単純X線像・単純CT像で問題なく(図6)、JSSFスケールは術前63点から術後100点に改善しており、経過は良好である。

考 察

外脛骨とは足部の過剰骨もしくは種子骨の1つであり、舟状骨の内側後下方に存在する。健常者

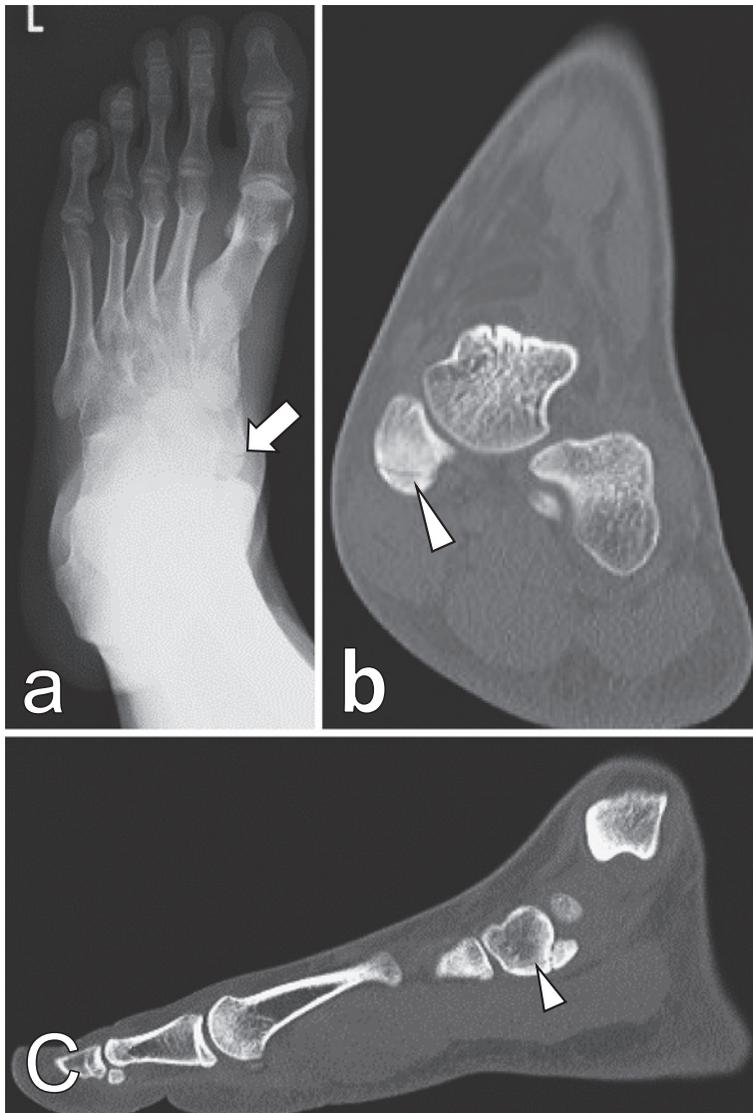


図2. 初診時足関節単純X線像, 単純CT像

a: 外脛骨を認める

b, c: 舟状骨底側に骨折線を認める

の15%前後に認められ, 無症候性のものがほとんどで, 10~30%程度が症候性であるとされている. 好発年齢はスポーツ活動が盛んな10~15歳の思春期で, 運動量の増加, 打撲や捻挫などを契機として症状が発症することが多い⁴⁾.

有痛性外脛骨の臨床症状は, 運動時または歩行時の疼痛を訴え, 後脛骨筋腱の付着部である舟状骨内側部に骨性の膨隆と著明な圧痛を認める. し

かし, 腫脹, 発赤, 熱感などの強い炎症症状を示すものは少ない. 内がえしもしくは外がえし強制により外脛骨部の疼痛が誘発されることがある. また, 外反扁平足を合併することが多い. 通常は, 足部単純X線の2方向撮影のみで十分であるが, veitch II型の外脛骨において舟状骨との結合部を詳細に描出するためには背底斜入撮影が有用である. 症状を有する外脛骨では裂隙の不整, cyst形

成、骨硬化などの関節症変化を示すことが多い⁴⁾。

有痛性外脛骨の治療は、基本的には保存治療の適応である。保存治療には運動の中止や制限、消炎鎮痛薬の投与や外用薬の処方、外脛骨部のパッド、足底挿板、局所麻酔薬とステロイド薬の局所注入、ギプス固定などがある。保存治療に抵抗する場合や疼痛が強い場合には手術治療（経皮的ドリリング、骨接合術、外脛骨摘出術）の適応となる⁴⁾。手術治療は外脛骨隆起部が靴により圧迫され疼痛を生じる場合は外脛骨摘出術を、母趾基節骨の骨端線が閉じておらず後脛骨筋腱の牽引により疼痛を生じる場合は経皮的ドリリングが選択される。



図3. 受傷3か月後の単純X線像

症例1では保存治療を選択し、症例2では保存治療に抵抗を示したため手術治療を選択した。骨折の初期対応としてはギプス固定が必須であり、症例2のように偽関節になる可能性を考慮すると、骨端線が閉じていない場合には初期の段階で経皮的ドリリングを加え、veitch III型に移行させ

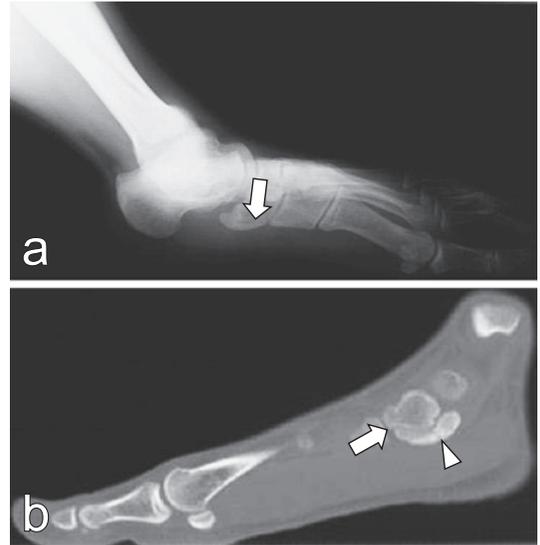


図4. 再診時単純X線像, 単純CT像

a: 初診時の骨折と同部位の舟状骨底側に骨折線を認める
b: 舟状骨底側に骨折線を認め、骨片と外脛骨の骨癒合を認める



図5. 術後単純X線像



図6. 術後1年の単純X線像, 単純CT像

ることが偽関節予防になると考えられる。また、偽関節になってしまった場合の手術治療の選択として本症例のように剥離骨片ごと外脛骨を摘出する方法以外には、剥離骨片と外脛骨をスクリューで舟状骨に固定する骨接合術が考えられる。外脛骨摘出術では後脛骨筋腱の再建が必要であり、後脛骨筋腱の牽引力のベクトルが変更されることで扁平足が改善される可能性がある。本症例では後脛骨筋腱は緊張の低下を認めたものの連続性は保たれており、骨接合術で治療することも可能であったと考える。骨接合術ではスクリュー折損や固定期間が長いといった欠点や外脛骨部の接触による疼痛が残った場合に外脛骨摘出術が必要となる。本症例の術後経過は非常に良好であり、外脛骨摘出術が有効であったといえる。

有痛性外脛骨に合併した舟状骨骨折はきわめて稀な骨折であり、さらに本症例のような後脛骨筋腱の牽引による剥離骨折の報告はほとんどな

い^{1)~3)}。われわれが渉猟しえた範囲では本邦の浪花らの症例報告のみである。同症例ではギプス固定し3週間の免荷歩行の後、足底坂装着で荷重歩行を許可しており、受傷後8週でのX線像で骨癒合が得られている¹⁾。症例1では4週間のギプス固定で治癒しているが、症例2ではギプス固定を4週間行い、一度軽快したものの部活動中の捻挫で再骨折をし、その後に偽関節となったと考えられる。

後脛骨筋腱は下腿骨間膜とその近くの脛骨と腓骨の後面から起始しており、舟状骨粗面や内側楔状骨に付着し、外脛骨が存在する例では外脛骨に付着する⁶⁾。veitch II型の外脛骨では後脛骨筋腱の牽引力は、主たる付着部である外脛骨周囲で吸収されるが、本症例では外脛骨の底側部が癒合傾向にあり、外傷により外脛骨自体が離開や骨折するかわりに、舟状骨底側部に剥離骨折が発生したものと考えられた。2例が15—6歳であったことは、すなわちveitch II型が底側部を中心に癒合し

て veitch III 型へと移行する時期であったと考えられる。2 例ともに骨端線は閉鎖しており、この時期に veitch II 型の有痛性外脛骨の患者が捻挫などの外傷を受傷した場合には、特に注意を要することが示唆された。

有痛性外脛骨の診療では、今回のような骨折も起こりうることを念頭において診療すべきであるが、単純レントゲンではその骨折はとらえ難い。典型的な有痛性外脛骨の症状に留まらず、腫脹や圧痛が強い場合などには、CT 検査を行うことも必要であると考えられた。

結 語

有痛性外脛骨に後脛骨筋腱の牽引による舟状骨剥離骨折を伴った 2 例を経験した。1 例はまだ経過観察中であるものの保存治療で軽快傾向にあり、1 例は骨片を含めた外脛骨摘出術および後脛骨筋腱付着部再建により、良好な経過を得られた。有痛性外脛骨の治療では本症例のような骨折も起

こりうることを念頭において診療すべきであり、その診断には腫脹部位や圧痛点などの臨床所見とともに、CT 検査が非常に有用であった。

文 献

- 1) 浪花豊寿, 宇佐美則夫, 井口 傑他. 初診時見逃された外脛骨を有する舟状骨剥離骨折の 1 例. 関東整災外会誌 1994 ; 25 : 693-5.
- 2) Chen YJ, Shih HN, Huang TJ, et al. Posterior tibial tendon tear combined with a fracture of the accessory navicular : a new subclassification? J Trauma Injury Infect Crit Care 1995 ; 39 : 993-6.
- 3) Gavalas M, Harris S, Maffulli N. Fracture of the accessory navicular. J Accid Emerg Med 1995 ; 12 : 67-8.
- 4) 高倉義典. 図説 足の臨床. 第 3 版. 田中康仁, 北田力編. 東京 : メジカルビュー社 ; 2010. 175-8.
- 5) Coughlin MJ, Saltzman CL, Mann RA. Surgery of the Foot and Ankle. 8th ed. St. Louis : Mosby ; 2006. 590-5.
- 6) Kelikian AS, Sarrafian SK. Anatomy of the foot and ankle. 3rd ed. Philadelphia : J.B. Lippincott ; 2011. 100-2.
- 7) Veitch JM. Evaluation of the Kidner procedure in treatment of symptomatic accessory tarsal scaphoid. Clin Orthop Relat Res 1978 ; 131 : 210-3.

症例報告

膝半月板損傷患者に対して運動連鎖を考慮した足装具の選定が
運動機能改善に効果を示した一症例

The influence of the ankle orthosis for meniscus injury patient
with ankle disability—a case report—

葛城病院

Katsuragi Hospital

吉川 雅夫, 福本竜太郎, 北野 直

Masao Yoshikawa, Ryutaro Fukumoto, Naoshi Kitano

Key words : 半月板損傷 (meniscus injury), 運動連鎖 (kinetic chain)

要 旨

運動連鎖を考慮した障害像の考察を行い, 足関節装具を処方した結果, 動作改善に至った症例を経験したので報告する. 症例は16歳男性. 既往歴として8歳時に左脛骨遠位骨端線損傷を受傷し, 足部変形が残存した. 現病歴は野球練習中に左膝外側円板状半月板断裂を受傷し, 3ヶ月後に鏡視下半月板縫合術を受けた. 術後8週には受傷以前と同程度まで自覚的な機能回復を認めたが, 投球動作において逸脱動作を認めた. そこで足関節軟性装具を処方した結果, 投球動作の改善を認めた. 既往歴・現病歴より障害像を考察し介入することでパフォーマンスの改善を認めたと考えられた.

緒 言

スポーツ障害において下肢アライメントはその発生に深く関与している. その中でも足部は回

(2014/11/05 受付)

連絡先: 吉川 雅夫 〒596-0825 大阪府岸和田市土生町 2-33-1 葛城病院
電話番号 072-422-9909 Fax 番号 072-422-9919
E-mail my0826p146@yahoo.co.jp

内・回外に伴い, 荷重位で下腿に対して影響を与えることが知られている¹⁾. 今回は足部内側の不安定性を有している症例に対して足関節変形を考慮し, 障害像の考察を行い, 足関節装具を処方した結果, 動作改善に至ったのでここに報告する.

症 例

16歳男性. 身長163.3cm, 体重51.3kgで野球部に所属. 右投げ右打ち. ポジションは二塁手.

【現病歴】

2013年6月, 野球練習中のスローイングで左膝痛を自覚し, 当院を受診.

【既往歴】

8歳時, 交通外傷により左脛骨遠位骨端線離解を受傷. 他院にて骨延長術・皮膚移植を受けたが, 単純X線像にて下腿から足関節の内反変形と内果の縮小を認めている. 立位アライメントを観察すると, 左後足部は回内位, 前足部は回外位, 下腿に対して足部は外旋位となっていた. また, 後脛骨筋は働いておらず, 徒手筋力測定(以下MMT)で足部内返し0, 母趾屈曲2であった.

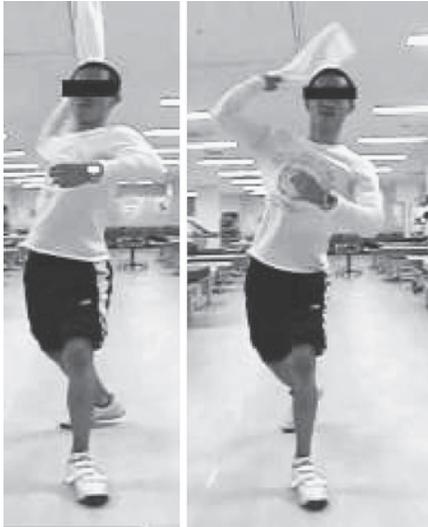


写真1. 術後8週の投球動作

(左) コックアップ期 (右) アクセラレーション期
コックアップ期では左足部の接地に伴い、足部外転・下腿外旋・大腿部内旋 (knee-in toe-out) を認める。また、アクセラレーション期でも左下肢は knee-in toe-out しており、体幹の左側屈を認める。



写真2. 足関節軟性装具着用下での投球動作 (術後8週)
(上) コックアップ期 (下) アクセラレーション期
写真1と同日に撮影。足関節軟性装具を着用することで足部接地時の安定性が得られ、投球動作の改善を認めた。

【評価と診断】

主訴は左膝関節の荷重時痛と膝崩れであり、特に野球練習中やランニング中に出現していた。Mc Murray テストは陽性であったが、内外反ストレステスト共に陰性であった。

左膝関節可動域は屈曲 140°、伸展 -5° と制限を認めたが、その他に可動域制限は認められなかった。また、MMT では左膝関節屈曲のみ 4 と若干の低下を認めた。単純 X 線像では骨性の異常は認められず、MRI (T2 強調画像) で左膝関節外側円盤状半月の断裂を認めた。約 1 ヶ月間保存的加療を行っていたが、疼痛が軽減しないため、関節鏡視下半月板縫合術を施行された。

経過と治療介入

術後 2 週より膝関節可動域訓練を開始し、3 週より部分荷重、6 週より全荷重となり、膝関節周囲の筋力増強訓練開始となった。

術後 8 週で、膝荷重時痛は消失し、Mc Murray

テストは陰性化した。左膝関節に -5° の伸展制限は残存していたが、MMT にて左膝関節周囲筋の筋力改善を認め、自覚的にも動作上、受傷以前と変わらない程度まで改善した。しかし、投球動作を確認したところコックアップ期で過度の大腿外旋・下腿内旋 (以下 knee-in toe-out) ・足部回内を認め、アクセラレーション期には過度の体幹左側屈が認められた。(写真1)

そこで、足関節内反制動を補助する目的で、足関節軟性装具 (アンクルエイト) を導入した。

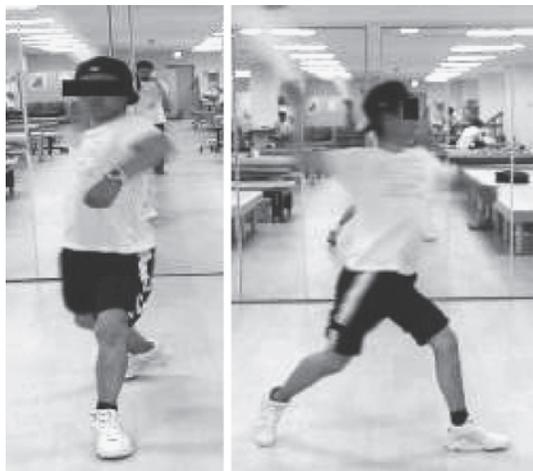


写真3. 足関節軟性装具+ハイカットシューズ着用下での投球動作
(上) コックアップ期 (下) アクセラレーション期
ハイカットシューズにより足関節の安定性が向上し、コックアップ期での前方への体重移動がスムーズに行われるようになった。

介入結果

装具装着によりコックアップ期で knee-in toe-out・体幹の伸展の改善を認め、アクセラレーション期では体幹左側屈の軽減を認めた。(写真2)

さらに競技復帰に向けて、足関節内側の安定性を少しでも高めるために通常のスパイクよりもトップラインが高くなっているハイカットシューズの導入を行った。この靴を使用して投球動作の確認を行った。

足関節装具のみを使用していた時と同様に knee-in toe-out は認められなくなり、矢状面上でも装具使用とハイカットシューズの着用により、アクセラレーション期で左下肢への荷重が十分に行われることで、体幹の回旋が十分に起こり肩関節から先の上肢をしならせるように投球することが可能となった。(写真3)

考 察

本症例においては左脛腓骨遠位骨端線離解の後

遺症により左足関節内反の制動は十分でなかった。これにより足部は容易に荷重位で回内足となっていた。荷重位における回内足は knee-in toe-out を引き起こし、さらに膝関節を介し下肢全体に動きが連鎖される²⁾。

コックアップ期では後足部回内の制動が困難であったため、左足底接地時に knee-in toe-out が出現していた。これにより左膝関節外側に圧縮・剪断ストレスが集中し³⁾、障害発生の誘因となつたのではないかと考えられた。また、体幹の左側屈により膝関節外側にストレスが偏位していたことも損傷の一因に加えられると考えられた。

足関節軟性装具・ハイカットシューズの使用により足関節内側の安定性向上が図られ、足部回内の軽減と knee-in toe-out の改善に至つたと考えられた。

結 語

膝半月板損傷患者に対して運動連鎖を考慮した足装具の選定が運動機能改善に効果を示した症例を経験した。多関節にわたる運動連鎖を考慮することで円滑で効率的なパフォーマンスへと導くことの重要性を確認した。投球障害に対して下肢に注目して報告しているものは散見される程度であり⁴⁾、今後は足底板なども併用してさらなる動作の改善につながる理学療法を展開し、報告していきたい。

文 献

- 1) 山崎 勉. 整形外科理学療法の理論と技術. 第1版. 東京: メディカルビュー社; 1996. 36-43.
- 2) 橋本雅至. 足部から見た身体運動の制御. 理学療法科学 2001; 16 (3): 123-8.
- 3) 小林寛和. スポーツ動作と安定性—外傷発生に関係するスポーツ動作の特徴から—. 関西理学療法 2003; 3: 49-57.
- 4) 齊藤千恵美. 投球障害の理学療法—足底挿板を併用したアプローチ—. 青森スポーツ雑誌 2003; 12 (1): 6-10.

シンポジウム

大学院における靴の研究—基礎実験によるエビデンス

Research of shoes in graduate school—

The evidence by basic experiment

新潟医療福祉大学大学院

Graduate School, Niigata of University of Health and Welfare

阿部 薫, 笹本 嘉朝

Kaoru Abe, Yoshitomo Sasamoto

Key words : 大学院 (graduate school), 基礎実験 (basic experiment), エビデンス (evidence)

要 旨

ヒトと靴の関係は大変難しい問題であり、ある意味、人間工学の極みと言える。靴を科学的に研究するためには大学院レベルの教育/研究を行うことが必要であると考えた。ものづくりは職人技の集成で行われてきたが、技を技術にするためには、勘と経験の数値化が必要である。また長年使用されてきた数値の根拠が曖昧であったり、誤った情報や知識が一般に信じられていることもある。このため既存の理論や情報を鵜呑みにせず、必要なことは全て最初から実証実験によりデータを積み重ねてきた。研究室では多くの研究テーマが同時進行し、部分的にはあるが解明されてきた分野もあり、靴の基礎実験分野におけるエビデンスに貢献したいと願っている。

1. はじめに

本稿は第28回日本靴医学会学術集会(福岡大会)で行われたシンポジウム「足と靴のウソ・ホント」の発言者の一人として口演した内容をもと

(2014/11/20 受付)

連絡先: 阿部 薫 〒950-3198 新潟市北区島見町
1398 番地 新潟医療福祉大学大学院
TEL・FAX 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail kao-abe@nuhw.ac.jp

に執筆したものである。

靴のタイプや用途に応じた最適な靴を考えると、あまりの情報の少なさに愕然としたことがある。ものづくりは職人技の集成で行われてきたが、技を技術にするためには、勘と経験の数値化が必要である。また長年使用されてきた数値の根拠が曖昧であったり、誤った情報や知識が一般に信じられていることもある。このため既存の理論や情報を鵜呑みにせず、必要なことは全て最初から実証実験によりデータを積み重ねてきた。研究室では多くの研究テーマが同時進行し、部分的にはあるが解明されてきた分野もあり、靴の基礎実験分野におけるエビデンスに貢献したいと願っている。

2. わが国の大学院の概況

平成26年5月1日現在、大学は781校あり、大学院生は25万1千人で、修士課程が16万人、博士課程が7万3千人、専門職学位課程が1万9千人となっている。そのうち社会人は修士課程で約10%、博士課程が35%、専門職学位課程が40%となっている¹⁾。

3. 大学院における靴の研究

靴を科学的に研究するためには、学部教育レベ

ルでは不足であり、大学院レベルの教育を行うことが必要であると考えた。そこで平成21年4月より、新潟医療福祉大学大学院の科目に「靴」というキーワードが入った日本初の科目である「靴人間科学演習」を開講した。これを機に、阿部研究室は靴人間科学研究室と称し、「足・靴・歩行」に関する研究を中心として、これまでに多くの原著論文や学会発表を行ってきた。現在、所属するゼミ生は修士院生10名、博士院生8名の計18名で、フルタイム院生は2名、その他16名は社会人院生として通学している。

研究体制は先輩院生が後輩院生を指導することを基本とし、毎月1回の合同研究ミーティングで研究進捗報告や予演会を行い、参加者からコメントをもらい軌道修正していく。教員は必要ときに必要なことを講義する。研究推進に必要な基本的事項については、研究の着想、文献検索の方法、先行研究調査、研究計画書の作成、倫理申請書の提出、実験機材の使い方、統計処理などを講義する。さらに研究が完結したならば、抄録の作成、オーラル発表の方法、ポスターの作り方など、学会発表に向けた活動が始まる。学会発表を機会に、ある程度まとまりがつけいたら投稿論文を作成するために、投稿規程の読み込み、図表の作成、写真の撮り方、論文の執筆、査読への回答方法と指導をしていく。これら一連の研究指導は、どこの研究室でも概ね同じであろう。当研究室の特徴は、院生を個別に指導する形式ではなく、これらをすべてスクリーンに投影し参加者全員に見せながら公開形式で行うことである。つまり他人の振り見て我が振り直せということである。

なお研究スタイルは実験による実証研究が中心であり、必要な実験機材はある程度揃っている。運動系計測では、三次元動作解析装置、加速度計、関節角度計、足圧分布測定装置、床反力計などを有する。また生体反応系計測では、呼気ガス分析装置、動作筋電図、心電図、重心動揺計などを活用している。物性系計測では、材料硬度計、レーザー形態計測器、各種物性試験器などである。社

会人院生が多いため、自分の職場や研究フィールドで使用できるように、これらはすべて持ち運び可能な装置を導入している。

4. 人間工学における足と靴

人間工学とはヒトとモノのマッチングを図る学問である。ヒトと靴の関係は大変難しい問題であり、ある意味、人間工学の極みと言える。ヒトが身に付ける服飾品の中でミリオーダーの精度が要求されるものは靴だけである。サイズも5mm刻みであり、最大2.5mmの誤差しか許されないことは誰でも知っている。したがって靴の適合は人間工学的にも大変難しい問題を含んでいる。

靴分野ではこれまでも木型と足入れの問題として検討されてきており、長年蓄積されたノウハウは技術者の頭と手の中に納められている。これがオーダー靴製作の基礎となり、また既成靴の基本設計にも反映されている。一方、販売の現場においては、お客様の足に既成靴を合わせるフィッティング技術がシューフィッターを中心として普及してきた。何れも知識と経験がモノを言う世界であり、習熟には相当の時間を要する。靴分野に限らず、すべての技術はこうして培われてきた。

足に密着して使用される靴は身体や動作への影響が大きく、靴には良好な適合性や高い機能性が常に求められている。しかし足と靴のトラブルは絶えることがない。歩行中に刻一刻と変形する足に対して、靴が追従して変形することが求められ、同時に機能的なサポートも要求される。さらに靴型装具や足底装具などでは、靴の形をした治療器具としての効果が必要である。フルオーダーメイドの場合は、その人の足にさえ適合できれば良いが、既成靴の場合は多くの人の足に適合しなければならず、相矛盾する問題が多い²⁾。

5. 科学と靴

科学とは方法論であり、他人が再現できることである。時間や場所を超えたコミュニケーションのために数字や専門用語がある。しかも科学の発

展には個人だけではなく、実に多くの人々が関わりを持つことが特徴である。「履き心地」は数字にならないと言われてきた。それで科学者は感性工学という分野で、この解明に挑戦している。しかしすべてが科学で解明できるわけではなく、それは科学者も良く理解している。ただ、ある程度の精度で予測する方法を知っているだけである。科学的に証明するとは、例外を認めないということである。少しでも例外があるなら、証明できるとは決して言わないのが科学である³⁾。

6. 靴人間科学

私は「靴人間科学」という分野を提唱している。これは靴とヒトの関係を「科学する」ことを目指している。つまり靴とヒトの関係性のある程度の精度で予測する方法を見つけ、それを他人が再現できるように数字と専門用語で示すことを「研究」している。特に靴がヒトの歩行に与える影響の法則性を数字で示すことに注力しているが、ごく一部しかわかっていない。

7. 靴歩行分析

靴は歩くための道具である。したがって裸足の歩行分析ではなく、靴を履いた条件における歩行分析を行う。研究に求められる成果は、靴がヒトに与える影響の法則性を見出すことである。これには人間の判断力が最も優れている。測定機器は現象の一部を電氣的に計測し、ある処理を加えることによって数値化するだけである。つまり人間は総合的に判断するが、機械は単一情報を取り扱うだけである。人間の判断を機械に代替させようとする大規模で高価な測定機器が必要となり、未だ機械に置き換えできない分野も多い。しかしながら機械は使いようによっては、かなり便利な道具であり、測定条件を限定すれば再現性や信頼

性も高い。

靴歩行分析における「靴」をインソールと靴に分けて考えると、インソールは足部に影響を与え、靴は歩行運動に影響を多く与えている。これら二者は分離不能であり一つの機能体としてはたらく。足底装具を含むインソールは体重負荷によって足部に矯正力を与え、形状を変化させ、圧力分布を変え、除圧を行うなどの機能を発揮する。靴は地面との接触を担当し、靴底を通して地面に接触/摩擦によって足部を地面に固定する。重力加速度を含む体重を受け、歩行速度やバランスを調整する²⁾⁴⁾。

実際、何をどのように証明していくかという方法論については多岐にわたるため、またの機会もしくは専門書に譲ることにしたい。

8. 最後に

靴研究を中心とした大学院の研究や、靴を科学的にとらえる考え方について述べた。しかしこれは研究組織の一例に過ぎず、本学会がこれまで積み上げてきた多くのエビデンスを結集することが社会的使命であると考えている。その具体策としては、学会が主導して体系的学術書の編集編纂を行い、後世に向けた学術活動を継続的に行うことが望まれる。われわれ会員はその一翼を担い、全員が著者であることを再認識する必要がある。

文 献

- 1) 学校基本調査—平成26年度(速報)結果の概要—
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/08/attach/1350731.htm (2014年10月29日アクセス)
- 2) 阿部 薫. 靴を科学する. 第9回日本整形靴技術協会学術大会福岡大会抄録集. 2013. 12.
- 3) 森 博嗣. 科学的とはどういう意味か. 東京: 幻冬舎新書; 2011.
- 4) 阿部 薫. 臨床業務を研究化するために. POアカデミージャーナル 2012; 20 (suppl): 46.

パネルディスカッション

市民啓発活動として“足育”を広めるために行ったこと

That it was carried out in order to spread the “AshiIku”
as citizen awareness activities

特定非営利活動法人日本足育プロジェクト協会
Japan Education of Foot Project Association

玉島 麻理
Mari Tamashima

Key words : 足育 (Education of Foot)

2010年、我が子の足の変形がきっかけで、現代の子ども達の足の変形が多いことを知りました。「このままでは、子ども達の身体はえらい事になってしまう」と思い、「子どもの足を大切にするママの会」というサークルを立ち上げ、“足ママ勉強会”を開始しました。3年間、各地で「足育講座」を開催。全国で足育講座を開催出来る人が増えれば、子ども達の足は守れる!と、2013年2月、特定非営利活動法人日本足育プロジェクト協会を設立し、足育アドバイザーの養成をスタートしました。講座開催にあたり、愛知県の整形外科医である小野直洋先生と横浜の看護師である足立恵美先生に顧問をお願いし、靴ジャーナリストの大谷知子先生に相談役をお願いしました。

足育サポーター養成講座

主に子どもの足を学びます。0歳からの足育としてハイハイや高這いの促しや足育トレーニングの実技、子どもの足のトラブルについてを協会理事が担当します。その中で、小野先生には毎回「健

康は足元から」として幼児期からの足育の重要性に関する講座をお願いしています。

足育アドバイザー養成講座

主に大人～高齢者までの足育として、立ち方や歩き方のレッスン、小野先生による「大人の足育」講座、上級シューフィッターや靴ジャーナリストの大谷先生による「靴学」、足立先生による高齢者の足のトラブル等の講座を行います。その中で、フットプリント、足計測、爪切り等の実技も行います。

サポーターとアドバイザーの養成講座の受講後、課題を提出していただいた後、足育アドバイザーに認定しています。

来年度からは足育アドバイザー養成講座のみ年2回開催していく予定です。

現在、認定足育アドバイザーは北海道、栃木、群馬、千葉、埼玉、東京、神奈川、愛知、岐阜、京都、奈良、兵庫、鳥取、高知、愛媛、福岡、宮崎、沖縄で33名となり、各地で足育の輪を広げて下さっています。現在まで4期80名を超える方が受講して下さいました。今後も各地で足育講座を受講していただけるよう、足育アドバイザーを育成して参ります。

子供たちの身体を足元からサポートしていき

(2014/12/11 受付)

連絡先：玉島 麻理 〒639-1132 奈良県大和郡山市高田町 102-7 センチュリーアスカ 310 特定非営利活動法人日本足育プロジェクト協会
Tel 0743-85-6088 Fax 0743-85-6088
E-mail: info@ashiiku-pj.com

いと活動を始めましたが、最近メディアでも取り上げていただくことも増えてきました。誰もが当たり前、靴の選び方、履き方、幼児期の足育

の大切さを知ってもらえるように、今後も取り組んでまいります。

パネルディスカッション

血管外科医からみたフットケアにおける靴の重要性

IMPORTANCE OF SHOES IN FOOT CARE

川崎医科大学附属川崎病院 外科 末梢血管センター

Department of General Surgery, Kawasaki Medical School

森田 一郎

Ichirou Morita

Key words : 重症虚血肢 (CLI), フットケア (FOOT CARE), 靴 (SHOES)

要 旨

高齢化社会, 食生活の欧米化などで, 糖尿病を筆頭に生活習慣病が急増してきた。それに伴い, 動脈硬化を成因とする血管病変も著増してきた。我々の血管外科領域でも閉塞性動脈硬化症 (ASO) は増加し, 重症化している。そのうえ治療に難渋し, 予後不良であるため, 病変の早期発見が重要視されている。そこでフットケアが注目されているが, いろいろ課題も多く, とりわけ靴にまで十分気配りされていないのが現状である。今回, 我々血管外科が主導で施行しているフットケアにおいて, 靴にも着目しながら施行しておりますので, その取り組みを紹介させていただき, 我々が気付いた点を述べる。

はじめに

糖尿病の増加により, 足に潰瘍病変を持つ患者さんも増加し, 年間1万人の方が切断術を受けている。我々血管外科医は, バイパスや血管内治療と奔走し, また, 他科多職種の方とコラボレーショ

(2014/12/08 受付)

連絡先: 森田 一郎 〒700-8505 岡山市北区中山下2-1-80 川崎医科大学附属川崎病院 外科・末梢血管センター
TEL 086-225-2111 FAX 086-232-8343
E-mail ichiro@med.kawasaki-m.ac.jp

ンをとってチーム医療を展開し, どうにか救肢出来るようになってきた。しかし, 救肢出来た患者さんは, すでに他血管病変 (冠動脈, 脳動脈, 腎動脈) が進行しており, 生命予後は不良で, 1年後に25%の方が死亡している¹⁾。そこで, 重要なのが予防であり, フットケアが重要と考えている。今回, 下肢虚血の代表疾患である ASO の現状, 我々のフットケア活動とりわけフットケア外来, 外来での靴の重要性について述べる。

下肢虚血の現状

ASO の重症度は, 臨床症状に基づく Fontaine 分類を用いている。I 度は冷感・しびれ, II 度は間歇性跛行, III 度は安静時疼痛, IV 度は潰瘍・壊疽です。III・IV 度を重症虚血肢 (CLI, 図1) と呼んでおり, 放置すると切断に移行する可能性が高い病態である。Stage 別の治療指針は, I 度は運動・薬物治療, II 度は原則運動・薬物治療, しかし当科ではトレッドミル負荷試験を施行し, 回復時間が10分以上は血行再建の適応としている。III・IV 度は原則血行再建の適応としている。血行再建においては, ステント等のデバイスの急速な進歩により血管内治療の件数が著増しているのが現状である。

近年, 生活習慣病特に糖尿病の増加に従い ASO 患者も著増し, 重症化しております。CLI の問題点は2つあり, ①肢切断による知的レベル低下,

慢性に虚血性安静時痛がある患者もしくは潰瘍か壊疽のいずれかの虚血性皮膚病変を有する患者さんをいう。安静時痛、潰瘍、壊疽が末梢動脈疾患により惹起され、顕著な血行動態の改善がない場合にはほとんどの患者で6~12カ月以内に大切断が必要となる。

足関節血圧 III < 50~70mmHg
IV < 30~50mmHg
足趾血圧 < 50mmHg
組織酸素分圧 < 30mmHg



図1. 重症虚血肢：critical limb ischemia (CLI)

重症虚血肢：98例(血流障害を伴わない糖尿病足病変は除外)

・血行再建症例	74例
現時点での1年・3年開存率	90.3% 82.8%
救肢率	91.7% 85.3%
生存率	86.5% 67.2%
1年以内死亡の内訳	心不全6例、脳梗塞2例、肺炎2例 (入院中死亡 1例、肺炎)
・手遅れで大切断(血行再建出来なかった症例)	24例
	14例が施設入所者

図2. 重症虚血肢治療成績

②自然予後が悪く、1年後に25%が死亡する事。
①：高齢者は肢切断により、寝たきりに移行し、認知症に高率で移行する。②：冠動脈、脳動脈、腎動脈など多臓器にも動脈硬化性病変を合併する事に起因する。当院のCLIに対する血行再建例の1年、2年開存率90.3%、82.8%、救肢率91.7%、85.3%、生存率86.5%、67.2%であり、足が救肢出来ても生命予後が不良というのが他院と同様な現状であった。(図2)そこで、重症になる前に病変を検出し、早期治療を施行する必要がある、当院では、2007年11月よりフットケア外来を立ちあげ(図3)、現在までに延べ3500人の患者さんを診てきた。その他にも関連老健施設や依頼があった老健施設にフットケア回診²⁾を施行したり、各種のフットケアのセミナーや講演会を開催している。

- ・ 関連老健施設のフットケア回診 2007年11月
- ・ フットケア外来 2007年11月
外科：足難民
糖尿病内科：糖尿病 (2012年4月)
- ・ 透析センターでのフットチェック 2009年4月
- ・ 院内フットケア回診 2014年9月

図3. 当院のフットケア



図4. パンフレット作成

- ・靴の選び方・履き方
- ・目的に合わせた靴選び
- ・自分でできる
足マッサージ
- ・足指体操

当院フットケア外来

当院フットケア外来は、2007年9月立ち上げ当初は、糖尿病の患者中心に、外科外来で施行していましたが、足にお悩みの方全て、すなわち足難民³⁾を対象としたところ、患者数が著増し、糖尿病患者の枠が取れなくなり、2012年4月より糖尿病内科外来で糖尿病患者に特化したフットケア外来IIを立ち上げ、現在に至っている。現在は毎週水曜日午後を10人と第2・4週金曜日午後を10人の完全予約制にて施行している。

フットケア外来の5本柱は、足浴、足のアセスメント、爪・胼胝・鶏眼の処置、マッサージ、靴の適合性のcheckとしております。アセスメントは、血行障害の有無、爪の異常、皮膚病変(潰瘍、亀裂、胼胝、鶏眼、白癬、炎症所見、色調変化等)、変形(外反母趾、内反小趾、等)を見逃さずcheckすることで、最も重要であると考えている⁴⁾。

フットケア外来における靴の重要性

足潰瘍の成因として最も多いのは、靴擦れと言われており、CLI患者においては、最も身近な凶器である。そこで我々は、フットケアの中で靴に対する比重を高め、近隣のホームメイドの靴屋さんと連携することとした。

フットケア外来では、以下のような外来に履いてきた靴の最低限 check をしております。①つま先に自由に動く空間があるか、②靴の中で足が前滑りしていないか、③踵がヒールカウンターに包み込まれて横ぶれを防ぎ安定しているか。

上記以外に靴に対して、外来で指導する際には、靴の選び方・履き方、目的に合わせた靴選び、自分で出来る足マッサージ、足指体操を盛り込んだパンフレット(図4)を作成し利用している。

その結果、靴から足に関心を持つようになり、市販靴の選び方・履き方に工夫し、(インソール・パット)、胼胝、鶏眼の再発する時期の遅延や病変の程度の軽快を認めた。

靴の check をしてわかった事としては、①靴の選び方、履き方においては、足が痛いので、サイズを大きくした。靴店で履いて楽しそうだったので勢いで購入。足に適した靴を選んで履き方が間違っている(履きやすいように紐やマジックなどをゆるめて履いている)。②オーダー靴・インソールについては、値段が高い、靴が重たい、履いていると足が痛くなる。③靴のメンテナンス

については、靴店よりメンテナンスの案内があるにも関わらず足に合わないそのまま靴箱に置き去りにされている方が50%程度認められた。

今後の対策としては、フットケア外来での靴指導の充実(繰り返しの患者指導・パンフレットの充実)、靴屋さんとの関連強化、靴購入者への、靴屋さんからのメンテナンスの呼びかけ強化があげられた。

結 語

従来のフットケア外来では、あまり強く靴指導をしていなかったが、靴の重要性・有用性はよく知られる事となり、今後もフットケア外来の重要な位置を占めると思われた。我々は、靴にかかわるいろいろな問題点を他業種の方との連携をしつつ、より一層のフットケア充実を図り、STOP CLIに貢献したいと考えている。

文 献

- 1) 日本脈管学会編. 下肢閉塞性動脈硬化症の診断・治療指針II. メディカルトリビューン社; 2007. 18-20.
- 2) 津嶋由子, 万城和代, 森田一郎他. 老健施設での切断ゼロを目指して—フットケア回診の試み—. フットケア学会雑誌 2009; 7: 27-30.
- 3) 渡邊祐太, 高橋麻樹, 森田一郎他. 足難民にフットケアが出来ること. フットケア学会雑誌 2013; 11: 110-2.
- 4) 森田一郎, 木下真一郎, 平林葉子他. 当センターにおけるフットケアの取り組み—血管外科医が中心として行ってきたフットケア—. フットケア学会雑誌 2013; 11: 27-30.

パネルディスカッション

お客様(患者)の視点から靴を考える—顧客(患者)満足度について—

Thoughts on Shoes from Customer'(Patients') Viewpoints

—On Customers'(Patients') Satisfaction—

シュークロゼット パッサンド

shoe closet PASSO&

吉田 恵

Megumi Yoshida

Key words : 顧客満足 (customer satisfaction), 美観と機能 (fashion and function), コミュニケーションの不足 (lack of communication with medical teams)

要 旨

外反母趾という言葉が一般的に知られるようになって久しい。その間、整形靴の先進国であるドイツの靴を扱う健康靴専門店や百貨店での整形靴(健康靴)売場も増えた。また医療の現場でも整形靴を使って足のトラブルを改善しようとする試みが広がり、外反母趾、その他足の様々なトラブルで困っていた患者やお客様が数多く救われている。機能面で優れたドイツ製の整形靴や足底板(インソール)によって足やQOLを救われた患者やお客様だが、反面いくつかの問題点も起こっている。

その代表的な問題が『美観』と『コミュニケーションの不足』である。

それらの問題点について、筆者自身が義足を使用し、歩くことができずに困った『患者』であり、義足であるがゆえに靴を購入することに困った『女性客』であり、且つ『足・靴のトラブルで困っ

ている女性が多く訪れる婦人靴専門店』でシューフィッシングをしている立場から『お客様(患者)が本当に望んでいる靴と満足度』について報告する。

はじめに

どうして『靴店』それも『整形靴の専門店でない靴店』の筆者が『靴の医学』に記事を書くことになったのか、最初に時系列でプロフィールをご紹介させていただく。

1996年 飲酒運転の車にはねられ左足を切断。

その事故と後遺症の骨髄炎により4年間に5度の入退院繰返し9回の手術を経験。

1999年 気晴らしに訪れたオーストラリア。現地の義肢装具会社を訪問した際に、義肢装具士に『こんな義足を履いているの!?!』と言われ自分の義足が『時代遅れ』であることを初めて知った。自分の無知さと日本では義足のことを知るための情報源のなさにショックを受ける。

2000年 やっと社会復帰をするものの依然歩けない状態が続く。

2001年 イギリスに自分が理想とする義足を作る義肢装具会社があることを知り、13年間勤務した会社を退職し、1回目の渡英1ヶ月半滞在。

(2014/12/26 受付)

連絡先 : 吉田 恵 〒814-0103 福岡県福岡市城南区
鳥飼 6-1-24 シェアトンヒルズ1F shoe
closet PASSO&
TEL 092-210-9925 FAX 092-210-9925
E-mail info@passoand.com



図1. 2002年理想の義足を求めてイギリスへ、『どちらの足が本物?』筆者の人生を変えた義足.

2002年 2回目の渡英. 義足製作のため3ヶ月間イギリスに滞在. 念願の義足を得る. 従来装着していた義足よりも『美観』の満足度が高く『歩行』も可能に. QOLが向上. (図1)

2002年 イギリス製の義足製作の報告として第18回日本義肢装具学会学術大会にて, 義足ユーザーとして初めて学会で発表する機会を得る. (図2)

2002年 イギリス発祥のNPO団体(福岡)の事務スタッフとして勤務.

2003年 足にトラブルがある女性専門の靴店に勤務.

2008年 足(脚・肢)や靴に同じような悩みを持つ人が支えあう「ピアサポート」ができる靴屋を目指すべく一日3組限定の予約制靴店『shoe closet PASSO& (パッサンド)』をオープン.

2009年 NPO法人足もと健康サポートねっとの前身である『足ネットワークプロジェクト』(通称『足ふえち会』)のメンバーとなり, 現在は同NPO団体の理事.

以上のような経緯で、『OL』と言われていた会社員から全くの畑違いである『靴の世界』へと足



図2. 第18回日本義肢装具学会学術大会(2002年)にて, 義足ユーザーとして初めて学会で発表.

を踏み込んでしまったわけだが, その経歴ゆえに経営する靴店『PASSO& (パッサンド)』を訪ねていらっしゃるお客様からは通常の靴店より, より密により深く, 心と身体両方の問題についてお話を伺う機会が多い.

そんな『お客様(患者)の本音(本心)』から見えてきたことが『美観』つまり靴のデザイン性についての不満と『コミュニケーション不足』が原因で起こるトラブルだった.

対象と方法

弊店に来店されるお客様の背景は以下の通りである.

対象: 足や靴選びになんらかの問題がある30代~80代までの女性のお客様.

方法: ヒアリングとカウンセリング.

①『足が痛い』しかし足の『どこが・何が・なぜ』痛いのか分からないお客様.

②靴を履くといつも足が痛くなる.『靴の選び方がわからない』お客様.

③整形靴に使用されている既製のインソール使用で対応可能な足状態(オーダーメイドのインソールを必要としないレベル)のお客様.

④病院での治療を必要としない足の状態のお客様.



図 3



図4. 近頃の靴は『機能』も『美観』もレベルアップ. 将来的に更にアップする可能性も. パンプス型もアーチをサポートするインソールが入っている.

足の痛みやお客様の不満の原因は意外なところに隠れている.

『美観』について

『外反母趾でもおしゃれな靴が履きたい.』

どんなに足にトラブルがあろうとも『おしゃれを楽しみたい.』

これが多くの女性が望む正直な気持ちであろう.

最初は、『私はヒールのある靴なんて要らないから、ペタンコの歩きやすい靴を出して!』とおしゃれには全く興味がないような発言やそぶりを見せ

ていたお客様でも、

『足が痛くならないミドルヒールのパンプス』とお客様が希望されていたような『機能面のみを重要視したヒールのない整形靴』を実際に履き比べていただくと、最終的にお客様が選ぶ靴はほとんどの場合、女性らしいデザインの靴『パンプス』なのだ。(図3)

そして『足が痛くならないパンプス』を自分も履ける!と分かった時に初めて『本当はこんな靴が履きたかった. でもずっとあきらめていたから...』とそれまでずっと無意識におさえ続けてきた感情と自

分の本当の気持ちを笑顔で、時には泣きながらぼつりともらされる。

身体の治療や足トラブルを改善するための靴はもちろん『機能面』を最優先させるべきである。

しかしながら、女性のお客様(患者)の場合『機能面のみ』の靴では解決できない問題もある。

健康靴専門店や医療機関で提案、処方された『機能面』を考慮した整形靴に対して『美観面』で不満を感じ『整形靴(健康靴)』=機能的・実用的ではあるがおしゃれではない靴=あまり履きたいと思わない靴』と考える女性が多いからだ。結果、せっかく健康靴専門店や医療機関で処方された『身体に良い靴』を持っていたとしても、次第にその靴を履かなくなってしまう。また何かしらの足のトラブルを感じていたとしても、専門店や医療機関を訪問してトラブルの原因究明や治療などをせず、自己判断で足に合わない幅の広い靴や甲の浅い靴など、間違った靴選びを繰り返す。そしてさらに足の常態を悪化させてしまっている場合もある。

『機能』と『美観』は両立するのか？

これは『靴好き』の誰もが思い抱く『靴』の永遠のテーマである。

もちろん筆者にとってもこの問題は最重要課題である。

『靴』を知れば知るほどに『機能』と『美観』の両立という相容れない課題の『ジレンマ』に陥る。

もしかすると15年以上前であったら、この問題は全くと言っていいほど『無理』なテーマだったかもしれない、しかし近年、健康意識が高まると同時に靴の『機能』と『美観』についての問題が以前より随分と拮抗してきているように感じる。

つまり、従来のファッション性、デザイン性のみを追及し『足が痛くなる既成靴』を作っていたファッションブランドや靴メーカーは以前より『履き心地』や『美と健康』を意識した靴を作り始め、それとは反対に健康、機能性のみ重要視しファッション性を追及してこなかった『整形靴』の世界は『デザイン』や『色』を意識した靴作り

をするようになりつつある。(図4)

また医療業界や靴業界等による『足と靴と健康』についての啓発活動が盛んになれば、お客様や患者の健康意識や関心が高まり、知識もより深まる。そうなればこの問題はさらにクローズアップされることとなり『機能』と『美観』の両立という課題はさらに改善されることが期待できると考えている。

『コミュニケーションの不足』で起こる問題について

『病院で足底板を作ったのですが、使うのを止めました！』

時折、病院で処方された靴や足底板を靴店(弊社)に持ち込み、足と靴の相談をするお客様がいる。

一般的に足に痛みを感じるお客様は、最初に整形外科を受診される方が多いようだ。

診察・レントゲンの結果、骨には問題はない。『加齢による、足のアーチの低下が原因であろう。』との診断が下された。

その後、義肢装具士により『足底板(インソール)』が作製された。

お客様(患者)本人が用意した靴にオーダーメイドの足底板を挿入し使用するも、しばらくするとお客様(患者)は『足底板』とその靴の使用を勝手に止めてしまった。

詳しく話を伺うと、その足底板が原因と思われる身体のゆがみが起こり以前はなかった別の部位(足・膝・腰・股関節など)に痛みを発生しているようだった。医師の処方のもと、義肢装具士によってオーダーメイドで作られた足底板にも関わらず、なぜその様な問題が起こるのか、患者にとって最後の頼みの綱である医療機関で起こった不安や不信心。

結果、お客様(患者)は足や身体の問題を解決するために、どこに行き、誰に何を相談すればいいのかわからない状況に陥っている。

原因と結果

なぜ病院で足底板を作ったのに、使うのを止めてしまったのか？

《原因》

1) お客様(患者)本人が足底板を正しく使用していないことや医師や義肢装具士からの説明を間違えて記憶していることが原因でトラブルが起こることがある。女性の場合は靴の『美観』や『ファッション性』に対して十分な考慮・説明が必要となってくる。患者側の誤認は患者の希望と現実とのギャップから起こる思い込みが原因となることも多いからだ。

①足底板を挿入するための適切な靴をお客様(患者)が納得、理解できるようにきちんと説明できているか。女性が日常に履きたい(履く必要のある)靴は足底板が挿入できないタイプの靴(パンプスや甲に厚みのない靴)である場合が多い。足底板を作っても日常に使えなければ意味がない。

②お客様(主に女性患者)の靴の『美観』に対する希望や靴の不安や不満を十分にリスニングできているか?治療中に処方する足底板や治療のために必要な靴(靴型装具)、治療後、改善後には履くことができる可能性のある靴の違いを説明すれば、お客様(患者)は治療中(現状)の靴(足底板や靴型装具)を納得、受け入れやすくなる。それはお客様(患者)の『希望』につながるからだ。

2) 足底板自体に問題がある場合。

①パッチング位置やアーチの形状がお客様(患者)の足に適合していないことが原因で痛みや違和感を発生する。

②足底板を両足ではなく、痛みを感じる片方の足にのみ作成。片足のみ装着したことが原因で起こる脚長差のせいや、バランスを崩すなんらかの影響があったと考えられる。

3) 足と靴との適合性が最も大切

ドイツ製の整形靴には足のアーチをサポートするための既製の足底板が初めから付属している。

それでも足と靴の形状が数ミリでも適合しなけ

れば、アーチをサポートする足底板は足を支えきれず足底板としての意味を成さないため、オーダーメイドの足底板が処方される。足と靴との適合はミリ単位の微差で全く異なるものになる。

足裏の採型をしたのみで、足底板を作成し足と靴との適合状態を十分に確認せず安易に患者に渡していないか。

4) 足底板装着後の経過観察とアフターフォローがなされているか。

足底板装着後、足や身体に不調や違和感がある場合でも、その現状を医師や義肢装具士に実際に伝えている患者は多くはないようだ。たとえ伝えられた場合にも特別な対応がなされなかったとの報告もある。

装着後の様子を確認するための再受診さえない場合もあるようだ。

また常に患者が医療従事者に気軽に相談できる環境を作る必要がある。

問題点は、お客様(患者)が医師や義肢装具士に相談できていないこと

医療従事者と患者のコミュニケーション不足と処方後のアフターフォローの必要性。

『医師は診察・足底板の処方を出して終わり。義肢装具士は足底板を作成し患者に提供して終わり』という状況になってはいないだろうか?

治療を必要とする足ならばなおさら、足底板処方後の経過観察が重要だ。

足底板装着後の患者の使用状況やその後の足の改善状況、変化を定期的に検診、確認しているか、アフターフォローでの定期的な足底板の適合性確認と使用状況確認が必要と考えられる。

患者側にしても、足底板を挿入した後日、靴の正しい履き方・使い方が十分に実践できているか、または時間の経過とともに自身の足形や足底板・靴の状態、状況はどう変化しているのかを意識するべきである。

最後に

医師や義肢装具士といった医療従事者は常に施

す側・与える立場にある。

そのため患者側は常に受ける側（受身）だけの立場に陥りやすい。

受身の立場に慣れてしまった患者は、医療に疑問や不安がある場合でも医療従事者側に自らそれを伝えることをしなくなる。むしろ『してはいけない』と考えるようになりがちだ。

そのために平素より患者が不安や意見を伝えやすい環境を日頃からのコミュニケーションやネットワークで作っていただければと願っている。筆者も理事を務めるNPO法人足もと健康サポートねっとの代表である竹内一馬医師や副理事である義肢装具士の有菌泰弘氏に医療的な足の治療が必

要なお客様をご紹介した場合、後日お客様は必ず来院時の報告を弊社でもされる。その時のお客様の会話と安心した表情から、医師や義肢装具士のコミュニケーション次第でこうもお客様は治療に対して前向きな気持ちに変わるのかと、以前とは違うお客様の様子に驚きと安心感を覚える。

不安を抱える患者には『信頼と安心』を与える『コミュニケーション』という特効薬が必要なのだ。

また『コミュニケーション』という特効薬は更には『満足』にも有効に作用する。

『足』が『満ちる』と書いて『満足』となるのだから。

教育講演

査読とは—科学論文の読み方・読者の心構え—

Peer review—Posture to read the scientific paper—

井口医院

Inokuchi Clinic

井口 傑

Suguru Inokuchi

Key words : 査読 (peer review)

査読とは、同じ分野の専門家が、その論文が、その雑誌に掲載されるに値するか否かを評価し、編者に伝える事とされています。しかし、実際に何を行うかは明確とは言えません。特に、我々靴医学会の学会雑誌である「靴の医学」では、歴史の浅いせいもあり、査読のあり方も的確と言えない面もあります。

査読の対象は論文であって著者ではない

査読は peer review と言って、peer (仲間) による評価ですが、原則、著者も査読者も匿名で行われます。これは、仲間同士が評価する時に、評価の対象が論文自体でなく著者個人に向けられることを防止するためであり、評価した人に対して個人的な感情が及ばないようにするためです。従って、査読の対象となる論文には、著者名や所属を伏せるばかりでなく、本文中にも著者を特定できる事項を書かないのが原則です。しかし、相当の注意を払っても実験対象の施設名や著者自身の論文の引用などから容易に著者を特定できることは少なくありません。従って、査読者は誰が書いたのかは意識せずに、論文の内容に集中することを求められます。残念なことに「靴の医学」で

(2014/11/10 受付)

連絡先：井口 傑 〒113-0021 東京都文京区本駒込
6-6-7 井口医院
TEL 03-3945-3188 FAX 03-3945-3188
E-mail inokuchi@gol.com

は、著者の匿名性に対しては注意が払われていないので、査読者は評価に際し、著者が誰かによって左右されない矜持を持たなければなりません。

査読者は指導者ではない

一方、査読者の匿名性は維持されています。査読者が編集者でなく著者に直接意見を伝える場合には、名前や所属、地位を知らせてはなりません。査読者の名前を明らかにすることは、一見、フェアに見えます。しかし、査読者と著者の関係は、ともすると査読する者と査読される者と言う上下関係に成り易く、査読者の地位や職位などの権威を背景とした意見になり易いので避けるべきです。言わんや、編集者を通さずに読者に連絡をとったり、直接意見を述べたり、論文の改訂を求めたりすることは、著者に対する強要ともなりかねないので、厳に慎まねばなりません。

論文の価値は雑誌(読者)に対して評価する

査読者が最も陥りやすい誤りは、自分の価値観から論文の価値を評価しようとすることです。勿論、査読とはその論文が掲載されるに値するか評価することですが、読者に対して値するかどうかであって、査読者に価値があるかどうかではありません。多くの査読に際するチェックポイントに上げられていますが、雑誌が扱う分野のテーマか、読者に興味有るテーマか、読んだ読者に得る所の

有るテーマか、新たな知見を加えた論文かが、まずは重要です。査読者にではなく、読者に価値があるかがポイントです。

1. 論文のテーマは雑誌に適しているか？
2. そのテーマに関して既知の知見に新たなものを付け加えているか？
3. そのテーマは読者に興味を持たれるか？

不正、剽窃の指摘は本来査読者の役割ではない

残念なことに、最近では科学論文における不正、剽窃が話題になっています。小学生の夏休みの課題にさえ、コピー・アンド・ペーストやインターネットの丸写しが横行する時代ですから、油断も隙もありません。しかし、査読者に大切なのは、形式的、論理的な評価であり、その結果として不正や剽窃が見つければ指摘することは大切ですが、本来の役目から一歩離れた役割です。

雑誌を発行する編集者、学会としては、極力、データの捏造や他人の成果の盗用などの不正を防ぐ役割があり、剽窃を見つけるソフトもあるので努力が必要ですが、一義的には査読者の役割ではありません。

写真を見やすく修正する、明らかに間違ったデータを削除する、欠落したデータを前後のデータから補填するなど、多くの良心的な研究者がやってきたことです。しかし、薬剤の臨床研究に法的規制が掛けられる時代ですから、研究者の良心とプライドに頼る時代は終焉を迎えつつあるのかもしれない。

形式的評価

科学論文は、基本的に題、仮説、対象と方法、結果、考察、結論から構成されます。序文・緒言、背景、先行研究、要旨・まとめ、謝辞、文献、図表、図説もありますが、必須ではありません。この形式を守ることによって、論文の論理性と再現性を担保することが最も重要であり、これをチェックする事が査読者の最も重要な役割と言えます。

査読者がチェックすべき点を述べます。

1. 題、仮説、対象と方法、結果、討論、結論の項目を立てて記載されているか？それぞれの項目には必要十分な情報があるか？不必要な情報が無いのか？その情報はその項目に入れるべきか？
2. 仮説は明確に規定されているか？
3. 対象と方法は、読者が実験・調査を再現するのに十分な情報があるか？
4. 結果を読者が明瞭・正確に把握し、対象と方法から結果が得られることを検証できるか？
5. 考察において、読者が著者の思考経路をたどり、結果から結論を導く事が出来るか？
6. 結果は仮説を明確に受容又は棄却しているか？

これを逆にたどると、読者をミス・リードする論文の冗長性、曖昧さを排除できるので、これも有効なチェックとなります。

1. 仮説に関係ない結論は述べない
2. 結論に関係ない考察は行わない
3. 考察されない結果は出さない
4. 結果に関係ない対象と方法は述べない
5. 結論を出さない仮説は立てない
6. 題目は仮説と結論を必要十分に表現しているか？

再現性のチェック

論文の内容（実験）を読者が再現できる事が重要です。著者しか利用できない技術や設備、材料、経費に依る実験では、読者が実験を再現できないので結果を検証できません。スーパー・コンピュータの納品検査時に無料で何十日も使う機会のあった研究者が、それを利用してある理論を実証したことがあります。しかし、1時間何百万円もする利用料を支払って再現することは誰にも出来ないで、論文の掲載をあきらめざるを得ませんでした。このように、読者が検証できなければ、論文を読む意味がない事になるので、その論文がどんなに素晴らしく感じられても、査読者は訂正や、追加を求めるか、掲載を拒否するしかありません。

論理性のチェック

結果から考察を経て仮説を受け入れるか否かを結論する過程では、論理的な矛盾、飛躍がないか十分チェックする必要があります。即ち、AはBであり、BはCならば、AはCであると言うような論理が成立し、且つ論理の連鎖に欠けた輪がないかチェックしなければなりません。言葉で表すのは簡単ですが、著者にとっては $A=B$ と書いても、査読者の目から見ると $A=B$ と言い切るには不十分と言う事も、ままあります。この時、査読者は自分の意見を言うことになりませんが、重要なのは論文の中で得られた結果から考察して $A=B$ と結論することが論理的に可能かどうかであり、 $A=B$ が査読者の経験や知識から見て成立するかどうかではありません。勿論、研究者仲間が査読する意味は査読者の知識や経験を利用するためですが、知識や経験から結論が間違っていると判断しても、それをもって誤りとするのではなく、結果的に間違った結論が導かれたと思われる研究の対象の選択や方法論、データの解釈などをチェックして、査読者も著書も編集者も納得できる誤りの原因を指摘するように論理的な思考過程をチェックしなければなりません。逆に、どんなにおかしいと思っても、論理的な誤りや不十分さを指摘できなければ、査読者が受け入れられない結果でも、それを理由に掲載を拒否するのではなく、編集者の判断、最終的には読者の判断に委ねることになります。

科学論文の読み方・読者の心構え

- ・学会に発表されたのだから
- ・学会雑誌に掲載されたのだから
- ・世界的科学雑誌なのだから
- ・本に書いてあるのだから
- ・新聞に出ているのだから
- ・インターネットに出ているのだから
- ・大学の先生なのだから
- ・国が認めているのだから
- ・専門家が言っているのだから

間違いないだろうと言う傾向が強く認められます。

しかし、査読の役割で述べてきたように、査読を経たことは論文が真実である事を保証するものではありません。同様に、学会で発表されたと言うことも発表内容が正しいことを何ら保証しません。発表演題が学会で発表するのに相応しいか会長がチェックしたとしても、抄録だけでは論文の査読のように内容をチェックすることは出来ませんし、発表しっぱなしでは記録に残らず、批判の対象にさえなりません。

ですから、雑誌の論文を読む読者に大切なのは、「なぜ、なぜ、なぜ」という疑問を、お題目のように唱え、批判の眼を持って論文を読み、自分で考え、自ら判断し、受け入れるか否かを自分で決定しなければなりません。

査読は、読者が判断する材料が公正に提供されることを目指す物であり、論文の結論が正しいことを保証することではない事を査読者も読者も肝に銘じてそれぞれの役割を果たしていただきたいと思います。

教育講演

外反母趾によい靴 ウソとホント

Good shoes for hallux valgus—Is it true?

井口医院

Inokuchi Clinic

井口 傑

Suguru Inokuchi

Key words : 外反母趾 (hallux valgus), 靴 (shoe)

色々な事を「嘘だ本当だ」と言い争う時に、実は別々の事象を議論していることが少なくありません。

今回のテーマである「外反母趾に良い靴」とは、良く議論の対象になるばかりでなく、我こそは「外反母趾に良い靴」という効能書きも良く眼にします。当たり前のことを訊くなどお叱りを受けるかもしれませんが、でも、「外反母趾に良い靴」とは为什么呢？

- ・外反母趾にならない靴
- ・外反母趾でも痛くない靴
- ・外反母趾が治る靴

ざっと考えても、最低3つの外反母趾に良い靴があります。これらが同じであれば何ら問題ないのですが、そうは行かないことが今日のテーマの外反母趾によい靴 ウソとホントの原因になります。

外反母趾の原因

外反母趾の原因には、遺伝、女性、ハイヒールが挙げられていますが、本当のところは不明なことだらけです。そこで、ハイヒールを履く人が外反母趾に成り易い、一度外反母趾になるとハイヒールをはくの止めても進行すると言う二点に

(2014/11/10 受付)

連絡先：井口 傑 〒113-0021 東京都文京区本駒込
6-6-7 井口医院
TEL 03-3945-3188 FAX 03-3945-3188
E-mail inokuchi@gol.com

着目して原因を考えてみました。得られ結論は、「母趾が外反するから外反母趾になる」と言うことでした。「当たり前のことを言うな」と叱られそうですが、母趾が外反位にあると、歩くということ日常動作自体が母趾の外反を増加する。だから最初の母趾の外反を防止すれば、遺伝的に外反母趾に成り易い女性でも外反母趾に成りにくいと言う理論です。この理論に基づけば、外反母趾に良い靴の内、外反母趾に成り難い靴と外反母趾が治る靴の開発が可能になります。

最初のきっかけになる母趾の外反は、靴の先端の外ぶれが原因です。昔の靴は左右同じ木型で作られ、先端が中央にある三角形でした。その伝統を引き継ぎ、靴の前の部分の内側は、外側に向かって傾いています。その角度は色々ですが、ハイヒールやファッションナブルなパンプスでは30度を越える物も珍しくありません。しかし、生まれつきの母趾外反角は、5度位までで10度を越えることはあまりありません。しかし、仮に外ぶれ30度の靴を履いたら何が起るのでしょうか。(Fig. 1)

母趾屈曲力による母趾の外反、第1中足骨の内反の進行

まず靴を履くことにより、かなりの角度母趾は外反します。仮に30度として、この状態で歩行します。屈筋腱は第一中足骨に並行して走り、MTP関節の回転軸は中足骨軸に直行すると考えると、

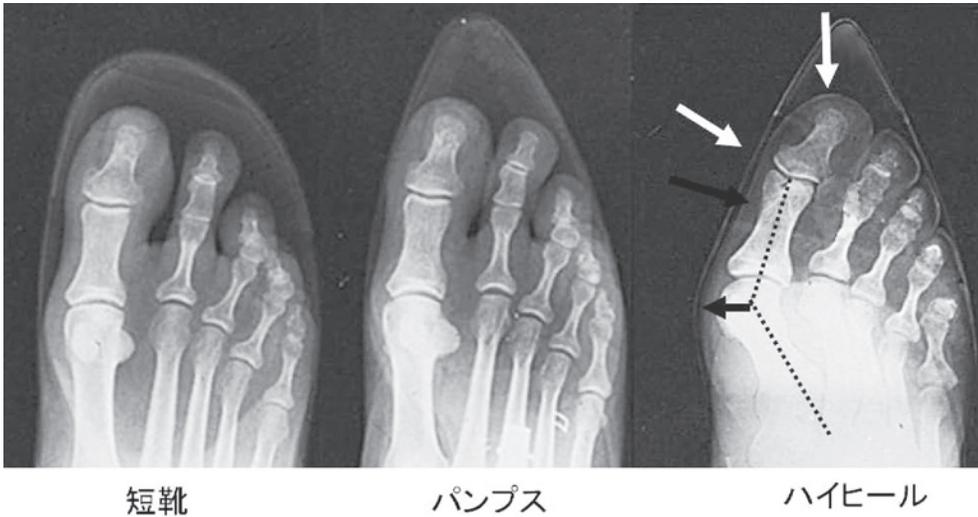


Fig. 1. 正常人が、短靴、パンプス、ハイヒールを履いた X 線写真。ハイヒールでは正常人でも母趾は大きく外反している。

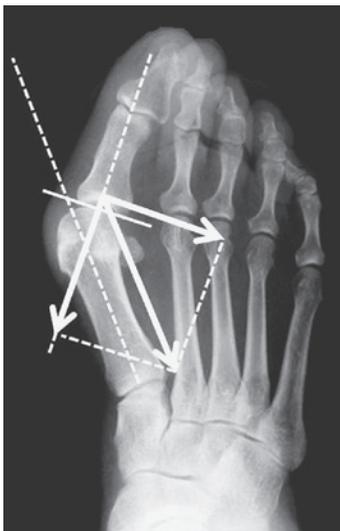


Fig. 2. 外反母趾では、母趾に付着する屈筋の牽引力は、母趾 MTP 関節回転軸に直行し母趾を屈曲させる回転ベクトルと、回転軸に平行で母趾を外反させる外反ベクトルを生じる。

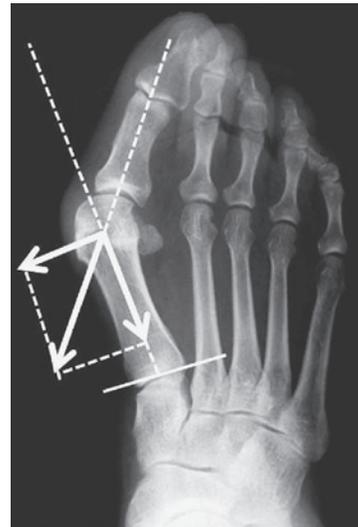


Fig. 3. 母趾屈筋により発生したベクトルは、母趾を屈曲させると同時に、第1中足骨骨頭を押す。この圧迫力は第1CM 関節回転軸（図では屈伸方向に表示してあるが、実際には内外転方向にも動く）に直行して第1中足骨基部が第1楔状骨を押すベクトルと、回転軸に平行で第1中足骨を外反するベクトルを生じ、第1中足骨を内反させる。

屈筋力ベクトルの回転軸に直行する有効回転力ベクトルは $\sqrt{3} \times 1/2$ 、回転軸に平行で外反方向に働く外反ベクトルは $1/2$ となります。歩行時にどれだけの屈曲力が第1MTP 関節に働くかはやぶさかではありませんが、踵の離床期には全体重を前

足部、中でも母趾が主に支えることを考えると、数十キロの単位に相当すると想定されます。この

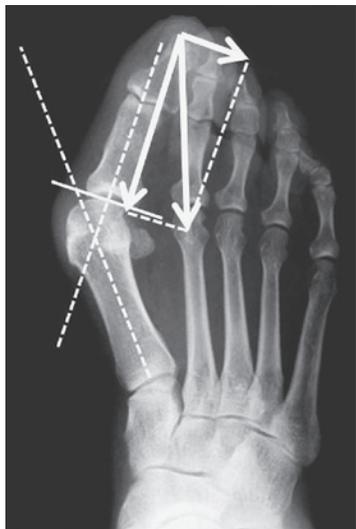


Fig. 4. 外反母趾で母趾を先端から押すと、その圧迫力は第1MTP関節の回転軸に垂直で母趾を屈曲させる回転ベクトルと、回転軸に平行で母趾を外反させる外反ベクトルを生じ、母趾を屈曲させるのと同時に外反させる。

時、母趾を外反させる力は屈曲力の1/2となるので、相当強い外反力が働くことになります。(Fig. 2)

また、屈曲力が生じる第1中足骨にほぼ平行なベクトルは、第1MTP関節回転軸に直交するし、第1中足骨骨頭を押すベクトルとなります。このベクトルを第1MC関節の回転軸周りのベクトルに更に分解して考えると、第1中足骨を内反させるベクトルと、第1中足骨骨軸に平行で第1中足骨を内側楔状個に押し付けながら屈曲させるベクトルを生じます。(Fig. 3)

踵離床期には母趾は地面に圧迫固定されていること、3次元的な関節運動を床面に投影した2次元の運動として考えていること、多くの屈筋腱を単一の屈筋腱として考えていること等々、余りにも大ざっぱな解析ではありますが、母趾外反位で第1MTP関節を屈曲させる力が、相当大きな母趾外反ベクトル、第1中足骨内反ベクトルを生じ、第1中足骨内反、母趾外反という病態を進行させていることに疑いはありません。

母趾外反30度と言うと酷い外反母趾を想像しますが、健常者であれ、軽度の外反母趾患者であれ、ハイヒールの中では30度近い母趾外反位を呈していることは、悔りがたい事実です。

母趾の圧迫による母趾の外反、第1中足骨の内反の進行

靴による母趾の外反強制は、ハイヒールに限らずファッションブルな靴であれば生じます。しかし、ハイヒールに特有な外反母趾の発生原因として、母趾先端からの圧迫があります。

座ってハイヒールを履いた瞬間には、母趾はハイヒールの内振れ角度に応じて外反しています。その状態で立つと、足は斜台に沿って滑り台を滑り降りるように前方に移動し、更に狭い部分に押し込まれるため、母趾内側は外方に圧迫され、同時に母趾先端は前方から圧迫されます。

内側から外方への圧迫力は、直接、母趾外反を進行させる力になりますが、母趾先端からの力も、母趾外反位での母趾屈曲力による母趾外反ベクトル、第1中足骨内反ベクトルと同様に外反母趾を進行させます。(Fig. 4)これは、指を真っ直ぐにした状態で先端から押ししても指が曲がらないのに、屈曲位にある指は容易に曲がってしまうことから、直感的にも理解されます。

また、屈筋力によって母趾が外反したばかりでなく、第1中足骨が内反したと同様に(Fig. 3)、母趾先端からの圧迫は母趾を外反させるばかりでなく、第1中足骨を内反させます。

ハイヒールを止めてからの外反母趾の進行

前述した如く、外反母趾の発生原因として、靴により母趾が外反された状態での歩行、ハイヒールによる母趾の内側、先端からの圧迫が上げられます。ここで注目されるのは、ハイヒールを履くのを止めて、たとえ裸足で歩いたとしても、一定以上の外反母趾に成っていると、歩くだけで外反母趾が進行する事です。

逆に言うと、外反母趾の原因と言われるハイ

22E: 22.0cm・91mm(外反母趾になる前)
 足長: 22.0cm→21.5cm
 足幅: 91mm(E)→100mm
 EEEE(96mm)+4mm=21.5G(外反母趾)
 23EEEE・24EEE・25EE・25.5E : (100mm)
 22→25.5 / E→EEEE+4mm(G)

女性用 靴サイズ

足長		足囲・足幅 (単位:mm)															
cm	mm	A		B		C		D		E		EE		EEE		EEEE	
		足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅
195	195	183	76	189	78	195	81	201	83	207	85	213	87	219	89	225	91
200	200	186	78	192	80	198	82	204	84	210	86	216	88	222	90	228	92
205	205	189	79	195	81	201	83	207	85	213	87	219	89	225	91	231	93
210	210	192	80	198	82	204	84	210	86	216	88	222	91	228	93	234	95
215	215	195	81	201	83	207	86	213	88	219	90	225	92	231	94	237	96
220	220	198	83	204	85	210	87	216	89	222	91	228	93	234	95	240	97
225	225	201	84	207	86	213	88	219	90	225	92	231	94	237	96	243	99
230	230	204	85	210	87	216	89	222	91	228	94	234	96	240	98	246	100
235	235	207	86	213	89	219	91	225	93	231	95	237	97	243	99	249	101
240	240	210	88	216	90	222	92	228	94	234	96	240	98	246	100	252	102
245	245	213	89	219	91	225	93	231	95	237	97	243	99	249	101	255	104
250	250	216	90	222	92	228	94	234	96	240	98	246	101	252	103	258	105
255	255	219	91	225	94	231	96	237	98	243	100	249	102	255	104	261	106
260	260	222	93	228	95	234	97	241	99	246	101	252	103	258	105	264	107
265	265	225	94	231	96	237	98	243	100	249	102	255	104	261	107	267	109
270	270	228	95	234	97	240	99	246	102	252	104	258	106	264	108	270	110

Fig. 5

21.5G

ヒールでも、履いた状態で母趾が外反していないデザインが可能であれば、外反母趾には成らないということになります。ですから、履いたときに母趾が外反位にならない内振れの靴が、外反母趾を予防する良い靴ということになります。

外反母趾でも痛くない靴

外反母趾の人が履いても痛く無い靴が、第2の外反母趾に良い靴です。

外反母趾には、バニオンと呼ばれる第1MTP関節内側の突出部が靴に当たる痛みと、進行していわゆる横アーチが潰れ、第2MTP関節底側に胼胝ができる痛みがあります。

外反母趾足と靴の JIS 規格

足の足幅に対して靴の幅が狭い為バニオンが圧迫されるのだから、幅の広い靴が、バニオンが痛まない外反母趾に良い靴とされ、3Eとか4Eと言

う靴が宣伝されています。

JIS規格では、本来、ある足長に対して最も頻度の多かった足囲をEと規定し、足長が5mm増減するのに対応して3mm相似形に変化させています。JIS規格では足幅は規定されていませんが、便宜上、1~2(平均1.5)mm変化させた数字で規定されています。また、A→B→C→D→E→2E→3E→4Eと変化させると足囲は6mmずつ、足幅は2mm増加します。即ち、足幅は足囲で一段階2mm、足長では一段階1.5mmずつ増加する事になります。

仮に第1中足骨長を60mm、M1M2角が5度から15度に増加し、骨頭が内側にずれて足幅が広がったとしますと、M1M2角が5度では $60 \cdot \sin 5^\circ = 5.2\text{mm}$ 、M1M2角が15度では $60 \cdot \sin 15^\circ = 15.5\text{mm}$ で約10.3mm広がった事になります。同時に足長は5mm縮みますから、元々22Eの足の人外反母趾となると、10mmの足幅の増加をJIS規格の

靴で対応するとすれば、足囲だけでは5段階調節しなければ成りません。4Eで2mm×3段階で6mmですから、JIS規格にはありませんが5段階広いGを履かなくてはなりません。仕方がないので、後の4mmは長さで調節する事になり、24cmの靴で1.5mm×3段階で4.5mm合計して10.5mmの調節が可能となります。しかし、Eの人が4Eの靴を履けば踵やインステップはゆるゆるで脱げてしまいます。また、幅をEのまま足長だけで調節すれば25.5cmEの靴になります。もし、22.5cmEの足の人が24cm4Eの靴を履いた場合、痛みが消失したとしても、今度は、長すぎて「がばがば」な靴で踵が脱げてしまいます。勿論、全てを規格内でカバーしないで、バニオン部分の伸展拡張と紐靴で対応すれば、多くの外反母趾には対応可能になりますが、靴の選択範囲は非常に限られます。(Fig. 5)

外反母趾にも優しいとうたったコンフォートシューズも散見されるようになりましたが、足長も踵幅も女性にポピュラーなサイズで足幅(足囲)だけが4E (F, G) という靴の需要が外反母趾に限られることから、その様な靴が販売される可能性は少ないでしょう。従って、4Eの靴が外反母趾に良い靴という表現は、現状では嘘と言わざるを得ません。

もう一つの嘘

外反母趾の痛みのもう一つは、第2MTP関節底側を中心とした足底部痛です。外反母趾が進行して、母趾が第2趾の下にもぐり込み、第2MTP関節が病的脱臼を起こすと痛みは酷くなり、歩行に差し支える様に成ります。バニオンの痛みと反対に、足底部痛は靴を履いた方が楽であり、足底板による除圧や荷重の分散によって加療します。バニオンの無い外反母趾に足底部痛はないので、外反母趾に良いとうたわれている幅広の靴は、痛みを軽減することになりますが、足底部のクッション性がその効果の基本であり、幅広の靴が外反母趾に良いと言うのは嘘となります。

外反母趾が治る良い靴

原理的には、履くと外反母趾が矯正される靴があれば、外反母趾が治る可能性があります。外反母趾になりにくい内振れの強い靴に工夫を加え、外反した母趾を矯正し屈筋腱(種子骨)が骨頭下を通る様にして、パッドで第1中足骨を外反位に矯正すれば治る可能性はあると思います。今までの装具は靴の中に入れられないか、矯正力が不足するかでした。何時の日か、外反母趾を切らずに済む日が来ることを希望します。

教育講演

靴合わせ, 靴選びのウソ・ホント

What is true about shoe choice and fitting?

Is it true or not?

NPO オーツティックソサエティー
Non profit organization of Orthotics Society

内田 俊彦
Toshihiko Uchida

Key words : 靴合わせ (shoe fitting), 足サイズ (foot size)

はじめに

今回の学会で井上会長が“足と靴のウソ・ホント”というテーマを取り上げられ, その中で以下の事例があった.

1: 靴はヒモ靴が優れており, 踵を合わせてからヒモをしっかり締めなければならない—本当?!

2: 靴選びは足の容積が最大となる夕方がベストである—本当?!

この二つの事柄に関して筆者の考えを述べてみたい.

1: 靴はヒモ靴が優れており, 踵を合わせてからヒモをしっかり締めなければならない—本当?!

靴の基本的なデザインにはいくつか種類があるが, ヒモやベルト等によって締める事で足サイズに合わせて調節が可能なタイプや, プレーンなパンプスやスリッポンのように調節の効かないタイプのものがある。(図1)

山崎は, 足と靴の適合性の問題が解決されてい

(2014/12/07 受付)

連絡先: 内田 俊彦 〒100-0014 東京都千代田区永田町 1-11-4 永田町パレスサイドビル 1F NPO
オーソティックソサエティー
Tel: 03-3595-4355 Fax: 03-3595-4356
E-mail: nikogabifoot7@gmail.com

ない最大の問題点として, 靴の設計や製作が, 静止時の足寸法を基準にしている事が問題ではないかと考え歩行中の足サイズ変化を計測した¹⁾. その結果, 足寸法の動的变化として, 足長に関連しては歩行中, 母趾は常に屈曲しており, 内不踏長は片足支持期に最長となり蹴り出し時に最小となる. 外不踏長は逆に蹴り出し時に最大となる. 足高は内不踏長と逆の変化パターンをしめす. 片足支持期で最小, 蹴り出し時に最大となる. 足幅は片足支持期では横足弓がつぶれて足はひろがる. 爪先離地後に狭くなる. 足根部の横幅は歩行中ほとんど変化しない. 足囲の変化量は足幅より大きく, 荷重時に大きくなり, 非荷重時には小さくなると報告している. すなわち歩行中に足は靴の中で形を変えているが, 踵部分の変化は少なく中足部から前足部の変化が大きいという事である.

筆者は20年以上前から足部障害に対して, 足サイズの計測と靴合わせを行った上で, 足底挿板を作製してきた^{2,3)}. 靴合わせを行う上で足サイズ計測は荷重位と非荷重位の両方を計測し, 出来るだけ非荷重位に近いサイズの靴を選択してきた. 足サイズ計測結果を図2に示す.

2003年以降演者の靴ショップを訪れた足部障害例, 変形は様々であるがRAは除外している. 4304名 8608足, 全例女性で13~90才平均53才



a 調節性のあるヒモ靴, ベルト付き靴

b 調節性のないパンプス, スリッポン

図 1

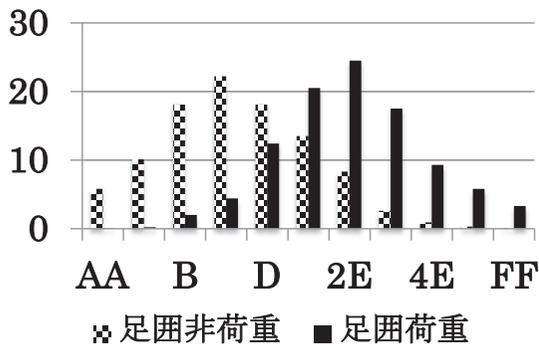


図 2

である。足囲分布をみると荷重位では2Eにピークがあり、次にE, 3Eと続いている。荷重, 非荷重の差は約18mmあり、荷重位で2Eの足は非荷重位ではCとなり、グラフの山もきれいに左方に移動している事がわかる。歩行中に靴内でこれだけ足の大きさが変化するのであれば、靴は調節性のあるものでなければ足の動きと靴の動きの一体感は望むべくもないであろう。

筆者の靴サイズの決定方法は、足長は同じでD, E, 2E, 3Eと太さ違う靴を順番に履いてもらい、どのサイズが履いた際に一番しっくりくるかを聞いた上で行っている。一般的に太い靴になれば踵も一緒に太く作られている。逆にいえば細いものほど踵も細くなるため、踵をしっかりとおさえる事が可能となる。踵の太さは同じで、前足部だけ太さを変えて作っている靴もある、という話も耳にする事はある。何処を見てそれが判断できるかは全く分からないし、靴のサイズ表示も本邦においてはメーカーによってバラバラであることが実

情というのも、消費者にとっては靴選びをする上で仮に自分の足サイズを知っていても困った事である。

図3は腰椎圧迫骨折で、退院するにあたり歩きやすい靴が欲しいということで相談を受けた例の歩行姿勢を示す。自分の普段履いている靴は24.5cmの4Eで紐付きのウォーキングシューズである。足サイズは実測で足長23.0cm, 足囲サイズは荷重位で3Eであった。靴の脱ぎ履きを観察すると紐は締めずにそのまま行っている。

図3aの自分の靴による歩行姿勢は右立脚期に骨盤帯、体幹を含め右方向に身体が寄って行く動きが大きく、頭部も右に傾いている。左立脚期においても身体全体が左方向へ寄っているが、右方向への偏りの方が大きい。一方bの23cmのこちらで選んだ細い靴では、右立脚期に身体全体が右に寄る動きと、頭部の傾きは小さくなり、左立脚期においても身体の左方向に寄る動きは小さく、左右への身体の移動は小さく、左右のバランスの取れた歩行姿勢となっている事がわかる。結果10mの歩行路を歩くのに要した歩数は自分の靴で25歩要したが、靴を細くする事で22歩と3歩少なく歩く事が可能となっていた。このように大きすぎる靴を履いて歩いていけば、足は靴内で滑って、その結果バランスを崩す事で24.5cmの自分の靴の様な歩行姿勢になってしまったといえる。

ヒモ靴であっても、ヒモをきちんと結ばずにそのまま脱ぎ履きをしている場合はよく見かける。これではヒモ靴であっても無いと同様である。一日の中で靴の脱ぎ履きを繰り返すばかりでなく、一日中靴を履いている人でも靴の脱ぎ履きに



図 3

表 1

		男子 36 足	女子 48 足
足長	増加	0 (右0左0)	0 (右0左0)
	減少	0 (右0左0)	1 (右1左0)
足囲	増加	1 (右0左1)	2 (右1左1)
	減少	5 (右3左2)	6 (右2左4)
足幅	増加	0 (右0左0)	1 (右0左1)
	減少	1 (右0左1)	1 (右0左1)

その都度ヒモを締めたり緩めたりする人は少ない。ヒモを締めるだけでも足の痛みが軽減する事はよく経験する事であり、歩行姿勢もその際には変化する。

靴はヒモ靴が優れており、踵を合わせてからヒモをしっかり締めなければならぬ—これは本当! であろう。

2: 選びは足の容積が最大となる夕方がベストである、というのは本当?!

一般的にまことしやかに言われている事柄である。筆者は自分の足に関して早朝に犬の散歩に出

かける時と夕方同じ靴を履く時のきつさの感じが、早朝の方がよりきつく感じていた。そのため必ずしも夕方の方が足は大きくなるとは限らないだろう、という考えを以前から持っていた。今回、この機会に自分を含めて家族と仕事仲間の足サイズを朝と夕方で計測してみた。

足サイズ計測対象は男子 18 名 36 足、女子 24 名 48 足の計 42 名 84 足である。全員足に愁訴等を持っていない事を確認した。職種は看護師、理学療法士、作業療法士、医師及び主婦と OL である。計測は午前 8:30~8:50 分、夕方 5:30~6:00 までの間に行った。主婦と OL は朝 7:00 と夕方 8:00 に行った。全て手計測で行い、全誤差分散から足囲は 4mm、足幅と足長は 3mm をもって有意とした。

計測は荷重位、非荷重位の両方を行ったが、今回は荷重位のデータを検討した。計測結果を表 1 に示す。

足長は増加した例はなく、1 例のみ右足長の減少がみられた。足囲では増加したのは男子 1 例女子 2 例であったが、両足ともに増加した例はなかった。一方減少したのは男子 5 例、女子 6 例で

あったが、こちらも両足ともに減少した例はなかった。足幅は増加が女子1例、減少男女各1例で、これも両足ともに増減した例はみられなかった。

この結果をみると夕方に靴選びをするのがベストというのはウソだろうと思われる。増加した例では、足囲は最大で5mm、足幅は4mmであった。靴サイズから考えれば1ないし2サイズの違いであり、靴サイズを大きくしなければ履いていけないというほどのサイズ変化ではないと思われる。ただしこれはヒモ靴であれば問題にはならないと思われるが、パンプスのように調節性のない履物だと問題になるかもしれない。一方減少例では、足囲が最大10mm、足幅が4mmであり、靴サイズでは2サイズの違いがあった。調節性のない履物では歩行時に靴が脱げるようになりうる違いであり、これもやはり調節性のあるヒモ靴の方が足にとっては良いと言えよう。

文献的には、1992年靴の医学に加藤らが時間帯別足型測定結果に関する考察を報告している⁴⁾。ここでは男子100名女子100名の朝夕における計測結果で、足長・足囲・足幅すべて増加していたのが男子右足31%、左足23%、女子右足21%、左足22%と半数にも及んでいない。数値的に増加は足囲で最大11mm、足幅で7mmと靴サイズでいえば2サイズ、3サイズ分である。減少は足囲で最大18mm、足幅で10.5mmは靴サイズでいえば3サイズ、5サイズ分の違いがあってこれでは調節

性の無い履物を使用するには無理があると言わざるをえない。

飛行機などに長時間座り続けて足が浮腫むのは気圧のためではなく、満足に動けない狭いスペースに長時間拘束される事によりミルキングアクションが十分に行われなかった事が主因であるという報告もある⁵⁾。加藤らの報告では被験者がどういふ人達なのかを明らかにしてはしていない。日常動き回る事が多いのか、デスクワークのようにほとんど動く事が少ないのかによっても朝、夕での足サイズの違いは出る事が予想される。筆者の測定対象は比較的歩く事が多い事から、夕方に足サイズが大きくなっていなかった可能性もある。いずれにしても夕方に靴を買いに行くのがベスト、という結果はでていないが、個人差のある事柄であり、個々人がその足の特徴を知った上で靴選びをすべきであろう。

文 献

- 1) 山崎信寿, 富田祐司. 足と靴のバイオメカニクス. バイオメカニズム 1982; (6): 80-8.
- 2) 内田俊彦, 佐々木克則, 野口昌彦他. 外反母趾の足サイズ. 靴の医学 2008; 22: 47-51.
- 3) 内田俊彦, 佐々木克則, 野口昌彦他. 歩行リハビリテーションにおける我々の足底挿板療法. 靴の医学 2010; 24: 66-71.
- 4) 加藤一雄, 山本 宏. 時間帯別足型測定結果に関する考察. 靴の医学 1992; 6: 142-4.
- 5) Noddeland H, Winkel J. Effects of leg activity and ambient barometric pressure on foot swelling and lower-limb skin temperature during 8h of sitting. Eur. J. Appl. Physiol. 1988; 57: 409-14.

教育講演

研究の仕方と論文の書き方—科学する人のために—

Ethical considerations and principles in designing a study, and
writing for medical journals

清仁会シミズ病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Shimizu Hospital

奥田 龍三

Ryuzo Okuda

Key words : 倫理的配慮 (ethical considerations), 医学研究 (medical study), 医学論文 (medical paper), 書き方 (writing)

はじめに

人間ならびに動物を対象とした医学研究にはヘルシンキ宣言に基づいた倫理規定があり、これを遵守して研究を行わなければならない。研究立案にあたってはその目的と方法をあらかじめ明確にし、さらにその成果を最大限に引き出すには最も適した研究デザインによって行わなければならない。そして、研究から得られた成果を論文にすることによりはじめて医学の進歩と発展に寄与できることになる。医師や研究者をはじめ科学する人にとってはこれらの重要性を認識し、研究することが求められている。そこで、ここではこれから医学分野の研究をする方々に、少しでも参考となるような研究の倫理や立案、そして論文作成について事例をあげながら解説する。

医学研究の倫理規定

1947年、ニュルンベルク裁判にて第2次世界大

(2014/12/18 受付)

連絡先 : 奥田 龍三 〒615-8237 京都府京都市西京区
山田中吉見町 11-2 医療法人清仁会 シミズ
病院
TEL 075-381-5161 FAX 075-381-2182
E-mail ort071@poh.osaka-med.ac.jp

戦中のナチスによる人体実験が明らかとなり、その反省から医学研究の基本原則(10項目)が提示された。その後、1964年にヘルシンキで開催された世界医師会第18回総会にて医学研究者が自らを規制する為の人体実験に対する倫理規範が採択され、これがヘルシンキ宣言となった。これは研究における最低限の倫理規定であり、これを遵守していない研究は、その成果がいかに価値あるものであっても認められることはなく、むしろ不正行為とみなされ、それ相当の罰を受けることとなる。そのため医学研究を志す人にとっては、あらかじめ全文 (http://www.med.or.jp/wma/helsinki08_j.html) を精読しておく必要がある。

科学における不正行為

科学における不正または違法行為は非倫理的研
究以外にデータの捏造、二重出版、剽窃行為などがあげられる。これらの科学における不正行為を告発した著書として1982年に発刊されたBroadとWadeによる「Betrayers of the truth : Fraud and Deceit in the Halls of Science」¹⁾があり、そこで彼らは不正行為が疑われる30編以上の論文を紹介している。そのなかでもScience²⁾やNew York Times 誌などのマスコミに大々的に取り上

げられ、大きなスキャンダルとなった John Darsee 事件のあらましをここで紹介する。

John Darsee 医師 (33歳) は心疾患の分野でホットな話題に関する研究を行っていた。1979年、ハーバード医学校の Braunwald 教授 (論文数は450編, National Academy of Science のメンバー) のもとで研究することになり、1981年 (2年間) には100編近い論文と抄録を書き上げ、その業績の多さに人々は驚愕していた。しかし、仲間の研究員3人は Darsee 医師の膨大な業績に疑問を抱くようになり、1981年5月、Darsee 医師の共著者である Kloner 医師に実験データが捏造されているのではないかと疑いを投げかけた。そこで Kloner 医師は Darsee 医師に生データ、実験材料、標本などを見せてくれるよう頼んだ。Darsee 医師は生データの一部を Kloner 医師に見せたが、他は紛失したと言った。そして Kloner 医師は一部の実験データが改ざんされていることなどに気付き、これを Braunwald 教授に報告した。しかし、この問題は十分に調査されることなく Braunwald 教授と大学当局は Darsee 医師の fellowship (特別研究員) の地位を解任したが、Darsee 医師の論文および抄録の撤回は行わず、公表もしなかった。1981年9月、NIH (National Institute of Health, 国立衛生研究所) とハーバード大学との会議にて Darsee 医師の研究データに問題のあることが分かり、本格的調査が行われることになった。その調査により Darsee 医師のデータと他施設のデータが相違していることや生データのないことが明らかとなり、実験の捏造およびデータの捏造など大々的な不正行為が行われたとの結論が下された。1981年11月には Darsee 医師本人が不正行為を認めることとなり、Harvard 大学は Darsee 医師の30編の論文と抄録を撤回し、さらに Darsee 医師が以前に所属し、研究を行っていた Emory 大学も Darsee 医師の52編の論文と抄録を撤回することとなった。最終的に Darsee 医師は、1) Harvard 大学の地位を剥奪、2) NIH の fellow の地位を10年間剥奪、3) 多くの論文撤回という処分を

受けた。また Braunwald 教授と共同執筆者は心臓研究からの後退を余儀なくされ、さらに彼らの研究への不信任が募ることとなった。

この事件の要因としては、1) 地位や名声獲得への過剰なプレッシャー、2) 研究における監督者の不在、3) 共同執筆者の研究内容と論文チェックの欠落、4) 大学当局の対応の遅延と不足さらに処置の不適切さなどがあげられる。したがって再発予防には、1) 研究成果と論文掲載への精神的圧力の緩和、2) 研究資金の増加、3) 不正行為への処分の周知、4) 共同執筆者との密なコミュニケーション、5) 緊密な研究指導などが考えられる。

不正行為に対する国際的調査機関と最近の事例

1997年、英国にて Committee on Publication Ethics (COPE, 2014年現在の構成員:9000人以上, <http://publicationethics.org/>) が結成され、科学の不正行為に関する調査が行われるようになった。COPE の調査報告 (2014年) によると1997年以降、757編に出版ならびに研究においての不正行為 (データの捏造、二重出版、剽窃行為、非倫理的研究) があったとしている。

最近の不正行為の事例をあげると、整形外科関連では Reuben 医師の JBJS-Am に掲載された2編 (2005年、2007年) の論文がデータ捏造のため2009年に撤回され、さらに PubMed に載っている Reuben 医師の論文72編中18編が撤回処分となっている。また Kuklo 医師の JBJS-Br に掲載された1編 (2009年) の論文が施設委員会への報告義務違反と署名偽造のため2009年に撤回されている。また直近では世界中に衝撃を与えた STAP 細胞に関する Obokata 氏の Nature に掲載された2編 (ともに2014年) の論文が不正行為のため撤回されている。このように1981年の Darsee 事件以降、科学研究の不正行為 (犯罪) への対策と予防が行われてきたにもかかわらず、現在も跡を絶っていない。

医学研究

1. 研究に求められるもの

ヘルシンキ宣言の序文7に医学研究の目的が以下のように明記されている。「人間を対象とする医学研究の第一の目的は、疾病の原因、発症、および影響を理解し、予防、診断ならびに治療行為を改善することである。現在最善の治療行為であっても、安全性、有効性、効率、利用しやすさ、および質に関する研究を通じて、継続的に評価されなければならない。」このことは医学研究をするにあたって念頭において行わなければならない。さらに研究計画については検討、意見、指導および承認を得るため研究倫理委員会（研究者、スポンサーおよびその他のあらゆる不適切な影響から独立したもの）に研究計画書を提出し、あらかじめ承認を受けなければならない。次に研究成果は論文として世界に発信され、評価されなければ研究の目的を達することはできない。したがって研究とその論文には、1. 良質な思考、2. 優れた仮説または疑問、3. 厳格に遂行された研究、4. 簡潔性が必然的に求められることになる。

2. 研究の仕方

研究計画を立案するにあたっては、まず課題（仮説）を設定しなければならない。課題設定には文献検索を行って背景を把握し、課題が研究するに値するものであるかを確認する必要がある。研究する価値が高ければ高いほど、その成果の価値も高くなることを認識して課題を見出すように心掛ける。次に課題を解決する、あるいは仮説を実証するために最も適切な研究デザインを選択して計画を立てる。計画通りに調査あるいは実験を行ってデータを収集した後、分析を行う。分析した結果を論理的に解釈し、課題を解決あるいは仮説を証明することにより結論を導く。

例

仮説：履物の指導により足部外傷・疾患は減少する。

背景：関連文献の調査の結果、未解決の仮説で

表 1. 各群の外傷と疾患の発生件数

	外傷	疾患
指導あり群 (2000名)	10	15
指導なし群 (2000名)	25	55

あった。

研究計画：一般健常者に対して履物指導を行った群と行わなかった群に分け、履物指導後の足部外傷・疾患の発生について2年後に追跡し、調査する。研究デザインとしてはコホート研究にあたる。

データと分析：2年後のデータを表1に示す。指導あり群の方が統計学的に有意に足部外傷と疾患の頻度が少なかった（それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.05$ ）。

分析結果の論理的解釈と仮説の証明

履物指導を行った人は、それに従って生活を2年間続けていたことから、履物の指導により足部外傷・疾患は有意に減少すると結論した。

エビデンスレベルと研究デザイン

エビデンスレベルとは論文における質の階級を示し、レベル1からレベル5まで5段階に分けられている。エビデンスレベルが高ければ高いほど質の高い論文となり、それだけ真実に近い結論が導き出されているとされる。エビデンスレベルとその研究デザインを以下に示す。

レベル1

*Randomized controlled trial (RCT, 無作為化比較試験)

評価のバイアス（偏り）をできるだけ避け、客観的に治療効果を前向きに評価する。

*Systematic review (システマティック・レビュー)

RCTなどの質の高い研究を広く調査し、そのデータを分析する。

レベル2

*Cohort study (コホート研究)

ある集団を経時的に前向きに追跡し調査する.

例:ある集団で治療を行った群と行っていない群を一定期間追跡し,治療効果を検討する.

レベル3

*Case-control study (症例対照研究)

対象となる疾患を有する例と有していない例(対照)の2群を後ろ向きに比較検討する.

例:外反母趾を有する人と有しない人の2つの集団で靴の種類を調査し,外反母趾発生と靴の種類の間を調査する.

*Comparative study (比較研究)

あることを2つ以上の集団間で前向きまたは後ろ向きに比較検討する.

例:外反母趾患者に対してA法またはB法で治療し,その成績を2群間で比較検討する.

レベル4

*Case series (ケースシリーズ,症例集積研究)

同じような治療を受けた患者を集め,治療成績などを分析する.

例:外反母趾患者に足底挿板による治療を行い,1年後の成績を調査し,その効果を検討する.

レベル5

*Expert opinion (専門家の意見)

*バイオメカと基礎科学の研究

医学論文

1. 構成

医学論文はICMJE (the International Committee of Medical Journal Editors, http://www.icmje.org/recommendations/browse/manuscript-preparation/)が推奨する規定に従って,表2に示すような構成で執筆することが求められる.

Title (表題)

原稿を書く過程で考え方や目的が変わる可能性があることから,一般に原稿完成後に書くことが望ましい.タイトルを付けるにあたって留意しておかなければならないことは,まず読者の注意を惹きつけるようなものであること,また疑問に答えるような文章でもかまわない.例えば,「履物指

表2. 論文の構成

Title (表題)
Abstract (抄録)
Introduction (はじめに, 緒言)
Materials & Methods (対象と方法)
Statistical Methods (統計学的方法)
Results (結果)
Discussion (考察)
Acknowledgments (謝辞)
References (文献)
Figures & Tables (図表)
Captions or Legends (説明文)

導により足部疾患は減少する。」あるいは「足底挿板は足機能を向上させる。」などがあげられる.

Abstract (抄録)

Background (背景, 問題点や仮説, そして研究目的を記載する), Materials and Methods (対象と方法, 内訳と研究方法について記載する), Results (結果, 数値で表されたデータと分析結果を記載する), Conclusions (結論, 分析結果から論理的に導かれた結論を記載する)から構成され, 読者がまず初めに目を通すところであることから簡潔で分かりやすく書くことが求められる.

Introduction (はじめに, 緒言)

1. 過去の主な関連論文を引用し, 背景と現時点での問題点(課題や仮説)を論理的に提起する.

例:外反母趾に対して足底挿板による治療が行われているが, その成績に関する研究は少なく, 除痛や機能改善への効果についても明らかではない. そこで外反母趾に対する足底挿板による治療を行ってその成績を調査し, 除痛や機能改善への効果について検討した(仮説:外反母趾に対する足底挿板による治療は除痛と機能改善に効果がある).

2. 研究目的を述べる.

例:外反母趾に対する足底挿板の除痛と機能改善の効果を検討する.

Materials & Methods (対象と方法): 以下の内容を記載する.

1. 期間, 場所および対象患者

例：2010–2012年までに**病院にて有痛性外反母趾に対して足底挿板により治療を行った外反母趾患者 100 人 120 足を対象とした。

2. 患者の内訳（性別、年齢など）

3. 組み入れ基準と除外基準

例：軽度から中等度の有痛性外反母趾とした。

例：足部に手術歴を有するもの、関節リウマチ、痛風および強剛母趾は除外した。

4. 経過観察期間

例：1–2 年、平均 1.5 年であった。

5. 評価方法

例：治療前と最終調査時に SAFE-Q^{(3)–(5)}を用いて評価した。

6. 治療法の詳細

例：足底挿板の種類、装着方法と期間

7. 倫理委員会の承認と利益相反

8. 統計の分析方法と有意水準

例：統計ソフトは**を用いて行い、2 群間の比較には Wilcoxon 検定を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。

Results（結果）：以下の内容を順序よく記載する。

1. 評価項目の結果

例：疼痛（VAS）、靴関連、身体機能、満足度、合併症について記載する。

2. 仮説の解決となるデータまたは分析結果

例：VAS は治療前 4.5、最終調査時 1.5 と有意に低下していた ($p < 0.001$)。

3. 図表（文章で伝えにくいデータや内容）

例：SAFE-Q の下位尺度の平均値 ± 標準偏差、範囲、p 値を表にて提示する。

例：足底挿板の特徴を図や写真を用いて説明する（方法の項）。

Discussion（考察）：以下の内容を記載する。

1. 背景と問題点（課題）、そして本研究で明らかになったことが、1. 新たな知見、2. すでに報告されたことの検証、3. 意見の対立をもたらす結論の提供であるのか、これら 3 つのいずれであるかを明記する。

例：外反母趾に対する足底挿板を用いた治療に関する研究は少なく、その効果は未だ明らかではない。本研究は外反母趾に対する足底挿板の効果を妥当性および信頼性が実証されている評価基準 SAFE-Q を用いて明らかにした最初の研究である。

2. 過去の関連文献の結果と比較検討する。

3. 得られたデータや分析結果をもとに論理的に仮説を証明する。

例：VAS は治療後有意に低下し、さらに痛み関連と身体機能の値も有意に改善したことから外反母趾に対する足底挿板は除痛や身体機能向上に有用な治療法といえる。

4. 研究の限界点を述べる。

例：活動性の違い、履物の違いや足底挿板の装着期間の違いなどによる影響が考慮されていない。

5. 本研究から導かれた結論を述べる。

例：軽度から中等度の有痛性外反母趾に対して足底挿板は除痛と身体機能向上に有効な治療法といえる。

Acknowledgments（謝辞）：共著者とはならないが、研究と論文の一部に寄与した方があればその謝辞を述べる。

References（文献）：専門雑誌、標準的教科書および一般に受け入れられている電子資料などを引用する。また受理された論文で発刊前のは引用できるが、抄録や投稿中の論文は原則として引用できない。

Figures and Tables（図表）：データの解釈に役立つものであり、本文の内容と重複しないようにする。

Captions（Legends）（説明文）：図を説明する。

Disclosure（開示）：利益相反、研究助成金について述べる。

例：本研究の利益相反はありません。あるいは利益相反があります（内容を記載する）。著者は、***財団から研究助成金を受け取っています。

追記：本文で用いた例やデータはすべて架空（捏造）であり、事実とことなります。

ま と め

研究の仕方

1. 倫理規定を遵守する.
2. 目的を明確にする.
3. 適切な研究デザインを選択する.
4. データの集積と分析を行って必要な結果を出す.
5. 結果を論理的に検討し, 妥当な結論を導く.

論文の書き方

1. 投稿規定に従って書く.
2. 研究目的の重要性と成果の意義を明確に書く.
3. 得られたデータを分析し, 論理的に仮説を証明し, 妥当な結論を導く.

文 献

- 1) Broad W, Wade N. Betrayers of the truth : Fraud and Deceit in the Halls of Science. Ebury Press ; 1983.

- 2) Broad WJ. Harvard delays in reporting fraud. Science 1982 ; 215 : 29.
- 3) Niki H, Tatsunami S, Haraguchi N, et al. Development of the patient-based outcome instrument for the foot and ankle. Part 1 : project description and evaluation of the Outcome Instrument version 1. J Orthop Sci. 2011 ; 16 : 536-55.
- 4) Niki H, Tatsunami S, Haraguchi N, et al. Development of the patient-based outcome instrument for foot and ankle : part 2 : results from the second field survey : validity of the Outcome Instrument for the foot and ankle version 2. J Orthop Sci. 2011 ; 16 : 556-64.
- 5) 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.

参考資料

- 1) Brand RA. Writing for Clinical Orthopaedics and Related Research. Clin Orthop Relat Res, 2008 ; 466 : 239-47.
- 2) J Bone Joint Surg. Instructions for Authors. <http://jbjs.org/content/instructions-authors>

教育講演

糖尿病性足病変に対する創傷治療と靴装具の重要性

Wound treatment and footwear for the patients with diabetic foot ulcers

杏林大学医学部 形成外科

Dept. Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery, Kyorin University School of Medicine

大浦 紀彦, 清家 志円, 井原 玲, 森重 侑樹, 多久嶋亮彦, 波利井清紀

Norihiko Ohura, Shien Seike, Aki Ihara,

Yuki Morishige, Akihiko Takushima, Kiyonori Harii

Key words : 糖尿病性潰瘍 (diabetic foot ulcers), 免荷装具 (off loading), 重症下肢虚血 (critical limb ischemia), 創傷治療 (wound healing), フットウエア (footwear)

はじめに

糖尿病性足病変の診療においては、多様性に富んだ虚血、感染、足部変形などの複合的な病態の中から最も優先順位が高い病状を診断、把握し、順序立てて治療を行うことが重要である。糖尿病性足病変の装具は、創傷治癒とリハビリテーションの両者をとりもつための大切なツールである。本稿では、糖尿病性足病変に対する創傷治療と靴装具について概説する。

I. 創傷と免荷装具

難治性創傷の中で糖尿病性足病変は、静脈鬱滞性潰瘍などとは異なり、歩行、起立時に荷重されるという特徴を持つ。物理的な応力が負荷されれば創傷は治癒しない。そこで糖尿病性足潰瘍の予防・治療において免荷装具などのフットウエアを使用し創傷を免荷することが、推奨されている¹⁾²⁾。米国の wound healing society のガイドラインに

(2014/12/24 受付)

連絡先 : 大浦 紀彦 〒181-8861 東京都三鷹市新川
6-20-2 杏林大学医学部形成外科
TEL 0422-47-5511 FAX 0422-46-6138
Email nohura-ky@umin.ac.jp

よると「#4.1 : 保護のためのフットウエアは、潰瘍形成の可能性のあるすべての患者 (明らかに動脈性の障害がある, 神経障害がある, 過去に切断歴がある患者) に処方されるべきである。」とされている。

II. 糖尿病性潰瘍の危険因子

糖尿病患者の足部潰瘍の危険因子について Lavery らは、知覚の喪失、切断の既往、足底圧の上昇、神経障害、中足趾節間関節 (以下、MTP 関節) の硬化、血糖のコントロールの悪さ、10年以上の糖尿病歴を抽出した³⁾。また富田らは、糖尿病の潰瘍がある患者とない患者を比較し、多変量解析を行い潰瘍形成の危険因子として、糖尿病罹患期間 15 年以上であること、左右平均矯正視力 0.5 以下であること、eGFR 60ml/min/1.73m² 以下であること、配偶者なし、職業が肉体労働であることの 5 項目を抽出した⁴⁾。さらに、これらをスコア化し、ROC (Receiver Operator Characteristic) 曲線から 7 点以上のスコアでは、56.9% の感度と 95.2% の特異度をもってハイリスク患者を抽出することができることを報告した。これらの危険因子を持つ患者に対しては、早期よりフットウエアを処

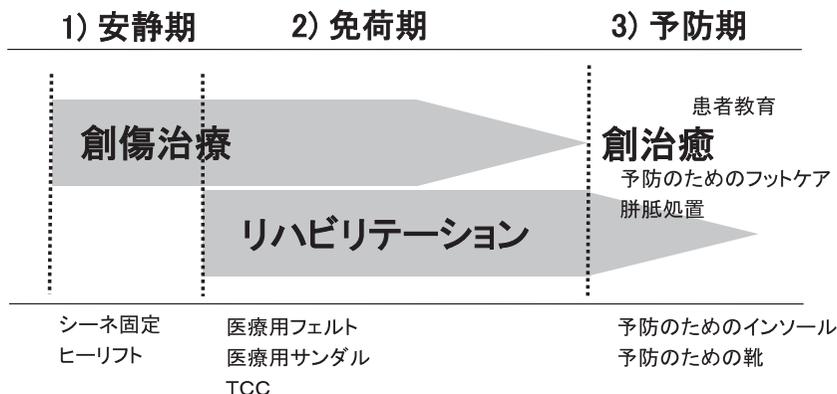


図1. 装具から考えた創傷治療から治癒・歩行までの経過

- 1) 安静期：創傷治療優先：患肢挙上，歩行禁止
- 2) 免荷期：創傷縮小傾向：リハビリテーション開始 起立，歩行を許可
- 3) 予防期：創傷治癒・リハビリテーション 潰瘍の再発予防と患者教育

方，患者教育を行うべきである。

Ⅲ. 創傷治療とリハビリテーション

創傷治療とリハビリテーションは相反する。荷重が創傷に負荷されると創傷治癒は遅延し，荷重しないように安静を図ると筋力低下し，さらには廃用障害を認めるようになる。そこで，創傷治癒が進行し，肉芽形成が認められ創傷が安定した時期から装具および靴による免荷を行い，創傷を保護しながらリハビリテーションを始める必要がある。創傷治癒とリハビリテーションの両者をつとめるのが，糖尿病性足病変の装具である。装具から考えた「創傷治療から治癒・歩行まで」の経過は，①安静期，②免荷期，③予防期の3期に分けて考えられる。(図1)

①安静期

安静期は，創傷治療最優先とし，創傷治癒を阻害する足部の浮腫と腫脹を軽減するために原則的に入院し，治療初期には床上安静・患肢挙上とする。創傷治療は，wound bed preparationに基づいて，局所的なデブリードマンを行いながら，石けん洗浄，足浴とヨード含有の外用薬を使用して感染を制御し，その後線維芽細胞増殖因子製剤と陰圧閉鎖療法によって肉芽形成を促進させる。創

部の感染が鎮静化したら患肢挙上で車いす移乗まで許可する。この時期に重要なことは，腱が可動することによる腱鞘内の上行性感染を予防のため，足関節を固定することである。足部を安静に保つため，踵部の褥瘡発生の危険があるので足部から膝下までのギブスシーネ固定を行う。(図2) 前脛骨筋の萎縮を認め，脛骨が突出している患者ではシーネ固定のための弾性包帯による圧迫から脛骨前面に医原性褥瘡を発生する危険があるので，綿包帯やフォーム系の創傷被覆材を使用して予防を行う。重症下肢虚血患者では，容易に踵部に褥瘡が発生するので下腿用免荷装具(ヒーリフト[®]村中医療器)を用いて褥瘡予防にも留意する⁵⁾⁶⁾。(図3)

②免荷期

創傷縮小し肉芽組織で被覆されると腱や軟部組織も癒着が進み，上行性感染の危険が少なくなるのでリハビリテーションを開始する。足底や前足部に創傷や胼胝を認める場合には，歩行と起立によって創傷に外力が負荷されて，創傷の増悪を認めるため，医療用フェルト(プレカットシート[®]，アルケア社)にて免荷を行う。(図4) 医療用フェルトは，経時的劣化と物理的な圧力負荷によって免荷に必要な厚さが損なわれるため，1週間に1，

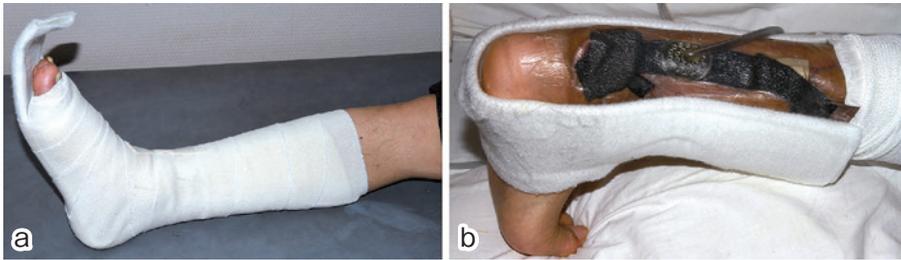


図2. 感染拡大予防のためのギブスシーネ

- a. 前足部に創傷が存在し、足背部に発赤を認めたため、抗生剤投与とギブスシーネによる足関節の固定を行った。
- b. アキレス腱部に潰瘍を認め、アキレス腱部が、NPWTの패드による圧迫を受けないようにシーネ固定を行った。

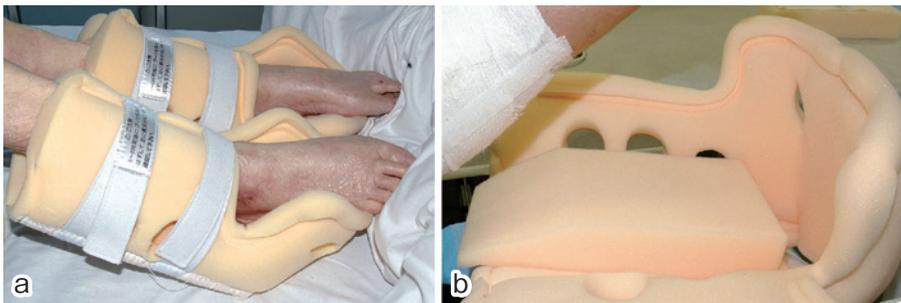


図3. 踵部の褥瘡予防のための予防装具

- a. 重症下肢虚血患者に対して、ヒーリフト® (村中医療器) を使用し踵部を免荷し、褥瘡を予防する。
- b. 腓腹部で下腿を支持し、踵部が免荷される構造である。

2度の交換は必要である。またこの時期には、医療用サンダルも使用する。医療用サンダルは一般的なサンダルと比較して曲げ強度が高く、歩行時の蹴り返しによる前足部に対する負荷を軽減させることが可能である。(図5) インソールには高い衝撃吸収性を持ち、加工しやすいプラスタゾートを使用する。この時期において、創傷の自己処置と、フェルトなどによって室内でも自分で免荷が可能であれば、在宅での治療も許可する。日本においては、室内で装具や靴を履くことに抵抗感を示す患者が多いので、患者と家族に医療用フェルトの意義と使用法を良く理解してもらうことが重要である。患者が治療を理解したかどうかは、次の外来までわからない。在宅での治療が奏功しないこともあるので外来通院は1週間に一度として

いる。しかし治療に対する理解力が乏しい患者やコンプライアンスの悪い患者においては免荷と創傷治療の両者を行うことが困難であるので入院させるか、total contact cast (後述) にて外来で治療する。

③ 予防期

創傷治癒が得られたら、足をトリッシュヤムにて採型しその中に石膏を流し込み足モデルを作りさらにインソールと靴を作製する。(図6) シャルコー関節やハンマートウなどの足部変形に常に高い圧とズレ応力が負荷されるため、腓胝を形成し、腓胝下に水疱や血腫などの創傷を再発しやすい。この時期において重要なのは、コンプライアンスである。患者によっては、治療靴を作製しても使用していないこともあるので、常に治療靴の必要

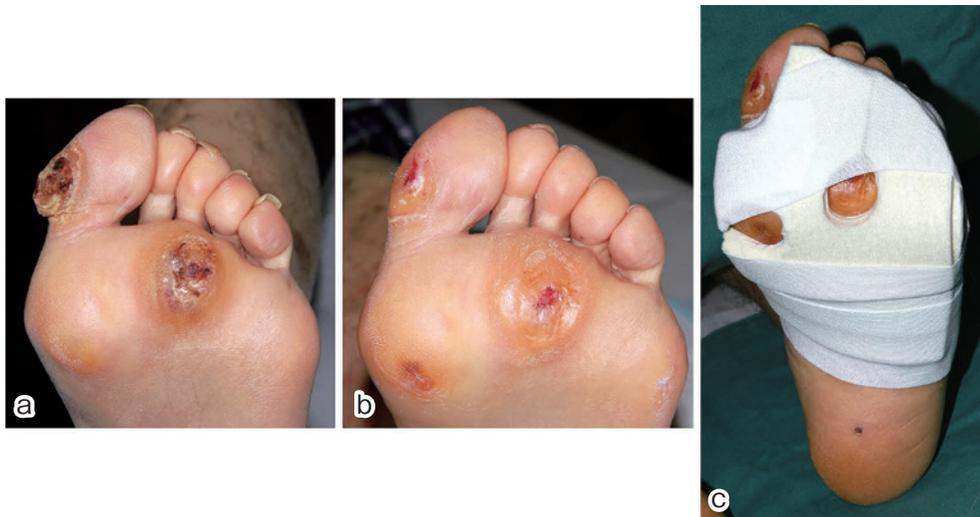


図4. 足底潰瘍に対する医療用フェルトによる免荷

- a. 第1趾, 第1中足骨骨頭部, 第3中足骨骨頭部に胼胝形成を認めた.
- b. 角質をカミソリとメスで切除したところ, 胼胝下に潰瘍を認めた.
- c. 潰瘍部を免荷するために, 医療用フェルトを2枚重ねにし足底部に貼付した.

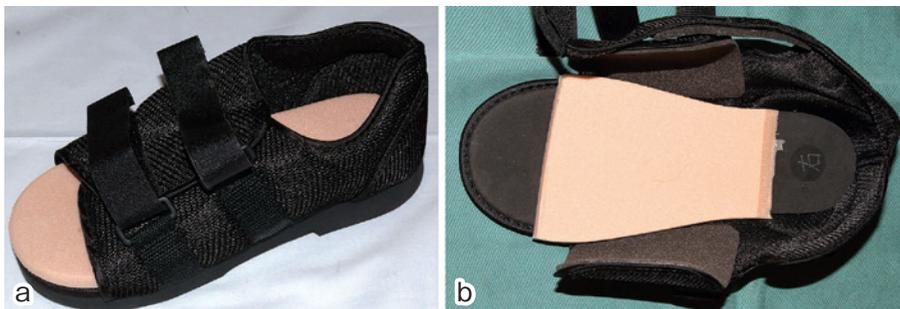


図5. 医療用サンダル

- a. 医療用サンダルは, ソールが固く, 前足部に負荷が少なくなるように設計されている.
- b. 新しい創傷が発生しないようにインソールに耐衝撃性に優れたプラスタゾートを使用し, 足趾を免荷するように前足部のプラスタゾートを除去した.

性を啓発し, 教育し続けることが大切である. 創傷が無い状態でもインソールは経時的に劣化し, 患者の足の形態も変化するため3ヶ月に一度は予防靴と足の診察を行う.

IV. Total contact cast

糖尿病性足病変の一つであるシャルコーフットの急性期の骨折治療には, ギプスによる保存的治療が行われる. 一方, 糖尿病性の足底部の潰瘍に

対する治療としてギプスが使用される. total contact cast (以下 TCC) は, 欧米では創部の免荷を図る方法の一つとして gold standard とされる⁷⁾. (図7) TCC は下腿を綿包帯で巻きプラスチックギプス足関節を固定し, 足底に負荷される圧を脛骨から下腿全体に分散させ, 足底の創傷の治癒を促進させる方法である⁸⁾. 創傷処置とギプスの交換は1週間に一度行う.

足底潰瘍に対する TCC は, 新しい方法ではな

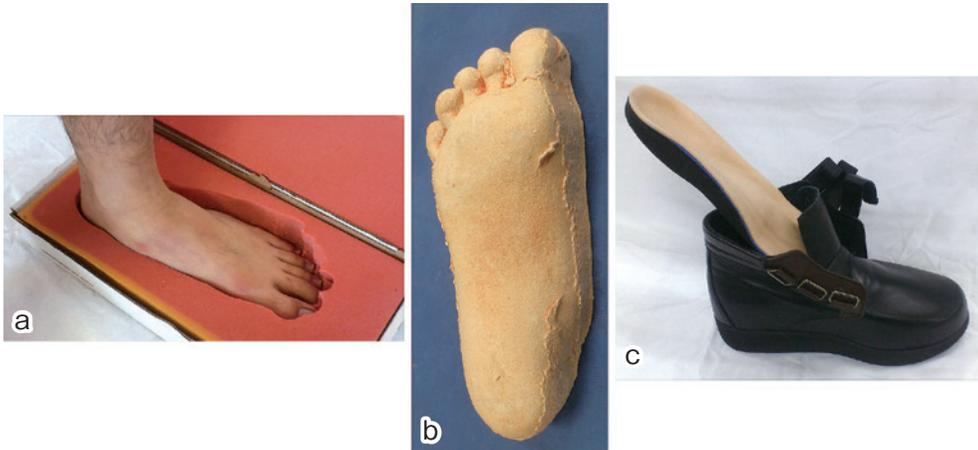


図6. 創傷予防のための装具

- a. トリッシュヤムを使用し足を採型している様子.
 - b. トリッシュヤムに石膏を流し込み足のモデルを作製した.
 - c. 石膏モデルを使用してインソールを作製する.
- (写真は日本フットケアサービスより提供)



図7. Total contact cast

- a. 慢性期のシャルコーフットによる骨突出部に足底潰瘍を認めた.
- b. 医療用フェルトにて免荷を行った.
- c. 医療用フェルトで創傷を免荷した後に TCC を施行した.

く、ハンセン病性足底潰瘍に対する TCC の早期の報告では 1930 年代まで遡る⁹⁾。神経障害性の足

底潰瘍に対する TCC の最も重要な効果は、除圧であり、垂直方向の圧力と水平方向のずれ力など

の過度の物理的ストレスの軽減にある。一般的にTCCの長所は、1. 歩行維持、2. 過度の足底圧の軽減、3. 二次的外傷からの保護、4. 関節固定による感染拡大の防止、5. 浮腫軽減などと言われる⁷⁾。

認知症患者やコンプライアンスの悪い患者は、創傷治癒が遅延する。このような患者に対してTCCは非常に有用な方法である⁸⁾。

V. 装具と患者教育

創傷のない下肢・足病変に対する装具作製は、整形外科医やリハビリテーション医からの依頼によって、適切に行われている。しかし創傷のある足病変に対する治療用の免荷装具の歴史は浅く、現在も装具士もどのような装具を作製したらよいかわからず、免荷方法について尋ねられることが少なくない。創傷が、免荷装具によって良くも悪くもなるので、創傷治療と装具の調整は、患者の前で相談をしながら行う必要がある。

糖尿病の創傷治療では、教育によって患者が治療を理解することや、治療に協力することが不可欠である。糖尿病性足病変の患者に対する教育については、患者教育を行った群と行わない群との比較で、教育をしない群の方が3倍切断する数が多く、3倍潰瘍になる患者が多いという報告がある⁹⁾。

特に我が国では屋内で、装具や靴を履く習慣がないため、免荷されない裸足で生活しやすい。このような報告が示すように、装具の使用方法和患者のコンプライアンスも含めた指導・啓発を、装具士、創傷を治療する医師の両者から行うことも重要である。

ま と め

糖尿病性足病変に対する治療・予防では、靴・

装具を使って適切に免荷を行うことが推奨されている。創傷治療とリハビリテーションは相反するので、安静の時期と免荷の時期を意識的に考慮しつつ、治療を行う必要がある。また靴・装具を使用するのは患者自身であるので、単に靴を処方するだけでなく、適切に継続的に使用できるように患者教育を行うことも重要である。

文 献

- 1) The International Working Group on the Diabetic Foot. The International Consensus on the Management and Prevention of the Diabetic Foot [DVD]. Amsterdam, the Netherlands : International Working Group on the Diabetic Foot ; 2011.
- 2) Steed DL, Attinger C, Berm H, et al. Guidelines for the prevention of diabetic ulcers. *Wound Repair and Regeneration* 2008 ; 16 : 169-74.
- 3) Lavery LA, Armstrong DG, Vela SA, et al. Practical criteria for screening patients at high risk for diabetic foot ulceration. *Arch Intern Med.* 1998 ; 158 : 157-62.
- 4) Tomita M, Kabeya Y, Okisugi M, et al. Development and assessment of a simple scoring system for the risk of developing diabetic foot. *Diabetology International* Published on line : 02 Sep 2014.
- 5) 大浦紀彦, 丹波光子, 内川岳人他. 下腿潰瘍に対する踵・下腿用体圧分散用具の有用性の検討. *日本褥瘡学会誌* 2010 ; 12 : 12-8.
- 6) Donnelly J, Winder J, Kernohan WG, et al. An RCT to determine the effect of a heel elevation device in pressure ulcer prevention post-hip fracture. *J Wound Care* 2011 ; 20 : 309-12, 314-8.
- 7) Sinacore DR, Mueller MJ. Off-loading for diabetic foot disease. Levin and O'Neal's *The Diabetic Foot* Seventh edition. Philadelphia : MOSBY ; 2008 ; 287-304.
- 8) 大浦紀彦, 倉地 功, 江藤ひとみ他. 糖尿病性足潰瘍に対する total contact cast の使用経験. *形成外科* 2013 ; 56 (1) : 75-81.
- 9) Kahn JS. Treatment of leprosy trophic ulcers. *Lepr India* 1939 ; 11 : 19.
- 10) Malone JM, Snyder M, Anderson G, et al. Prevention of amputation by diabetic education. *Am J Surg.* 1989 ; 158 : 520-4.