

靴の医学

Volume 23

No. 2

2009

編集

日本靴医学会

靴の医学

Volume 23

No. 2

2009

編集

日本靴医学会

原 著

治療靴

ショパール関節切断者に対する

インナーシューズの効果……………アンドレ エフナーほか…………… 1

シャルコー関節による靴型装具療法の一経験……………上村 悦史ほか…………… 6

靴の基礎 (作成)

異なる成型方法で成型された熱可塑性

インソールが歩行時の足底圧分布に与える影響 ……小林 裕和ほか…………… 9

靴の基礎 (機能)

前傾姿勢に対するロッカーソールの

有用性の検証“第2報”……………遠藤 拓ほか…………… 15

靴のサイズと歩行動作の関係に関する研究……………林 亮誠ほか…………… 19

履物が歩行時のエネルギー代謝に及ぼす影響……………杉浦 弘通ほか…………… 25

下肢疾患患者における靴別歩行能力の比較検討……………田村 孝広ほか…………… 29

歩行分析から見た安全靴—運動学的分析—……………吉川 雅夫ほか…………… 33

靴の基礎 (横断的研究)

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……………阿部 薫ほか…………… 38

病院勤務の整形外科医からみたナースシューズ……………高橋 公ほか…………… 44

整形靴技術者養成の10年間の振り返りと

義肢装具士養成教育における整形靴技術教育

導入の試み……………内田 充彦ほか…………… 48

足の外科

足アーチ構造の機能解明

—歩行時における冠状面での

動態および加齢変化—……………橋本 健史ほか…………… 51

3層構造を有する足底挿板の

足部疾患に対する使用成績……………羽鳥 正仁ほか…………… 54

	外反母趾対策靴下の着用による効果……………坂光 徹彦ほか……………	58
	試作足趾筋力測定器による足趾筋力の測定……………杉浦 弘通ほか……………	62
	足指接地評価機器の試作と 評価方法の検討について……………山本 征孝ほか……………	66
膝	階段降り動作時における下肢回旋運動の動作解析…大塚 和孝ほか……………	71
	変形性膝関節症内側型の後足部回内と内側裂隙の関係 一回内踵部角と内側裂隙率の相関性……………清水 新悟ほか……………	77
コラム	大学院における靴の研究と専門教育……………阿部 薫ほか……………	81
会長講演	糖尿病患者の足と靴の問題……………新城 孝道 ……	86
教育講演	中足部 Charcot 関節の診断と治療 ……野口 昌彦 ……	89
	ドイツ式靴の加工および靴型装具について (糖尿病を交えて) ……ヘルベルト テュルク ……	94
	整形外科医からみた足と靴……………内田 俊彦 ……	99
ランチョンセミナー	足の皮膚疾患のいろいろ—皮膚真菌症を中心に—…望月 隆 ……	105

ショパール関節切断者に対するインナーシューズの効果

The effects for the inner shoe against an amputation at Chopart joint

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⁾永生病院整形外科

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

²⁾Eisei Hospital

アンドレ エフナー¹⁾, 赤木 家康²⁾, 遠藤 拓¹⁾, 渡辺 大輔¹⁾
Andre Effner¹⁾, Ieyasu Akagi²⁾, Hiraku Endoh¹⁾, Daisuke Watanabe¹⁾

Key words : インナーシューズ (inner shoe), ショパール関節切断 (amputation at Chopart joint),
カーボンシート (Carbon fiber sheet)

要 旨

ショパール関節切断者2名に対し、脛骨粗面から足底部までカーボン樹脂により補強したインナーシューズを製作し装着した。適用後3カ月後の装用効果、満足度を10段階のアンケートにより検討した。装用効果および満足度の二者ともに良好な装着者の評価が得られ、インナーシューズはショパール関節切断者に対し有用であると考えられた。

目 的

ショパール関節切断者は歩行時の足関節および前足部ロッカー機能の損失により前方への推進力が低下し、矢状面において歩隔が減少する。また、跛行によって体幹の動揺が見られ脊柱への負担も大きく、さらに健足への負担も増加する¹⁾。(図1)これまで我々はそのような患者に対しフルオーダーメイドの半長靴(マスシュー)を製作(図2)もしくは既製半長靴を用いていたが、デザインの制限

が伴い患者自身の選択肢が少なく、2足目以降の靴に対して必ずしも満足度が高くなかった。また、既製の半長靴については適合にも問題が残り跛行が見られた。しかし昨今の材料と技術の向上からインナーシューズを製作することにより既製の短靴の装着が可能になった。(図3)具体的には石膏による陰性モデルから発泡樹脂モデルを製作し、透明プラスチックによるテストシューズにて適合を確認しモデルを修正する。修正後皮革を内張りとして取り付け、カーボン繊維シートを足底から脛骨粗面部にかけて敷き、樹脂を流し込み硬化させる。硬化したカーボン樹脂から前足部および足底部を成形し、その際MP関節に相当する部位の素材は弾力性のある発砲樹脂を選択し製作した。最後に仕上げとして表革を貼り、固定用の覆いを取り付けて完成させる。(図4)今回、我々はそのインナーシューズについて装用効果および満足度について検討を行ったので報告する。

対象および方法

対象は平成20年4月から12月にショパール関節切断後で当店に来店された2名(年齢は6歳と62歳)に対し、インナーシューズを製作し、適用3ヶ月後に装用効果および満足度を調べ、VASスケー

(2009/12/25 受付)

連絡先 : アンドレ エフナー 〒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



図1. 素足歩行：立脚中期において体幹が中心線から患足側に傾斜している。



図2. マスシュー：左-両足マスシュー，右-患足側足底挿板

ルを用いて10段階で評価した²⁾。(図5)装用効果は「大変良い」を10とし、「大変悪い」を0とした。満足度については「非常に満足」を10とし、「非常に不満」を0とした。

結 果

装用効果は、素足の「大変悪い」0からインナーシューでは7へおよび素足0からインナーシュー9へと二者とも大変良くなったと装着者の評価が得られた。インナーシューに対する満足度についても素足の「大変不満」の0からインナーシュー8および素足0からインナーシュー9へと推移し「大変満足した」との結果であった。

考 察

装用効果ならびに患者様の満足度は比較的良好な成績がえられた。これはショパール関節部の切断者に対し、脛骨粗面部から足底部にかけてカーボン樹脂による補強を入れ、MTP部に弾力性のある発泡樹脂を埋め込み、先端部には硬度の高いコルクシートを採用したインナーシューを装着することで以下の点が考えられる。踵接地期から立脚中期にかけてインナーシューの補強材により下腿足部間の足関節ロッカー機能が代替となり、歩行推進期にかけて脛骨がインナーシュー補強材を前方へ押し出し槌子のように底屈モーメントが働くことで硬質な先端部により前足部の柔軟な樹脂が伸縮し中足骨頭部のロッカー機能を復元させ健足の歩隔を増加させる。(図6)つまり、インナーシューの着用により歩行立脚時から踵部離期における足関節ロッカーおよび前足部ロッカーの代替機能としての効果が考えられる³⁾。(図7)今後は多くの症例に基づき、歩隔および歩調の変化、歩容の改善について報告していく。

結 論

ショパール関節切断者に対し、脛骨粗面部から足底部にかけてカーボン樹脂による補強、MTP部に弾力性のある発泡樹脂、先端部は硬度の高いコルクシートを採用したインナーシューを装着し

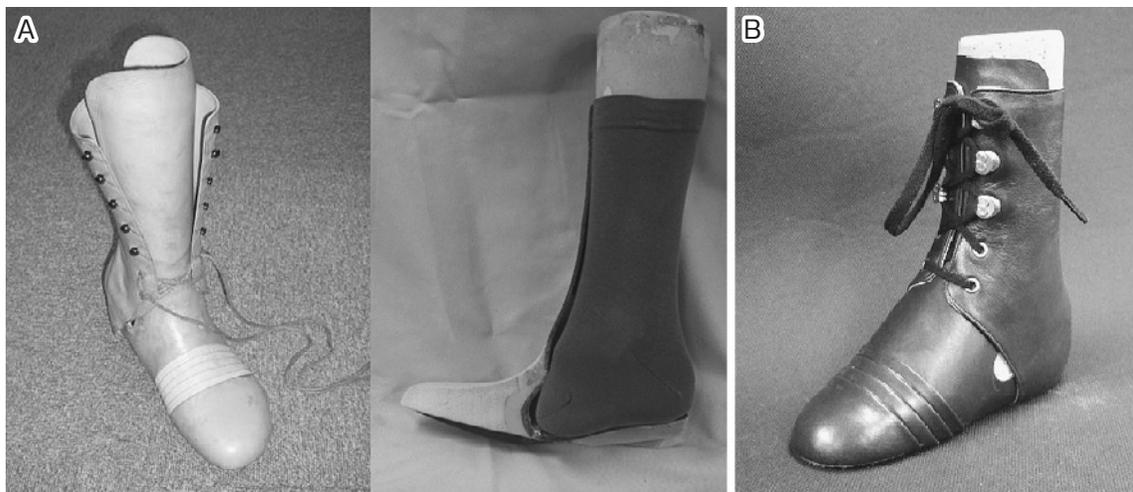


図3. インナーシューズ

A: 左-成人用インナーシューズ, 右-インナーシューズ断面と陽性モデル
B: 小児用インナーシューズ



図4. インナーシューズ製作: 1. 仮合わせ用プラスチックシューズと陽性モデル, 2. 内張り装着, 3. カーボンシートに樹脂注型, 4. トリミング後に先端加工, 5. 表革貼り付け

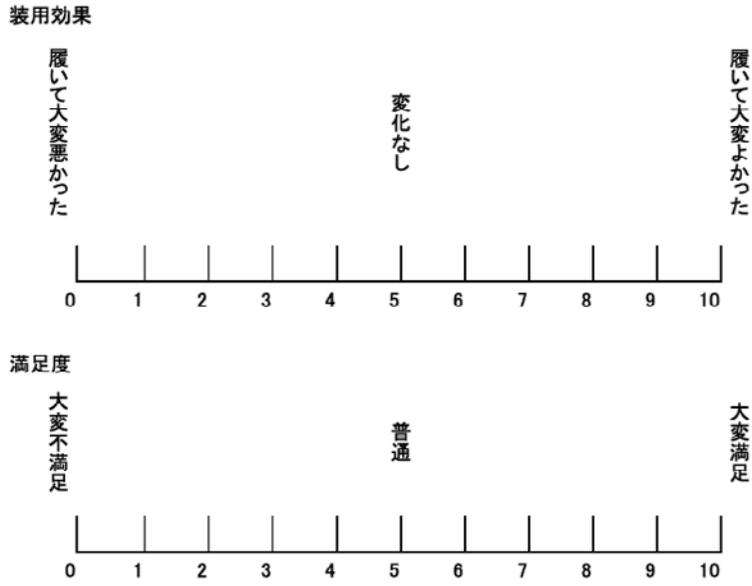


図5. VAS：装用効果 & 満足度

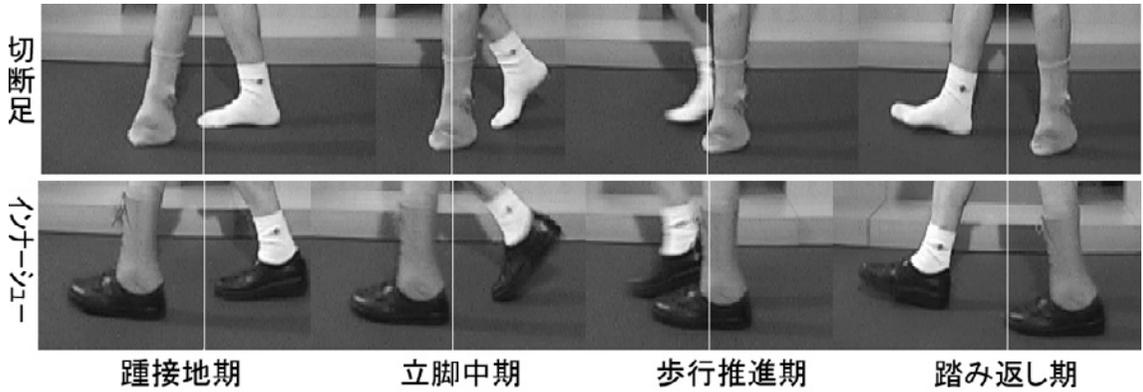


図6. 切断足 & インナーシューズ歩行周期比較：インナーシューズ歩行周期における踏み返し期の歩隔が切断足と比較して増加している。



図7. インナーシューズ歩行：立脚中期において体幹の傾斜が図1と比較して減少している。

たことで、患者からの装用効果が良く満足度も高かった。これにより歩行時立脚期における足関節ロッカー機能および前足部ロッカー機能の代替としての効果が考えられる。

文 献

- 1) Perry J. Gait Analysis. Ed. USA: SLACK; 1992. 185-222.
- 2) 板子伸子他. 高齢障害者に対する VAS を用いた主観的健康感に関する調査. 理学療法科学 2006; 21(1): 31-5.
- 3) Goetz-Neumann K. 観察による歩行分析. 第1版. 東京: 医学書院; 2006. 111-5.

シャルコー関節による靴型装具療法の一経験

The experience of therapy by custom made shoes for Charcot joint

¹株式会社 アクロ

²東京女子医科大学 糖尿病センター

³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

¹Acro Inc

²Tokyo Women's Medical University

³Fuss und Schuh Insitut, Vansan-sho. Inc

上村 悦史¹, 新城 孝道², 遠藤 拓³

Etsushi Kamimura¹, Takamichi Shinjou², Hiraku Endou³

Key words : シャルコー関節 (Charcot Joint), 靴型装具 (Shoe Orhoses), F スキャン (F-scan)

要 旨

糖尿病性足部シャルコー関節により右足リスフラン関節での脱臼, 歩行障害を訴える患者に対し, 足部アライメント保持と異常足底圧の軽減を目的としたインソール・靴型装具を製作し, その効果を報告した. 被験者となる患者(以下, 被験者)に日常使用している市販靴と靴型装具を装着してもらい, それぞれの足底圧をFスキャンで測定. その結果, 市販靴に比べ靴型装具装着には中足部の足底圧が約70% 減圧された. 靴型装具療法は足部シャルコー関節によるアライメント保持と異常足底圧の軽減に有効であり, 今後は製作技術の向上と症例の積み重ねが必要と考えられる.

目 的

足部シャルコー関節の被験者のフットプリント

(2009/11/02 受付)

連絡先: 上村 悦史 〒203-0054 東京都東久留米市中央町 3-10-3 株式会社 アクロ
TEL 042-471-3999 FAX 042-471-3990
E-mail info@acro-ss.jp

から, 被験者の重心が後方にあること, リスフラン関節周辺部の圧が非常に高いことがわかる. これより, 足部アライメントの保持と異常足底圧の軽減を目的とした装具療法が有効であると考え, 足底の形状に適合しかつ足底圧の軽減作用を有するインソールと足部アライメント保持を目的とした靴型装具を製作し, 日常使用している市販靴と比較検討した.

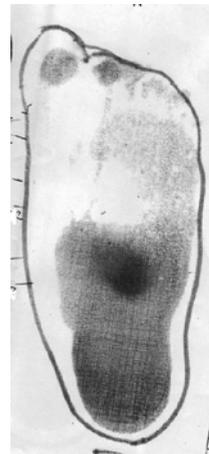


写真1. 被験者のフットプリント



写真 2. 被験者の足部
縦アーチの低下している



写真 3-1. 制作した靴型装具とインソール

対象と方法

70 歳女性, 身長 142 センチ, 体重 44.5 キロ. 20 年前に糖尿病と診断され治療開始. 右足リスフラン関節で脱臼があり歩行障害と疼痛を訴え東京女子医科大学糖尿病センターを受診. 両足とも感覚低下があり変形はリスフラン関節型で縦アーチの低下がみられ舟底状を呈している.

製作した靴型装具は, 足関節の固定を十分に行うため折り返し型のマジックテープ止めとした. 足底の形状に適合しかつ矯正を目的とする特殊な中敷きが必要であるため, 靴の構造として深底靴とし, 変形が進行する可能性を考慮しトボックスも高くした. 高圧部位への負担軽減を考慮し,



写真 3-2. 左図：市販靴 右図：靴型装具

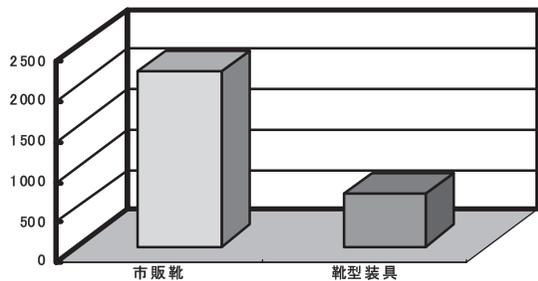


写真 4. F スキャンによる足底圧のグラフ

踏み返しにはロッカーバー加工を行い, 足部縦アーチの低下がみられたので, 月形芯を内側まで延長, ソールも内側フレアヒールとした. インソールは非荷重の状態でギプス採型により製作. 足の変形等を考え厚みのあるインソールとした. 内側縦アーチのサポートをし, 骨突出部はボルスター材を使用し, 同部位の中底もくり抜く特殊加工を行った.

靴型装具と日常使用している市販靴のインソール表面にセンサーシートを敷き, 歩行時の足底圧を測定し, 比較した.

結果と考察

靴型装具と市販靴を比較検討したところ, 市販

靴に比べ靴型装具では中足部の足底圧の減圧が確認された。

今後、症例を増やし、長期的な経過観察をすることで、症状の変化に対する装具の調整方法等を積み重ねていく必要があると考える。

使用材料の検討や、靴型装具の軽量化、完成後におこるトラブルに対する調整方法など装具制作方法の確立を目指したい。

文 献

- 1) 新城孝道. 糖尿病性神経障害性足病変. Journal of clinical rehabilitation 1997; 6: 840-3.
- 2) 新城孝道. Charcot 関節の治療に用いた各種免荷装具および靴の臨床的評価. 靴の医学 2002; 16: 1-4.
- 3) 腰野富久, 白井康正, 生田義和. エssenシャル整形外科学. 第二版. 東京: 医歯薬出版; 1994. 419-20.

異なる成型方法で成型された熱可塑性 インソールが歩行時の足底圧分布に与える影響

The effects of thermoplastic insoles molded by different methods on foot plantar pressure distribution during gait

¹⁾(有) ふらむはあとリハビリねっと

²⁾甲南女子大学看護リハビリテーション学部理学療法学科

¹⁾FURAMHEART REHAB.NET, Co, Ltd

²⁾Faculty of Nursing and Rehabilitation, Konan Women's University

小林 裕和¹⁾, 伊藤 浩充²⁾, 安倍 浩之¹⁾, 下 嘉幸¹⁾

Hirokazu Kobayashi¹⁾, Hiromitu Itoh²⁾, Hiroyuki Abe¹⁾, Yoshiyuki Shimo¹⁾

Key words : 熱可塑性インソール (thermoplastic insoles), 成型方法 (molding method), 足底圧 (foot plantar pressure)

要 旨

本研究の目的は、座位成型法(インソール A)と立位成型法(インソール B)で作製されたインソールが歩行時の足底圧分布へ与える影響について明確にすることである。17名の女性を対象とし、足部アライメントと、歩行時の足底圧分布を測定し、2種類のインソールと Sham インソールとの間で比較検討した。結果、インソール A と B との比較では、インソール A では足部アライメントにおける横アーチへの影響が強い傾向にあり、足底圧分布でも COP 軌跡が前足部で有意な内方変位を認めた。以上のことから成型方法により、足部アライメントや歩行時の足部機能に与える変化も異なることが明らかとなった。

a) 緒 言

足部機能障害に対する理学療法アプローチの一つとしてインソール療法がある。インソールの主な効果としては、足部や全身のアライメントの矯正¹⁾、荷重時の関節痛などの除痛²⁾、歩行における接地時の緩衝機能の改善³⁾、歩行パラメータの改善⁴⁾等様々な観点から数多く報告されている。しかし、インソールには、材質や形態、成型方法の違いなどさまざまなタイプがあり、材質や成型方法などによる個別の効果については不明なので、検討して明らかにしていく必要がある。

そこで、今回、材料として熱可塑性インソールを用い、Root ら⁵⁾の推奨する端座位で成型する方法と Hicks ら⁶⁾が提唱する立位荷重下で Windlass 効果を狙って成型する方法の2種類の成型方法によりできる、インソールの効果の違いを検証することを目的とし、座位成型方法の方が前足部の回内誘導に特徴的であるという仮説のもと比較実験を行った。

(2009/11/02 受付)

連絡先: 小林 裕和 〒917-0075 福井県小浜市南川町
12-13 (有) ふらむはあとリハビリねっと
TEL 0770-53-3028 FAX 0770-53-3018
E-mail furam@khaki.plala.or.jp

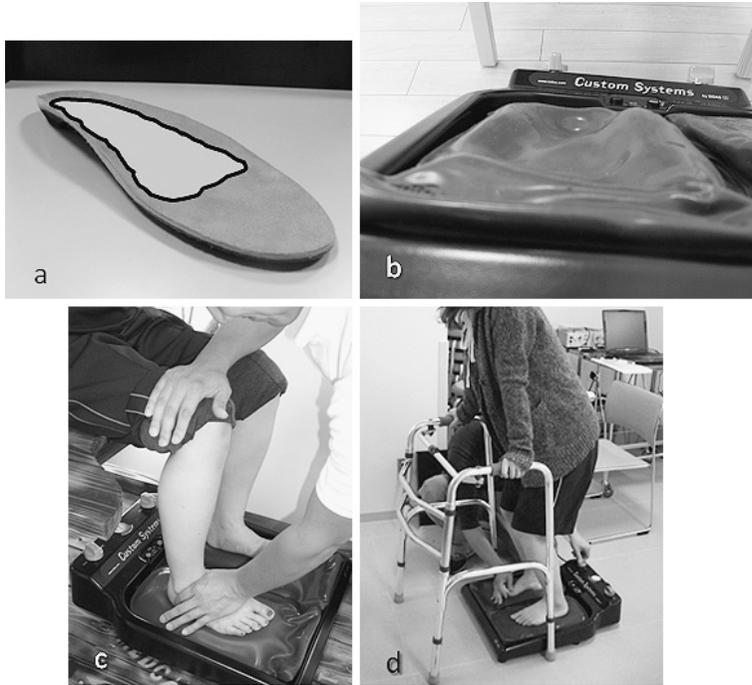


図1. 熱可塑性インソールと座位成型法
 a. 熱可塑性インソール (マーク部にヒートプラスチック内挿)
 b. SIDAS 社製シリコンバキューム式成型器
 c. 座位成型法
 d. 立位成型法

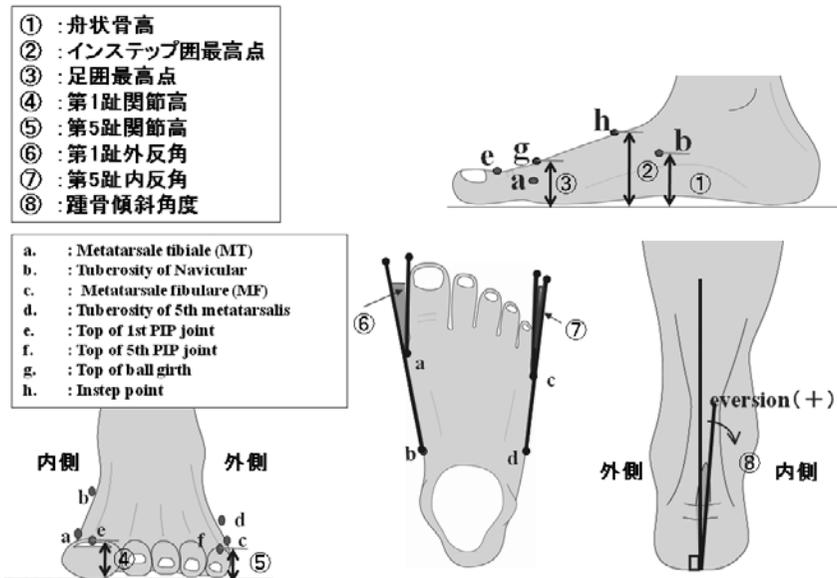


図2. ランドマークと計測項目

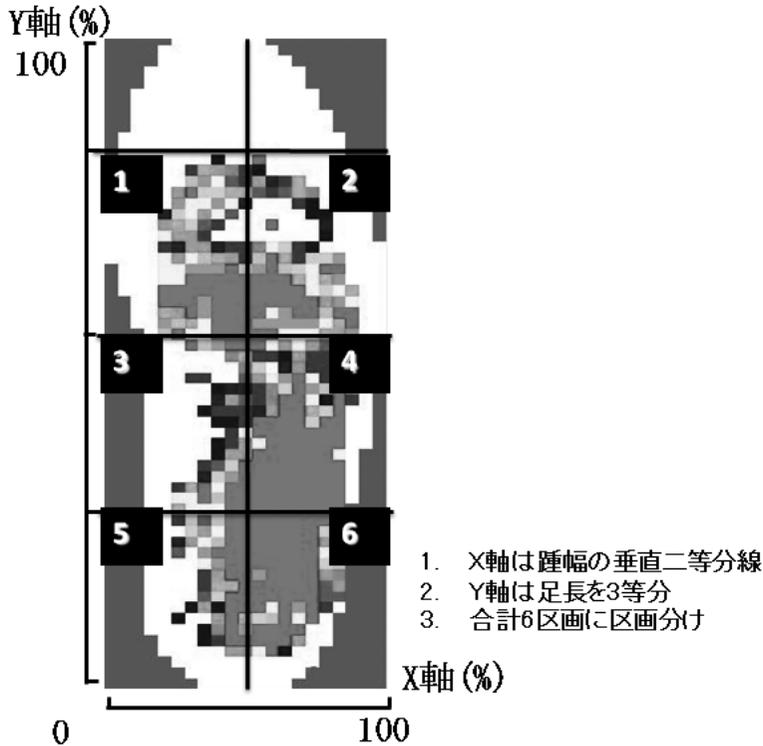


図3. 歩行時の足底圧分布の計測
足底部位別の平均荷重値 (%) と COP 座標

b) 対象と方法

1) 対象

下肢に整形外科的疾患や急性外傷がなく、足部・足関節に顕著な可動域制限や神経学的な問題のない健康成人女性 17 名とした。対象者の平均年齢は 19.9 歳、平均身長は 159.2±6.8cm、平均体重は 52.2±7.5kg、平均 BMI は 20.5±1.7 であった。本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき甲南女子大学倫理委員会の承認を得た上で被験者には口頭ならびに書面にて研究の趣旨と目的および内容を説明し、本研究への協力に同意を得て実施した。

2) インソールの成型方法

インソールの作製は立位成型法と座位成型法の 2 種類とし、それらを装着して足部の外部形状変化と歩行時の足底圧分布変化を調べた。本研究に使用したインソールの材質は、熱可塑性のヒートプ

ラスティック内挿の 3 層構造一体型インソール (Schein 社製) である。(図 1a) インソールの成型にはシリコンバキューム式成型器 (SIDAS 社製) を使用した。(図 1b) 座位成型法 (図 1c) で作製されたインソールをインソール A、立位成型法 (図 1d) で作製されたインソールをインソール B とした。

3) 足部アライメントの計測と歩行時の足底圧の測定

a. 足部アライメントの計測

インソール装着による足部アライメントの変化を調べるために、三次元足形計測装置 INFOOT (アイウェアラボラトリ社製) を用いて足部外部形状を測定した。計測対象は右足部とし、まず足部の 9 箇所 (①内果最突点、②舟状骨点、③MT (第 1 中足骨頭背内側) 点、④母趾第 1 関節点、⑤外果最突点、⑥第 5 中足骨粗面、⑦MF (第 5 中足骨頭背外側) 点、⑧小趾第 1 指関節点、⑨仮移行点) に

表 1. 足部アライメントの比較

(mm)	A	B	Sham
舟状骨高	49.9±5.4 * ¹	50.5±5.0 * ¹	44.4±5.9
インステップ囲長	232.1±10.5	231.9±10.8	222.2±12.2
足囲最高点	40.5±2.4 * ¹	40.5±2.59 * ¹	38.4±2.1
第 1 趾関節高	23.5±3.0	24.1±1.9	22.8±1.0
第 5 趾関節高	23.5±3.0 * ¹ * ²	20.1±3.0 * ¹	17.2±2.1
第 1 趾外反角	11.1±4.4	10.8±4.8	9.7±6.1
第 5 趾内反角	10.5±2.7	10.0±2.6	9.66±4.4
踵骨傾斜角	2.7±3.4	3.1±3.3	2.6±2.3

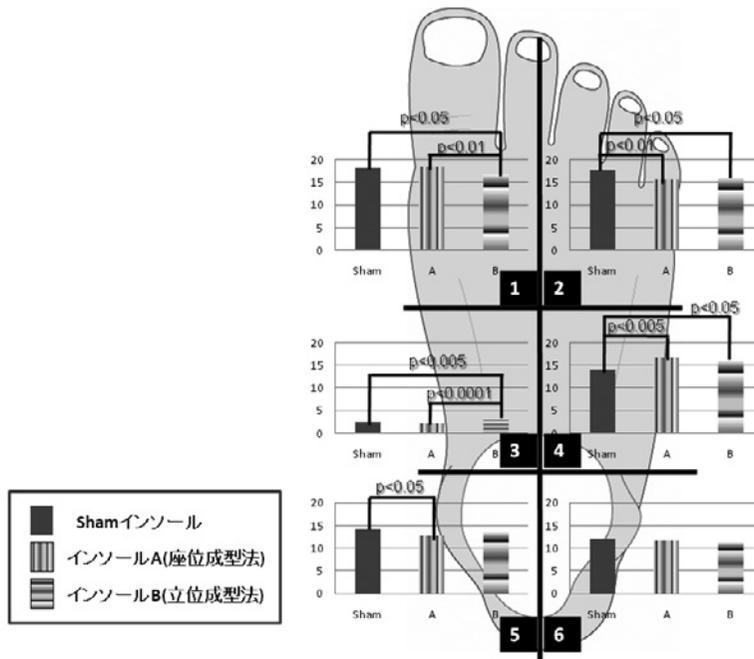
*¹ インソール Sham との間で有意差あり p < 0.05*² インソール B との間で有意差あり p < 0.01

図 4. 足底部各区画における平均荷重値の体重比の比較

マーカーを貼り付けた。(図2)次に、成型されたインソールおよびコントロールとして厚さ3mmのフラットなインソール(以下 Sham インソール)をそれぞれ装着した状態で INFOOT の計測空間内に右足を置き、両足部均等荷重させた立位で右足部の形状をスキャンし、各マーカー点の空間座標を取得した。マーカー座標点から、垂直方向(Z軸方向)の変化指標として舟状骨高、インステップ囲

最高点、足囲最高点、第1趾と第5趾の関節高のZ座標を抽出し、水平面の変化指標として第1趾の外反角と第5趾の内反角を抽出し、前額面の変化指標として踵骨傾斜角度を抽出してデータとして分析に用いた。(図2)

b. 歩行時の足底圧の測定

歩行時の足部の運動の変化を捉えるために足底圧分布測定システム F-SCAN Version5.23(ニッタ

株式会社製)を用いて歩行立脚期における足底圧を計測した。具体的には、まず、左右両足の靴内にシートタイプのセンサーを挿入し、その上にインソールを挿入した。歩行条件は、直線10mの自由歩行とし、テスト回数は5回とした。センサーから送られる歩行中の足底圧信号をA/Dボードを介して60HzでPCに取り込み、記録・保存した。得られたデータのうち定常歩行となる4歩目以降で最後の2歩を除いた右足のデータを解析に用いた。得られたデータから足底圧中心(以下COP)軌跡を求めた。

さらに、COP軌跡の変化が足底部のどの部位の圧変化を反映しているのかを調べるために(図3)のごとく足底を6つの区画に分け、各区画内における平均荷重量(平均荷重値)を体重比に換算して算出した。

4) 統計学的分析

統計学的検定には、Stat view 5.0Jを用いて、以下の項目を比較検討した。足部アライメントのインソールの種類による群間比較には、一元配置分散分析もしくはFriedmanの検定を用い、Post hocテストにはScheffe法を行い、危険率5%未満を有意水準として判定した。平均荷重値については、反復測定分散分析を行い、Post hocテストとしてScheffe法を行い、危険率5%未満を有意水準として判定した。

c) 結果

1) 足部アライメント

足部アライメントの比較を表1に示す。舟状骨高、足囲最高点と第5趾関節高においてインソールAとBはShamインソールより有意に高値($p<0.05$)を示した。また、第5趾関節高については、インソールAの方がBよりも有意に高値($p<0.01$)を示した。その他において3群間に有意な差はなかった。

2) 足底圧

足底部6区画における平均荷重値を見て、インソールAとBの比較に着目すると、まず、後足部

では、AとBとの間に有意差はなかった。中足部の第3区画では、Aは有意に低値($p<0.0001$)を示し、一方、第4区画では有意差は認めなかった。前足部の第1区画では、Aは有意に高値($p<0.01$)を示したが、第2区画では有意な差は認められなかった。(図4)

d) 考察

Nickらは、4つの異なるインソールの成型方法の効果を比較するために足底圧分布を調べている。その結果では、足底圧分布に差異はなかったと報告している⁷⁾。この原因は、用いられたインソールの材質が荷重によるアーチの沈み込みを生じない硬質なものであったため、足部の運動を足底圧分布では反映できなかったためであると考えられる。

本研究では、ヒートプラスチックを使用した熱可塑性インソールを用いた。これは、荷重によるアーチ部への適度な緩衝作用と足部の関節運動に適合しやすい弾力性を兼ね備えているため、足部アライメントや歩行時の足底圧分布に変化が認められたと考えられる。

1) インソール成型方法の違いが足部アライメントに及ぼした変化

インソール装着による足部アライメントの変化について定量的に分析した報告は、単純X線での二次元変化を調べた報告が散見されるだけであり、三次元変化を調べた報告は探しうる限りではない。本研究では、3次元的な変化を調べ、その結果、いずれの成型方法も内側縦アーチ挙上の効果は期待通りに得られたが、2種類の成型方法の差異はなかったと考えられる。しかし、前額面における変化では、インソールAもBも後足部・中足部に対して前足部を相対的に回内位に変位させ、しかも、その程度はインソールAの方が顕著であったので、この点について、2種類の成型方法に差異があったと考えられる。

立位成型法は、荷重を加えた状態でWindlass mechanismにより足底腱膜等を緊張させて足部のアーチ構造を型取っている。したがって、この方法に

よって足部の形状変化は、矢状面において内側縦アーチも外側縦アーチも挙上、前額面において全体的に回外位になったと考えられる。

一方、座位成型法は、後足部と前足部との関係を neutral position に誘導し、3点荷重を均等に確保した状態で成型する方法であるが、この際、足底腱膜も含めて足底の筋腱・軟部組織の緊張を緩めた状態で足部のアーチ構造をドーム状に型取っている点が異なる。したがって、この方法によって足部の形状変化は、矢状面において内側縦アーチの挙上、外側縦アーチの下降であり、前額面において後足部中間位、中足部は回外位、前足部は相対的に回内位になったと考えられる。

2) インソール成型方法の違いが歩行時の足底圧分布に及ぼした変化

このような足部アライメントの変化が生じたので、歩行時の COP 軌跡においても変化が認められたと考えられる。一般的に、正常歩行では、踵接地は回外位から始まり、足底接地で足部外側荷重のまま徐々に回内運動をして踵離地で前足部内側荷重に移る⁸⁾。本研究では、インソール装着により外側方向への変化が認められた。これは、踵接地から足底接地では回外位から始まり、踵離地時には前足部で回内方向に足部の運動が引き起こされたことを表すと考えられる。しかも、この傾向はインソール A に顕著であり、特に前足部と中足部の荷重圧の変化から B との差異が生じたと推察することができる。つまり、インソール B では回外位を維持して外側荷重させ、相対的に中足部の第 4 区画の荷重圧を増加させて前足部への荷重圧を減じるように回内運動を誘導しているが、インソール A では後足部および中足部において回外位を維持したまま外側区画の荷重圧を増加させ、相対的に前足部の回内運動を誘導しながら前足部での外側荷重を減じて内側荷重へと誘導していると考えられる。以上のことより、座位成型法と立位成型法とでは、足部のアライメント変化と歩行時の足底圧分布変化とに違いが認められた。また、座位

成型法で作製されるインソール A のほうが、歩行時の踵接地での回外と、踵離地での回内誘導に特徴的であったと考えられた。

e) 結 語

本研究では、熱可塑性インソールの異なる 2 種類の成型方法により出来る、2 種類のインソールが歩行時の身体機能に与える影響を検討するため、足部アライメント、歩行時の足底圧分布の比較を行なった。

その結果、インソールの有無、インソール A、B 間で様々な差が見られた。インソール装着により、足部アライメントを変化させ、足部関節の制動や誘導、アーチ機能をサポートすることにより歩行時の足底圧に変化をもたらした。

今後の課題として、2 種類の成型方法の違いが歩行時の関節運動、筋活動、床反力などに、どのような影響を与えるのかを足部の様々な要因も考慮しながら詳細に追求していきたいと考える。

文 献

- 1) 吉村直樹, 蒲田和芳他. 足底板による足部アライメントコントロール～踵方関節の下方からの支持効果に着目して～. J Athletic Rehab 2003; 4: 69-75.
- 2) 木下光雄. 思春期扁平障害の病態と治療. 整形・災害外科 2004; 47 (10): 1141-6.
- 3) Nester C J, Lindel M L, et al. Effect of foot orthoses on the kinematic and kinetics for normal walking gait. Gait and Posture 2003; 17: 180-7.
- 4) Branthwaite HR, Payton CJ, et al. The effect of simple insole on three-dimensional foot motion during normal walking. Clin Biomech 2004; 19: 972-7.
- 5) Root ML, Weed JH, O'RIEN WP. Neutral Position Casting Techniques. Los Angeles: Clin Biomechanics Corp; 1971.
- 6) Hicks JH. The mechanics of the Foot II The Planter aponeurosis and arch. J Anat 1954; 88: 25-31.
- 7) Guldemond NA, Leffers P, Sanders AP, et al. Casting methods and plantar pressure-effects of custom made foot orthoses on dynamic plantar pressure distribution-. JAPMA 2006; 96 (1): 9-18.
- 8) 牧川方昭, 武仲善孝, 葦原 滋他. 歩行における足機能の動的評価. バイオメカニズム 1984; 7: 255-64.

前傾姿勢に対するロッカーソールの有用性の検証 “第2報”

The inspection of effects for the rocker sole against leaning forward posture Part 2

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⁾永生病院整形外科

³⁾株式会社アクロ

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

²⁾Eisei Hospital

³⁾Achro Inc.

遠藤 拓¹⁾, 赤木 家康²⁾, 上村 悦史³⁾, アンドレ エフナー¹⁾, 渡辺 大輔¹⁾
Hiraku Endoh¹⁾, Ieyasu Akagi²⁾, Etsushi Kamimura³⁾, Andre Effner¹⁾, Daisuke Watanabe¹⁾

Key words : ロッカーソール (rocker sole), ローリングソール (rolling sole), 前足部足底圧 (fore foot pressure), 前傾姿勢 (leaning forward posture), コビラスシステム (Covilas system)

要 旨

前傾姿勢を有し歩行時の前足部に足底圧異常が見られる患者7名に対し、ロッカーソール（以下RCS）およびローリングソール（以下RLS）を付加した市販靴を装着して、足底圧力分布の前足部における接触圧力の経過時間を比較検討した。同時に歩行時立脚中期における矢状面での前傾角の変化についても検討した。足底圧分析により前足部の接触圧力経過時間はRLS付加に対しRCS付加では平均約7.6%と有意に減少し比較的良好な結果を得た。またRLSおよびRCS付加における前傾角は平均約29.9%と有意に減少した。RCSは前足部の接触圧力時間の短縮に効果が有り、前傾姿勢改

善についても有用であると考えられた。

目 的

新城らは高齢の糖尿病患者に対し、前足部のみのロッカーソール（以下RCS）が前足部の圧を軽減する効果を有し、前足部免荷に有用として報告した¹⁾。また、我々は第22回の本学会において靴底のMP部を頂点とし、つま先および踵部方向へ丸みをつけたRCS(図1)によって前足部にかかる足底圧の軽減および体幹の前傾姿勢の改善効果について報告した²⁾。欧米でも近年RCSを有する既製靴(図2)の開発やこのRCSについての文献が散見されており、前足部の靴底を船底型の形状にすることでMP関節へかかるモーメントが減少する点、同形状による前足部の足底圧の免荷、逆ヒール形状により重心が後部にずれることによる前傾姿勢の改善についての効果が報告されている³⁾。また、これまで市販靴に対し、足に合わせて製作したインソールを挿入しただけでは前傾姿勢を有し

(2009/12/25 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



図 1. ロッカーソール



図 2. ロッカーソールを有する既製靴



図 3. ローリングソール

た患者において歩行時の前足部圧の減少が十分でない例がしばしば見受けられた。その際我々は MP 部を頂点とし踵部に対し前足部を上げた靴底(RCS)を用い、インソールと併用させることで前足部の免荷を行なっている。今回我々は RCS 効果の検討のため、前足部靴底が RCS と同形状の丸みを帯び、且つ踵部が前足部と均一の高さの RLS (図 3) と RCS の前足部荷重時間および体幹の前傾角の違いについて比較検討したので報告する。

対象と方法

対象は 2008 年 7 月から 2009 年 3 月において前

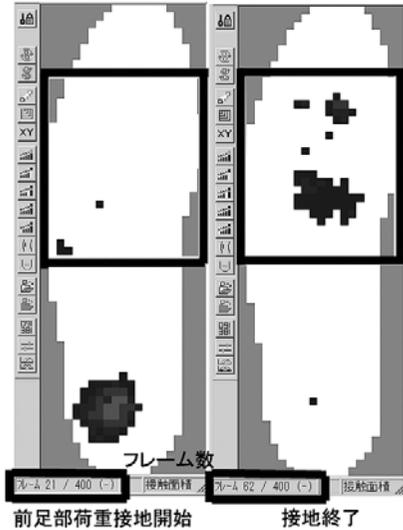


図 4. F スキャン前足部荷重経過時間

傾角 5° 以上の前傾姿勢ならびに前足部の足底圧分布異常を有した女性 7 名, 10 足, 年齢は 65 から 75 歳 (平均 71.3 歳) とした。市販靴に対し MP 部を頂点とした RCS および RLS を付加し, それぞれ自由速度歩行で F-スキャンにより周波数 50Hz で足底圧を計測し, 2 から 6 歩目までの接触圧力の前足部における経過時間をフレーム数で算出し (図 4), その値を平均化し比較検討した。同時にコピラスシステムにより歩行時矢状面で, 外果・大転子が床面に対して垂直に位置した立脚中期における大転子・耳垂角を前傾角 (図 5) と定義し, RCS および RLS 付加での前傾角を平均化し両者のパラメーターを比較検討した。統計学的解析による有意性是对応のある t 検定を用い確認した。

結 果

前足部の荷重経過時間についての結果は図 6 および表 1 の通りである。前足部の圧力は RLS 付加 33.88 ± 3.58 フレームに対し RCS 付加では 31.38 ± 4.29 フレームとなり減少率は平均約 7.6% で, P 値 (上側確率) も統計的に有意であった。図 7 および表 2 のコピラスシステムにおける前傾角の変化は, RLS 付加で 6.38 ± 1.63 度から RCS 付加では

前傾角:立脚中期(大転子・外果ライン垂直時)における耳垂・大転子ライン傾斜角

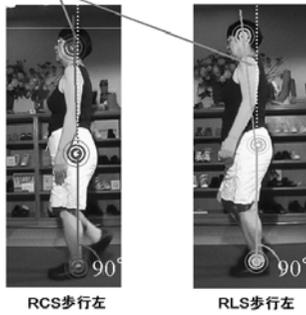


図 5. コピラスシステムによる前傾角測定

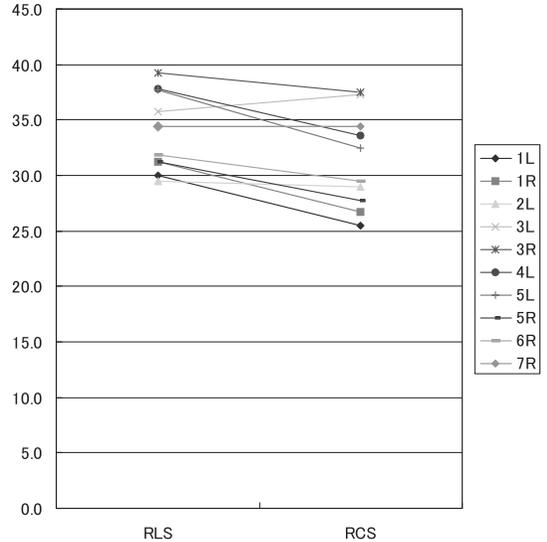


図 6. 前足部荷重経過時間

表 1. 関連のある 2 群の母平均の差の検定と推定

	データ数	平均値	不偏分散	標準偏差	標準誤差
RLS	10	33.875	12.81625	3.57997905	1.132089
RCS	10	31.375	18.40014	4.289538307	1.356471

対応のある t 検定

	平均値の差	自由度	t 値	P 値 (上側確率)	t (0.95)
RLS, RCS	2.5	9	3.485366	0.003440129	1.833114

3.12 ± 1.52 度へと有意に減少し、減少率は平均約 29.9% であった。

考 察

前足部の靴底を厚くして踏み返しをロッキングチェア状の逆アーチ形状にする RCS により、前足部足底圧における荷重経過時間を短縮することが出来たのではないかと考えられる。これは踵部と前足部が均一高である RLS と比較し前足部に厚みがあり踵部が下がった逆ヒール形状の RCS では立脚中期において腓腹筋による底屈モーメントが大きく働くことが挙げられる。また、歩行推進期においてはロッカー形状による中足骨頭の代替としてのロッカーファンクションが働いたことで前足

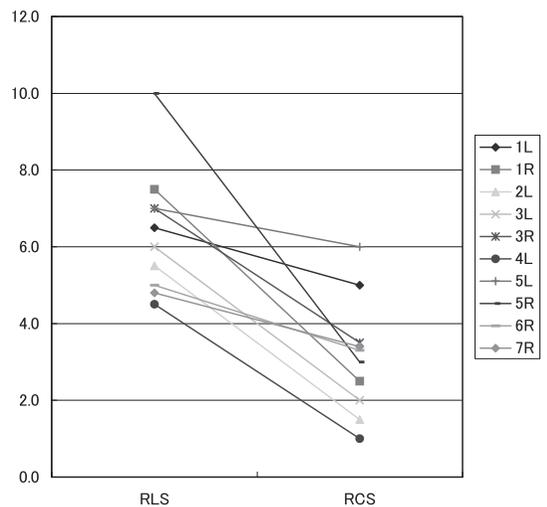


図 7. 前傾角

表 2. 関連のある 2 群の母平均の差の検定と推定

	データ数	平均値	不偏分散	標準偏差	標準誤差
RLS	10	6.38	2.666222	1.632857073	0.516355
RCS	10	3.12	2.317333	1.522278993	0.481387

対応のある t 検定

	平均値の差	自由度	t 値	P 値 (上側確率)	t (0.95)
RLS, RCS	3.26	9	5.440088	0.000205567	1.833114

部足底の荷重が RLS より円滑に移動し、MP 部にかかる大きな踏み返し荷重のかかる時間の短縮が図られたのではないかと考えられる。VanBogart らは RLS は歩調を増加させ、歩隔を減少させる⁴⁾。さらに Myers らは RCS は歩調を増加させるが、歩隔および速度に有意な変化はなかったと報告している^{5) 6)}。これは RLS および RCS 共に踏み返しをロッキングチェア状にしたことにより歩調の増加があるものの、RCS では前足部が上がることで踏み返し時に腓腹筋が活性化されることにより歩隔に有意差が見られなかったのではないかと示唆される。また、歩行時立脚中期における前傾角の変化は、前足部が持ち上がり、踵部が下がる RCS により荷重が後方にずれることで姿勢の改善が図られたのではないかと考えられた。姿勢改善のメカニズムについては加藤らが逆ヒールにより爪先上がりに足関節が背屈されるとアキレス腱の緊張により下腿三頭筋が後方に引くことによって下腿が直立化し膝関節が伸展する。この膝関節の伸展により身体の重心が下肢軸の延長線上になるため上体が起き上がると考えている⁸⁾。

結 論

靴底の前足部を厚くし逆アーチ形状にするロッ

カーソールおよび踵部と前足部が均一高であるローリングソールを市販靴に付加し、両者における前足部足底の接触圧力経過時間の増減および前傾角の変化について検討した。ロッカーソールは前足部足底圧における荷重経過時間を短縮することにおいても、前足部の負荷の軽減に有用であった。また、歩行時立脚中期における矢状面での前傾角を減少させ、姿勢改善への効果が示された。

文 献

- 1) 新城孝道. 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 1997; 45: 48.
- 2) 遠藤 拓他. 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; 27: 32.
- 3) Brueggemann G. Orthopaedieschuhtechnik. Ed. GER: MAUER; 2006; (6): 14.
- 4) Vanbogart. Proceedings of Annual International Conference IEEE EMBS. Ed. USA: Cancun; 2003. 1881.
- 5) Myers. Proceedings of Annual International Conference IEEE EMBS. Ed. USA: Cancun; 2003. 1885.
- 6) Myers. Gait & Posture. Ed. USA: Elsevier; 2006; (3): 323-30.
- 7) 加藤哲也他. 逆ヒールの検討第 3 報: その適用と老人姿勢の改善. 靴の医学 1989; 26: 34.

靴のサイズと歩行動作の関係に関する研究

Study on the relationship between size of shoes and walking

¹⁾信州大学大学院 工学系研究科

²⁾信州大学 繊維学部

¹⁾Science and Technology, Graduate School of Shinshu University

²⁾Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University

林 亮誠¹⁾, 細谷 聡²⁾

Ryoma Hayashi¹⁾, Satoshi Hosoya²⁾

Key words : 歩行解析 (gait analysis), 筋電図 (electromyogram), 靴サイズ (size of shoes)

要 旨

本研究では、靴サイズ（足長サイズ）と歩行動作の関係を歩行解析から明らかにすることを目的とし、評価手法も合わせて検討した。被験者は26.5 cmのウィズDが適正サイズで脚に受傷の無い男子大学生5名とした。実験試料はウィズDで26.0cm～28.0cmの0.5cm刻みの計5種類である。実験室内の歩行路上を10試技ずつ行い足底圧分布、床反力、筋電図の各計測および、歩行感覚についてアンケートを実施した。足長が適合サイズよりも大きくなる（1cm以上）と腓腹筋の活動が有意に増加し、脚への負担が増すことが認められた。また蹴りだし時の床反力ピーク値が有意に小さくなり、蹴りだしやすさ感も評価が下がることが確認された。また、筋活動量や床反力のピーク値、歩行動作の再現性は、使用者と靴との適合性評価の指標となる可能性が示唆された。

緒 言

現在の高齢化社会においては、健康志向が強まっておりウォーキング人口は年々増加傾向にある。人は走ること、歩くことなどの基本的な身体運動を通して健康な生活の維持を求めている。そうした健康指向のスポーツ人口が拡大する中、使用する靴へも人々の関心は高まっている。しかし、靴を選ぶ際、通常は靴のサイズ表示や売り場での試し履きによって判断することが多い¹⁾。しかし、数時間あるいは、数日履くと合っていないということが起こる。このような足入れのみの靴選びでは歩行に伴い生じる靴内でのズレや脚への負担などの判断に限界のあることが推測される。つまり靴のサイズ選びには足型と靴型のフィッティングに加え、歩行時における脚への負担など機能的な適合性をみることも重要ではないかと考えられる²⁾。そこで本研究では、靴サイズ（足長サイズ）の違いによる歩行への影響を下腿の筋電図や足底圧計測、床反力計測、主観的評価などを行うことで靴サイズと歩行動作の関係を歩行解析から明らかにすることを目的とする。また評価手法も合わせて検討していく。

(2009/11/02 受付)

連絡先：林 亮誠 〒386-8567 長野県上田市常田3-15-1 信州大学大学院工学系研究科感性工学専攻細谷研究室
TEL 0268-21-5511 FAX 0268-21-5511
E-mail f08a719@shinshu-u.ac.jp



図1. 実験で使用したランニングシューズ (左図中の○印は圧計測箇所)

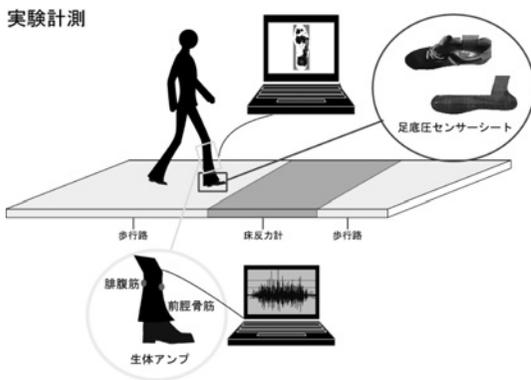


図2. 実験計測の概要

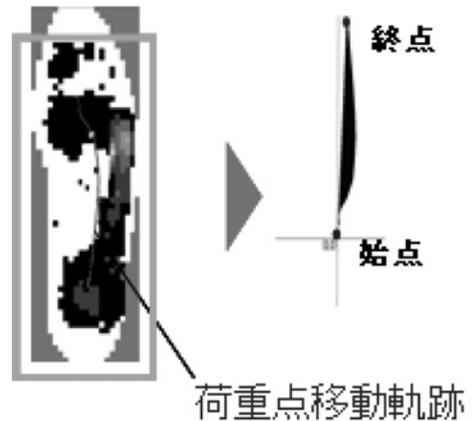


図3. 荷重点移動軌跡がなす面積

対象と方法

被験者は健康で足に大きな受傷歴がなく、シューズの適正足長が26.5cmのウィズDの男子大学生5名(年齢 23.6 ± 1.4 歳, 身長 170.6 ± 6.4 cm, 体重 62.8 ± 5.2 kg)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。実験試料は、図1に示すニューバランス社製CM575MBウィズDのランニングシューズを(26.0cm/26.5cm/27.0cm/27.5cm/28.0cm)の計5種類を使用した。足長サイズ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用意し使用した。また、靴の履き方も統一をさせるために、紐の締める圧力を図1に示した3箇所にて 35 ± 5 gf/cm²で設定した。図2

に示すように、実験室内に約10mの歩行路を用意し、中央部には床反力計を設置した。試技として、歩行路上を各試料について、基準サイズ(26.5cm)、26.0cm、27.0cm、27.5cm、28.0cmの順で10回ずつ歩行させた。被験者には、右靴のインソールに、足型の薄型圧力センサーシート(ニッタ(株)F-scanシステム)を敷いた靴を履いてもらった。同時にEMG用アクティブ電極(Delsys社製DE-21)を、右下腿の前脛骨筋と腓腹筋に付け、歩行時の筋電図を計測した。また、歩行路に設置した床反力計で接地中(立脚期)の床反力波形を計測した。さらに各靴の実験試技が終了するごとに基準サイズ(26.5cm)を基準とした歩行感覚に関するアンケート調査で蹴りだしやすさ、履き心地、衝撃感、フィット

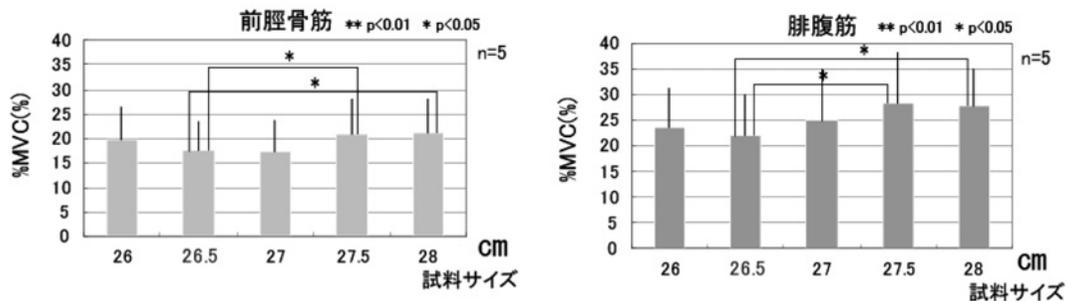


図4. 前脛骨筋と腓腹筋の積分筋電位の結果

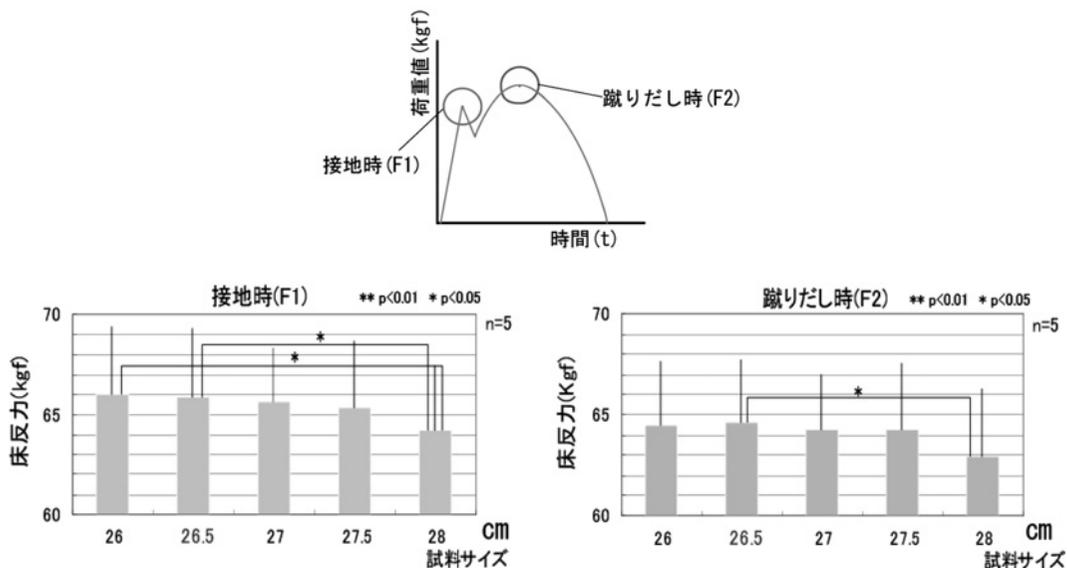


図5. 接地時および蹴りだし時の床反力の平均値 (上は床反力波形)

ト感の4項目について-3(悪い)~+3(良い)の7段階評価してもらった。解析では歩行動作の再現性を検討するために、図3に示すように、足型の薄型圧力センサシートから得られた全試技の荷重点移動軌跡について始点を揃え、それら軌跡でなす面積を算出した。前脛骨筋と腓腹筋の筋電図波形については、床反力計から立脚期を切り出し、その区間の筋電位を時間積分してMVC(最大随意筋収縮)で規格化した(%MVCと表す)。床反力では、図5上に示すような立脚期の床反力のピーク値(F1, F2)を抽出した。歩行感覚についての主観的評価では、各項目を得点化し平均した。そ

して動作の再現性の指標として、それぞれの計測結果の変動係数を算出した。なお、各計測量に対してはt検定を行った。

結 果

前脛骨筋および腓腹筋の%MVCの平均値と標準偏差を図4に示す。足長が基準サイズより1cm以上大きい27.5cmおよび28.0cmの場合、腓腹筋の積分筋電位は基準サイズよりも有意($p < 0.05$)に大きかった。また、前脛骨筋においても同様に足長サイズが1cm以上大きい27.5cmと28.0cmのシューズでは基準サイズよりも有意($p < 0.05$)に

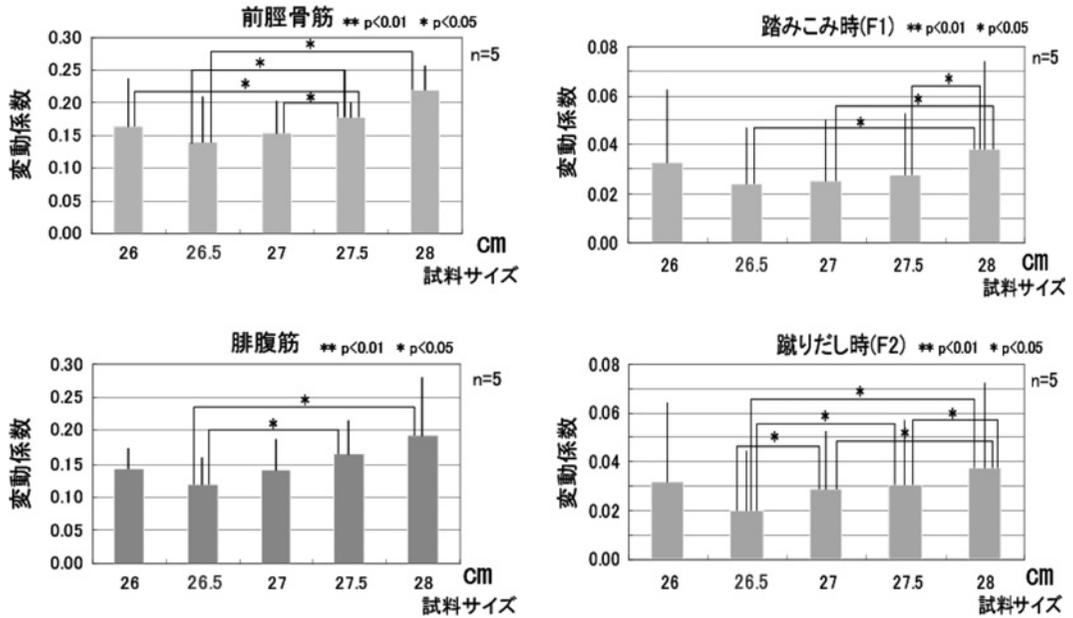


図6. 積分筋電位と床反力ピーク値の変動係数

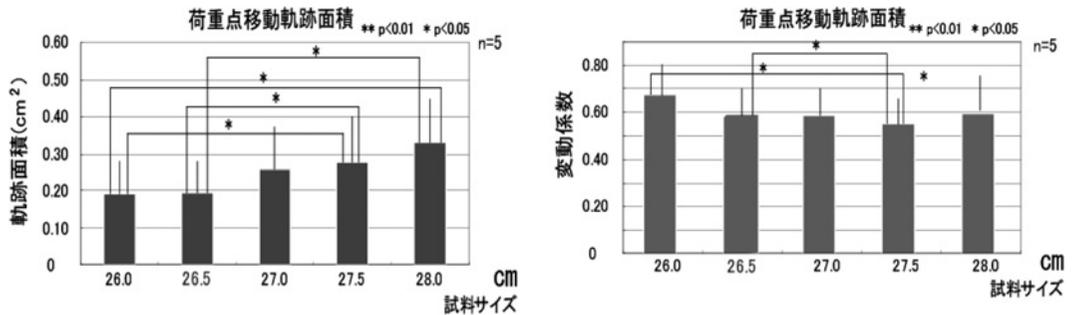


図7. 荷重点移動軌跡がなす面積とその変動係数

大きい結果であった。

図5に示す床反力の計測結果では、足長が基準サイズより1cm以上大きい時、F1については26.0cmに比べて28.0cmの場合、また基準サイズに比べ28.0cmの場合が有意($p<0.05$)に小さかった。F2では基準サイズに比べ28.0cmのシューズで有意に($p<0.05$)小さかった。

次に、図6に示す蹴りだし時の床反力ピーク値(F2)と腓腹筋の活動についての変動係数は、足長サイズが大きくなるにつれて基準サイズと比較し

て27.0cm、27.5cmおよび28.0cmの場合が有意($p<0.05$)に増大し、歩行動作の再現性が低下していることが示唆された。

図7に示す荷重点移動軌跡の面積については、靴の足長サイズが基準サイズと比較し27.5cmおよび28.0cmのシューズについて面積が有意($p<0.05$)に増加することが認められた。つまり、基準サイズでの歩行と異なる動作になっている可能性がある。また、動作の再現性の指標となる変動係数においては、26.0cmと26.5cmに対して27.5cmが有

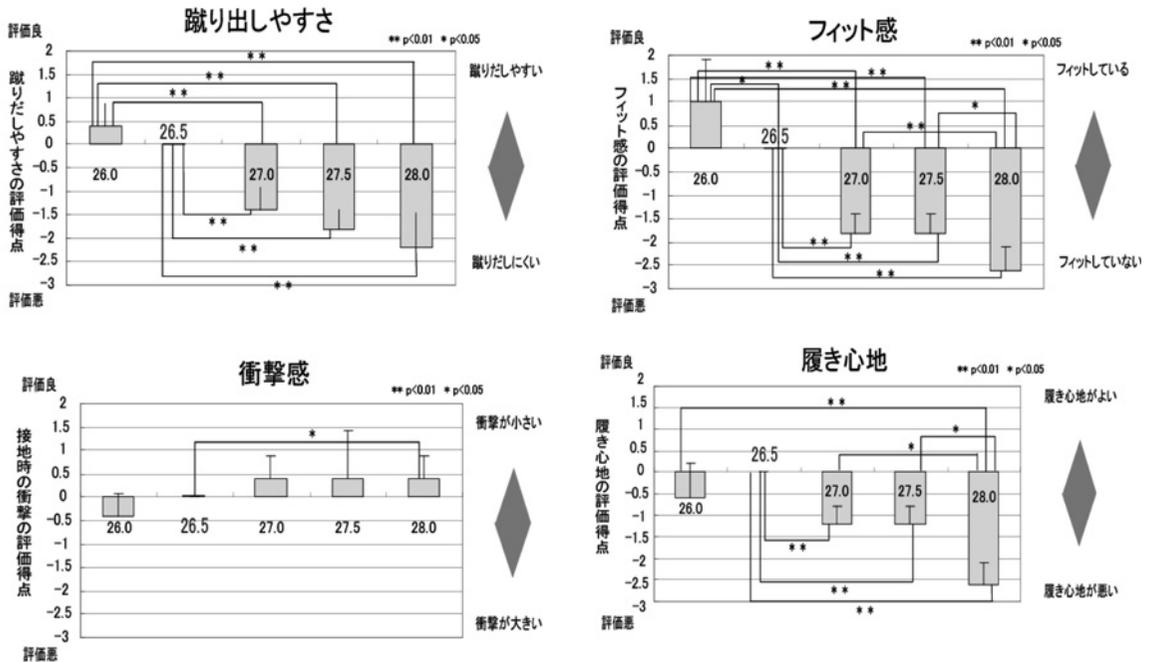


図 8. 歩行感覚に関するアンケート結果

意な差 ($p < 0.05$) がみられた。つまり、26.0cm あるいは基準サイズの 26.5cm に比べ 27.5cm を履いた場合、歩行動作が一定でなくなることがわかった。

図 8 に示すアンケート結果からは、蹴りだしやすさ、フィット感において足長が基準サイズに比べ 27.0cm、27.5cm、28.0cm について有意 ($p < 0.01$) に評価が低かった。一方、接地時の衝撃感は小さくなる (衝撃を感じなくなる) 傾向がみられた。

考 察

靴の足長サイズが適合サイズより 1cm 以上大きい場合、荷重点の移動軌跡がなす面積が有意に大きくなっていった。このことは靴内での足のズレが大きくなっていることを示していると考えられる。従って、足長サイズが適合サイズより大きくなると腓腹筋の活動が増加し脚への負担が増加するのは、靴内での足のズレが大きくなるためではないかと推測される。靴内で足がズレることで、基準サイズとは異なる歩行動作となるために、F1、F2

ともに小さくなるのではないかと推測される。特に、荷重点の移動軌跡がなす面積の増加や床反力 (F2) の低下することから、蹴りだし時に靴内で足がズレてしまうことが原因ではないかと推測される。また足長サイズが適合サイズより大きくなると、床反力の (F2) の値が減少し、筋電図や床反力ピーク値 (F2) の変動係数が大きくなった。これも靴の足長サイズが大きくなると蹴りだし時に靴内でのズレが生じ、うまく蹴りだせず荷重点移動軌跡も一定ではなくなる。その結果、脚 (下腿) への負担が大きくなり、歩行再現性の低下をもたらすのではないかと推測される。また、アンケートの結果から靴の足長サイズが大きくなると、蹴りだしやすさの評価が低下した。この点に関しても靴内で足がズレてしまうことで、心理的にも影響がでるのではないかと考えられる。以上のことから、着地時の脚の筋電図や床反力から歩行動作の再現性を解析することは、使用者と靴との機能的適合性を評価する上で一つの指標となる可能性が示唆された。

結 語

靴のサイズ（足長）が適合サイズより大きくなる（1cm 以上）のに伴い、腓腹筋の筋活動が有意に増大し、また蹴りだし時の床反力ピーク値 (F2) についても有意に小さくなることが認められた。このことが、蹴りだしやすさなど心理的に影響をあたえるのと推測される。本研究で扱った筋活動量や床反力ピーク値、歩行動作の再現性などの各項目は使用者と靴サイズの機能的適合性を評価する上で指標となる可能性が示唆された。適合サイズを選ぶには、靴型と足型のフィッティングに加え候補となる靴で数歩の歩行し、靴内での足のズ

レが少なく、蹴りだし動作がうまくできるのかをチェックすることが望ましいといえる。

文 献

- 1) 福岡正信. シューズはどう科学されるのか—シューズ機能の評価方法—. 日本機械学会誌 1992;95 (888): 28-32.
- 2) 山崎信寿. 足と靴の適合性. バイオメカニズム学会誌 1983;7: 14-8.
- 3) 中村隆一, 齊藤 宏. 基礎運動学. 第5版. 東京: 医歯薬出版; 2000. 342-50.
- 4) Rossi WA, Tennant R. PROFESSIONAL SHOE FITTING. 初版. プレジデント社編. 東京: 日本製靴; 1987. 81-109
- 5) 細谷 聡. 婦人靴のヒール高が歩行に及ぼす影響. 靴の医学 2007;21 (2): 51-5.

履物が歩行時のエネルギー代謝に及ぼす影響

The influence of footwear on energy metabolism in walking

¹⁾鈴鹿医療科学大学, ²⁾岐阜保健短期大学, ³⁾名古屋医療福祉専門学校

¹⁾Suzuka University of Medical Science, ²⁾Gifu Junior College of Health Science,

³⁾Nagoya College of Rehabilitation Medicine & Social Welfare

杉浦 弘通¹⁾, 酒向 俊治¹⁾, 太田 清人²⁾, 南谷さつき²⁾, 小久保 晃³⁾
Hiromichi Sugiura¹⁾, Shunji Sako¹⁾, Kiyohito Ohta²⁾, Satsuki Minatani²⁾, Akira Kokubo³⁾

Key words : エネルギー代謝 (energy metabolism), 履物 (footwear), 歩行 (walking)

要 旨

本研究は、履物が歩行時のエネルギー代謝に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。健康な女性 10 名を対象に、裸足、靴、パンプスの条件下において、トレッドミルを使用し 15 分間の歩行を行い、呼気ガス分析装置による breath by breath により運動直前、運動中の分時換気量、呼吸数、1 回換気量、酸素摂取量を測定した。また、各条件の歩行中のエネルギー代謝を算出するため、5 分、10 分、15 分の経過時間ごとの酸素需要量を求めた。その結果、経過時間によらず酸素需要量は、パンプス条件、靴条件、裸足条件の順に有意な高値を示した。よって、重量が靴に比べ軽量であったパンプスでも、履物の着用は歩行時のエネルギー代謝を増大させる要因となり、特にその形状や機能が強く影響することが示唆された。

緒 言

最近では、健康維持や生活習慣病予防に歩行が

(2009/03/24 受付)

連絡先: 杉浦 弘通 〒510-0293 三重県鈴鹿市岸岡町
1001-1 鈴鹿医療科学大学 保健衛生学部理学
療法学科
TEL 059-383-8991 FAX 059-383-9666
E-mail sugiura@suzuka-u.ac.jp

推奨され、歩行に対する履物の機能性に関心が高まっている。一般的に履物は、外部から足を保護するだけでなく、地面から身体への衝撃を吸収する機能を持ち、膝や腰への負担を軽減させることが知られている。しかしながら、履物は、機能性とは別に、流行やファッションなどデザイン性も重視されるため、外反母趾や巻爪などの起因となっている¹⁾。

履物には、歩行時の前方への推進力を補助するヒールや、衝撃吸収やグリップ力を向上させる靴底など、歩行時のエネルギー消費を抑えるものもあれば、一方、ハイヒールなどヒールの高い履物は、歩行時の酸素摂取量を増大させることが報告されており²⁾³⁾、履物の種類によっては歩行の仕事量を増大させていることが考えられる。従って、履物が身体に及ぼす影響を明らかにすることは、靴を選ぶ上で考慮する必要がある、履物の影響をエネルギー代謝から検討することが重要である。

現在まで履物が歩行に及ぼす影響について数多く報告されている。しかし、履物が歩行時のエネルギー代謝に及ぼす影響については報告が少なく、また裸足歩行と比較した報告も限られている。そこで、本研究は、履物の重量、形状の違いを比較するため、裸足と比べ、靴、パンプスの着用が歩行時のエネルギー代謝に及ぼす影響を明らかにす

表 1. 各被検者の身体特性, 靴, パンプスの重量

被検者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	最適サイズ (cm)	靴 (kg)	パンプス (kg)
A	21	160	47	23.0	0.70	0.40
B	22	153	50	23.5	0.75	0.40
C	21	156	49	23.5	0.75	0.40
D	21	158	53	23.0	0.70	0.40
E	21	158	48	23.0	0.70	0.40
F	21	159	55	24.0	0.75	0.50
G	21	163	58	24.0	0.80	0.50
H	21	160	49	24.0	0.80	0.50
I	21	152	45	24.5	0.90	0.50
J	21	160	50	24.5	0.90	0.50
平均 ± 標準偏差	21.1 ± 0.3	157.9 ± 3.4	50.4 ± 3.9	23.7 ± 0.6	0.78 ± 0.08	0.45 ± 0.05

表 2. 歩行中の定常状態の呼吸応答

	裸足条件	靴条件	パンプス条件
毎分換気量 (ℓ/min)	22.1 ± 3.2	21.5 ± 3.5	23.2 ± 2.6
呼吸数 (breaths/min)	27.8 ± 3.8	26.7 ± 3.1	27.7 ± 2.2
1 回換気量 (ml)	812.1 ± 70.8	815.1 ± 86.6	851.2 ± 91.5

平均値 ± 標準偏差

ることを目的とした。

方 法

被検者は、健康な女性 10 名とし、事前に研究の主旨を説明し、同意を得て行った。本研究では同一被検者による裸足、靴 (踵高 2.0cm)、パンプス (踵高 5.0cm) の 3 つの条件を設定した。ただし、履物の重量、形状の違いを比較するため、パンプス、靴の 2 種類の履物のうち、靴はパンプスよりも重量が重く、ヒールの低いものとした。また、各被検者の履物の適性サイズを測定するため、FootGrapher (アサヒコーポレーション社製) を使用し、足底画像をパーソナルコンピューターに取り込み、解析ソフト FootGrapher1.2 R24 (アサヒコーポレーション社製) により測定した。各被検者の身体特性、靴、パンプスの重量を表 1 に示す。

運動方法はトレッドミル (AR-100, ミナト医科学社製) を使用して、時速 4km を維持して 15 分間

の歩行を行った。なお、実験の施行前には、運動中の呼吸応答に影響する因子を除去するため、実験前 2 時間以内の飲食を控え、各条件に慣れるための歩行練習を行った。また、各条件の運動は疲労が影響しないように、測定日を変えて行われた。

測定方法は、安静時、歩行時の分時換気量、呼吸数、1 回換気量、酸素摂取量を呼気ガス分析装置 (AS-507, ミナト医科学社製) による breath by breath によって測定し、安静状態の値を歩行開始直前 30 秒の平均値とし、歩行中の定常状態の値を歩行開始 14 分 30 秒から 15 分の 30 秒間の平均値とした。また、歩行中の経過時間のエネルギー代謝量を求めるため、歩行開始後 5 分後、10 分後、15 分後のそれぞれの酸素摂取量から安静時の酸素摂取量の差を求め、各条件の経過時間ごとの酸素需要量を算出した。

比較項目は、①歩行中の定常状態の呼吸応答、②歩行開始 5 分後、10 分後、15 分後の経過時間ご

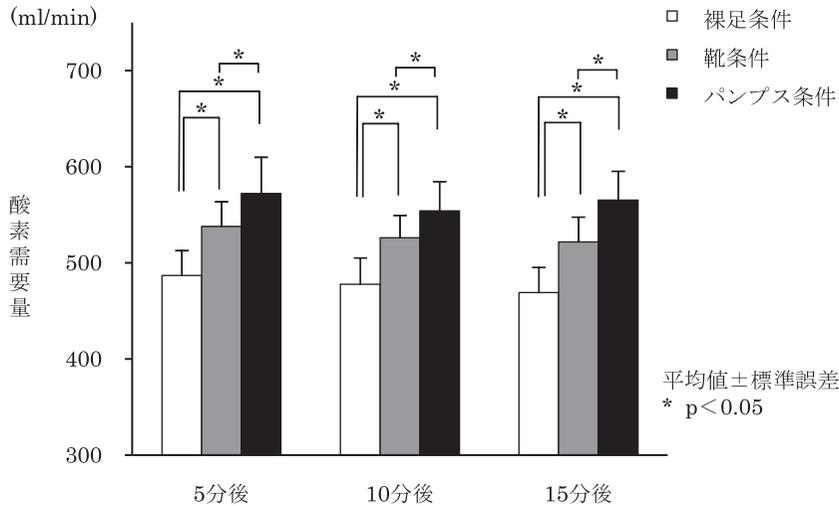


図1. 歩行中の経過時間ごとの酸素需要量

との酸素需要量について各条件を比較した。また、統計学的分析は、一元配置分散分析を用いて検定し、有意差 ($p < 0.05$) が認められた場合、多重比較検定を行った。

結 果

歩行中の定常状態について、呼吸応答の平均値と標準偏差を表2に示す。各条件の比較では、分時換気量、呼吸数、1回換気量に有意差は認められなかった。

歩行中の経過時間ごとの酸素需要量について、各条件の平均値と標準偏差では、歩行開始5分後は裸足条件 486.8 ± 82.2 ml/min、靴条件 537.9 ± 81.5 ml/min、パンプス条件 572.0 ± 119.8 ml/min であった。また、歩行開始10分後は、裸足条件 477.8 ± 86.5 ml/min、靴条件 526.1 ± 73.3 ml/min、パンプス条件 554.0 ± 96.4 ml/min であった。そして、運動終了となる歩行開始15分後は、裸足条件 469.1 ± 82.6 ml/min、靴条件 521.8 ± 81.3 ml/min、パンプス条件 565.3 ± 94.8 ml/min であった。そして、各条件の5分後、10分後、15分後の経過時間に有意差は認められず、経過時間ごとの酸素需要量の比較では、全ての条件において有意差 ($p < 0.05$) が認められ、いずれの経過時間についてもパンプス条件、靴条

件、裸足条件の順に有意な高値 ($p < 0.05$) が認められた。(図1)

考 察

本研究は、履物の着用が裸足と比べ歩行時のエネルギー代謝に及ぼす影響を検証するため、各条件の歩行中の酸素需要量を比較した。その結果、経過時間によらずいずれもパンプス条件、靴条件、裸足条件の順に高値であり、有意差が認められた。このことから、履物を着用した歩行は、裸足歩行と比べ歩行開始初期からエネルギー代謝を増加させ、特にパンプス条件の影響が最も大きかった。

各条件の歩行時の酸素需要量に違いがみられた理由に、履物によって歩行中の筋活動量や動員される筋パターンを変化させたことが考えられる。そして、その要因としては、まず、履物の重量が考えられる。今回、片足に加える重さは靴が約0.8 kg、パンプスが約0.5 kgであったが、下肢の末端となる足部に負荷を与えることで筋活動をさらに増大させる可能性がある。次に、履物の機能や形状が歩容に影響を与えたことが考えられる。本研究では、パンプス自体の重量は靴よりも軽量であったにもかかわらず、パンプス条件の歩行時のエネルギー代謝は、靴条件よりも高値を示し、歩行時

の筋活動への影響は履物の重量よりも、履物の機能や形状が歩行時の筋活動に影響することが考えられる。また、石毛ら²⁾や、鈴木ら³⁾の報告によれば、ヒール靴は歩調を増加させ、エネルギー代謝を増加させることを報告しており、つまり、履物のヒールの高さが歩調を高め、筋活動を増大させることが推察される⁴⁾。一方、歩行に対する足部の機能は、踵接地から足底接地を円滑にすることで、歩行時の立脚期の衝撃を分散させる働きがある⁵⁾。しかし、パンプス着用時の歩行のように踵接地から足底接地までの時間の短縮、もしくは消失が歩行時の立脚期の衝撃吸収を妨げ、下肢への負担を増大させたことも考えられる。

今回では筋活動を測定していなかったため、履物が筋活動や活動パターンについて明らかにすることができなかった。今後、履物が身体に及ぼす影響を明らかにするためにも、履物が歩行時のエネルギー代謝と下肢だけでなく体幹を含めた筋活動への影響を検証していく必要がある。

結 論

同速度の歩行では、履物の着用は裸足に比べ歩行時の酸素需要量を増大させ、歩行開始初期からエネルギー代謝に影響を及ぼすことが明らかとなった。また、パンプス条件の歩行時の酸素需要量は、靴の重量よりも軽量であったにもかかわらず、靴条件よりも高値が認められた。よって、履物が歩行時のエネルギー代謝に影響する要因は、重さだけでなく、形状や機能が影響することが示唆された。

文 献

- 1) 石塚忠雄. 新しい靴と足の医学. 第6版. 東京: 金原出版; 1998. 122-47.
- 2) 石毛フミ子. ハイヒールの体力医学的研究 II 歩行時のエネルギー代謝に現れたハイヒールの影響. 体力科学 1961;10:56-61.
- 3) 鈴木隆雄他. 足の事典. 第4版. 山崎信寿編. 東京: 朝倉書院; 2007. 116-80.
- 4) Neumann DA. 筋骨格系のキネシオロジー. 第1版. 嶋田智明他訳. 東京: 医歯薬出版; 2006. 572-6.
- 5) Gotz-Neumann K. 観察による歩行分析. 第1版. 東京: 医学書院; 2006. 22-39.

下肢疾患患者における靴別歩行能力の比較検討

Comparison of walking ability with two different types of shoes for rehabilitation of lower extremity problems

¹⁾白十字病院 リハビリテーション科

²⁾整形外科

¹⁾Dept of Rehabilitation, Hakujyuj Hospital

²⁾Dept of Orthopaedic Surgery, Hakujyuj Hospital

田村 孝広¹⁾, 井上 敏生²⁾

Takahiro Tamura¹⁾, Toshio Inoue²⁾

Key words : リハビリテーション (rehabilitation), 靴 (shoes), 歩行 (gait)

要 旨

リハビリテーション中の下肢骨折患者にバレースューズとスポーツシューズを着用させ、歩行能力を比較検討した。10m 歩行を下肢骨折患者 14 名に 2 回ずつ実施した。スポーツシューズの所要時間、歩数、歩幅、速度はバレースューズより良好な結果であり、有意差を認めた。また、患者の中には、スポーツシューズの緩衝性に安心感を自覚する症例もあった。靴による推進効率の改善と緩衝性をリハビリテーションにおいて生かすことを考えると、屋外歩行訓練や、高齢者においては病院内生活でのトイレまでの移動など、ある程度実用的なスピードが求められる場面では、靴の選択も重要であると思われた。

緒 言

一般的に、障害予防・治療の観点において、靴

(2009/10/21 受付)

連絡先: 田村 孝広 〒819-0025 福岡県福岡市西区石丸 3-2-1 白十字病院 リハビリテーション科
TEL 092-891-2511 FAX 092-881-4491
E-mail behappytakanori1009@watch.ocn.ne.jp

の選択、適合性は重要であると言われているが、リハビリテーションにおける靴の重要性を検証した報告は少ない。第 21 回日本靴医学会学術集会において、下肢骨折患者の靴別の歩行能力を調査し、リハビリテーションを進める上での靴の重要性を報告した¹⁾。今回は、さらに症例数を増やし、若干の知見を得たので報告する。

対象と方法

下肢骨折または下肢疾患手術後の歩行可能な患者 14 名を対象とした。男性 5 名、女性 9 名、年齢は 34~79 歳、平均 60.1±13.6 歳であった。疾患内訳は、大腿骨頸部骨折 4 名、膝蓋骨骨折 2 名、足関節骨折 2 名でその他、踵骨骨折、恥骨骨折、大腿骨転子部骨折、脛骨高原骨折、三果骨折、人工股関節全置換術後が各 1 名ずつであった。

発症日または術日から 16~142 日目、平均 62.1±33.6 日目に測定を実施した。スポーツシューズ(図 1)、バレースューズ(図 2)にて 10m 歩行を 2 回ずつ行い、所要時間と歩数を測定し、その平均値から歩幅、速度を算出した。次に歩数、所要時間、歩幅、速度の各値を Wilcoxon の符号付順位和検定を用いて統計処理を行った。また、歩容の分析を



図 1. スポーツシューズ



図 2. バレーシューズ

行う為、ビデオ撮影を実施した。

結 果

バレーシューズに比べスポーツシューズの 10 m 歩行所要時間は平均 10.62sec から 9.49 秒へ短縮 (図 3), 歩数は平均 19.14steps から 17.82steps へ減少 (図 4), 速度は平均 1.0m/sec から 1.11m/sec へ上昇 (図 5), 歩幅に関しても平均 0.54m から 0.58 m へ広がり (図 6), どの値も有意な差を認めた。

歩容の比較として症例 A (左足関節骨折患者) の歩行姿勢 (図 7) をみると、股関節伸展、歩幅の改善がみられた。

患者の声として、バレーシューズは裸足に近い感覚、足が痛かった、スポーツシューズの方が歩

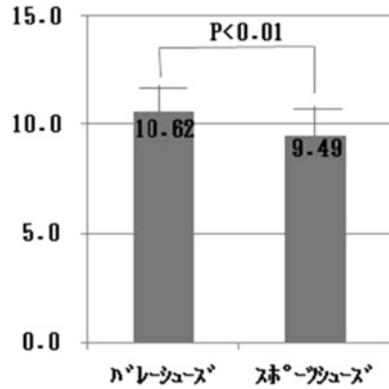


図 3. 所要時間 (sec)

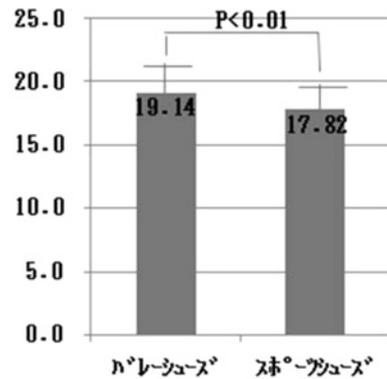


図 4. 歩数 (step)

きやすい、保護されている感じがあったなどがあった。

考 察

今回用いた靴の特徴として、スポーツシューズはインソールにより内側縦アーチが保たれており、足の甲の押さえもしっかりしており、踏まず芯が機能している。また、トウスプリングがあり、ヒールカウンターには安定性がある。一方、バレーシューズは、インソールによる内側縦アーチの補助はなく、足の甲の押さえは不十分で、踏まず芯が機能しておらず、トウスプリングもごくわずかで、ヒールカウンターの安定性も十分ではない。

今回の結果から、スポーツシューズの方が、バ

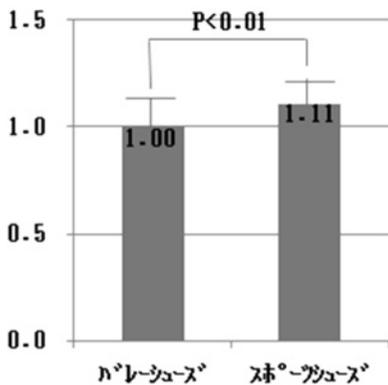


図5. 速度 (m/sec)

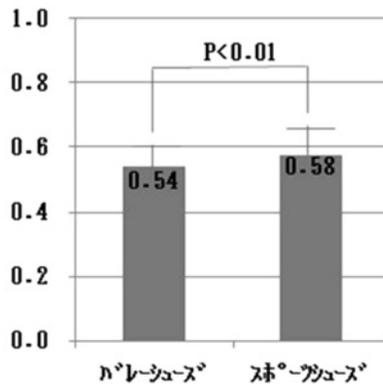


図6. 歩幅 (m)

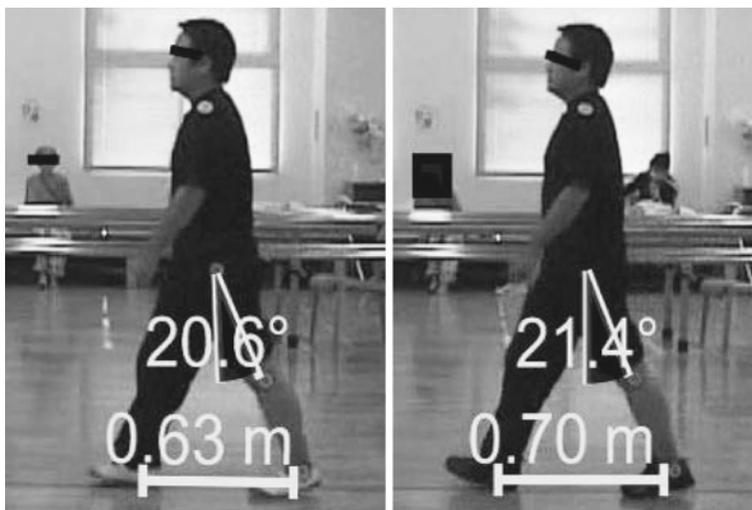


図7. 歩容の比較 (左: バレシューズ 右: スポーツシューズ)

レーシューズよりも歩幅が広がり、速度が上昇することが分かった。この二つのシューズの機能の違いを考えると、まず、十分な足の甲の押さえは、足部が前方へと滑ることを防ぎ、ヒールカウンターとの密着性を高め、ヒールカウンターの安定性は、距骨下関節の回内制動に寄与し、安定した後足部のアライメントの獲得につながる。その安定性は、中足部・前足部へと連動するとともに、インソールや踏まず芯の機能により、内側縦アーチの形成は補助され、力が前足部へと伝わり易くなる。さらに、トウスプリングがあるため、前足部への体

重移行がスムーズで、円滑な蹴り出しを可能にした結果、歩幅は拡大し、速度は上昇したと考えられる。

過去の報告では、木戸らは靴と靴下での歩行能力を比較し、靴の方が、有意に10メートル歩行時間が少なかったこと²⁾を、土井らは靴の適合群と不適合群を比較し、適合群の方が、有意に歩行速度が速かったこと³⁾を報告している。このことから、靴の機能は歩行速度に影響することが示唆される。

また、患者の声からは、靴の緩衝性が足部へのストレスを和らげて考えていると考えられる。

このような靴の違いによる推進効率の良さと緩衝性をリハビリテーションにおいて生かすことを考えると、屋外歩行訓練や、高齢者においては病院内生活でのトイレまでの移動など、ある程度実用的なスピードが求められる場面では、靴の選択も考えて行う必要があると考えられる。

結 語

下肢疾患患者におけるバレーシューズ、スポーツシューズでの歩行能力に関して検討した。スポーツシューズでの歩行の方が、歩幅が広く、速度も

速かった。靴の機能性に着目した靴の選択はリハビリテーション場面でも必要であると考えられた。

文 献

- 1) 右田秀夫他. 下肢骨折患者における靴別歩行能力の比較検討. 日本靴医学会機関誌 2008;21:56-9.
- 2) 木戸健介他. 靴着用時と靴下での歩行能力の比較. 日本リハビリテーション医学会誌 2007;44:S280.
- 3) 土井剛彦他. 靴の適合性が歩行速度と身体活動量に与える影響. 理学療法学 2007;34:518.
- 4) 石塚忠雄. スポーツシューズの医学. 第1版. 東京:金原出版;1996. 28-38.
- 5) Neumann DA. 筋骨格系のキネシオロジー. 嶋田智明他監訳. 2005. 521-7.

歩行分析から見た安全靴—運動学的分析—

Safety shoes seen from gait analysis—Kinematic analysis—

¹⁾葛城病院, ²⁾県立広島大学

¹⁾Katsuragi Hospital, ²⁾Prefectural University of Hiroshima

吉川 雅夫¹⁾, 金井 秀作²⁾, 長谷川正哉²⁾,
島谷 康司²⁾, 沖 貞明²⁾, 大塚 彰²⁾

Masao Yoshikawa¹⁾, Shusaku Kanaï²⁾, Masaki Hasegawa²⁾,
Kouji Shimatani²⁾, Sadaaki Oki²⁾, Akira Otsuka²⁾

Key words : 安全靴 (Safety shoes), ウィンドラスアクション (windlass action), 歩行分析 (gait analysis)

要 旨

作業現場などで使用されている安全靴による障害が報告されているにも関わらず, その歩行に関する報告はほとんどない. 本研究は靴構造の異なる安全靴を用いて, その歩行特性について明らかにすることを目的として調査を行った. 靴底・甲革構造の異なる4種類の靴と裸足歩行との比較を行い, 歩行周期における股・膝・足関節のモーメント, 関節角度を求めた. その結果, 柔軟な構造をもつ靴では足趾の運動が制限されず, 裸足に近い歩行となった. 足趾機能は歩行において重要であるが, 安全靴の種類・活動量が影響を及ぼす可能性があるため, 今後更なる研究が必要であると考える.

緒 言

2002年に健康増進法が制定され, 健康増進・維

持に関わるが増えてきた. そこで, 障害予防という観点から労働者の健康について考えるべきではないかと考えた. 特に肉体力労働者では, 身体を酷使するため, 腰痛などの障害が多く報告されており¹⁾, 労働者の作業環境に関する様々な取り組みが行なわれている. そのひとつとして, 労働作業現場では安全靴が導入されている.

安全靴は作業中の事故から足部を守るために開発され, 足の労働災害減少に貢献してきた²⁾. しかし, その反面, 労働者に不利益な側面も存在し³⁾, 安全靴の使用による障害も報告されている⁴⁾. 数多くの障害報告や安全靴を使用しての活動量が多いにもかかわらず, 安全靴の歩行特性に関して報告しているものは少ない. そこで今回は, タイプの異なった安全靴を用いて, 歩行分析という観点からその特性について検証を行った.

対象と方法

対象は下肢に愁訴のない健常成人15人. (平均年齢 20.6 ± 1.1 歳, 平均身長 168 ± 4.0cm, 平均体重 57.5 ± 3.9kg, 利き足は全て右足).

1. 歩行条件

安全靴(Nosacks社製安全靴4種類)による歩行

(2009/10/29 受付)

連絡先: 吉川 雅夫 〒596-0842 大阪府岸和田市真上町 250-1 葛城病院
TEL 072-428-5141 (代表) FAX 072-427-1501
E-mail reha-pt@katsuragi-hosp.or.jp

表 1. 安全靴の種類と構造

	靴 1 (KF1055)	靴 2 (JMF5005)	靴 3 (プリンタープロ)	靴 4 (KF1055)
靴底構造	2層ゴム	3層ウレタン	1層ウレタン	2層ウレタン
先芯構造	鉄	樹脂	鉄	鉄
甲革構造	牛皮	ソフト牛革	合成皮革	ソフト牛革
重量	480g	480g	335g	480g

と裸足歩行の5条件を設定。

2. 安全靴の条件 (表 1 参照)

・靴 1 (KF1055) : 2層ゴム底, 鉄先芯, 牛皮製, 重量 : 480g.

・靴 2 (JMF5005) : 3層ウレタン底, 樹脂先芯, ソフト牛革製, 重量 : 480g.

・靴 3 (プリンタープロ) : 1層ウレタン底, 鉄先芯, 合成皮革・メッシュ生地製, 重量 : 335g.

・靴 4 (KF1055) : 2層ウレタン底, 鉄先芯, ソフト牛皮製, 重量 : 480g.

全靴に共通して後部から 11.7cm の間に鉄製シャックが挿入されている。また, すべての靴においてインソールによる影響を取り除くため, 衝撃吸収性の素材ではなく, アーチサポートのない市販のインソールを使用した。

3. 計測機器・計測方法

計測には 3次元動作解析装置 Oxford Metrics 社製 VICON512 と Kistler 社製床反力計 2枚を使用した。被験者の身体表面に貼付した赤外線マーカーを赤外線カメラ (サンプリング周波数 120Hz) で撮影した。マーカー貼付部位は臨床歩行分析研究会が提唱する 10点マーカー (両肩峰, 両大転子, 両膝裂隙上方, 両外果, 両第 5 中足骨頭) と, 上肢の運動確認用マーカー (両外側上顆, 両茎状突起), 頭頂部, 左右識別マーカーの計 16 マーカーとした。計測は各条件 3 回行い, 計測前に計測路での歩行を練習してもらった。

4. データ処理

測定結果より 4 歩目以降の一步行周期を抽出し, 歩行周期における関節角度, 関節トルクについてのデータを取得し, 右踵接地から次の右踵接地までを 100% としグラフを正規化した。

関節トルクは歩行周期における各関節の最大トルク値を, 関節角度は特徴的なピークを示す部分を裸足歩行と比較した。

統計処理は関節角度, 関節トルクともに分散分析を行い, 有意差を確認できれば多重比較検定 (Dunnnett C) を行なった ($p < 0.05$)。

5. 靴の MP 関節付近でのしなりについての検証

足底面から 1.5cm, 踵端部から 1.0cm のところに針金を通し, ばねばかりを用いて垂直方向に引っ張ることでそれぞれの角度における力 (kg) を計測した。

結 果

全体像として, 各靴における関節角度・関節トルクの変化は通常歩行における推移と類似する波形を得ることができた⁵⁾。(図 1 参照)

1. 関節トルク比較 (表 2 参照)

右股関節において裸足歩行と靴 1 (裸足 : 91.0 ± 17.6 , 靴 1 : 靴 2 : 118.9 ± 14.8 , $p < 0.05$), 靴 2 (127.2 ± 22.1 , $p < 0.05$), 靴 4 (靴 4 : 127.3 ± 23.1 , $p < 0.05$) の間でそれぞれ有意差を認めた。

2. 関節角度比較 (表 3 参照)

足関節角度ピーク 2 で裸足歩行と靴 3 (裸足歩行 : 1.2 ± 5.2 度, 靴 3 : -5.1 ± 3.1 , $p < 0.05$) で底屈角度が有意に大きくなっていった。

股関節角度ピーク 3 で裸足歩行と靴 1 (裸足 : 34.1 ± 2.8 度, 靴 1 : 39.2 ± 3.9 度, $p < 0.05$) の間で有意に屈曲角度が大きくなっていった。

膝関節角度ピーク 3 で裸足歩行と靴 1 (靴 1 : 83.9 ± 3.9 度, $p < 0.05$), 靴 2 (裸足 : 75.0 ± 3.6 度, 靴 2 : 83.9 ± 6.1 度, $p < 0.05$), 靴 3 (靴 3 : 82.1 ± 4.2 度, $p < 0.05$), 靴 4 (靴 4 : 83.0 ± 4.3 度, $p < 0.05$) の間

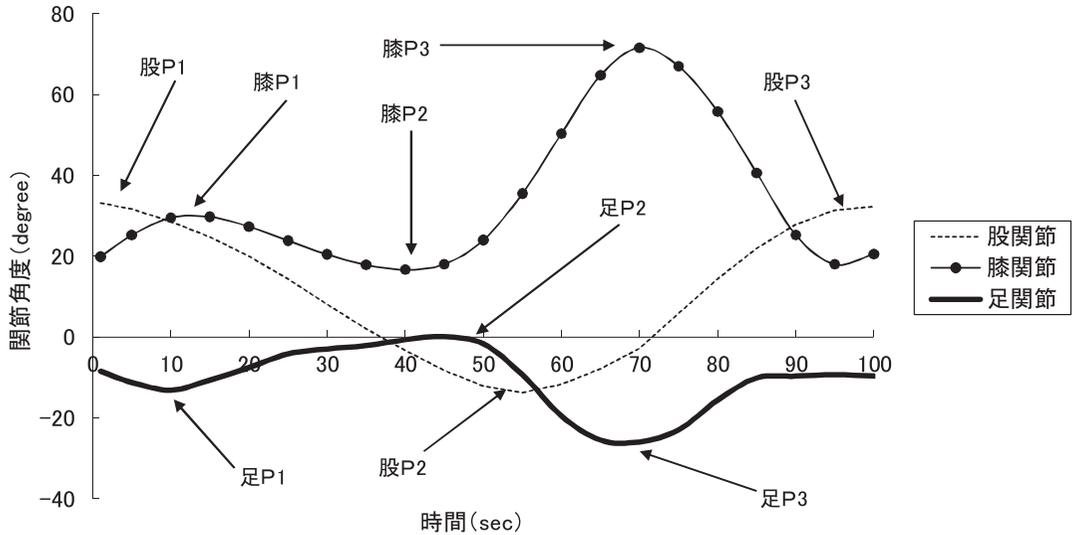


図 1. 歩行中における各関節角度の推移

表 2. 各関節の 1 歩行周期における最大トルク値 (N/m)

	裸足 (S.D)	靴 1 (S.D)	靴 2 (S.D)	靴 3 (S.D)	靴 4 (S.D)
右股関節	91.0 (17.6)	118.9 (14.8) *	127.2 (22.1) *	113.0 (17.8)	127.3 (23.1) *
右膝関節	66.3 (15.2)	61.5 (10.6)	72.8 (12.5)	73.4 (14.0)	64 (16.8)
右足関節	80.2 (13.9)	86.4 (14.6)	88.2 (18.9)	78.4 (17.1)	81.6 (15.8)

表 3. 各ピークにおける平均関節角度 (degree)

ピーク 1	裸足 (S.D)	靴 1 (S.D)	靴 2 (S.D)	靴 3 (S.D)	靴 4 (S.D)
股関節	34.1 (4.3)	34.8 (3.7)	36.6 (4.7)	35.0 (3.2)	35.4 (4.0)
膝関節	31.8 (6.3)	33.6 (3.4)	36.7 (4.6)	33.8 (4.0)	33.3 (4.9)
足関節	- 15.0 (4.8)	- 17.3 (8.5)	36.8 (6.9)	- 19.3 (3.7)	- 20.7 (4.4)
ピーク 2					
股関節	- 17.1 (4.3)	- 15.1 (2.5)	- 15.4 (3.3)	- 15.6 (3.9)	- 13.9 (3.8)
膝関節	14.5 (4.1)	16.2 (3.7)	15.6 (4.0)	16.3 (3.7)	15.8 (4.4)
足関節	1.2 (5.2)	0.8 (3.9)	- 1.3 (4.5)	- 5.1 (3.1) *	- 4.2 (4.9)
ピーク 3					
股関節	34.1 (2.8)	39.2 (3.9) *	38.8 (3.9)	37.6 (3.6)	38.3 (4.1)
膝関節	75.0 (3.6)	83.9 (3.9) *	84.0 (6.1) *	82.1 (4.2) *	83.0 (4.3) *
足関節	- 29.3 (6.2)	- 22.8 (11.3)	- 37.2 (4.2) *	- 33.3 (7.4)	- 35.1 (5.4)

でそれぞれ有意に屈曲角度が大きくなっていった。

足関節角度ピーク 3 で裸足歩行と靴 2 (裸足歩行: -29.3 ± 6.2 度, 靴 2: -37.2 ± 4.2 度 $p < 0.05$) の

間で有意に底屈角度が大きくなっていった。

3. 靴のしなりの計測結果 (表 4 参照)

どの角度においても靴 3, 靴 4, 靴 1, 靴 2 の順

表 4. 各角度における靴の牽引力 (単位: kg)

	靴 1	靴 2	靴 3	靴 4		靴 1	靴 2	靴 3	靴 4
10°	0.4	0.7	0 (#)	0.3	40°	1.7	2.5	1	1.5
20°	1	1.2	0.5	0.8	50°	3	3.5	1.3	2.2
30°	1.3	1.7	0.7	1	60°	3.8	4.3	1.7	2.5

: 自重にて屈曲したため 0 とした

に牽引力は大きくなっていった。

考 察

松尾ら⁵⁾は、踵部のクッション材が足関節における衝撃を吸収するとしているが、今回の結果では裸足歩行と比較して踵接地時のトルク・関節角度に変化を認めなかった。そのため、衝撃吸収作用としての効果は認められなかった。

次に、今回の結果からは靴条件の違いによって股関節伸展最大トルク値に差が見られた。

靴の使用により足趾 MP 関節付近で運動が制限され、立脚周期で windlass action を起こせなくなっている。windlass action は歩行、特に裸足歩行において足底筋膜の巻上げによって発生する張力が前方への推進力を効率よく得ることに貢献している。今回の靴 1. 2. 4 の条件では windlass action が制限を受けたことによって減少した前方への推進力を股関節トルクで代償していた。こうした代償が生じることによって更なる代償を生じさせている。靴 1 では立脚終期に大きなトルクを発生させたことで、その後に続く遊脚期において股関節の屈曲角度が大きくなったと考える。

また、靴 4 は靴 1 よりも靴自体のしなりによる反発力が小さかったため、股関節角度に変化を及ぼすほどの影響は与えなかったと考える。

股関節伸展トルクに変化が見られなかった靴 3 では足関節ピーク 2 からピーク 3 にかけて他の靴よりも底屈角度の変化が小さくなっていった。このピーク 2 からピーク 3 は歩行周期では立脚中期から立脚終期に相当する。この間、靴 3 では底屈運動に足趾背屈運動が加わることで底屈角度が小さくなっていった。そのため、股関節伸展トルクに影

響を及ぼさず、裸足歩行に近い状態で歩行可能であったことが示唆される。

津留ら⁷⁾は裸足歩行の利点として足趾 MP 関節の自由な運動による足のアーチ形成・足底での衝撃緩衝作用・固有受容器による衝撃吸収機構などを挙げている。また、長谷川ら⁸⁾によっても裸足歩行では足趾および足内側アーチを十分に活用して歩行を行なっていることが報告されている。裸足歩行では足趾および足内側アーチを十分に活用して歩行を行なっている。そして、足のアーチはスプリングの役割を果たし、衝撃を吸収し、歩行をスムーズにしている⁹⁾といわれており、このことから、裸足歩行はエネルギー効率や衝撃吸収の観点から利点が多いことがわかる。しかし、靴の着用によって立脚後期におこる足趾の動きを制限し、ウィンドラスメカニズムが制限を受けるため¹⁰⁾、遊脚期における前方への推進力が裸足歩行に比べて効率よく得ることができなくなっているとの報告もある。今回の結果からは、靴 3 のように靴を着用している状態で裸足歩行と同程度の効率で歩行可能であったことは興味深い知見を得ることが出来た。

最後に、全ての靴に共通してピーク 3 で膝関節屈曲角度が大きくなっている。ピーク 3 は立脚終期から遊脚期に相当する。立脚終期にしなりによる反発を受けることによって、その他の下肢関節に影響を与えていたと考える。

結 語

靴底構造の違いによる衝撃吸収作用からの力の軽減やウィンドラス機構の補助的な役割は認めなかった。

足趾運動は歩行において有益であるため、制限されることで他関節に影響を及ぼす。安全靴においては足趾運動があまり考慮されておらず、運動学的観点からは不利益な側面を認める。そのため、靴3のように靴自体の柔軟性がある事で、足趾運動を制限されず、効率の良い歩行となっていたというのは興味深い結果となった。

今回の研究は安全靴の使用環境とは異なる条件下で行なわれているため、今後は使用環境や歩行条件を考慮した研究を行なうことが必要であると考える。

文 献

- 1) 矢作 毅, 根元光明. 安全靴 (ワークシューズ) と腰痛の関連性について. 靴の医学 2003;17 (2):23-8.
- 2) 石塚忠雄. 新しい靴と足の医学. 東京: 金原出版; 1992. 217-8.
- 3) 赤木家康, 佐野精司他. 安全靴の作業性と足部愁訴の検討—第1報—. 靴の医学 1995;8:69-72.
- 4) 城戸正博. 改良安全靴による足の健康管理3年間の評価について. 靴の医学 1988;1:54-9.
- 5) 江原義弘, 山本澄子. 関節モーメントによる歩行分析. 東京: 医歯薬出版; 2004. 19-31.
- 6) 松尾重明, 田川善彦他. クッション材と人体への衝撃加速度. 靴の医学 1995;8:11-4.
- 7) 津留隆行, 山岡維昭他. 裸足歩行理論によるウォーキングシューズ. 靴の医学 1990;3:4-9.
- 8) 長谷川正哉, 金井秀作他. 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. 形態と機能 2007;75-80.
- 9) 藤井英夫, 前澤範明. 足診療マニュアル. 東京: 医歯薬出版; 1989. 26-9.
- 10) 松尾重明, 田川善彦他. クッション材と人体への衝撃加速度. 靴の医学 1995;8:11-4.

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

Gait character and adaptability of care shoes in elderly person of advanced age

¹新潟医療福祉大学 運動機能プロジェクト研究センター

²東京工科大学

¹Movement & Neuromuscular Research Center, Niigata University of Health and Welfare

²Tokyo University of Technology

阿部 薫¹, 江原 義弘¹, 小松 聡子¹, 石黒 圭広²

Kaoru Abe¹, Yoshihiro Ehara¹, Satoko Komatu¹, Keio Ishiguro²

Key words : 後期高齢者 (elderly person of advanced age), ケアシューズ (care shoes), 適合性 (adaptability), 歩行特性 (gait character), 屈曲性 (flexible)

要 旨

ケアシューズの選択基準を策定するにあたり、必要な基本的情報を得ることを目的に、後期高齢者の靴歩行特性と靴の適合性について歩行分析により検討した。対象はデイケアセンターに通所する後期高齢者 20 名とし、靴は 4 条件とした。足底圧分布測定の結果では、インソールが内蔵されていない靴は接触面積が少なく局所の圧力集中を認めしたが、インソールが内蔵された靴でも効果があまり発揮されていなかった。靴の MP 部の屈曲性が硬いほど、歩行速度が遅かった。以上より、後期高齢者の靴適合については、今回の計測項目のほかに、足部そのものの形状や寸法・軟部組織の状態、全身の運動機能など、幅広い因子が関与している可能性が示唆された。

諸 言

高齢者が健康に歩くためにはもちろん全身的に健康であることが基本である。さらにこれをサポートする靴の存在も大きな役割を持つ。

健常高齢者の歩行は成人の歩行、標準もしくはは正常歩行の延長線上にあり、高齢になるにしたがって筋力やバランス能力が次第に減じてくる状態であるといえる。そして 75 歳以上の後期高齢者は、いわゆる健常者の歩行とは異なるデータを示すことが知られている。しかし後期高齢者の靴歩行運動については十分な研究や調査が行われていないため、まずはその特徴を特定し、さらに歩行をサポートする靴の機能を解明することは社会的な意義が大きい。実際のところ、後期高齢者を対象とした研究を行うために、独歩可能な被験者を探してみると、デイケアセンターに通所する利用者に該当者が多いことが判明した。

そこでデイケアセンターに通所する利用者を対象として後期高齢者の靴に関する事前の調査を行った結果、「ケアシューズ」または「リハビリシューズ」と呼ばれている、福祉用具に分類される靴を

(2009/11/19 受付)

連絡先：阿部 薫 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町 1398 番地 新潟医療福祉大学 運動機能プロジェクト研究センター
TEL・FAX 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail kao-abe@nuhw.ac.jp

使用しているケースが多く見受けられた。しかしこれらの靴を選択（購入）する場合において、アドバイスを求められる施設職員であっても、明確な選択指標がないために、的確なアドバイスができないことがあった。このためこれらの靴の選択基準を策定する必要があると考えた。これらに必要な基本的情報を得るために、後期高齢者の靴歩行特性と靴の適合性について検討することを目的とした。

対 象

対象はデイケアセンターに通所する後期高齢者20名（女性19名，男性1名），年齢は 83.0 ± 4.3 歳であった。これらの対象者は，歩行補助具を使用せずに独立した歩行が可能で，歩行に支障のある足部疾患などを有しないことを条件とした。



図1. 靴条件

（左から条件1：あゆみ，条件2：マリアンヌ，条件3：快歩主義，条件4：パンジー）

方 法

(1) 靴条件

対象者の通所する複数のデイケアセンターおよび介護用品ショップなどからの聞き取り調査により，よく使用されている4つのメーカーを選定し，そのメーカーの代表的なアイテムをピックアップした。各条件とも，靴サイズ22cmに相当するサイズの片足重量は138gから164gと，大変軽量に作られていた。またMP部の屈曲性は軟らかいものから硬いものまであり，インソールが入っているものが2条件，入っていないものが2条件あった。なおこれら4条件の靴（図1，表1）をランダムに用いて歩行させた。

(2) MP部屈曲性の評価

靴の屈曲性に関するJIS規格（日本工業規格）はないが，独立行政法人産業安全研究所（現・独立行政法人労働安全衛生総合研究所）の安全靴・作業靴技術指針¹⁾には屈曲試験機による規格がある。また「MP部を20°屈曲させる力」を基準とした学会発表²⁾もあった。本研究は後者の方法に準拠し，ばね計りを用いてMP部を60度屈曲させるときの力を計測した。なおこの60度はpre swing時（立脚終期）のMP角度を再現したものである。（図2）

(3) 計測方法

測定場所は，被験者の通所するデイケアセンターの廊下で行い，計測1および2は同時に行った。

計測1：FスキャンII（ニッタ株式会社）を使用して，足底圧分布を計測した。

計測2：歩行の時間因子と距離因子をストップウォッチとテープメジャーを用いて計測し算出し

表1. 靴条件の情報

	条件1	条件2	条件3	条件4
重量 (22cm)	150g	157g	164g	138g
トゥスプリング	20°	10°	15°	15°
MP 屈曲性*	硬 2.5kg	中 1.0kg	軟 0.7kg	硬 3.0kg
インソール	カップ	なし	なし	フットベッド

*ばね計りを用いてMP部を60度屈曲させるときの力

た. 計測プロトコールは計測歩行路を 5m とし, 予備歩行距離として前後 2.5m を確保した. 歩行速度を指定せず快適歩行速度とし, 同一靴条件を 3 回ずつ計測した.

(4) 統計分析

各条件間の比較は, ウィルコクソンの順位和検

定 (Wilcoxon t-test) を用いた.

(5) 倫理

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会に研究倫理申請を行ない, 第 17096 号(平成 20 年 8 月 6 日付)の承認許可を得て行われた.

結 果

(1) 足底圧分布測定

計測 1 の足底圧分布測定では, F スキャン II の解析画面を足趾部・MP 部・中足部・後足部と 4 分割³⁾し, 接触面積・接触平均圧力・接触ピーク圧力を検討した. (表 2)

接触面積の比較では, 特に MP 部と中足部における条件 4 と他の条件間に有意差が認められた. (表 3) 接触平均圧力の比較では, 24 の検定結果のうち, 21 の組み合わせに有意差が認められ, 特に中足部と後足部での値に大きな差異が観察された. (表 4) 接触ピーク圧力の比較では, 24 の検定結果のうち, 23 の組み合わせに有意差が認められ, ここでも中足部と後足部での値に大きな差異が観察された. (表 5)



図 2. MP 部の屈曲測定

表 2. 部位別の足底圧分布測定の結果 (平均値)

接触面積 (cm ²)	足趾部	MP 部	中足部	後足部
条件 1	14.6 ± 3.4	38.7 ± 6.8	25.9 ± 7.4	36.7 ± 28.0
条件 2	14.7 ± 4.1	40.2 ± 5.0	27.6 ± 7.5	32.1 ± 4.3
条件 3	15.2 ± 3.3	38.5 ± 5.6	27.6 ± 8.9	34.5 ± 19.9
条件 4	13.8 ± 3.7	39.0 ± 5.7	23.4 ± 10.1	33.9 ± 3.4

接触平均圧力 (g/cm ²)	足趾部	MP 部	中足部	後足部
条件 1	659.5 ± 229.4	723.8 ± 259.5	355.7 ± 98.1	621.6 ± 180.3
条件 2	628.0 ± 206.6	731.3 ± 284.7	421.2 ± 128.9	725.6 ± 469.9
条件 3	629.6 ± 192.5	688.9 ± 260.6	312.6 ± 85.8	668.1 ± 181.8
条件 4	888.4 ± 346.5	716.0 ± 253.6	276.0 ± 75.1	619.4 ± 157.4

接触ピーク圧力 (g/cm ²)	足趾部	MP 部	中足部	後足部
条件 1	1296.7 ± 578.6	1680.2 ± 821.5	761.9 ± 593.5	1130.0 ± 393.4
条件 2	1303.3 ± 582.2	1858.8 ± 1019.7	820.3 ± 333.0	1277.7 ± 482.0
条件 3	1320.2 ± 507.4	1836.7 ± 1028.2	667.8 ± 330.6	1346.8 ± 904.9
条件 4	1770.9 ± 897.0	1707.5 ± 923.4	614.2 ± 379.8	1155.5 ± 389.0

表 3. 部位別の足底圧分布測定の検定結果 (接触面積)

足趾部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	*	ns	*
条件 2		ns	ns
条件 3			ns

MP 部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	ns	ns	**
条件 2		ns	**
条件 3			**

中足部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	ns	*	**
条件 2		ns	**
条件 3			**

後足部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	ns	ns	ns
条件 2		ns	ns
条件 3			ns

Result of Wilcoxon t-test

** p < 0.01 * p < 0.05 ns 有意差なし

表 4. 部位別の足底圧分布測定の検定結果 (接触平均圧力)

足趾部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	**	**	**
条件 2		**	**
条件 3			**

MP 部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	ns	**	**
条件 2		**	**
条件 3			ns

中足部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	**	**	**
条件 2		**	**
条件 3			ns

後足部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	**	**	**
条件 2		**	**
条件 3			ns

Result of Wilcoxon t-test

** p < 0.01 * p < 0.05 ns 有意差なし

(2) 時間因子と距離因子

歩行の時間因子として歩行速度を、また距離因子として歩幅を検討した。(表 6)

歩行速度の比較では、6つの検定結果のうち4つの組み合わせに危険率 0.01 で高い有意差が認められた。歩幅の比較では、6つの検定結果のうち、3つの組み合わせに危険率 0.05 で有意差が認められた。(表 7) しかし実際の平均値を比較すると最大と最小で 1cm 以内であった。

考 察

(1) 靴の適合性について

条件 1 と条件 4 の特徴はインソールを内臓していたことである。フットベッドインソールの特徴として、中足骨パッドの機能により MP 部の接触平均圧力および接触ピーク圧に差異が生じると予測される。これらの検定結果(表 4, 5)では有意差が認められるが、条件 1 と条件 4 のインソール

には中足骨パッド部に相当する形状がなく、平均値(表 2)から勘案すると被験者数が少ないことによる偏りであると考えられた。

フットベッドインソールの第 2 の特徴として、内側縦アーチパッド部の機能により中足部の接触面積・接触平均圧力・接触ピーク圧に差異が生じると予測される。接触面積の比較(表 3)において、条件 1 はインソールが内臓されていない条件 2 との間に有意差を認めず、さらに条件 3 および条件 4 との比較において有意差が認められた。また平均圧力の比較(表 4)においては、平均値(表 2)と併せて勘案すると、条件 1 に対して条件 2~4 はすべて有意差が認められたが、インソールを内臓していない条件 3 の平均値(表 2)の方が低値を示していることから、条件 1 のインソールは中足部のアーチサポート機能が発揮されていないことが判明した。これはいわゆるカップインソールという形状で、ヒールカップ部が形成されているだけの

表 5. 部位別の足底圧分布測定の検定結果 (接触ピーク圧力)

足趾部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	**	**	**
条件 2	/	ns	**
条件 3	/	/	**

MP 部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	**	**	**
条件 2	/	**	**
条件 3	/	/	**

中足部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	**	**	**
条件 2	/	**	**
条件 3	/	/	**

後足部	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	**	**	**
条件 2	/	**	**
条件 3	/	/	**

Result of Wilcoxon t-test

** p < 0.01 * p < 0.05 ns 有意差なし

もので、中足部のアーチ形状が欠如していることが原因と考えられる。

一方、フットベット構造になっている条件 4 のインソールは、接触平均圧力 (表 4) において、条件 1 および条件 2 との間に有意差を認め、条件 3 との比較では有意差が認められなかった。平均値 (表 2) によれば最低値を示しているが、実際のところインソールを内蔵していないフラットな中底形状の条件 3 との間に有意差が認められないのは、条件 4 のインソール形状が足裏形状に適合していないことを示唆していると考えられた。

条件 2 および条件 4 に比較して、条件 1 と条件 4 の後足部における接触ピーク圧力が低値 (表 2) であり、検定結果 (表 5) でも有意差が認められたことは、インソールのカップ形状の効果が関係しているものと考えられた。また条件 4 は差高が 2.5 cm と最も高いため足趾への圧力が集中し、中足部の接触面積が少なかったことについては、Windlass

表 6. 歩行速度と歩幅の結果 (平均値)

	歩行速度 (cm/sec)	歩幅 (cm)
条件 1	67.4 ± 23.1	39.3 ± 9.7
条件 2	67.1 ± 19.3	38.5 ± 9.3
条件 3	69.1 ± 19.6	38.8 ± 8.8
条件 4	67.7 ± 21.0	38.6 ± 9.3

表 7. 歩行速度と歩幅の検定結果

歩行速度	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	**	ns	**
条件 2	/	**	ns
条件 3	/	/	**

歩幅	条件 2	条件 3	条件 4
条件 1	*	ns	ns
条件 2	/	ns	*
条件 3	/	/	*

Result of Wilcoxon t-test

** p < 0.01 * p < 0.05 ns 有意差なし

action が働いたためではないかと考えられた。

以上のことから、条件 1 と条件 4 のインソールは後足部以外の部位における足底圧力分散に対する機能が効果的に発揮されていないことが判明した。

(2) 時間因子と距離因子について

歩行速度については、平均値 (表 2) によれば条件 3 が最速値であり、検定結果では条件 2 および条件 4 との間に有意差が認められた。歩行速度については、靴の MP 部の屈曲性が軟らかいほど、歩行速度が速いと考えられるが、MP の屈曲性 (表 1) では条件 1 は屈曲性が硬い (2.5kg) であるにもかかわらず、条件 3 との間に有意差が認められなかった。つまり条件 1 はある程度早く歩行することができることを示していた。実際の靴を観察すると toe spring が 20° と大きい設定になっており、push off への円滑な歩行動作が行なわれているため、MP 部の屈曲性が硬くても十分な歩行速度を確保できていると考えられた。したがって toe spring はある程度大きく設定され、かつ MP 部の屈曲性が軟

らかい靴を使用した場合、歩行が速くなることが判明した。

歩幅については、差異の決定要因は不明であったが、被験者間の運動能力のばらつきが関係しているのではないかと思われた。

以上のことから、後期高齢者の靴適合については、今回の計測項目のほかに、足部そのものの形状や寸法・軟部組織の状態、全身の運動機能など、幅広い因子が関与している可能性が示唆された。今後はこれらの指標を追加検討し、併せて症例数

増加、靴の種類、インソールの形状等を変えて検討していきたい。

文 献

- 1) 産業安全研究所編. 安全靴・作業靴技術指針. 産業安全研究所; 2006. 23-4.
- 2) 渡辺 純他. 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. 義装会誌 1994;10(S):179-80.
- 3) 阿部 薫他. 歩行機能を重視したバックバンドサンダルの開発と効果検証. 靴の医学 2008;22(2):37-41.

病院勤務の整形外科医からみたナースシューズ Problems of nurse shoes from the viewpoint of orthopaedic doctors in hospitals

¹⁾高橋整形外科

²⁾仙台赤十字病院整形外科

³⁾東北大学病院整形外科

¹⁾Department of Orthopaedic Surgery, Takahashi-seikeigeka Clinic

²⁾Department of Orthopaedic Surgery, Sendai Red Cross Sendai Hospital

³⁾Department of Orthopaedic Surgery, Tohoku University School of Medicine

高橋 公¹⁾, 北 純²⁾, 羽鳥 正仁³⁾
Tadashi Takahashi¹⁾, Atsushi Kita²⁾, Masahito Hatori³⁾

Key words : ナースシューズ (nurse shoes), アンケート調査 (questionnaires), 病院勤務の整形外科医 (orthopaedic doctors in hospitals)

要 旨

ナースシューズ (以下シューズ) に関して病院勤務の整形外科医にアンケート調査を行った。シューズを支給する病院は減少傾向にあり、一切支給しない病院が増加している。「開放式」のシューズが減少して「閉鎖式」が増加し、通常のウオーキングシューズも浸透してきた。約4人に1人の医師が愁訴をもつ看護師の診察をしていて、更にシューズの改良を求めている。

緒 言

シューズによる足の愁訴や障害について本学会でも報告され、討論されてきた。

今回、病院でのシューズの支給方法や装着状況

が10年前と比較して現在どのように変化してきたか、病院勤務の整形外科医が看護師を診察したことがあるか調査し、医師の意見も聞き検討を加えた。

対象と方法

仙台市内の病院の整形外科医に対して、病院でのシューズの支給状況と装着状況について10年前の状況と現在の状況がどのように変化したか、並びにその間医師が看護師の診察をしたことがあるか、等の項目を作成したアンケート用紙を配布した。

シューズの型の分類として、我々はサンダルのように足指が露出しているものを「開放式」とし、パンプスのように足指まで覆っているものを「閉鎖式」とした¹⁾。

結 果

病院勤務の整形外科医70名にアンケート用紙を配布し、43名より返事を頂いた(回収率61.4%)。

(2009/10/05 受付)

連絡先: 高橋 公 〒981-3212 宮城県仙台市泉区長
命ヶ丘 6-15-10 高橋整形外科
TEL 022-378-5811 FAX 022-377-0977
E-mail hibridge@cb4.so-net.ne.jp

表 1. 支給状況

	10 年前		現在	
	採用時	採用後	採用時	採用後
シューズ支給	29	25	25	19
現金支給	0	0	1	1
支給しない	6	10	17	20

表 2. 装着状況

	10 年前	現在
閉鎖式	2	20
閉鎖式 + 開放式	34	17
シューズ以外	1	7

病院指定のシューズを支給する病院は、採用時 10 年前が 29 病院と多かったが、現在は 25 と減少し、採用後も同様の傾向が見られた。(表 1)現金で支給する病院は、10 年前は無かったが、現在は 1 病院ある。一切支給しない病院は 10 年前が 6 病院と少なかったが、現在は 17 と増加し、採用後も 10 から 20 病院に増え同様の傾向が見られた。

シューズの装着状況を見ると、「閉鎖式」は 10 年前では 2 病院だったが、現在は 20 と増加している。(表 2)「閉鎖式」と「開放式」の混合群は 10 年前には 34 病院と多かったが、現在は 17 と半減している。また普通のウォーキングシューズは 10 年前には 1 病院だけだったが、現在は 7 と増加し病院に浸透してきた。医師も普通のウォーキングシューズでも良いという人が 10 名 (23.5%) もいる。

看護師の診察をした医師は 43 名中 10 名 (23.3%) で、約 4 人に 1 人は看護師より相談を受けている。症状としては、足の痛みが 9 名と最も多く、疲労 4、変形 3 と続いている。医師が診察した症例数は、1 例が 2 名、2 例が 3 名、3 例が 2 名で、多数例診察した医師が 1 名あった。

病名は、外反母趾が 5、胼胝が 3、バニオンが 2、腱鞘炎が 2、鶏眼、モートン神経種、扁平足、開張足、打撲・捻挫が各々 1 となっていた。

シューズの改善を希望している医師も 11 名いた。

考 察

シューズの支給状況

1999 年に仙台市内の病院や診療所など 700 施設にシューズについてアンケート調査を行った²⁾。それを見ると看護師採用時シューズを支給したのは 330 施設のうち 237 の 71.8% であった。これと今回の病院だけの調査では、10 年前の支給率は 43 病院のうち 29 病院の 67.4% に近似しているが、現在の支給率は 25 病院の 58.1% に減少してきた。(表 1)

1999 年の調査で、費用を現金で支給すると答えたのが 6 施設あった。しかし今回の調査では、10 年前は無く、現在は 1 病院に留まった。そして、1999 年の調査で、年間の支給額を決めて自由に購入させてやりたいと言う希望が 42 施設に見られ、今後このようなパターンが増えてゆくように思われる²⁾、と述べたが、診療所はともかく病院ではそのような方向になっていない。

また、今回の調査で支給しないと答えたのは、10 年前が 43 病院のうち 6 の 13.9% であったが、現在は 17 病院の 39.5% に上がり、約 3 倍に達した。これは公立 11 病院、私立 9 病院と公私の病院に関係無く一様に支給率が悪くなってきた。

これらを考え合わせると、現在の世相を反映し病院の経済状態の悪化が挙げられるが、今後医師は看護師の足の愁訴や障害をみて対処するだけでなく、さらに靴への関心を持ちどのような靴が推奨されるかについての情報を提供してゆく必要がある。

シューズの装着状況

1993 年に仙台市内の 4 病院の看護師に対して

シューズの型について調査した¹⁾。当時看護師 944 名中 902 名が「開放式」(95.5%)を装着し、僅か 34 名が「閉鎖式」(3.6%) だった。ところが今回の調査では、10 年前には「閉鎖式」が 2 病院 (4.6%) だけだったが、現在は 20 病院 (46.5%) に増加してきた。そして「閉鎖式」と「開放式」の混合は、10 年前が 34 病院 (79.0%) だったが、現在は 17 病院 (39.5%) に半減してきた。これは「閉鎖式」が多くなってきたことを意味する。10 数年前は通気性が良く、着脱しやすく、足指の動きが良い「開放式」が好まれていたが、現在は、院内安全対策が進み怪我の発現を受けにくい安全性を重視した「閉鎖式」が多く採用されるようになってきた。

自覚症状と疾患

整形外科医 43 名のうち 10 名が何らかの愁訴を有する看護師の診察をしていた。約 4 人に 1 人が診察していたことになる。1 人の医師が診察した看護師は 1 名から 3 名であるが、多数診察した医師が 1 名いた。

自覚症状としては、第一に疼痛を主訴とする看護師が多く (9 名)、次いで疲労 (4 名) と続いた。1993 年に看護師を調査した時¹⁾、疲労を訴えた人は 944 名中 802 名 (84.9%) で最も多く、次いで疼痛は 665 名の 72.5% に見られ、今回の調査と逆転している。

また 1993 年の調査で、足の疾患としては「タコ」が最も多いと答え、次いで「変形」と続いた。今回の疾患のうち胼胝、パニオン、鶏眼を合計すると最も多くなり、当時これらを「タコ」と総称されていたかも知れず、皮膚疾患は現在でも最多である。次いで外反母趾と続いている。

以上よりシューズによる症状としては、自覚的には疲労と疼痛、疾患として皮膚症状と外反母趾が多いようである。

シューズの改良点

整形外科医にシューズについての意見を聞いてみた。現状のままで良いという人が 16 名であるが、改良した方が良いという人が 11 名あり、約 4 分の 1 の人が改良を求めている。今回の改良点として、

通気性よく蒸れない、前足部を幅広く、個々の足に合うように、軽く疲れない、クッション良く滑りにくい、見栄えの良い等を挙げている。1994 年に看護師を対象に理想的なシューズについて意見を求めたことがある³⁾。回答数の多い順から見ると、蒸れなくて通気性が良い、種類を多く揃えてもらいたい、軽量化がベスト 3 であった。以下今回と似た意見が多かった。

これらの要望に対して、靴メーカーは研究改良して新製品を発売してきた⁴⁾。医療機関も支給方法の改善や自由選択の方向へ積極的な態度で臨んできた²⁾。このような背景が出来てきたので、今後医療サイドと靴メーカーの意見交換などが行われてシューズの改良に大きく貢献していくものと思われる⁵⁾、と述べた。

同じ頃看護師も靴に対する関心が高まり、看護師が主体となってナースシューズによる足部愁訴の問題を研究していくことが今後の課題だと 2002 年に看護師自身が発表した⁶⁾。

上述の如く、現在も従来の改良点あまり変わらないとすれば、さらに看護師とも交流を持ち、検討していく必要があると思われる。

ウォーキングシューズの浸透

前述のシューズについて看護師に質問した時に、理想的な履物の種類としては、スニーカーやスポーツシューズを最も多く挙げていた³⁾。筆者は、1996 年にいわゆるナースシューズというレッテルが将来無くなり逆にスポーツシューズのようなものが日本の医療機関を占領しかねない、と言及した⁷⁾。1999 年医療機関に同じ質問をしたら、シューズ以外の運動靴やサンダルでも構わないという意見が 54 施設から出ていた²⁾。今回の調査で、通常のウォーキングシューズのようなものでも良いという医師が 10 名で、実際 10 年前は 1 病院だけだったが、現在は 7 病院と増加してきた。今後もナースシューズという形式にこだわらない医療機関がさらに増えてくるように思われる。

結 語

シューズを支給しない病院が10年前より約3倍増加し、現在の世相を反映し病院の窮状を露呈しているようである。

10数年前は圧倒的に「開放式」のシューズが多かったが、現在は「閉鎖式」が多くなり、通常のウォーキングシューズも出回ってきて安全性を求めるようになってきた。

靴メーカーの新製品の開発や医療機関のシューズの選択方法および看護師の関心の高まりが見られるが、看護師の足の愁訴や症状は10数年前とあまり変わりなく存続している。今後診察する機会の多い整形外科医を含め、お互い連携してシュー

ズの改善に取り組んで行かなければならない。

文 献

- 1) 高橋 公他. ナースシューズと足の愁訴. 靴の医学 1993;7:159-63.
- 2) 高橋 公. 医療機関からみたナースシューズ. 靴の医学 1999;13:37-47.
- 3) 高橋 公. ナースシューズの構造と装着感. 靴の医学 1994;8:116-20.
- 4) 高橋 公他. 靴メーカーからみたナースシューズ. 靴の医学 1997;11:61-5.
- 5) 高橋 公. ナースシューズによる足の愁訴とその背景. 整形・災害外科 2003;46:1465-72.
- 6) 新井千波. ナースシューズが足部に及ぼす影響. クリニカルスタディ 2002;23:30-6.
- 7) 高橋 公. ナースシューズの構造と足の愁訴—アンケート調査と今後の課題について—. 仙台市医師会報 1996;386:18-22.

整形靴技術者養成の10年間の振り返りと
義肢装具士養成教育における整形靴技術教育導入の試み
Review of 10 years education for orthopedic footwear and
Implementation of OF education in prosthetist
and orthotist education program

神戸医療福祉専門学校三田校

Kobe College of Medical Welfare Sanda Campus

内田 充彦, 島村 雅徳

Mitsuhiko Uchida, Masanori Shimamura

Key words : 義肢装具士 (Prosthetist and orthotist), 整形靴 (Orthopaedic shoes), 教育 (Education)

はじめに

「我が国では靴型装具製作技術者の教育ならびに養成は全く行われていない。」1993年, 加倉井が指摘しているように¹⁾, 1999年の神戸医療福祉専門学校三田校整形靴科(設立当初シューフィッターコース)設立以前には, 我が国では整形靴製作技術者の教育は全く行われていなかった。その後, 1996年に国立身体障害者リハビリテーションセンターで義肢装具士を対象とする1週間の研修が始まった。しかしそれは整形靴製作技術者を養成するという点では十分であるとは言えないものであった。

そこで, 1997年に義肢装具士の養成を始めた本校では, 医療の現場において, 特に足に障害を持つ一人一人に合う靴を製作する技術者の不足を感

じ, 義肢装具士や他の医療職と連携して働くことのできる整形靴技術者を養成する2年制課程を設置した。

2009年, 本校整形靴科は設立10周年を迎えたが, これを機にこれまでの10年を振り返り, 本校での新しい取り組みについて紹介したい。

整形靴科の概要

神戸医療福祉専門学校三田校整形靴科は靴型装具を製作する製作技術者を養成する専門学校として, 1999年に設立された。学科は2年制であり, 2009年現在, 1~9期237名が卒業している。

卒業生のうち, 約半数(48%)は義肢装具製作企業に勤め整形靴の製作に携わっている。19%は健康靴販売店での接客や靴の調整, 19%はアシックス等の靴メーカーにおいて商品開発や特注靴への対応を行っている。

整形靴科の養成目標は, 単に靴の製作技術を持つだけでなく, 足の変形や靴の補正の正しい知識・専門用語を習得し, 医療職からの指示を適切に理

(2009/11/02 受付)

連絡先: 内田 充彦 〒669-1313 兵庫県三田市福島501-85 神戸医療福祉専門学校三田校
TEL 079-563-1222 FAX 079-563-1294
E-mail uchida@kmw.ac.jp

解し協働できることとし、また最終的には医学的に正しいだけでなく、利用者の履きたくなるようなデザインも実現した靴作りができることである。

整形靴科の養成カリキュラムの概要

現在の整形靴科の2年間のカリキュラムは合計1,620時間であり、整形靴に関する専門実習科目に加え、基礎科目、ビジネス科目から成っている。

基礎科目では、英語、コンピュータなどの一般教養科目の他、足の構造や機能を知るための「解剖学」や「運動学」、足の疾患について知るための「整形外科学」などを学ぶ。また、関連領域の「義肢装具学」、「医療関係法規」などについても学習する。

ビジネス科目は、靴関連業界について知り、円滑に就職活動を進めるための「キャリアガイダンス」と、関連職種との連携を行い、お客様との良好なコミュニケーションをとるための「コミュニケーションスキル」、「接客販売実習」から成っている。

靴の専門科目では、靴製作に使用する材料をその特性について学ぶ「靴材料学」、靴の構造と機能について学ぶ「靴デザイン学」、靴製作に関わる専門知識について学ぶ「靴専門知識」などを履修する。また靴の製作に必要な足の評価と情報収集について学ぶ「足情報収集論」、2年次には疾患に対する靴での対応方法について学ぶ「整形靴理論」がある。

整形靴科の養成カリキュラムの中でも、靴型装具や足底装具の製作について学ぶ専門実習には最も多くの時間が割かれている。

1年次の前期では整形靴の製作に必要な様々な製作技術を修得することを目標として、「靴の修理」、「既製靴の靴底の加工」、「足底板の製作」などを行う。また、それと並行して、靴の型紙を起こしアップパーを製作する「製甲」についても履修する。

1年次の後期では、前期の履修内容を踏まえ、整形靴製作を開始し、まず、既製の木型を加工して2足の靴を製作する。

2年次ではその応用として、採型した足のギブスモデルから靴型を起こし、靴型装具を製作する方法について履修する。比較的軽度な足の変形を持つものから、重度なものまで3足の木型を起こし、靴を製作する。また、伝統的な靴の製法や、就職後の製作現場で効率的に靴を製作する方法についても取り組んでいる。

整形靴科 10年間の成果と課題

このように、本校では10年間に渡り整形靴製作技術者の養成を行い、多くの卒業生を義肢装具業界に輩出してきた。これにより、より外観に優れ、より機能的な靴型装具が供給されるようになってきたことには一定の自負を抱いている。

義肢装具業界における整形靴技術者の存在はますます大きくなり、2009年には社)日本義肢協会は厚生労働省の後援により、「靴型装具製作者認定セミナー」および「認定試験」が実施された。この認定試験では、本校の卒業生も含め約150人が認定された。

ただし、治療中の患者の採型や適合は国家資格を持つ義肢装具士が携わらなければならない。そして、デザインだけでなく機能性に優れた適切な靴型装具を製作するためには、製作技術者のみでなく、製作技術者に適切な指示を出せる整形靴技術の専門性の高い義肢装具士が必要であり、義肢装具士の再教育、養成校での追加教育が必要であると考える。

その他に本校整形靴科では、靴の学科ならではの取り組みとして、文化祭において一般生活者を対象に「シューフィッティングデイ」として足と靴の無料相談会を行っている。また、伝統的な製法で製作した卒業製作を展示し、一般の方への靴型装具の啓蒙を行う「卒業製作展示会」などを毎年実施している。これらの取り組みを通じ、靴型装具の普及と啓蒙にも努めている。

義肢装具士教育への整形靴技術教育の取り組み

上記のように靴型装具に適した採型方法や、靴

のデザインや機能に鑑みた適切な指示を出すことのできる義肢装具士の養成を目指し、本校では2006年より義肢装具士養成校の卒業生を対象とする整形靴技術専攻科で義肢装具士のアップグレード教育を実施しており、また2008年に設立した義肢装具士科4年制では270時間以上の整形靴の科目群を導入している。

義肢装具士科4年制では、2年次から整形靴系科目群の履修が始まる。2年次では靴の構造や機能について学習し、靴底の補正や足底装具の製作を行う。3年次では、既製靴加工の応用編として、足部切断や足趾欠損の装具の製作を行う。4年次では、整形靴技術の本格的な導入を行う。適切な靴型装具の処方に必要な材料の知識や靴の製法、採寸・採型などについて履修する。その際には実際に足に疾患のある方をモデルさんとして迎え、個々の障害に合った整形靴を製作する。

また、課題学習として整形靴を専攻とした学生

は、より多くの時間を自主課題として整形靴の製作や研究開発を行っていくことになっている。

ま と め

本校における整形靴技術者教育の振り返りと、義肢装具士への整形靴技術教育の試みについて紹介してきた。

今後は、整形靴の専門知識を備えた義肢装具士の指示のもとに、専門技術をもった靴型装具製作技術者が靴を製作することで、多様な患者・障害者のニーズに応えることができると考える。

文 献

- 1) 加倉井周一. 我が国の整形外科靴製作の現状と問題点. 日本義肢装具学会誌 1993;9 (3):319-20.
- 2) 只野 一. 整形靴技術者の育成. 靴の医学 2002;16 (1):38.
- 3) 真殿浩之他. 義肢装具製作所で製作された靴の紹介. 靴の医学 2006;20 (2):74-6.

足アーチ構造の機能解明
—歩行時における冠状面での動態および加齢変化—
A biomechanical study of the function of the foot arch
—a change by aging—

¹⁾慶應義塾大学月が瀬リハビリテーションセンター整形外科

²⁾慶應義塾大学整形外科

³⁾至誠会第2病院整形外科

⁴⁾星野整形外科クリニック

⁵⁾永寿病院整形外科

⁶⁾立川共済病院整形外科

¹⁾Department of Orthopaedic Surgery, Keio University, Tsukigase Rehabilitation Center

²⁾Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

³⁾Department of Orthopaedic Surgery, Shiseikai-daini Hospital

⁴⁾Department of Orthopaedic Surgery, Hoshino-seikeigeka Clinic

⁵⁾Department of Orthopaedic Surgery, Eiju Hospital

⁶⁾Department of Orthopaedic Surgery, Tachikawa-kyousai Hospital

橋本 健史¹⁾, 井口 傑²⁾, 宇佐見則夫³⁾, 星野 達⁴⁾

平石 英一⁵⁾, 須田 康文²⁾, 小久保哲郎⁶⁾

Takeshi Hashimoto¹⁾, Suguru Inokuchi²⁾, Norio Usami³⁾, Tohru Hoshino⁴⁾,

Eiichi Hiraishi⁵⁾, Yasunori Suda²⁾, Tetsuro Kokubo⁶⁾

Key words : 足アーチ (foot arch), バイオメカニクス (biomechanics), 歩行 (gait)

要 旨

本研究の目的は動的歩行解析の手法を用いて、足縦アーチ構造を作る平面が歩行時の冠状面での動態とまたそれが加齢によってどう変化していくかを検討することである。対象は足に愁訴のない

(2009/11/02 受付)

連絡先: 橋本 健史 〒410-3293 静岡県伊豆市月ヶ瀬
380-2 慶應義塾大学月が瀬リハビリテーション
センター整形外科
TEL 0558-85-1701 FAX 0558-85-1810
E-mail hashimoto@ktrc.med.keio.ac.jp

若年, 壮年, 高齢者の9名とした。裸足で足部に赤外線反射マーカーを貼り付け歩行させた。この3次元座標から、足縦アーチ面の法線ベクトルを計算して冠状面での動態を検討した。歩行時に足縦アーチ面は、踵接地直前に内返し、踵接地直後に外返しが生じた。その変化は若年群で最も急激で大きかった。趾接地後は、若年群では内返し、壮年群では無変化、高齢者群では外返しが生じた。歩行相全体での変化量は、若年群で最も大きく、高齢者群で小さかった。

a) 緒言

足アーチ構造は、歩行時にどのような動的機能を持っているのであろうか。本研究の目的は、動的歩行解析の手法を用いて足縦アーチ構造が冠状面において歩行時にどのような働きをしているのか、またそれが、加齢によってどう変化していくかを検討することである。

b) 対象と方法

対象は足に愁訴のない若年（20歳代，平均28

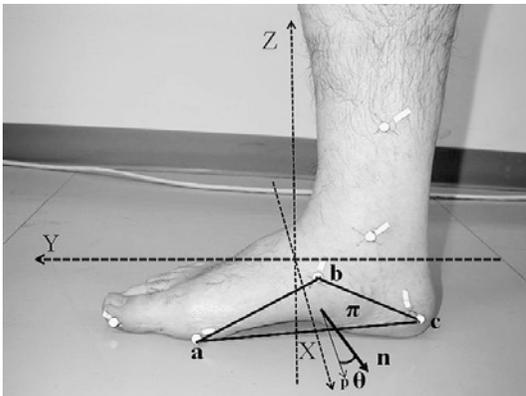


図1. 足部内側に貼付した赤外線反射マーカ。a: 第1中足骨頭部。b: 舟状骨結節部。c: 踵骨内側部。π: 点abcから作られる平面。縦アーチ面とした。n: πに対する法線ベクトル。p: 矢状面YZ平面に対する法線ベクトル。θ: ベクトルnとベクトルpのなす角。

歳) 3名, 壮年 (40歳代, 平均47歳) 3名, 高齢者 (65歳以上, 平均71歳) 3名の健常ボランティア合計9名とした。裸足で足関節内果, 踵骨内側部, 舟状骨結節部, 第1中足骨頭部内側および母趾末節部に赤外線反射マーカを貼り付け歩行させた。マーカの反射光をCCDカメラで取り込み, 3次元動態解析装置(ProReflex, Gothenburg, Sweden)を使用してマーカの3次元座標を120Hzで計測した。踵骨内側部, 舟状骨結節部, 第1中足骨頭部内側のマーカを含んだ面を縦アーチ面とした。この面に対する法線ベクトルと矢状面に対する法線ベクトルとのなす角度を計算した。(図1)

この角度が冠状面において歩行時にどのように変化するかを検討した。

c) 結果

すべての年齢層において、踵接地直前において縦アーチ面(π)は内返しとなり、踵接地時において、外返しとなった。この変化は若年群ほど大きく、壮年群, 高齢者群と年齢があがるにつれて小さくなった。

趾接地後は、縦アーチ面(π)は、若年群では内返し、壮年群では変化せず、高齢者群では外返しとなった。

歩行相全体での縦アーチ面(π)の法線ベクトル

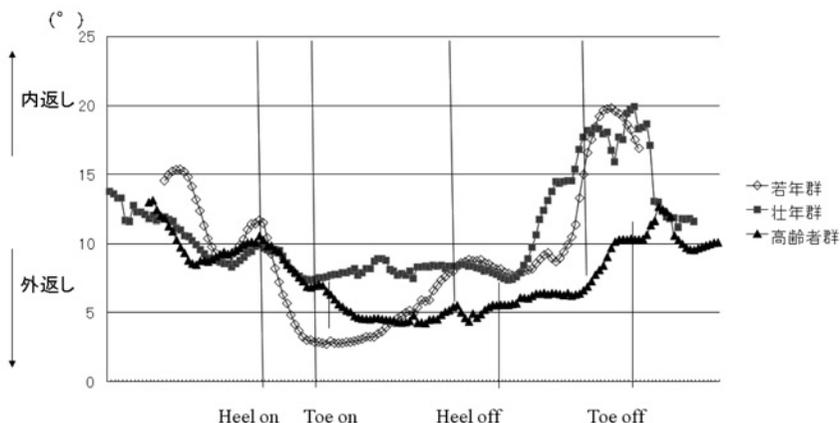


図2. 各年齢層別の歩行時におけるθの角度変化。θは図1で定義。

の変化量すなわち、冠状面における角度変化量は、若年群で最も大きく、壮年群では中等度で、高齢者群では最も小さかった。(図2)

d) 考 察

われわれは、3次元動態解析法を用いて歩行時の足アーチのふるまいを報告してきた^{1)~4)}。本研究では、足アーチ構造の冠状面での歩行時の動態に注目して報告した。

踵接地直前に縦アーチ面が内返しをした理由は、後脛骨筋が収縮してショパール関節をロックしてrigidな足をつくり、踵接地の衝撃に備えようとしたのではないかと考えられる⁵⁾。若年群でその変化が速く大きかった理由はその筋力の大きさと制御神経系の反応の速さによるのではないかと思われた。

踵接地直後に縦アーチ面が外返しをした理由は、踵接地の衝撃によるものであり、若年群で最も変化が大きかった理由は、筋骨格系の柔軟性があることと直前の内返しが大きかったことの反動ではないかと考えられた。

趾接地後に若年群で縦アーチ面の内返しが始まるのは、踵離地にむけてその準備が早くも始まるためであり、高齢者群で外返しが続くのは、筋力が弱いため、内返しの力が十分に機能しないためと考えられた。

歩行相全体での縦アーチ面の冠状面における角度変化量が若年群で最大であった理由は、筋力が最大であること、筋骨格系の柔軟性が大きいことによるのではないかと考えられた。

高齢者の歩行の特徴としては、山田らは高齢者

の歩行は、前後方向、上下方向の動きが減少した歩行であると述べた⁶⁾。川上らは高齢者の歩行では床反力計でピーク値が低く、2峰性を示さなかったと述べた⁷⁾。これらはいずれも高齢者の筋力の低下や柔軟性の低下によると考察され、われわれの結果とも整合性をもつものである。

e) 結語・まとめ

(1) 歩行時における縦アーチ面は、踵接地直前に内返し、踵接地直後に外返しが起こる。その変化は若年群で最も急激で大きかった。

(2) 趾接地後は、若年群では内返し、壮年群では無変化、高齢者群では外返しが生じていた。

(3) 歩行相全体での変化量は、若年群で最も大きく、高齢者群で小さかった。

文 献

- 1) 橋本健史, 池澤裕子, 星野 達他. 歩行時における靴の機能についての運動学的検討. 靴の医学 2003;17:92-5.
- 2) 橋本健史, 池澤裕子, 谷島 浩他. 歩行時における靴の機能についての運動学的検討—windlass mechanismに対する効果について—. 靴の医学 2004;18:76-80.
- 3) 橋本健史, 井口 傑, 宇佐見則夫他. 高齢者の靴についてのバイオメカニクスの検討. 靴の医学 2007;21:108-12.
- 4) 橋本健史, 井口 傑, 宇佐見則夫他. 足アーチ構造の機能解明—加齢による変化—. 靴の医学 2008;22:56-60.
- 5) Elftman H. The transverse tarsal joint and its control. Clin Orthop 1960;16:41-6.
- 6) 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.
- 7) 川上篤志, 郷原英治, 清水紀和他. 高齢者歩行の立脚期における力学特性. 靴の医学 1996;10:69-75.

3層構造を有する足底挿板の足部疾患に対する使用成績

Clinical results of three layered insole for foot disorders

¹東北大学整形外科

²千葉商店

³仙台赤十字病院整形外科

¹Department of Orthopaedic Surgery, Tohoku University School of Medicine

²Chiba Orthopedic Shoe Maker Co, Ltd.

³Department of Orthopaedic Surgery, Sendai Red Cross Hospital

羽鳥 正仁¹，須田 英明¹，千葉 和彦²，北 純³，井樋 栄二¹
Masahito Hatori¹，Hideaki Suda¹，Kazuhiko Chiba²，Atsushi Kita³，Eiji Itoi¹，

Key words : 足底挿板 (Insole)，外反母趾 (hallux valgus)，扁平足 (flat foot)

要 旨

足部疾患に対して我々が用いている3層構造の足底挿板の治療成績を報告する。

調査期間は2007年6月から2009年4月である。患者数は46名(男性6名 女性40名)で年齢は、10歳から82歳(平均年齢51歳)であった。足底挿板処方時と装着後(平均1.5ヶ月後)の状態を日本足の外科学会 足部・足関節治療成績判定基準を用いて評価した。中足部、2-5趾以外は有意な改善がみられた($p < 0.01$)。作成した足底挿板は、積層構造を有しており個々の足の形態、各障害に応じて適合することが可能で足部疾患に対して有用な治療方法であると考えられる。問題点としては、靴に合わせて作成するため履く靴が限定されてしまうことが挙げられる。

緒 言

足部疾患に対して足底挿板は有用な治療法の一つである。我々は外反母趾、扁平足など足部障害に対し積極的に使用しその治療経験を報告してきた^{1)~4)}。足底挿板は、①足部の変形の矯正、②足部アーチの支持、③疼痛、炎症部分の免荷、④脚長差の矯正などに用いられる。その種類には靴の中敷(インソールタイプ)、部分的に挿入する挿板、局所的なものがある⁵⁾。従来用いられてきたベルトで足に装着するタイプでは、靴にフィットしない、歩行時容易にずれてしまう、固定性が弱くアーチサポートとして機能が十分でない、後足部の制御が出来ないなど様々な問題点があった。各種足部障害に適合可能な3層構造型の足底挿板の特徴と臨床成績について報告する。

足底挿板構造と作成

足底挿板はトップ、支持部、土台の3層構造となっている。(図1)トップは、装着時の感触を良好なものにしつつ、疼痛、腓胝に対する徐圧、衝撃吸収するクッションとしての役目を果たす。おも

(2010/01/20 受付)

連絡先: 羽鳥 正仁 〒980-8574 宮城県仙台市青葉区
星陵町 1-1 東北大学整形外科
TEL 022-717-7245 FAX 022-717-7248
E-mail mhato@m.tain.tohoku.ac.jp

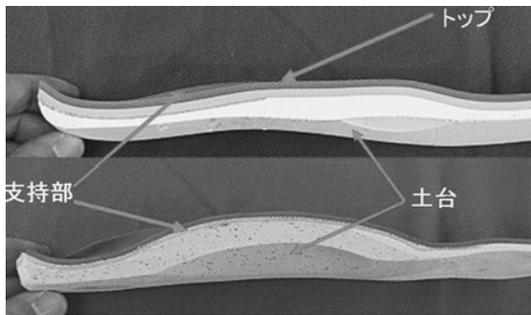


図1. トップ, 支持部, 土台の3層構造

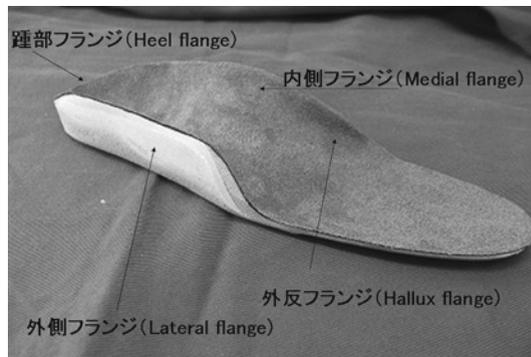


図3. 足底挿板の外観 フランジを示す.

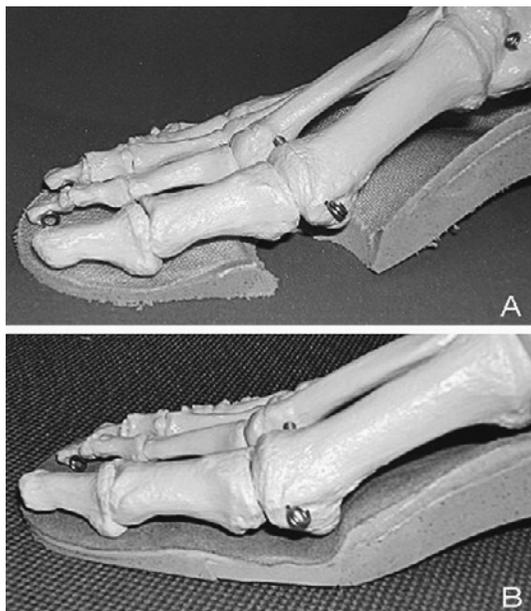


図2. 種子骨障害例. いったんすべて完成させ疼痛部だけくりぬき, 衝撃吸収材(ウレタン)にて徐圧する.

にEVA(エチレン・ビニルアセテート)を使用している.EVA系はエチレンとビニルアセテートの混合材料であり硬度に従い各種用意されている.潰瘍等ある場合は,ウレタン系を部分的に用いる.(図2)トップの表面は,吸湿性のよい皮革,合成皮革でカバーしている.中間層は支持部でアーサポート,フランジ(図3)を形成する.最下層は土台であり,支持部を補強する.支持部は1.1—1.8mmの熱可塑性樹脂板を使用,土台は熱可塑性のコルクまたはEVAを使用している²⁾.この両者の組み合わせにより硬さが決まる.足底挿板は,前足



図4. 端坐位にてトリシャム採型を行う.

部では屈曲性がよく中足趾節関節より近位部では安定性を持たせるために硬く製作している.

患者さんをベッド上で端坐位半荷重下とし,トリッシャム採型により陰性モデルを作成する.(図4)それをもとに陽性モデルを作成する.用意した材料を重ね合わせながら各疾患に合わせて成型して仕上げていく.作製した足底挿板を患者の足に当てて適合性をチェックする.靴の下敷きを取り足底挿板を装着する.装着後は,つま先立ちや片足立ちをチェックする.実際に装着した状態でテスト歩行し歩行状態を観察する.履き心地を問診する.違和感,症状悪化がある場合はその都度,再調整する.

成績評価と症例

足底挿板の治療成績は,足底挿板装着前と装着

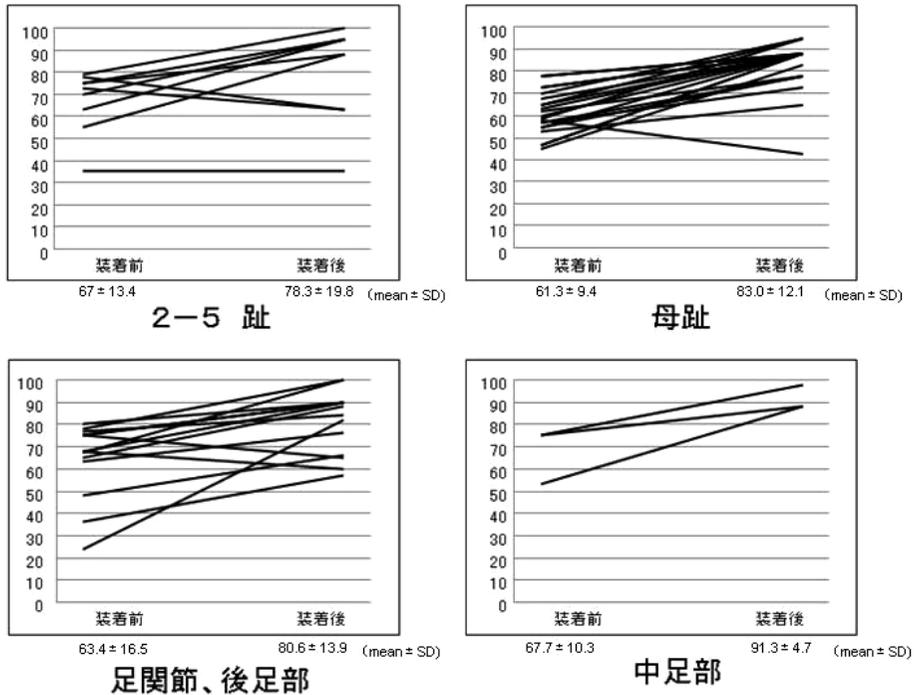


図5. 日本整形外科学会評価基準による成績

1.5ヶ月後に、日本足の外科学会 足部・足関節治療成績判定基準を用いて部位別に評価し有意差をt検定にて調べた。調査期間は、2007年6月より2009年4月である。症例は46名で年齢は10歳から82歳、平均51歳である。疾患は足底腱膜炎5例、変形性足関節症4例、踵脂肪褥炎1例、後脛骨筋腱機能不全3例、有痛性外脛骨症2例、リスフラン関節症1例、外反母趾18例、強剛母趾2例、母趾足底部腫脹1例、前足部痛2例、第2趾背側脱臼2例、モルトン病4例、内反小趾1例であった。

結 果

足関節・後足部判定基準で装着前60.6から装着後81.1へ有意に改善した($p < 0.01$)。中足部判定基準で、装着前71.1から装着後84.6へ改善したが有意差はなかった。母趾判定基準で装着前63.9から装着後82.2へ有意に改善した($p < 0.01$)。2-5趾判定基準で装着前61.1から装着後84.4へ改善したが、

有意差はなかった。(図5)

考 察

本足底挿板は上部より(足に触れる部分)トップ、支持部、土台の3層構造を有しておりその組み合わせ、硬度、形を変更することにより適合範囲が拡大され、多くの足部疾患に対応が可能であった。3層構造のため、パートごとの取り外しも可能で、アーチの調整、修繕も容易で耐久性に優れている。既存の靴に中敷として入れることが可能で靴全体を作成する必要がないためコスト削減にも寄与できる。

3層構造のそれぞれの構造につき説明する。トップの役割は、感触を良くすることを目的とし履き心地を高めることである。反発力が強すぎず症例別に硬度を選択し熱処理が簡便なEVA(エチレンビニールアセテート)を使用する。EVAは重量、耐久性に優れている²⁾。また、限局した疼痛箇所に対しては疼痛軽減を目的として、部分的にクッション

ン材料を用いて免荷する。(図2)そして吸湿性, 吸汗性を高めるため天然皮革または人工皮革でカバーした. 支持部(サポート)部では内側, 外側, 横のアーチサポートを形成する. 製作過程においてこれらに壁(Flange=フランジ)を付加することができる. 例えば踵の内, 外反に対し安定化を目的とした踵フランジを, 足部の外転外反では踵フランジ+外側フランジを付加することでそれぞれのアライメントを補正し安定化させるものである. 土台では支持部の補強である. サポート部と組み合わせることでインソールの硬さ, 屈曲性を決定する. 足底挿板の適応対象者は若年から高齢者までさまざま, 数種類の硬さ, 屈曲性を用いることによりADLに制限なく常用可能となると考えられる²⁾. もう一つは一番底面でのアライメント補正である. 通常はほぼフラットでよいが, 内側型変形性膝関節症や外側型膝関節症, 後脛骨筋腱不全症などウエッジが必要な場合にはこの部分にウエッジをつける.

従来のアーチサポート型足底挿板では構造上, 中足部のみ土台を作成しそれをマジックベルトにて足に装着する構造であった. そのため歩行時にずれが生じ目的とする支持, 矯正を得ることが困難であった. また, 靴を履くときには, マジックベルトが厚みがあるため大きい靴サイズを選択しなければならないことも多く, 適合性に問題があった.

我々の用いている足底挿板では靴との適合性を重視し日常生活の中で困難なく装着出来るというコンセプトで作成しているため実際の足に合わな

い大きなサイズの靴を選ぶ必要はない. 逆に, 母趾球部が靴に当たっていたものが当たらなくなった例もあった. さらに, 従来のアーチサポート型では中足部のみ土台であったので後足部(内, 外反等)の制御ができなかったが, 本足底挿板ではその制御も可能である⁴⁾.

今回の調査時の判定では, 中足部, 2-5趾以外の部位で有意の改善を認め良好な成績であった. 中足部は症例数が少なく更に症例数を増やしての検討が必要である. 母趾でスコアが低下した症例は, 強剛母趾例で背側に骨の突出が著明で歩行時, 背側が靴に当たって疼痛が悪化した例である.

問題点としては, 靴に合わせて作成するため履く靴が限定されてしまうことである. 例えば足底挿板の構造上, ドレスシューズに適合させることは困難である. また屋内で履くには室内用を別に作成する必要がある. 患者が満足し予備を希望する場合は期間に応じて保険適応の問題が生じてくる.

文 献

- 1) 北 純他. 足底板を用いた外反母趾の治療経験. 靴の医学 1991;114-7.
- 2) 千葉和彦他. 学童期に至った乳児期足部熱傷に対する整形外科靴の製作. 靴の医学 2002;16:104-9.
- 3) 田中健太郎他. 先天性四肢単指(趾)症に対して Inner Shoe を使用した1例. 靴の医学 2005;19:56-61.
- 4) 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.
- 5) 岡田洋平, 坂田秀平. 足底挿板によりアラインメント修正を行った1症例. 厚生連医誌 2007;16:89-92.

外反母趾対策靴下の着用による効果

The effect of the socks to the hallux valgus

¹⁾ 福原リハビリテーション整形外科・内科医院

²⁾ 広島大学大学院保健学研究科

³⁾ 株式会社コーポレーションパルスター

¹⁾ Fukuhara Rehabilitation Orthopaedics and Medicine Clinic

²⁾ Graduate School of Health Sciences, Hiroshima University

³⁾ Corporation Parlstar

坂光 徹彦¹⁾, 平山真由子¹⁾, 浦辺 幸夫²⁾, 神谷奈津美²⁾, 新宅 悦雄³⁾
Tetsuhiko Sakamitsu¹⁾, Mayuko Hirayama¹⁾, Yukio Urabe²⁾, Natsumi Kamiya²⁾,
Etsuo Shintaku³⁾

Key words : 外反母趾 (hallux valgus), 靴下 (socks), 外反母趾角 (hallux valgus angle)

要 旨

外反母趾角 (第 1 趾側角度) の減少を目的に開発された「外反母趾対策靴下」の性能を調査するため、裸足と靴下着用時の即時的効果の比較と 3 ヶ月間着用後の長期的効果を検討することを目的とした。対象は 20° 以上の外反母趾を有する高齢女性 14 名とした。外反母趾角、足圧中心前方移動距離 (COP)、functional reach test (FRT) を裸足と外反母趾対策靴下着用時の 2 条件で比較し、さらに初回測定時と 3 ヶ月間着用後の裸足での各測定項目を比較した。即時的効果として外反母趾角は平均 8.3° の減少を示した ($p < 0.01$)。COP と FRT に改善傾向がみられた。長期的効果として外反母趾角は平均 4.7° の減少を示した ($p < 0.01$)。COP と FRT も前方への移動距離が増加した ($p < 0.01$)。即時的にも長期的にも効果をもとめ、長期的効果

に関しては動的バランス能力の改善をみとめた。日常用品である靴下により、第 1 趾を realignment した状態で足趾筋の活動を促進することで、外反母趾角の減少や動的バランス能力を改善できる可能性が示された。

緒 言

外反母趾は足部変形のなかでも発生頻度の高い疾患であり¹⁾、日本整形外科学会診療ガイドライン委員会が作成した「外反母趾治療のガイドライン」では、通常 20° 以上の母趾内転を外反母趾と定義している²⁾。

外反母趾角の増大により、第 1 趾の MP 関節内側部に発赤、腫脹、疼痛をきたす。また、外反母趾角の増大や足趾の機能不全によってバランス能力の低下や歩行障害を引き起こすとされ、さらに重度化することで趣味やレクリエーション活動が障害されるという報告がある³⁾。

治療としては観血的治療のほかに保存療法として運動療法に加え靴や装具、足底挿板などが処方される⁴⁾。装具療法などは継続して使用することが求められ、従来の靴や装具では屋内での使用や簡

(2009/10/29 受付)

連絡先: 坂光 徹彦 〒731-5135 広島県広島市佐伯区
海老園 2-9-22 福原リハビリテーション整形外科・内科医院
TEL 082-925-0555 FAX 082-925-0556
E-mail tetsuhiko.s@proof.ocn.ne.jp



図 1. 外反母趾対策靴下の構造 (裏返した状態)

便さという点で疑問が残る。このように外反母趾を予防あるいは症状を緩和するためには、より簡便で外反母趾患者の日常生活に組み込まれ易い保存療法が求められると考えた。

そこで筆者らは広島大学と株式会社コーポレーションパルスターが共同で開発した靴下型の矯正用具「外反母趾対策靴下 (特願第 2008-111012 号, 第 2009-103487 号)」(図 1) を用いて, その即時のおよび長期的な性能を調査することを目的として研究を行った。本研究で使用した外反母趾対策靴下 (以下: 対策靴下) は, 第 1 趾側角度すなわち外反母趾角を減少させる目的で開発された。従来型の装具のように母趾の外反を防ぐために牽引したり, 足趾間に楔状物を挿入するのではなく, 母趾外転筋の筋腹中央部を靴下に縫着したパッドで押圧することで母趾外転筋の緊張を高めるように設計されている。そして, 足袋構造と足趾伸展を促進するあぜ編み機構により, 第 1 趾の他趾との接触や重なりを避けるような工夫がしてある。

対象と方法

対象は本研究に同意の得られた 20° 以上の外反母趾を有する高齢女性 14 名とした。年齢(平均±SD)は 81.7±5.3 歳, 身長は 150.3±6.0cm, 体重は 49.4±8.0kg であった。

測定項目は外反母趾角, 重心の前方への移動量を示す足圧中心前方移動距離(COP), 動的 balan-

ス能力の指標である FRT とし, 裸足と対策靴下の 2 条件でそれぞれ測定した。外反母趾角は全日本履物団体協議会の測定方法を参考に測定した。COP は足圧分布測定装置 (Zebris 社製 Foot Print) を用いて, 安静立位時から前方へ最大荷重させた時の重心の移動距離を測定し, 足長で除した値をパーセンテージで表示し分析に用いた。FRT はファンクショナルリーチ測定装置 (OG 技研社製) を用いて両腕をのばしてリーチ動作を行い前方へのリーチ距離を測定した。

測定は, 初回時と 3 ヶ月後の 2 回, 同様の方法で実施した。対象によって測定日が異なったため 4 足の靴下を渡して就寝時以外着用させ, 平均 2.3 ヶ月の試行期間となった。

統計学的分析は, 各項目における裸足と対策靴下の 2 条件間の差を初回測定時のデータを基に比較した。また, 初回時と 2.3 ヶ月後の裸足での外反母趾角, COP, FRT の差を比較した。いずれも対応のある t 検定を行い, いずれも有意水準を 5% とした。

結 果

初回測定時の裸足と対策靴下着用時の各測定項目の変化(平均±SD)は, 外反母趾角は裸足で 40.1±14.6°, 対策靴下で 31.8±12.5° となり平均 8.3° 減少した (p<0.01)。 (図 2-1) 安静立位時の足圧中心は裸足と比べて対策靴下で平均 2.3% 前方へ移動し, 前方移動距離である COP は裸足で 41.9±9.4%, 対策靴下で 45.8±6.7% となり, 平均 3.9% 前方へ移動量の増加を示した。 (図 2-2) FRT は 193.3±57.6 mm, 対策靴下で 216.0±41.7mm となり, 平均 22.7 mm 増加した。 (図 2-3)

初回時と平均 2.3 ヶ月後の裸足での各測定項目の変化(平均±SD)は, 外反母趾角は初回時で 40.1±14.6°, 2.3 ヶ月後で 35.4±14.1° となり平均 4.7° 減少した (p<0.01)。 (図 3-1) 安静立位時の足圧中心は初回時に比べて 2.3 ヶ月後で平均 3.5% 前方へ移動し, COP は初回時で 41.9±9.4%, 2.3 ヶ月後で 51.0±10.5% となり, 平均 9.1% 前方へ移動量の増

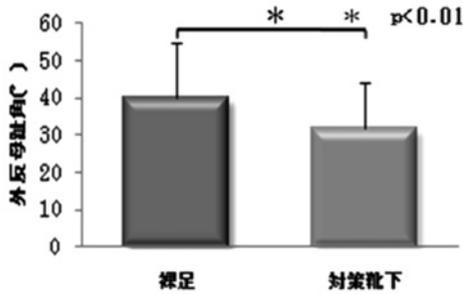


図 2-1. 初回時の外反母趾角度の変化

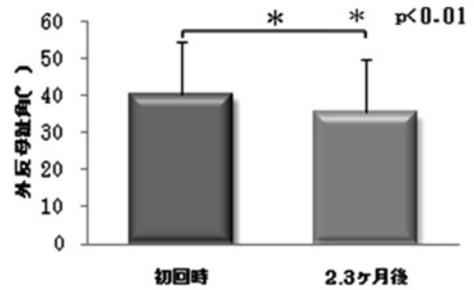


図 3-1. 2.3ヶ月後の外反母趾角度の変化

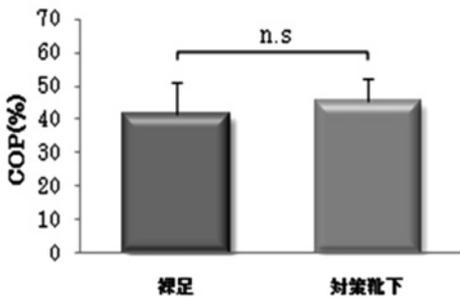


図 2-2. 初回時の COP の変化

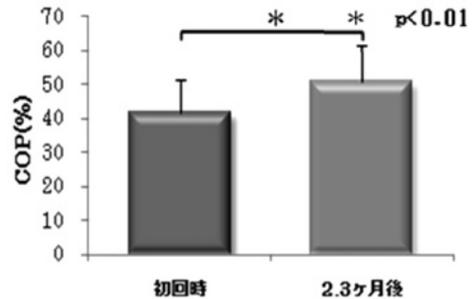


図 3-2. 2.3ヶ月後の COP の変化

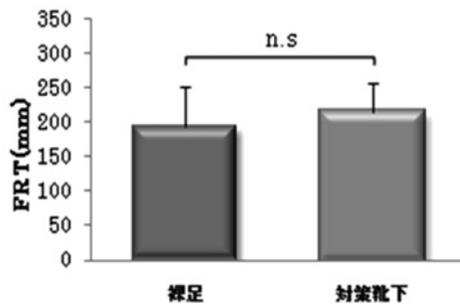


図 2-3. 初回時の FRT の変化

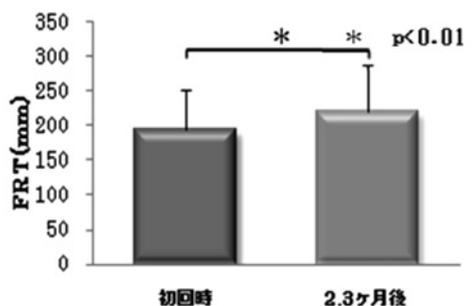


図 3-3. 2.3ヶ月後の FRT の変化

加を示した ($p<0.01$)。 (図 3-2) FRT は初回時で $193.3\pm 57.6\text{mm}$ 、2.3ヶ月後で $221.6\pm 66.6\text{mm}$ となり、初回時に比べて平均 28.3mm 増加した ($p<0.01$)。 (図 3-3)

考 察

外反母趾対策靴下を着用することで、即時的効果として外反母趾の変形を平均 8.3° 減少させるこ

とができた。本靴下は母趾外転筋の筋腹中央部を靴下に縫着したパッドで押圧することで母趾外転筋の緊張を高め、外反母趾角の矯正効果を期待したものである。今回の結果は従来の toe separator 付き装具などの装着中で外反母趾角が $3\sim 7^\circ$ 程度の矯正効果が得られるとする報告⁵⁾⁶⁾と比べても 8.3° の変化は同等あるいはそれ以上の効果があるといえる。つまり第 1 趾の外転作用を担う母趾外転筋

への刺激によって対象の運動機能を賦活させ、違和感なく矯正効果が得られたと考えられる。

また、外反母趾対策靴下を2.3ヶ月に渡る長期間使用することで、裸足の状態でも平均4.7°減少し、継続して使用することで外反母趾角を減少しうることが示唆された。しかし、装具療法後の非装着時に変形が矯正されるか否かについては明確に結論付けることはできないという考えがあり²⁾、今後対象数を増やし、さらに経過を調査していくことが必要である。

今回長期的な効果としてCOPおよびFRTにおいて有意な改善がみられ、外反母趾角の改善がバランス能力の向上に寄与する可能性が示された。バランス能力が向上するためには足趾の機能が十分に発揮できることが重要であるという報告もあり⁷⁾、これを支持する結果となった。外反母趾角の減少により、第1趾がrealignmentされることで前足部の機能が改善され、さらにその状態が長期間維持されることで足部全体の機能改善に至ったと考えた。そのことにより前足部への荷重がスムーズに行えるようになり、COPおよびFRTが改善したと考える。したがって本靴下を、継続して使用することで、より効果が得られると考えた。

今回の対象のような高齢者にとっては外反母趾によって転倒のリスクが高まることも考えられ⁸⁾、転倒予防の観点からも足趾の機能維持や改善は重要である。本研究により外反母趾の進行を予防、あるいは改善できることが示唆された。さらに長期使用後の裸足での測定で変化が得られたことは、

日常用品である靴下によってrealignmentした状態で母趾外転筋の活動を促通でき、外反母趾角の減少や動的バランス能力を改善できる可能性が示されたと考えている。

今回装具の正確な着用時間の調査やその他のバランス能力や歩行能力、日常生活の変化などは評価しておらず、今後の課題としたい。

今後は対象数を増やし、治療開始時の年齢や靴下着用時間との関係、外反母趾角の程度や母趾MP関節の可動性の有無などによって効果に違いがあるかなどについて、研究を進めていきたい。

文 献

- 1) Shine IB. Incidence of hallux valgus in a partially shoe wearing community. Br Med J 1965; 26 (1): 1648-50.
- 2) 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. 外反母趾診療ガイドライン. 東京: 南光堂; 2008. 10-1.
- 3) Antrobus JN. The primary deformity in hallux valgus and metatarsus primus varus. Clin Orthop 1984; 184: 251-5.
- 4) 金 承革. 外反母趾の成因および外反母趾患者の運動機能病態と理学療法. 理学療法 2004; 21(6): 818-29.
- 5) 松浦義和, 最上八郎. 爪先開趾スリッパの外反母趾に対する効果. 靴の医学 1996; 9: 106-11.
- 6) Tang SF, et al. The effects of a new foot-toe orthosis in treating painful hallux valgus. Arch Phys Med Rehabil 2002; 83 (12): 1792-5.
- 7) 神谷奈津美他. 外反母趾矯正装具の着用による外反母趾角および運動機能の効果の検討. 靴の医学 2008; 22 (2): 19-22.
- 8) 金井秀作他. 高齢者の立位バランスに靴の着用は影響する. 靴の医学 2007; 21 (2): 60-4.

試作足趾筋力測定器による足趾筋力の測定

Toe muscle strength assessment using a measuring instrument developed for study

¹⁾鈴鹿医療科学大学, ²⁾岐阜保健短期大学

¹⁾Suzuka University of Medical Science, ²⁾Gifu Junior College of Health Science

杉浦 弘通¹⁾, 酒向 俊治²⁾, 太田 清人²⁾, 南谷 さつき²⁾, 田上 裕記²⁾

Hikomichi Sugiura¹⁾, Shunji Sako²⁾, Kiyohito Ohta²⁾, Satsuki Minatani²⁾, Hironori Tanoue²⁾

Key words : 足趾筋力 (toe muscle strength), 再現性 (reliability), 母趾 (big toe), 小趾 (little toe)

要 旨

本研究は、全足趾筋力、各足趾筋力を測定するため足趾筋力測定器を試作し、その有用性の検証と、全足趾筋力に対する各足趾筋力との関連性を明らかにすることを目的とした。その結果、試作した足趾筋力測定器は全足趾筋力、各足趾筋力ともに高い再現性が得られた。そして、各足趾筋力の中で最も高値であったのは母趾筋力であり、全足趾筋力と相関を認めたのは、母趾筋力と小趾筋力であった。全足趾筋力には最も筋力が強い母趾だけではなく、小趾も関与していることが考えられ、足趾筋力の向上には母趾筋力だけでなく、小趾筋力の強化も必要であることが示唆された。

緒 言

足趾は姿勢制御に関与していることが数多く報告されている^{1)~4)}。また重度の外反母趾や糖尿病による足趾切断のように足趾の機能が失われると、

歩行困難となり、日常生活に支障をきたすようになる。足趾の変形は若年者から高齢者まで幅広い年齢層にみられ、今後も足趾の変形を伴う人は急増し、若年化していくことが予想される。そのため、早期から足趾変形に対する予防が重要であり、その判定基準となる評価の確立が必要とされる。

一般的に足部の評価には、レントゲン撮影やフットプリントなどの形態測定が知られており、その他にも足趾筋力の測定なども行われている。足趾筋力の評価は足趾の機能を把握するための有効な手段の一つであり、先行研究では足趾把持力⁵⁾や足趾圧力⁶⁾などが評価されている。また、足趾は姿勢制御において重心をコントロールする役割を持っており、母趾から小趾までの各足趾にもそれぞれの役割があることが考えられる。しかし、各足趾に関する報告は少なく、それらの足趾筋力に関連する報告は知られていない。そこで、本研究は全足趾が同時に床を押しした時の全足趾筋力と、第1趾から第5趾の各足趾が床を押しした時の各足趾筋力を測定するため、足趾筋力測定器を試作し、その有用性を検討するとともに、全足趾筋力に対する各足趾筋力との関連を明らかにすることを目的とした。

(2009/12/25 受付)

連絡先: 杉浦 弘通 〒510-0293 三重県鈴鹿市岸岡町
1001-1 鈴鹿医療科学大学保健衛生学部 理学療法学科
TEL 059-383-8991
E-mail sugiura@suzuka-u.ac.jp

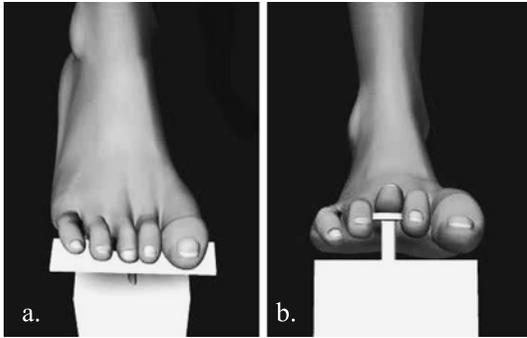


図 1.

- a. 全足趾用アタッチメント
- b. 足趾用アタッチメント

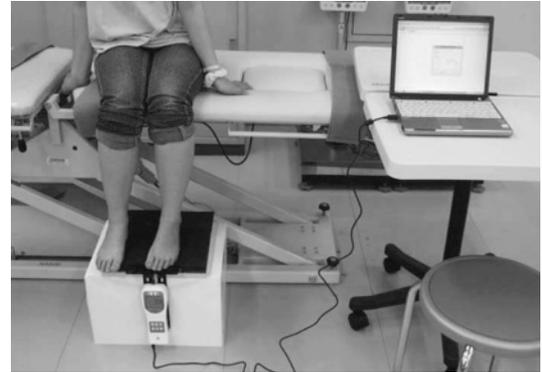


図 2. 測定風景.

対象と方法

・対象

対象は足部に変形を認めない女性 10 名(平均年齢 20.3 ± 0.5 歳, 平均身長 155.3 ± 4.7 cm, 平均体重 52.4 ± 6.6 kg)の左右 20 足とした。なお, 被検者には研究の目的, 方法, 危険性など十分説明し同意を得た上で行った。

・足趾筋力測定器

足趾が垂直に床方向へ押す力を測定できるように測定器を作製した。作製にはデジタルフォースゲージ(DTG-100, デジテック株式会社)を利用し, 足趾を載せる測定部(以下, アタッチメント)は足趾全体を載せることのできる全足趾用(図 1-a)と, 各足趾の 1 趾ずつ載せることのできる足趾用(図 1-b)の 2 種類を作製した。そして, それぞれの測定に合わせてアタッチメントを付替えて行った。

・測定方法

測定姿勢は足関節底背屈中間位, 膝関節屈曲 90° となるように電動昇降式トリートメントテーブル(SCR-5450, 酒井医療株式会社)を用いて座面を調節した。(図 2)踵は測定器を取り付けた台に接地させた。事前に全足趾と各足趾の測定方法を十分に習得させてから測定を開始し, 全足趾同時に足趾が垂直下方向へ押す全足趾筋力と, 第 1 趾から第 5 趾までの各 1 趾が垂直下方向へ押す足趾筋力

をそれぞれ左右足に 3 回ずつ行わせた。各測定の間隔は測定時の疲労を考慮し, 1 分以上とした。なお, 測定データは測定器からパーソナルコンピューターへ保存した。

・統計処理

全足趾筋力, 各足趾筋力の測定の再現性には, 測定した 3 回の数値を級内相関係数 (Intraclass correlation coefficient : ICC) を用いて検定した。各足趾筋力間を比較するため, 一元配置分散分析で有意差が認められた場合, 多重比較検定を行った。全足趾筋力と各足趾筋力との関連性では, 従属変数を全足趾筋力, 独立変数を第 1 足趾から第 5 足趾筋力とした重回帰分析(変数減少法)を用いて, 全足趾筋力に関わる各足趾筋力を検証した。有意水準を 5% 未満とした。

結 果

各足趾筋力の測定時における検者内の再現性では, すべての測定に高い ICC を認めた。(表 1)

各足趾筋力の平均値と標準偏差について, 第 1 趾では 6.30 ± 2.74 kg, 第 2 趾では 3.39 ± 1.55 kg, 第 3 趾では 3.08 ± 1.38 kg, 第 4 趾では 2.91 ± 1.39 kg, 第 5 趾では 2.99 ± 1.59 kg, 全足趾筋力では 8.43 ± 2.91 kg であった。また, 各足趾筋力間の比較では, 第 1 趾は他の足趾と比べ, 有意に高値であった。(図 3)

全足趾筋力と各足趾との関連性では, 重回帰分析の結果, 全足趾筋力に影響している因子として

表1. 測定時の検者内の再現性.

	ICC
第1趾	0.96
第2趾	0.94
第3趾	0.96
第4趾	0.94
第5趾	0.93
全足趾	0.97

ICC: Intraclass correlation coefficient

抽出された足趾は、第1趾と第5趾であり、標準偏回帰係数では、第1趾が0.48 ($p < 0.05$), 第5趾が0.44 ($p < 0.05$)であった。これらの重回帰式による修正済重相関係数では0.82 ($p < 0.01$)の有意な相関係数を認めた。

考 察

本研究は、全足趾筋力と第1趾から第5趾の各足趾筋力を測定するために試作した足趾筋力測定器の有用性と、全足趾筋力に対する各足趾筋力との関連を明らかにする目的で行った。その結果、第1趾筋力（以下、母趾筋力）は他の足趾筋力よりも有意に高値であり、全足趾筋力に関連している足趾筋力は、母趾筋力と第5趾筋力（以下、小趾筋力）であった。このことから、全足趾筋力には最も筋力の高い母趾だけでなく、小趾も関与していることが考えられる。

本研究で作製された足趾筋力測定機器は、全足趾筋力、及び各足趾筋力の測定において、表1で示したように高い再現性⁷⁾を認めた。足趾把持力⁵⁾、足趾筋力⁶⁾を測定した先行研究においてもICC 0.9以上の再現性が認められており、ほぼ同等の再現性を認めた。

全足趾筋力に相関性がみられた足趾筋力は、母趾筋力と小趾筋力であったことから、全足趾筋力には主に母趾、小趾の筋力が影響していることが考えられる。母趾、小趾には他の足趾に比べ多くの筋が関与しており、母趾では短母指屈筋、母指外転筋、母指内転筋、また小趾では長指屈筋、小

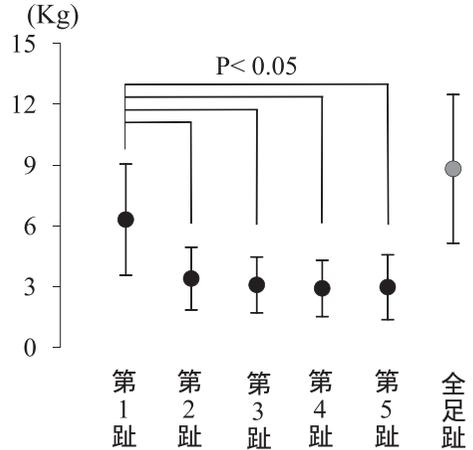


図3. 各足趾圧力と全足趾圧力の平均値と標準偏差.

指外転筋、短小指屈筋が附着している⁸⁾。これらの筋群は足部の前後左右の動きを安定させる働きがあり、立位時の姿勢制御において、母趾は支持作用、第2趾から小趾は重心を中心に戻す作用を持つこと⁹⁾や、歩行時の立脚期においては小趾外転筋が足部の内在筋の中で最も長く活動すること¹⁰⁾などが報告されている。よって、姿勢制御には母趾だけでなく、小趾も関与している可能性が考えられる。

また、全足趾筋力は各足趾筋力を合計した値よりも低値であり、全足趾筋力の低い被検者では、全足趾筋力の測定時に母趾のみを使用してアタッチメントを押す傾向がみられた。このことから、全足趾を意識しながらも母趾以外の足趾を的確に使用することができないことが考えられ、母趾以外の足趾機能の低下は、全足趾筋力を十分に発揮することができないと推察される。しかしながら、本研究では足趾筋群の筋活動などを測定していないため、今後の検討が必要である。

結 語

全足趾筋力には母趾だけでなく、小趾も関与していることが考えられ、全足趾筋力を向上させるためには、母趾、小趾の筋力向上が必要であることが示唆された。一般的に行われるタオルを手前

に手繰り寄せるタオルギャザートレーニングや、足趾でボールを掴む把持トレーニングなど²⁾を行う際、母趾だけでなく、小趾の動きも意識させることが重要であると考えられる。今回の研究では、健常な足部を対象にして行ったが、今後、外反母趾や内反小趾、浮指など変形を伴う足趾の筋力評価にも応用し、さらに足趾の変形を予測する一つの手段となるようにさらに症例を増やし、その活用性を検討していきたい。

文 献

- 1) 浅井 仁, 奈良 勲, 立野勝彦他. 立位姿勢保持における足指の作用に関する研究. PT ジャーナル 1989; 23 (2): 137-41.
- 2) 加辺憲人. 足趾の機能. 理学療法科学 2003; 18 (1): 41-8.
- 3) 宮崎昌利. 歩行時における足趾の動きとその役割. 日整会誌 1993; 67: 606-16.
- 4) 酒向俊治, 杉浦弘通, 平川和生他. 外反母趾が重心動揺に及ぼす影響. 靴の医学 2007; 21: 113-6.
- 5) 竹井和人, 村田 伸, 甲斐義浩. 足趾圧力測定器の開発. 理学療法科学 2007; 22 (4): 479-82.
- 6) 村田 伸, 忽那龍雄. 足把持力測定を試み—測定器の作成と測定値の再現性の検討—. 理学療法科学 2002; 17 (4): 243-7.
- 7) 桑原洋一, 齊藤俊弘, 稲垣義明. 検者内および検者間の Reliability(再現性), 妥当性の検討. 呼と循 1993; 41 (10): 945-52.
- 8) 中村隆一, 齊藤 宏, 長崎 浩. 基礎運動学. 第6版. 東京: 医歯薬出版; 2008. 250-61.
- 9) 加辺憲人, 黒澤和生, 西田裕介他. 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.
- 10) Perry J. 歩行分析 正常歩行と異常歩行. 第1版. 武田 功監訳. 東京: 医歯薬出版; 2008. 42-3.

足指接地評価機器の試作と評価方法の検討について

Trial of an instrument to evaluate floating toes and a scale to measure floor contact

¹⁾宝塚リハビリテーション病院療法部

²⁾県立広島大学保健福祉学部理学療法学科

¹⁾Takarazuka Rehabilitation Hospital

²⁾Prefectural University of Hiroshima

山本 征孝¹⁾, 長谷川正哉²⁾, 島谷 康司²⁾,

金井 秀作²⁾, 沖 貞明²⁾, 大塚 彰²⁾

Masataka Yamamoto¹⁾, Masaki Hasegawa²⁾, Koji Shimatani²⁾,

Shusaku Kanai²⁾, Sadaaki Oki²⁾, Akira Otsuka²⁾

Key words : 浮き指 (floating toes), 足指接地 (toe contact), ピドスコープ (pedoscope)

要 旨

近年、静止立位時や歩行中に地面に足指が接地しない『浮き指』に関する報告が散見される。足指接地状態の不良は重心位置などに影響を及ぼすことが報告されているため、本研究ではピドスコープを試作した後、考案した足指接地状態の評価法を用いて浮き指評価の再現性と信頼性について検討した。結果、検者内・検者間共に級内相関係数解析で高い信頼性を認めた。また、本評価方法により安静閉足立位での浮き指の発生率について調査を行ったところ、女子大学生 210 名中 144 名 (68.6%)、中高年女性 49 名中 36 名 (73.5%) に足趾接地不良が認められた。第 5 指の浮き指の発生率は高く、女子大生では 34.2%、中高年女性 14.2% であり、先行研究よりは頻度は低いと同様の傾向

がえられた。

緒 言

足指は人間の静的・動的姿勢制御の中で支持基底面を維持し、効果器および感覚器としての役割を担う。特に歩行中や走行中では踵離地後の安定性を確保し、推進力の発生に関与している¹⁾。そのため、足指機能低下者では歩行能力の低下や転倒リスクが増加すると考えられており²⁾、足指のトレーニング³⁾や足部ケア⁴⁾の重要性が報告されている。

その中で近年、地面に足指が接地しない『浮き指』に関する報告が散見される。浮き指とは立位で足指が床面に接地していない状態を表し(図 1)、足指が有効に使えていない、またはその機能が低下している状態と考えられている。浮き指の発生原因としては、重心の後方偏移や履物の影響などが報告されている⁵⁾。また、浮き指が身体に及ぼす影響については腰痛や動的バランス能力の低下などが報告されている⁶⁾。しかし、浮き指が身体に及ぼす影響やその原因については統一された見解が

(2009/10/28 受付)

連絡先 : 山本 征孝 〒665-0833 兵庫県宝塚市鶴の荘
22-2 宝塚リハビリテーション病院 療法部
TEL 0797-81-2345 FAX 0797-81-1528
E-mail vbkr17967@zeus.eonet.ne.jp



図1. 第5指の浮き指

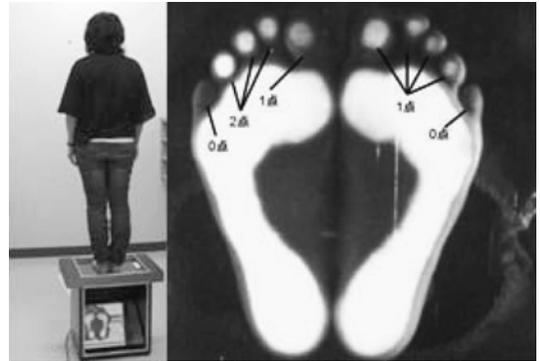
無い。この原因として、足指接地状態の評価方法が十分に検討されていないことが挙げられる。現在報告されている足指接地状態の評価方法として恒屋らによるグレード分けがあるが、詳細に点数化されておらず、各足指に対して評価を実施するものではない⁵⁾。そこで、本研究では新たに足指接地状態の評価法を考案し、その再現性と信頼性について検討することを目的とした。

対象と方法

対象は本学に在籍する女子大学生210名(18~23歳)および中高年女性49名(41~79歳)とし、本研究の目的について十分説明を行い、同意を得た後に実験を実施した。

方法は、測定機器に平沢らが考案したピドスコープを試作して使用した⁷⁾。被験者にはピドスコープ上で立位をとらせた後2m前方の黒点を注視させ、動揺が安定した時点で足底の写真を撮影した。撮影は安静閉足立位時と足指を意識的に押し付ける努力閉足立位時の計2回実施した。

撮影された画像を用いて足指の接地状態を評価した。足指の接地状態は完全接地2点、接地不十分1点、非接地0点とし、10本の足指の合計点を求めた。全ての足指が完全に接地していたものを接地良好群、1本でも不十分な接地が認められるものを接地不十分群、1本でも非接触が認められるも



	第1指	第2指	第3指	第4指	第5指	合計
右足	1点	2点	2点	2点	0点	7点
左足	1点	1点	1点	1点	0点	4点

図2. 計測風景および足指接地状態の採点例

図の足底画像を評価すると、計11点の浮き指群と判定できる。

のを浮き指群とした。(図2)

統計学的解析は級内相関係数(以下 ICC)および95%信頼区間(以下 95%CI)を用い、10本の足指の合計点に対して検者内信頼性 ICC (1, 1) と検者間信頼性 ICC (2, 1) を求めた。なお、本研究における信頼性の評価基準には桑原ら⁸⁾の基準を用い、信頼性が高い順に「great (0.9~1)」、 「good (0.8~0.9)」、 「ok (0.7~0.8)」、 「possible (0.6~0.7)」、 「re-work (0.6 未満)」とした。

また、試作機と浮き指の再現性を検討するため同一被験者(女子大学生50名100足)の撮影と評価を2回実施し、左右第1指~第5指の合計点に対して検者内信頼性 ICC (1, 1) を求めた。評価方法の信頼性については同一検者で同一の画像(女子大学生210名420足)を2回評価し ICC (1, 1) を求め、熟練者1名と非熟練者1名による画像評価(女子大学生210名420足)を ICC (2, 1) で求めた。また、女子大学生210名について浮き指の発生率を足指ごとに求めた。

結 果

1. 試作器の再現性

ICC (1, 1) は 0.806 (95%CI : 0.725~0.865) で

表 1. 女子大学生の各指の接地状態 (上: 安静閉足立位 下: 努力閉足立位)

	左 1	左 2	左 3	左 4	左 5	右 1	右 2	右 3	右 4	右 5
安全接地 (2点)	83.8	84.8	96.7	93.3	58.1	82.9	84.8	98.1	92.9	53.8
接地不十分 (1点)	16.2	11.9	3.3	6.7	26.7	17.1	13.3	1.9	7.1	27.1
非接地 (0点)	0	3.3	0	0	15.2	0	1.9	0	0	19.0

	左 1	左 2	左 3	左 4	左 5	右 1	右 2	右 3	右 4	右 5
完全接地 (2点)	99	100	100	99.5	88.1	99	99.5	100	100	82.9
接地不十分 (1点)	1	0	0	0.5	9	1	0.5	0	0	12.9
非接地 (0点)	0	0	0	0	2.9	0	0	0	0	4.2

(単位: %)

表 2. 中高年女性の各指の接地状態 (上: 安静閉足立位 下: 努力閉足立位)

	左 1	左 2	左 3	左 4	左 5	右 1	右 2	右 3	右 4	右 5
完全接地 (2点)	81.6	77.6	100	95.9	71.4	85.7	75.5	95.9	91.8	71.4
接地不十分 (1点)	18.4	14.3	0	4.1	20.4	12.2	16.3	4.1	8.2	22.4
非接地 (0点)	0	8.2	0	0	8.2	2	8.2	0	0	6.1

	左 1	左 2	左 3	左 4	左 5	右 1	右 2	右 3	右 4	右 5
完全接地 (2点)	87.8	87.8	98	95.9	91.8	93.9	91.8	95.9	98	91.8
接地不十分 (1点)	12.2	8.2	2	4.1	8.2	6.1	4.1	4.1	2	6.1
非接地 (0点)	0	4.1	0	0	0	0	4.1	0	0	2

(単位: %)

あり, 「ok (0.7~0.8) から good (0.8~0.9)」を示した。

2. 評価における検者内信頼性

ICC (1, 1) は 0.961 (95%CI: 0.953~0.967) であり, 「great (0.9~1)」を示した。

3. 評価における検者間信頼性

ICC (2, 1) は 0.960 (95%CI: 0.949~0.968) であり, 「great (0.9~1)」を示した。

4. 浮き指の発生確率

女子大学生の安静閉足立位時における評価では接地良好群 31.4%, 接地不十分群 40.5%, 浮き指群 28.1% となり, 足指接地状態が不良であるものは 68.6% であった。なお, 浮き指は第 5 指に多く, 210 名中左 32 人 (15.2%), 右 40 人 (19.0%) にみられた。また, 努力閉足立位時での評価では接地良好群 77.6%, 接地不十分群 16.2%, 浮き指群 6.2% で

あり, 足指接地状態が改善した。浮き指は第 5 指にしかみられず, 210 名中左 6 人 (2.9%), 右 9 人 (4.2%) であった。同様に中高年女性の浮き指の発生率は, 安静閉足立位時における評価では接地良好群 26.5%, 接地不十分群 47.0%, 浮き指群 26.5% となり, 足指接地状態が不良であるものは 73.5% であった。なお, 中高年者の場合浮き指は第 2 指, 第 5 指に多く, 49 名中第 2 指は左 4 人 (8.2%), 右 4 人 (8.2%), 第 5 指は左 4 人 (8.2%), 右 3 人 (6.1%) にみられた。また, 努力閉足立位時での評価では, 接地良好群 63.3%, 接地不十分群 28.6%, 浮き指群 8.2% であり, 足指接地状態が改善した。浮き指は第 2 指, 第 5 指にみられ, 49 名中第 2 指は左 2 人 (4.1%), 右 2 人 (4.1%), 第 5 指は左 0 人 (0%), 右 1 人 (2.0%) にみられた。(表 1, 表 2)

考 察

1. 試作機による足指接地状態評価の再現性

本研究では足指の接地状態を調査し、試作機を使用した場合のスコアの再現性を検討した。その結果、ICC (1, 1) は 0.806 (95%CI : 0.725~0.865) であり、「ok (0.7~0.8) から good (0.8~0.9)」を示し、試作したピドスコープ使用における再現性が確認された。今回の評価では、機器に取り付けた蛍光灯により足底部を照らし撮影を行なうため、室内の照明を消して行った。しかし暗所では身体の重心動揺が増加するため⁹⁾、通常の静止立位時より経時的に足指の接地状態が変化する可能性がある。今後、足部のみを暗幕で覆うなどの工夫を行うことで更に再現性を高めることが可能と考える。

2. 検者による画像評価の信頼性

検者内・検者間信頼性は桑原らによる信頼性の基準でそれぞれ「great (0.9~1)」を示した。95% CI の下限値も 0.9 以上であり高い信頼性を認めた。

3. 浮き指の発生率について

浮き指は第5指に発生率が高く、先行研究と類似した結果を得た。しかし、恒屋ら⁶⁾の報告では安静閉足立位での第5指における浮き指の発生率は右5指 38.7%、左5指 35.8% であり本研究結果と比較し高い値を示している。他指を比較してみると、安静閉足立位での浮き指の発生の多くは第2指にしか認められず、発生率も先行研究に比べて少ない。これらの原因として、先行研究では被験者の年齢が統一されていないこと、靴下を着用して計測を実施していたことなど、測定結果に影響する要因が関与しているものと考えられる。

次に本研究の結果では、安静閉足立位と比較して努力閉足立位にて足指接地状態が改善した。足部や足爪に異常があると、足指間圧力が 20~30% 低下してしまう傾向があるという報告があり⁴⁾、浮き指者においても足指屈曲筋力の低下が考えられた。そのため、浮き指自体が可逆的であり足指屈筋の筋力強化により改善可能であることが示唆された。しかし、先行研究によりハイアーチなどの

足部形態の変化⁵⁾、姿勢の影響、履物の影響⁶⁾など、様々な浮き指の発生原因が報告されており、今後足指の接地状態のみの評価ではなく、足部全体、膝関節や股関節等のアライメント、身体重心位置等を踏まえ多角的な視点から検討を進める必要があるものと考えられる。

また、努力閉足立位でも足指が接地しない場合においては、立位や歩行中に足指が十分に機能しない可能性が考えられるため、今後は本研究で行った評価方法を用いて浮き指者を正確に抽出した後、三次元動作解析や足底圧の計測を行い浮き指が身体動作に与える影響について検討していきたい。

結 語

ピドスコープを用いた足指接地の評価方法を考案しその再現性について確認した。試作機の test-retest 再現性、検者内信頼性、検者間信頼性とも高い値を示し、本研究で考案した評価方法が足指接地状態の評価に有効であると考えられた。また、本研究結果から、自然閉足立位時と比較し、努力閉足立位にて足指接地状態の改善が認められたことから、足底屈筋群の賦活が足指接地状態に影響を及ぼすものと考えられた。今後、本研究で用いた評価方法を使用し、浮き指者を正確に抽出し、その他の身体的な特徴や動作への影響等について検討をすすめる。

文 献

- 1) 加辺憲人. 足趾の機能. 理学療法科学 2003; 18 (1): 41-8.
- 2) 加辺憲人, 黒澤和生, 西田裕介他. 足趾が動的制御機構に果たす役割に関する研究. 理学療法科学 2002; 17 (3): 199-204.
- 3) 木藤伸宏, 井原秀俊, 三輪 恵他. 高齢者の転倒予防としての足指トレーニングの効果. 理学療法科学 2001; 28 (7): 313-9.
- 4) 山下和彦, 野本洋平, 梅沢 淳他. 高齢者の足部・足爪異常による転倒への影響. 電学論 C 2004; 124 (10): 1-7.
- 5) 恒屋昌一. 健常成人における直立時の足指接地の実態. 理学療法科学 2006; 33 (1): 30-7.

- 6) 矢作 毅. 草履を中心とした浮き趾の治療および腰痛の改善について. 靴の医学 2004;18 (2):65-71.
- 7) 平沢彌一郎. 日本人の直立能力について. 人類学雑誌 1979;87 (2):81-92.
- 8) 桑原洋一. 検者内および検者間の Reliability(再現性と信頼性)の検討. 呼吸と循環 1993;41:945-52.
- 9) 河合 学. 人体の直立時における環境照度と重心動揺の関係について. 静岡大学教養部研究報告. 自然科学篇 1985;21:73-8.

階段降り動作時における下肢回旋運動の動作解析

Gait Analysis of the Lower Extremity on Descending Stairs

¹市立大村市民病院 整形外科

²長崎友愛病院 整形外科

³佐世保市立総合病院 整形外科

⁴長崎記念病院 整形外科

⁵大分県立病院 整形外科

¹Department of Orthopedic Surgery, Omura Municipal Hospital

²Department of Orthopedic Surgery, Nagasaki Yuai Hospital

³Department of Orthopedic Surgery, Sasebo General Hospital

⁴Department of Orthopedic Surgery, Nagasaki Memorial Hospital

⁵Department of Orthopedic Surgery, Oita Prefectural Hospital

大塚 和孝¹，寺本 司²，牧野 佳朗³，田代宏一郎⁴，高木 基行⁵

Kazutaka Otsuka¹，Tsukasa Teramoto²，Yoshiaki Makino³，

Koichiro Tashiro⁴，Motoyuki Takaki⁵

Key words : 回旋運動 (rotational motion)， 下肢 (lower extremity)， 歩行分析 (gait analysis)， 階段降り (descending stairs)

要 旨

38歳の女性1名を被験者とし、階段降り動作時に生じる下肢の回旋の様子を解析した。大腿部中央と脛骨粗面部の2ヶ所に自作のマーカ―を設置し、階段昇降訓練用の階段を用いた降り動作時のマーカ―の動きを高速撮影で記録した。得られた動画をPCに取り込み、マーカ―の動く軌跡そのものをグラフ化することで動作分析を行った。これにより得られたデータを同じ被験者の平地歩行のデータと比較し検討した。階段降り動作では、平地歩行とは異なる規則的な下肢の回旋運動を認め

た。ゆっくりした降りでは大腿と下腿が同調して回旋していたが、降りる速さが速くなると膝を介して下腿から大腿へと伝わる回旋運動にばらつきを生じていた。

緒 言

これまで我々は、歩行時における下肢の回旋運動と変形性関節症（以下、OA）変化の進行や痛みとの関係に注目し、X線透視装置を用いて足部や足関節・膝関節・股関節の骨そのものの動きを捉えることで荷重を契機とした下肢の回旋運動の評価を行ってきた^{1)~3)}。また体表に設置したマーカ―の動きを120フレーム/秒の高速撮影により捉え、その画像を解析することで歩行時に距骨下関節や膝関節、股関節で生じる大腿や下腿の回旋、screw-home運動などが複雑にかかわりあった下肢の回旋運動の評価を試みてきた⁴⁾。今回我々は、健常成人

(2009/11/02 受付)

連絡先：大塚 和孝 〒856-8561 長崎県大村市古賀島町133-22 市立大村市民病院 整形外科
TEL 0957-52-2161 FAX 0957-52-7607
E-mail whitecat@honey.ocn.ne.jp

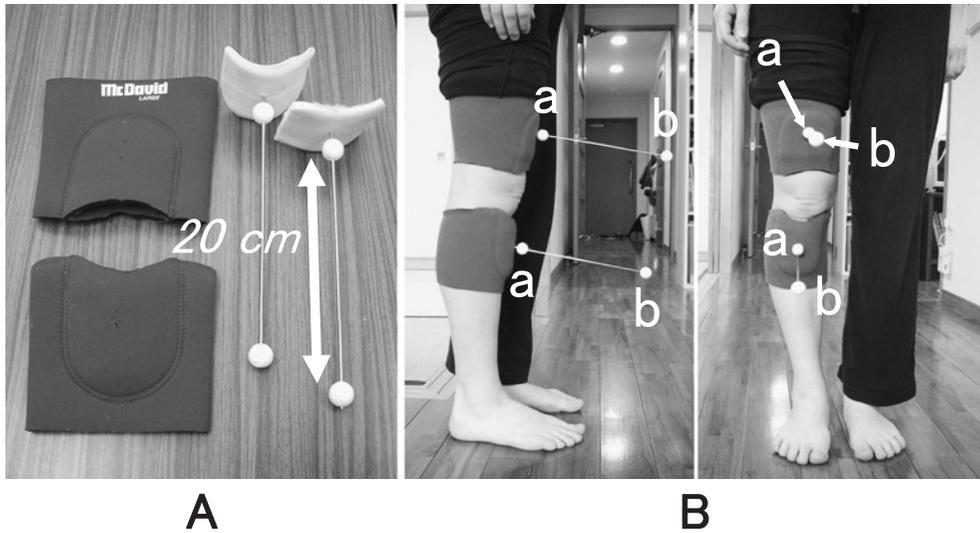


図1. A. マーカーとしての白い小球4個を Kirschner 鋼線とプラスチックギプスで作ったデバイスに取り付け、中央でカットした市販の膝用サポーターで装着する. B. 装着した様子. a は大腿と下腿の基部のマーカー, b は大腿と下腿の先端のマーカーで, それぞれの距離は 20cm.

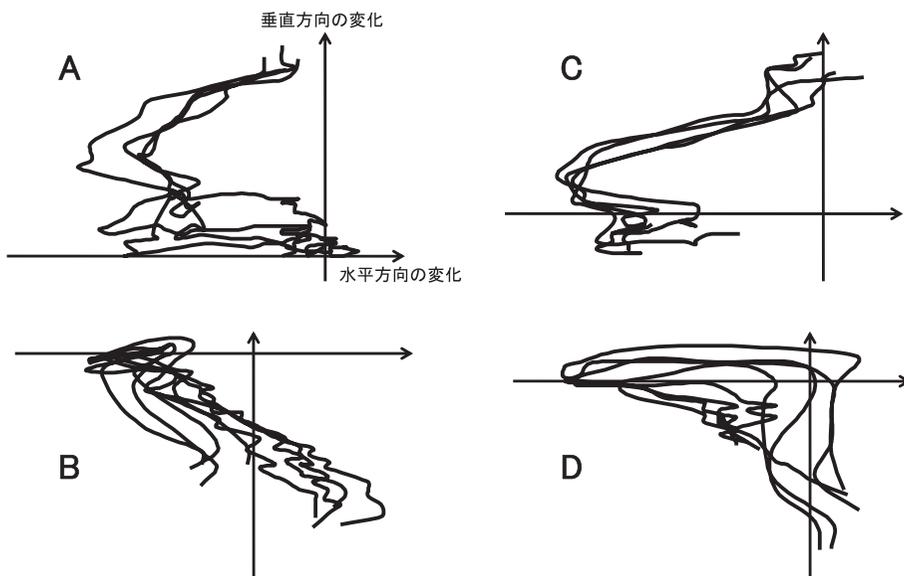


図2. 基部のマーカーを原点とするように算出した先端のマーカーの座標をプロットしたもの. A は「速い降り」の大腿, B は「速い降り」の下腿, C は「遅い降り」の大腿, D は「遅い降り」の下腿の先端のマーカーの動きを表す.

の階段降り動作時における下肢の回旋運動を前述の高速撮影を用いて解析したので報告する.

対象と方法

歩行に影響を与えるような外傷や疾患の既往のない 39 歳の女性 1 名を被験者とした. 右下肢の大

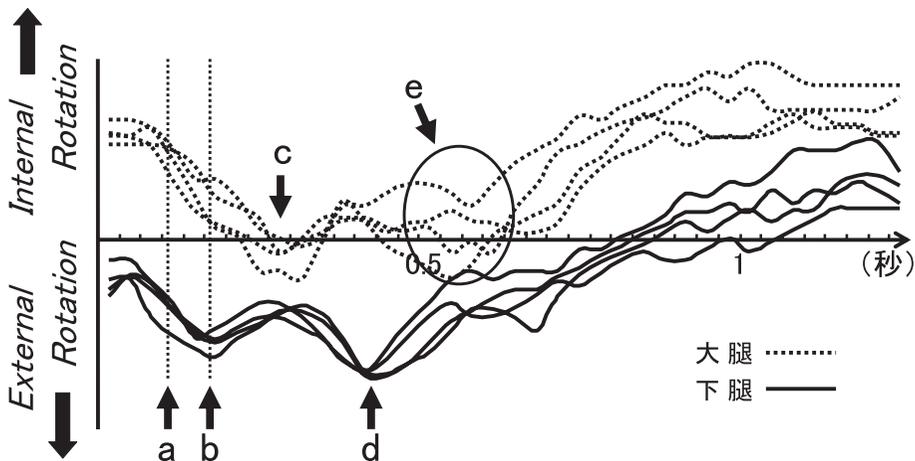


図3. 「速い降り」における先端のマーカの経時的な変化 a. 足趾の接地. 下肢の外旋にはほとんど影響を与えていない. b. 足底部の接地. 下腿の急速な内旋運動の始点. c. 大腿の内旋運動の始点. 下腿の最初の内旋にわずかな時間差をおいて開始している. d. 2回目の下腿の内旋運動の始点. e. 2回目の下腿の内旋への同調はばらついている.

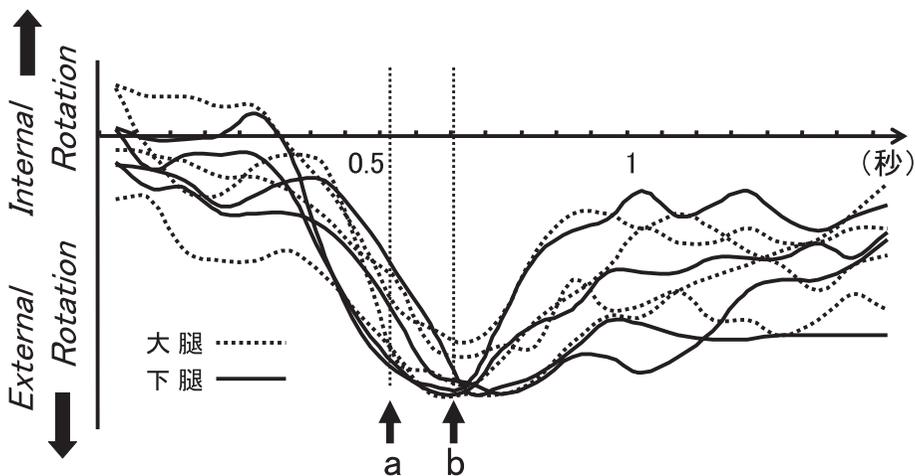


図4. 「遅い降り」における先端のマーカの経時的な変化 a. 足趾の接地. 下肢の外旋にはほとんど影響を与えていない. b. 足底部の接地. 下腿の急速な内旋運動の始点.

腿部中央と脛骨粗面部に自作のデバイスを装着し(図1), 当院の理学療法室に設置された階段昇降訓練用の階段(踏み面30cm, 蹴上げ14cm)を降りる様子を家庭用ビデオカメラ(SONY Handycam HDR-HC7)を用いて進行方向の前方と右側方から撮影した. カメラの床からの高さは, 撮影する瞬間の被験者の膝の高さとした. 被験者には急いで降りる速さ(以下, 速い降り)とゆっくりと降り

る速さ(以下, 遅い降り)の2段階の速さをリクエストした. 何度も練習を繰り返したあと, ほぼ一定の速さが再現できるようになったのを確認してからそれぞれの撮影を行った. 撮影した動画をコンピューターに取り込み, 画像処理ソフトを用いて30フレーム/秒の静止画像に分け, 各々の画像の中で測定値を求めて経時的な変化を分析した. なお, 計測に用いた静止画像は120フレーム/秒の

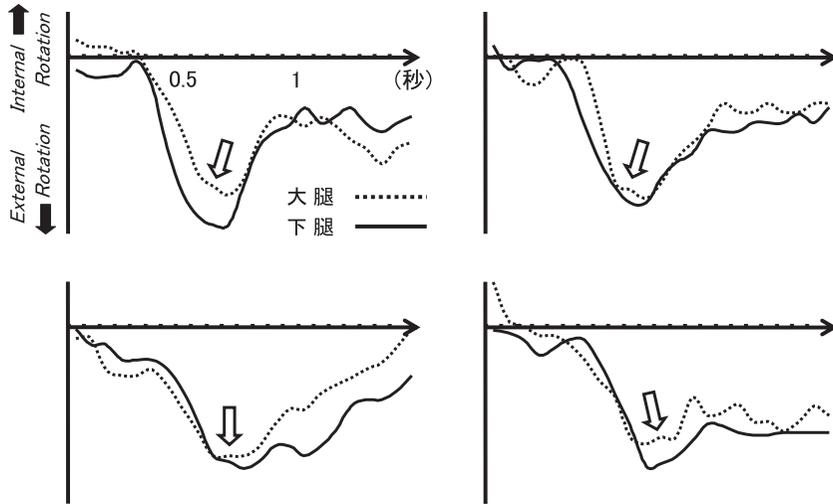


図5. 「遅い降り」における先端マーカーの経時的変化を異なる1歩毎にわけたもの。4歩すべてにおいて、大腿と下腿の回旋運動がほぼ同調している。白矢印はscrew-home運動。

高速撮影による動画から作成した。

撮影した画像からは4つのマーカー（大腿の先端と基部，下腿の先端と基部）の座標をフレームごとに計測した。得られたデータから大腿と下腿それぞれの基部のマーカーを原点とした場合のそれぞれの先端のマーカーの座標を算出し，XY平面上にグラフ化することで大腿と下腿の先端のマーカーが経時的に動く軌跡を再現した。さらに，基部のマーカーに対する先端のマーカーのX軸方向の変化を大腿と下腿の水平面における回旋運動の方向と量の指標とし，経時的な評価を行った。

各フレーム内における各マーカーの座標の計測はAdobe Photoshop Elements 6 for Macを用いて行った。

結 果

計測を行った右下肢の接地前後における左足趾先端の接地から次の左足趾先端の接地直前までの間を1サイクルとし，この1サイクルに要した時間で階段を降りる2段階の速さを評価した。今回計測を行った2段階の速さの4歩において，「速い降り」は0.77～0.80秒/サイクル（平均0.78秒/サイクル）であり，「遅い降り」は1.47～1.56秒/サイ

クル（平均1.51秒/サイクル）であった。

2段階の速さにおける大腿と下腿の基部のマーカーを原点としたそれぞれの先端のマーカーの座標の動きを，異なる4歩で重ね書きしたグラフを示す。（図2）4歩いずれもが同一線上に重ならざらつきを示したが，大腿・下腿ともにほぼ同じパターンを繰り返していた。

次に，2段階の速さにおける大腿と下腿の基部のマーカーに対する先端のマーカーのX軸方向の変化，すなわち先端のマーカーの水平方向の変化を異なる4歩で重ね書きしたグラフを示す。（図3，4）「速い降り」では，遊脚相の終末期に大腿・下腿とも外旋し，先行する足趾の接地は回旋に大きな影響を与えていなかった。足底面の接地とともに下腿は内旋し，再び外旋を始めるが片脚支持となった直後に再度内旋する2峰性のグラフを示した。大腿は，下腿の最初の内旋に同調して0.1～0.17秒ほどのわずかな時間差をおいて内旋するが，2回目の下腿の内旋への同調にはばらつきがあった。「遅い降り」でも遊脚相の終末期には大腿と下腿は外旋し，先行する足趾の接地は回旋に影響を与えていなかった。足底面の接地を起点に両者とも内旋していた。4歩をそれぞれ別々のグラフに表すと

(図5), 4歩すべてにおいて大腿と下腿がほぼ同調して回旋していた。

考 察

日常診療において階段降り動作での不自由を訴える OA 膝の患者は多く, その病態や治療を理解するうえで平地歩行のみならず降段動作の解析は重要である。階段昇降時における下肢の動作解析の報告⁵⁾は散見されるものの, 矢状面や冠状面での解析に比べると水平面における解析はほとんど行われていない。今回われわれは, 古典的な手法ではあるが高速撮影が可能な家庭用ビデオカメラを使用し, 前述の「速い降り」と「遅い降り」の2段階の速さにおける降段動作時の下肢の回旋運動の評価を試みた。

降りる速さの違いにかかわらず両者で共通していたのは, 接地の際に先行する足趾と床との接触が遊脚相終末期の下肢の外旋運動にほとんど影響を与えていないという点と, 引き続いておこる足底面の接地を起点に下腿の内旋が始まるという2点であった。距骨下関節への荷重負荷を契機として下腿の内旋が生じる平地歩行と同様の現象であった。

「速い降り」では足底接地とともに始まる最初の下腿の内旋の後すぐにまた外旋するが, 約0.2~0.23秒後に再び下腿が内旋する2峰性のグラフ(図3)を示した。これは平地歩行における下腿の回旋パターンと酷似している。平地歩行では, 個人差はあるものの立脚相の大腿と下腿の回旋パターンはわずかな時間差を置いて同調する⁴⁾ため, 大腿の回旋も下腿と同じ2峰性となる。一方, 「速い降り」では最初の下腿の内旋には同調していた大腿が, 2度目の下腿の内旋にはばらついた反応を示していた(図3-e)。すなわち, 「速い降り」では2回目の下腿の回旋が大腿にうまく伝達されないということを示している。この現象を被験者の側方から撮影した動画で検証すると, 2回目の下腿の内旋のタイミングと片脚支持の中期に生じる膝の瞬間的な屈曲の時期とが重なっているのがわかる。速い降

段動作時の接地をジャンプの着床に例えると, この膝の瞬間的な屈曲は靭帯性の負担を減らし自由度を高めることなどによって衝撃を吸収するシステム⁶⁾と考えることができる。降段動作において下肢回旋の伝達という捻れの負荷を膝の屈曲により生理的に緩衝しているのであれば, 大腿四頭筋萎縮や屈曲拘縮により降段時の緩衝システムが破綻した OA 膝で生じる荷重時の異常回旋⁷⁾と降段時の痛みとはなんらかの関係があるのかもしれない。

「遅い降り」での特徴は, 測定に用いた4歩すべてにおいて大腿と下腿が時間差なく同調した回旋を示した点である。これは, 大腿と下腿が直結したあたかも1本の棒のような動きを連想させるものである。平地歩行では, 前述の通り大腿と下腿の同調にわずかな時間差があり, この時間差が下肢の回旋における膝関節の機能の一端をうかがわせるものであったが, 今回の「遅い降り」では, この“わずかな時間差”が認められなかった。ゆっくりと降りる被験者が支持脚の膝をほぼ伸展位に保つことで意図的に膝関節の緩衝システムを機能させず, いわゆる関節の“あそび”を極力排除した結果と考える。OA 膝で認める荷重時の異常回旋⁷⁾を制動するには良い方法であるが筋性成分への負担が大きく, OA 膝における大腿四頭筋訓練の有効性を示唆する根拠の1つであると我々は考えている。

結 語

- 1) 家庭用ビデオカメラによる高速撮影を用い, 2段階の速さの降段動作における下肢の回旋運動の解析を試みた。
- 2) 急いで降りる速さでは, 大腿への下腿の回旋の伝達にばらつきがみられた。
- 3) ゆっくりと降りる速さでは, 大腿と下腿があたかも1本の棒のように同調して回旋していた。

文 献

- 1) 大塚和孝, 牧野佳昭, 寺本 司他. 透視装置を用いた足関節の動的評価の可能性と問題点. 日足会誌 2005;

- 26 (2) : 36-40.
- 2) 寺本 司, 田代宏一郎, 大塚和孝他. 外科用 X 線装置を用いた大腿および下腿回旋の動的評価の可能性と問題点. 日足会誌 2005 ; 26 (2) : 11-6.
 - 3) 寺本 司, 牧野佳昭, 田代宏一郎他. 外科用 X 線装置を用いた Chopart 関節・Lisfranc 関節・前足部・後足部の動的評価の可能性. 日足会誌 2005 ; 26(2) : 17-21.
 - 4) 大塚和孝, 田代宏一郎, 寺本 司他. 歩行時における下肢回旋運動の動作解析の試み. 日足会誌 2009 ; 30 (2) : 52-6.
 - 5) Andriacchi, T.P., Andersson, G.B., Fermier, R.W., et al. A study of lower-limb mechanics during stair-climbing. J. Bone Joint Surg. 1980 ; 62-A : 749-57.
 - 6) 井原秀俊 : 考える膝. 東京 : 全日本病院出版 ; 2002.
 - 7) 大森 豪, 古賀良生, 長崎浩爾. 変形性膝関節症における歩行分析および生体力学的解析. MB Orthop 2003 ; 16 (13) : 1-6.

変形性膝関節症内側型の後足部回内と内側裂隙の関係 —一回内踵部角と内側裂隙率の相関性—

The relationship between the medial joint space and pronation of hindfoot in medial osteoarthritis of the knee

¹⁾三仁会 春日井整形外科

²⁾三仁会 あさひ病院

³⁾愛知ブレース

⁴⁾名城大学院 総合学術研究科

¹⁾Sanjinkai Kasugai Orthopaedic Clinic

²⁾Sanjinkai Asahi Hospital

³⁾Aichi Brace

⁴⁾Meijo University Graduate School of Environmental and Human Sciences

清水 新悟¹⁾, 花村 浩克²⁾, 佐橋 政次³⁾, 加藤 幸久⁴⁾

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

Key words : 変形性膝関節症内側型

(medial osteoarthritis of the knee), 後足部 (hindfoot), 内側裂隙 (medial joint space)

要 旨

我々は、日本靴医学会において変形性膝関節症の後足部と X 線ステージである KL グレード改, FTA および外反母趾との関係について報告してきた。その結果、後足部回内と外反母趾および KL グレード改の間に弱いながらも相関性が得られた。今回は、後足部と大腿脛骨関節裂隙との関係をより明確にするために内側関節裂隙の広さを外側裂隙との比率にて算出 (内側裂隙率) して相関性を

みた。後足部回内と内側裂隙の相関性は $r = -0.41$, KL グレード改との相関性は $r = 0.339$, FTA との相関性は $r = 0.263$ となり、内側裂隙率において FTA よりも高い相関性が得られた。後足部回内は膝関節の疼痛に対する生体防御反応とも言われていることから、内側裂隙率と後足部回内との関係は、膝関節痛と後足部回内との関係を反映している可能性が示唆された。

緒 言

変形性膝関節症内側型の後足部は FTA が強くなればなるほど回内するといわれており、その相関性も高いとの報告がある¹⁾⁻³⁾。我々は、日本靴医学会において変形性膝関節症の後足部と X 線ステージである KL グレード改, FTA および外反母趾と

(2009/10/15 受付)

連絡先 : 清水 新悟 〒486-0817 愛知県春日井市東野町 3-15-1 (医)三仁会 春日井整形外科リハビリテーション科
TEL 0568-82-3711 FAX 0568-82-3817
E-mail dynamicinsole@bc4.so-net.ne.jp

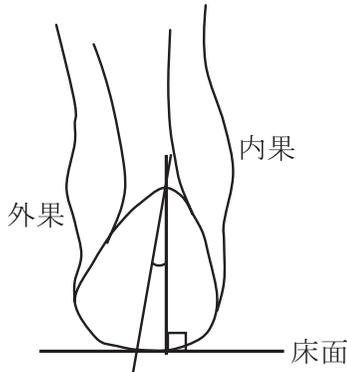


図1. 後足部回内の計測方法

踵骨の下1/3中央と上1/3中央を結ぶ線が床面の垂線に対して何度傾いているかを計測

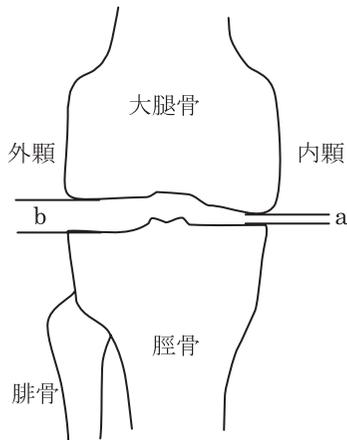


図2. 内側裂隙率の計測方法

$a/b \times 100 =$ 内側裂隙率 (%)

の関係について報告してきた^{1)~3)}。KLグレードは、あいまいな点もあるため我々は裂隙の隙間の状態にてグレード分類を行い、KLグレード改と名づけた。我々は、このKLグレード改を用いて後足部との関係を調べてきた結果、KLグレード改と後足部回外との間では相関性が得られず、KLグレード改と後足部回内との間には、弱いながらも相関性が得られた^{4)~6)}。今回は、後足部回内と大腿脛骨関節裂隙との関係をより明確にするために内側関節裂隙の広さを外側裂隙との比率にて算出して後足部回内との相関性をみたので報告する。

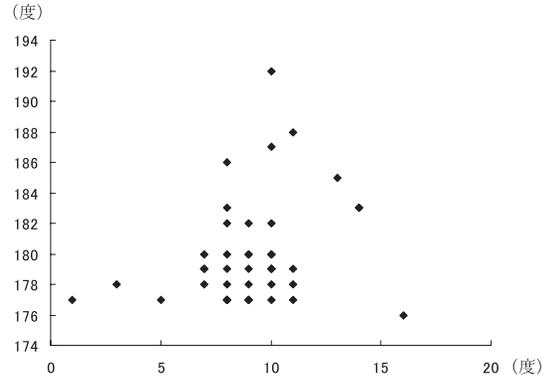


図3. 後足部回内とFTAとの相関性

縦軸にFTA 横軸に踵部角

対象

平成20年4月1日～平成21年3月31日までに当院にて変形性膝関節症内側型と診断され、骨折などの特記すべき既往歴がなく、膝関節伸展制限がない女性67例99膝の内、後足部が回内していた両膝14例28膝、右膝8例8膝、左膝7例7膝の計29例43膝を対象とした。対象は、平均年齢 66.8 ± 10.6 歳、平均身長 153.2 ± 5.1 cm、平均体重 54.9 ± 8.1 kg、平均FTA $179.9 \pm 3.5^\circ$ 、KL分類改ではIが13膝、IIが20膝、IIIが10膝であった。

方法

後足部回内の指標である踵骨二等分線角の計測方法は、肩幅に両足を開き、足先の方向を体の垂直方向に向けるために水平面で足の内側が左右の上前腸骨棘を結んだ線に対し直角になるようにした。その状態から足を一步前に出し、後方にある足を足関節背屈 5° に設定し、床面に対しての垂直線を基準に踵骨二等分線の傾きが内側へ傾いたら回内とし、その傾斜角を計測した⁴⁾⁵⁾⁷⁾。この計測方法で計測した後足部回内の角度と次に述べる内側裂隙率との相関性をみた。(図1)内側裂隙率は大腿脛骨内側関節裂隙の幅を外側裂隙の値で除して算出した。(図2)また後足部回内とKLグレード改との相関性、後足部回内とFTAとの相関性、内側裂

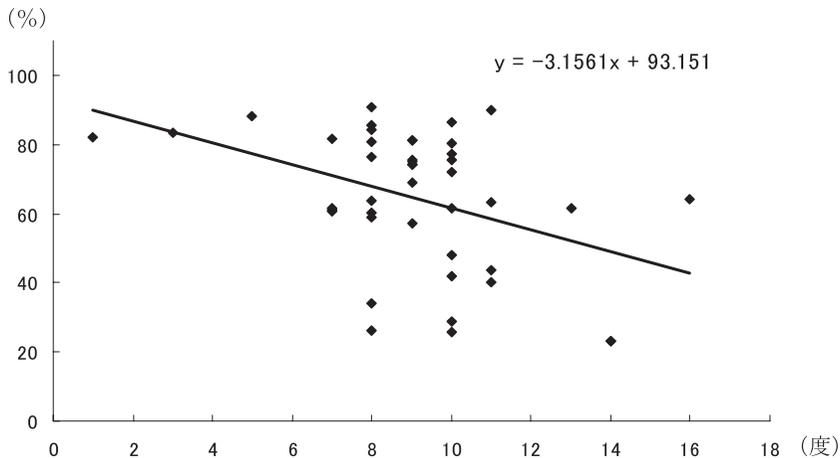


図 4. 後足部回内と内側裂隙率との相関性
縦軸に内側裂隙率 横軸に踵部角

隙率と KL グレード改との相関性、内側裂隙率と FTA との相関性を確認し、全ての評価項目は同じ肢位で計測した。

結 果

後足部回内と内側裂隙率の相関係数は $r = -0.41015$ と低い相関性が得られ、KL グレード改との相関係数は $r = 0.338927$ 、FTA との相関係数は $r = 0.263069$ と相関性が得られなかった。内側裂隙率と KL グレード改との相関係数は $r = -0.85653$ と高い相関性が得られ、内側裂隙率と FTA との相関係数は $r = -0.57113$ と中等度の相関性が得られた。(図 3, 4)

考 察

後足部回内と内側裂隙率との間に相関性が得られ、FTA との相関性や KL グレード改との相関性よりも高かったことから後足部回内は大腿脛骨内側関節裂隙の影響を受ける可能性があることが示唆された。竹内らは、後足部回内は膝関節内側裂隙にかかる荷重痛に対する生体防御反応であると述べており、疼痛がある患者は後足部を回内して疼痛を軽減しているとも考えられた³⁾。今回の我々の結果は、変形性膝関節症内側型の大腿脛骨内側

関節裂隙が狭くなればなるほど後足部は回内する傾向がみられた。変形性膝関節症内側型は、大腿脛骨内側関節裂隙が狭くなればなるほど X 線進行ステージも上がり疼痛が強くなることが推察される。したがって、大腿脛骨内側関節裂隙の隙間が狭くなることで疼痛が強くなり、それに対する生体防御反応により後足部が回内していったと思われる。しかし、今回の結果からでは、大腿脛骨関節裂隙と後足部回内との関係があると言い切るには相関性が弱く、今後は、疼痛との相関性を調べ、後足部回外と後足部回内の原因を明確にしていきたい。また後足部回内が生体防御反応と考えるならば、変形性膝関節症に用いられる外側楔型足底装具による後足部回内誘導は生体防御反応を導いているとも考えられる⁸⁾。したがって既に後足部回内位を呈している症例に対して、外側楔型足底装具を処方する際には適応か非適応かの判断を慎重に検討する必要がある。

結 語

後足部回内と大腿脛骨関節裂隙との関係をより明確にするために内側関節裂隙を外側裂隙との比率にて算出した内側裂隙率との相関性をみた結果、 -0.41015 と弱い相関性が得られた。後足部回内と

FTA との相関性は 0.263069 と相関性は得られず、FTA よりも内側裂隙率の方で関連性が高かった。

文 献

- 1) 梁 裕昭他. 下肢アライメントと距骨下関節の動き. 日足外 1992; 13: 127-30.
- 2) 内田俊彦他. 下肢アライメントにおける後足部の評価. 日足外 1991; 12: 48-50.
- 3) 竹内良平他. 下肢内反変形緩和に対する距骨下関節回内動作の効果. MB Orthop 2000; 13 (13): 1-10.
- 4) 清水新悟他. 変形性膝関節症内側型の後足部回内外と外反母趾変形の関係. 靴の医学 2008; 22 (2): 7-10.
- 5) 清水新悟他. 変形性膝関節症内側型の後足部回内外とFTA・KL分類との関係. 靴の医学 2008; 22(2): 11-3.
- 6) 清水新悟他. 外反母趾変形と変形性膝関節症内側型の関係. 靴の医学 2007; 21 (2): 32-5.
- 7) 大久保衛他. 踵部内外反と障害. 関節外科 1995; 14 (7): 85-93.
- 8) 梁 裕昭他. 内側型変形性膝関節症に対する外側楔状足底挿板療法. 靴の医学 2000; 14: 74-9.

大学院における靴の研究と専門教育

Study and professional training of shoes in the graduate school

¹新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

²新潟医療福祉大学 運動機能プロジェクト研究センター

³東京工科大学

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

²Movement & Neuromuscular Research Center, Niigata University of Health and Welfare

³Tokyo University of Technology

阿部 薫¹, 江原 義弘¹, 小松 聡子², 石黒 圭広³
Kaoru Abe¹, Yoshihiro Ehara¹, Satoko Komatu², Keio Ishiguro³

Key words : 大学院 (graduate school), 研究 (study), 専門教育 (professional training), 靴人間科学演習 (practice of shoes human science), 修士課程 (master's program)

要 旨

靴の設計・製造・販売は決して簡単な分野ではなく、ある意味、人間工学の極みの一つと言えよう。靴を科学的に研究・勉強するためには、現在の学部教育レベルでは不十分であり、大学院レベルの教育を行うことが妥当であると考えた。そこで平成21年4月より、新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究科保健学専攻に義肢装具自立支援学分野を開設し、この中に日本初の「靴人間科学演習」を開講した。靴研究に関する新しい取り組みを紹介しながら、靴に関する今後の大学院教育について考察する。

諸 言

靴の設計・製造・販売は決して簡単な分野ではなく、服飾品としてヒトが身に付けるもののうち、

(2009/11/10 受付)

連絡先: 阿部 薫 〒950-3198 新潟県新潟市北区高見町1398番地 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科
TEL・FAX 025-257-4525 (研究室直通)
E-mail kao-abe@nuhw.ac.jp

ミリ単位の精度が要求されるのは靴しかない。ヒトと靴の関係は大変難しい問題であり、ある意味、人間工学の極みの一つと言えよう。

わが国の靴産業は明治初期における軍靴の製造から発展したことが知られている。以来、製靴技術の発達と伝承は徒弟制度によって行われてきた。戦後、大量生産時代になっても職業教育については現場教育によって培われてきた面がある。近年、靴業界も労働集約的な産業構造から大量生産による製造方式へと変遷を遂げ、また素材は材料科学の発展により革新的な新素材が次々と導入されている。さらに靴がヒトに与える影響については、スポーツ科学分野での研究や、医療器具としての靴型装具や足底装具などの臨床研究も隆盛である。

しかしながら一般靴には、スポーツパフォーマンスを向上させるためとか、治療成績を上げるためといった、いわば切実な問題がないために、その研究開発は各メーカーに委ねられ独自の発展を遂げてきた経緯があり、また製品としての靴が持つ特性はそのメーカーの特徴とされてきた。靴メーカーはすべて民間企業であり、研究開発に多くの

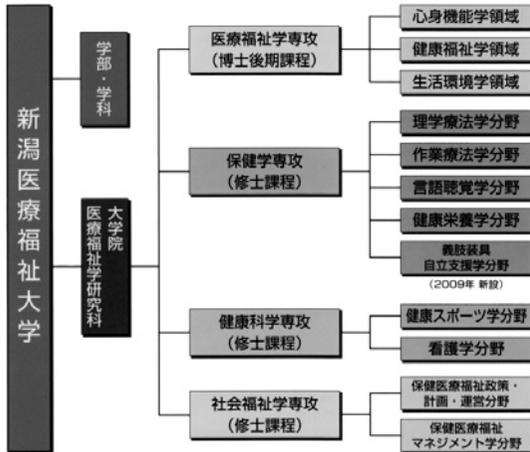


図1. 新潟医療福祉大学の組織図

資本を投入し利潤を追求する存在である。その研究成果はもちろん企業秘密であり、特許等によって権利化を図るのはむしろ当然のことであろう。たとえば新薬については多数の特許が出願されているが、それを開発した製薬会社の研究開発部門を担う専門家は、学生時代に医学や薬学の基礎を学び、この知識と技術を基礎として、各企業において自分の担当する新薬開発に応用しているのである。

翻って靴の世界ではどうであろうか。わが国の靴に関する教育機関には専門学校や各種学校があり、小規模の靴製作教室的なものまで含めると10数ヶ所を数える。この中には靴の設計・製作・デザインの教育があり、また医療関係では義肢装具学の一部として教育されているものがある。一般靴についての研究開発が立ち遅れているのは、それを科学的視点から組織として学術研究が行われている教育機関が皆無であることも要因の一つといえる。したがってこの分野の研究を推進し、また現場指導者や専門研究者、高等教育者などの人材育成は、単に靴業界のために留まらず、靴を快適に履いて健康で文化的な生活を営むことを支援するといった公共の福祉の向上に資することに他ならない。

現在、大学において「靴」という名称が含まれ

ている授業科目があるのは、義肢装具士を養成する大学にあるのみで、靴を科学的に研究・勉強するためには、現状の学部教育レベルでは不十分であり、大学院レベルの教育を行うことが妥当であると考えた。しかしながらすぐに靴研究だけに絞った専攻や分野を単独で立ち上げることは困難であった。そこで平成21年4月より、新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究科保健学専攻に義肢装具自立支援学分野(以下、本大学院という)を開設し、この中に日本初の「靴人間科学演習」を開講した。

学校教育法

近年、改正された学校教育法(平成14・11・29法律118号)第99条では「大学院は、学術の理論的及び応用を教授研究し、その深奥をきわめ、又は高度の専門性が求められる職業を担うための深い学識及び卓越した能力を培い、文化の進展に寄与することを目的とする。」とされた。これにより法科大学院や教職大学院などの専門職大学院が次々に開設されているが、本大学院は学術大学院となっている。靴の仕事は、条文の後半にある「高度の専門性が求められる職業」であるものの、靴の専門職業人を養成する大学院ではなく、あくまでも靴に関する「学術の理論的及び応用を教授研究し、その深奥をきわめ」たいと願い、学術大学院がふさわしいと考えた。

わが国の大学院の概況

平成21年5月1日現在、大学は773校(国立86、公立92、私立595)、在学している学部生は252万7千人である。また大学院生は26万4千人で、修士課程が16万7千人、博士課程が7万4千人、専門職学位課程が2万3千人となっている。これら大学院生のうち、社会人は修士課程で12.4パーセント、博士課程が33.7パーセント、専門職学位課程が40.3パーセントとなっている¹⁾。

本大学院の概要

大学院医療福祉学研究科には、博士後期課程と

表 1. 平成 21 年度前期後期で大学院生が履修した科目

学部	大学院
基礎医学系	健康スポーツ学特論
生理学Ⅰ・Ⅱ	国際社会福祉特論
解剖学Ⅰ・Ⅱ	健康科学特論
神経科学	健康栄養学特論
運動機能解剖学	心身相関の医療
バイオメカニクスⅠ・Ⅱ	研究方法論特論
人間発達学	社会調査測定評価
(保健) 統計学	義肢装具自立支援学特論
臨床医学系	メンタルヘルス特論
内科学	靴人間科学演習
臨床神経学	
整形外科学Ⅰ・Ⅱ	
臨床心理学	
臨床歩行分析演習	
専門医学系	
下肢装具学	
福祉用具学Ⅰ～Ⅳ	
専門工学系	
材料力学	
義肢装具材料学	
機構学/機械工学	
力学	

して医療福祉学専攻がある。また修士課程には保健学専攻・健康科学専攻・社会福祉学専攻の3専攻があり、その下に各専門分野が配置されており、靴人間科学演習は保健学専攻・義肢装具自立支援学分野を構成する科目となっている。

図1のように医療福祉の専門職を主たる対象者とした分野が配置され、現場の有職者が通学することを考慮し、平日の授業は18時10分から行い、さらに土曜休日開講や夏季および冬季休暇中の集中講義などが組まれている。

本大学院の現在

靴人間科学演習を担当する筆者の研究室は「靴人間科学研究室」と称し、初年度に靴研究を目指して同分野に入学した大学院生は、有職者1名、フルタイム院生2名の計3名であった。何れも医療系大学の出身ではないため、専門教育に先立ち、まずは自己の研究や勉強に資する学部の講義を聴

講、または製作実習に参加することから始めている。なお大学院生の学部授業の聴講については、原則的に全ての科目が可能であり、かつ無料となっている。同時に大学院の授業もあるため、日中は学部聴講、夜は大学院の講義とゼミがあり、長時間にわたっての勉強が要求される。具体的には医療技術学部義肢装具自立支援学科3年の靴型装具の製作実習に大学院生が参加するなど、講義科目のみならず実習科目にも積極的に取り組んでいる。大学院の授業およびゼミでは文献調査・講読、理論構築とその検証実験などの研究活動を主眼としているため、実際の靴やインソールの設計から製作までは学部の授業（講義と製作実習）を活用するという両輪体制でフォローしている。

また有職者に対しては長期履修制度があり、修士課程では3年また4年のコースを選択できる。本大学院は国の教育訓練給付制度の対象となっているため、修了後には10万円を上限とした給付金を受けることができる。なお次年度、靴研究を目指して入学する予定の者は3名である（平成21年11月現在）。

大学院生の履修状況

平成21年度前期(4~7月)までに聴講し、現在、後期(9~2月)で聴講中の学部と大学院の講義科目の一覧を表1に示す。学部では生理学や解剖学といった基礎医学系と、臨床神経学や整形外科学のような臨床医学系をはじめ、工学分野や心理学分野など、自分に必要だと思う科目を幅広く履修している。

また大学院では「靴」に関する科目だけではなく、ヒトを理解するために様々な分野の講義を履修した。これらをこなすために、大学院生は毎日朝から夜中まで勉強している。

靴人間科学演習

「靴人間科学演習」を修士課程1年後期に割り当て、60時間・4単位として開講した。講義概要は「靴の装飾性や足部を保護する目的以外に、歩行運

表2. 靴人間科学演習のシラバス

授業科目

靴人間科学演習

【担当教員名】		対象学年	1	対象専攻	保健学(義肢装具自立支援学分野)	
阿部 薫		開講時期	後期	必修・選択	選択	
		単位数	4	時間数	60	
【<概要>又は<一般目標>:G I O>】 靴の装飾性や足部を保護する目的以外に、歩行運動を補助し制御する機能面に注目して、下肢運動機能解剖・足部の構造・歩行のしくみ・靴の歩行補助機能・靴の構成と設計などについて学び、使用目的に応じた靴設計や改造を行い、実際に機能的足底板を製作して、設計通りに効果があるのかを科学的方法にて検証実験を行い、靴がヒトの歩行に与える影響を理解する。						
【<学習目標>又は<行動目標>:S B O>】 1. 歩行運動を機能解剖学的・運動学的に説明できる。 2. 靴の歩行補助機能を説明できる。 3. 靴の種類や目的について説明できる。 4. 靴文化について説明できる。 5. 目的に応じた靴設計や改造を説明できる。 6. 機能的足底板を製作することができる。 7. 靴と足の適合技術を習得する。 8. 測定/実験機材を用いて、靴歩行の機能検証ができる。						
回数	授業計画又は学習の主題				SBO 番号	学習方法・学習課題又は備考・担当教員
1	歩行運動の機能解剖学的・運動学的理解1				1	講義・発表テーマ決定
2	歩行運動の機能解剖学的・運動学的理解2				1	発表まとめ
3	歩行運動の機能解剖学的・運動学的理解3				1	発表と講評、補足講義
4	靴の歩行補助機能1				2	講義・発表テーマ決定
5	靴の歩行補助機能2				2	発表まとめ
6	靴の歩行補助機能3				2	発表と講評、補足講義
7	靴の種類と目的1				3	講義・発表テーマ決定
8	靴の種類と目的2				3	発表と講評、補足講義
9	靴文化1				4	講義・発表テーマ決定・発表まとめ
10	靴文化2				4	発表と講評、補足講義
11	目的別の靴設計と改造1				5	講義・発表テーマ決定・発表まとめ
12	目的別の靴設計と改造2				5	発表と講評、補足講義
13	機能的足底板の製作1				6	講義・製作実演
14	機能的足底板の製作2				6	製作演習
15	機能的足底板の製作3				6	製作演習
16	機能的足底板の製作4				6	製作演習
17	機能的足底板の製作5				6	製作演習
18	機能的足底板の製作6				6	発表と講評、補足講義
19	靴と足の適合技術1				7	講義・適合技術実演
20	靴と足の適合技術2				7	適合演習
21	靴と足の適合技術3				7	適合演習
22	靴と足の適合技術4				7	適合演習
23	靴と足の適合技術5				7	適合演習
24	靴と足の適合技術6				7	発表と講評、補足講義
25	靴歩行の機能検証1				8	講義・機能検証実験実演
26	靴歩行の機能検証2				8	実験演習
27	靴歩行の機能検証3				8	実験演習
28	靴歩行の機能検証4				8	実験演習
29	靴歩行の機能検証5				8	発表と講評、補足講義
30	成果発表会				1~8	発表と講評
【使用図書】		<書名>	<著者名>	<発行所>	<発行年・価格・その他>	
教科書 (必ず購入する書籍)		特に指定しない				
参考書		ベリー 歩行分析 観察による歩行分析 臨床歩行計測入門	武田功ほか訳 月城慶一ほか訳 江原義弘ほか	医歯薬出版 医学書院 医歯薬出版	2007年、7200円+税 2005年、5000円+税 2008年、6200円+税	
その他の資料						
【評価方法】 出席状況、授業態度、発表内容、レポートにより総合的に評価する。		【履修上の留意点】 各分野とも概要の講義を行い、学生にテーマを与えて調査研究による発表を行う。また実際に製作や適合作業、検証実験を行い、その結果を発表する。講義を受講する形式だけではなく、学生が主体的に学習しなければならない形式であるため、継続的な努力を要する。				

動を補助し制御する機能面に注目して、下肢運動機能解剖・足部の構造・歩行のしくみ・靴の歩行補助機能・靴の構造と設計などについて学び、使用目的に応じた靴設計や改造を行い、実際に機能的足底板を製作して、設計通りに効果があるのかを科学的方法にて検証実験を行い、靴がヒトの歩行に与える影響を理解する。」とした。専門学校などで教育されている靴の設計・製作・デザインの分野、および義肢装具士を養成する学部で教育されている医療器具としての靴型装具とは一線を画し、一般靴における機能性設計ができる人材を育成したいという筆者の強い願いが込められている。したがって、授業内容は主として足と靴の機能面に特化した組立てにしてある(表2)。

大学院教育の問題点

靴に関する大学院教育の問題点として、入学してくる学生のバックグラウンドをみると、必ずしも医学や人間工学を学んできた者ばかりではないということである。靴自体の物作りとしての技術は他校でも習得できるが、本大学院は目指すところが異なるため、入学後は学部での医学系授業をこなしつつ大学院の研究も進めなければならない。初年度は基礎的な勉強に費やされてしまい、研究を完成させるために2年間の修士課程はあまりにも短い。また研究設備等の関係から、学生が希望する研究テーマと実際にできるテーマのギャップもある。

学部レベルで靴専門教育が行なわれた後に大学院に進学するならば、スムーズに研究が推進されることであろうが、大学の経営上、靴だけに焦点を絞った学部学科を新設するには相当の困難が予想される。つまり受験生の安定的な確保と豊富な就職先の確保が、ある程度保証されなければならない。したがって他大学であっても、現状では学部の靴学科新設は無理ではないかと考えられる。

本大学院に入学を希望する学生は、靴業界にお

いて十分な経験を有し、かつ独学に近い形で医学と人間工学を修得した上で大学院に入学するのが理想的ではある。一つの選択枝として、義肢装具士を養成する学部を卒業した後に本大学院へ入学し、靴に関する研究を行なうというパターンが最も効率的であろう。

大学院修了後の進路は博士後期課程に進学するか、就職するかに大きく分かれるが、いずれにしろ昨今の経済状況の低迷化の中で就職先を探すのは大変難しい。高学歴者に高給を払うからには、それなりの能力が期待されるため、経済界や靴業界が求める専門家を養成するのが教員に課された使命である。

将来展望

靴の職人技を後進に伝えるには、手から手へと伝える方法がある。しかし筆者にはそれが十分にできないため、現在の置かれた立場において、今できることを模索した結果、「靴を科学する」手法を用いて大学院教育を始めることにした。

この「靴人間科学演習」は単なる大学院の一科目に過ぎず、また靴に関する全てを網羅するものでもない。しかしこれが小さな一歩となり、ヒトと靴の関係を研究した大学院修了生が社会に巣立ち、10年後、20年後には、靴業界のけん引役として、また専門研究者として、教育者として活躍してくれることが筆者の願いであり夢でもある。

さらには本大学院の修士課程を修了後、靴に関する研究分野で博士号取得を目指したい学生に対して、博士後期課程における靴専門科目を新設するべく模索中である。

文 献

- 1) 文部科学省 HP.平成 21 年度 学校基本調査速報(http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/08121201/1282646.htm)

会長講演

糖尿病患者の足と靴の問題

The problems of the footwear with diabetic foot

東京女子医科大学糖尿病センター

The diabetic center, Tokyo Women's Medical University

新城 孝道

Takamichi Shinjo

Key words : Diabetes mellitus, Diabetic Foot, Footwear

1, 足と靴の問題点

●足の構造変化：糖尿病患者は糖尿病神経障害による発汗障害があり図1), 足の乾燥亀裂形成が見られる。また長期糖尿病罹病期間例では、足の脂肪萎縮や線維による置き換わりで足底のクッション性が低下し、足底圧上昇をきたし図2)¹⁾、局所的な角質増殖を形成する。これらの患者にはクッション性ととんだ中敷や靴底の後続が必要である。糖尿病運動神経障害より足趾の屈曲変形としてハンマートウやクロートウが生じる。市販の靴では足趾の屈曲変形例に不適合で、靴擦れより形成に悪化移行しやすい。爪先が高く、種々の足底圧是正機能を有する厚い中敷を収納する靴が必要である。欧米ではこのような糖尿病患者の靴を Extradepth Shoe (深底靴) と称している。欧米では糖尿病患者対象の市販靴が多く、入手が容易であるが、本邦での入手は困難である。市販の靴の加工や、加工した中敷を敷いて対応している。シャルコー関節を含めた高度の変形例は専門の義肢装具師に依頼し作製する。

(2009/11/24 受付)

連絡先：新城 孝道 〒162-8666 東京都新宿区河田町
8-1 東京女子医科大学糖尿病センター
TEL 03-3353-8111
E-mail asieso@dance.ocn.ne.jp

●靴擦れが多い図3)²⁾：糖尿病患者の足病変の誘因として靴擦れが約70% 占めている。理由は前記糖尿病知覚神経障害による靴擦れの早期認知と危険回避の遅延がある。非糖尿病患者は靴擦れが生じた場合、軽度の状態で疼痛反応があり、歩行を中止し、靴を脱ぐという行動にでる。しかし糖尿病患者は疼痛が生じて、逃避的反射遅延や障害があり、機械的損傷が継続し悪化する。また皮膚損傷部に対して感染症が容易に併発し、足病変をより悪化させる。靴ずれが足壊疽に進行悪化することはよく見られる。

靴擦れの誘因として前記の糖尿病運動神経障害による足趾の屈曲変形で生じ、市販の靴と摩擦を生じやすく、容易に靴ずれが起こる。糖尿病の血糖改善目的の運動療法がある。おおくの患者は歩行運動を選択する。一般市民の健康より“一日1万歩”がよいとされている。この歩行による反復性の機械的な皮膚の摩擦形成が、糖尿病患者におこりやすい。医師、看護師は運動療法での靴擦れの予防的な指導が重要である。靴下の着用と靴内の異物の点検の指導も重要である。

●特殊な足病変：足の骨折・脱臼でシャルコー関節という特殊な病変がある³⁾。図4) 足のアーチ構造の破綻より足底圧上昇が局所的に生じる。足底圧高値例は角質増殖より潰瘍形成し、感染症と合併しやすい。この治療に靴型装具, PTB (Patellar-

糖尿病性神経障害

- 自律神経障害
 - 発汗障害:皮膚の乾燥

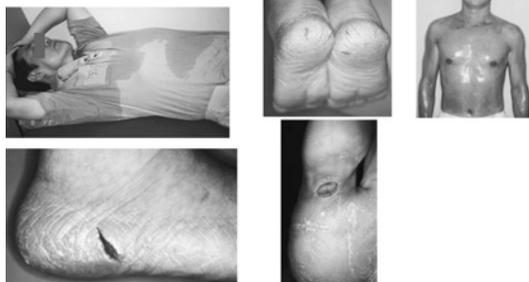


図1. 足の乾燥:糖尿病神経障害のなかの自律神経障害で発汗障害がおこる. その結果足の乾燥亀裂より出血をきたし, 感染症併発より足壊疽へと進展悪化することがある.

検査

糖尿病神経障害による足底圧異常



図2. 足底圧異常による足病変:糖尿病運動神経障害の結果筋萎縮を生じ, 足のアーチ構造の保持障害より足の変形が起こる. その結果局所的高足底圧部位より潰瘍形成へと進行する.

Tendon-Bearing Orthosis) やトータルコンタクトキャストが必要となる.

●足の感染症と靴の衛生:糖尿病患者は文献での報告例は10-60% 異なるが足白癬症を合併する. 当フットケア外来でも足白癬症が高頻度にみられる. 小水疱型, 足趾間型, 角質増殖型があり, 全般的にみられる. 靴下や靴の長期使用は足白癬症の遠因ともなる. また足白癬症例は爪白癬症を誘発し, 爪の変形, 爪の肥厚で隣接の爪の損傷や靴

履物(靴)による足病変

- 靴擦れ→蜂窩織炎
 - 新しい靴の使用時におこりやすい
 - 履き慣れた靴でも, 長時間の連続歩行でおこりやすい
 - ・ 各種イベント 見学, ショッピング
 - 登り坂の歩行:ハイキング
 - 雨や雪の日に長靴をはく
 - 濡れた靴での歩行
- 鶏眼足と靴の不適合
 - 胼胝形成→潰瘍→骨髓炎→壊疽
- 絞扼性神経障害
 - 足根管症候群
- その他



図3. 履物による靴擦れ:足と靴の不適合により靴擦れが生じることはよく知られているが, 適合していても糖尿病患者の場合には靴擦れが生じる. それは連続歩行での靴による機械的な摩擦による足の皮膚の破綻がしようじても糖尿病神経障害のために危険回避がなされず, 歩行の継続がなされ障害を形成するからである. 同時に感染症も合併し足病変が拡大する.

Charcot Joint(シャルコー関節)



図4. シャルコー関節:糖尿病神経障害が背景にあり, 足関節の脱臼ないし骨折を生じる状態である. 市販の靴が使用できず, 足にあった靴型装具が必要となる.

での爪周囲炎を形成しやすいので注意が必要である. また靴の手入れがほとんどなされてなく, 靴内の白癬菌検出例が多い. 図5)靴の手入れと必要に応じた抗菌性中敷の使用が必要である⁴⁾. 図6)

2, ロコモーション症候群⁵⁾と足病変

●糖尿病性変化と加齢性運動器障害(図7):糖尿病患者の長期罹病期間例は糖尿病性変化以外に, 視力障害, 認知障害に加えて運動器障害をきたす

履き物と足白癬症

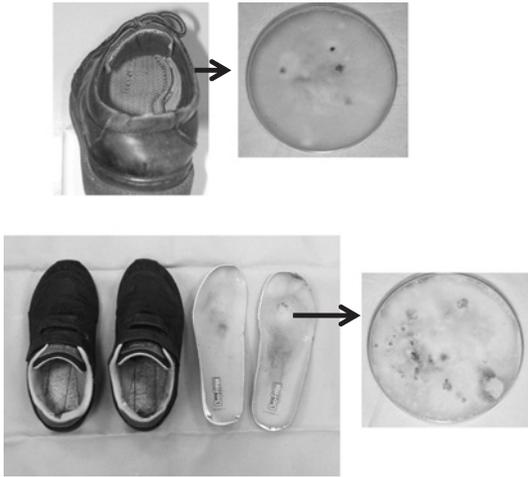


図5. 靴のなかの白癬菌：足白癬菌患者の靴内の白癬菌培養で陽性例が多い。靴の中の清潔が必要である。

靴の中を清潔にしましょう



図6. 靴の中の清潔保持が重要：靴の中の手入れやアルコール成分での消毒を行う。抗菌製の中敷の使用も有用である。

ことが高頻度である。変形性脊椎症、腰部脊柱管狭窄症、股関節、膝関節や足関節障害例が増加する。脊椎の変形で前傾姿勢や腹部が前方にでたり、頸部や肩の左右差がでてくる。また骨盤での水平性が消失し、足への荷重負荷の異常が生じる。立

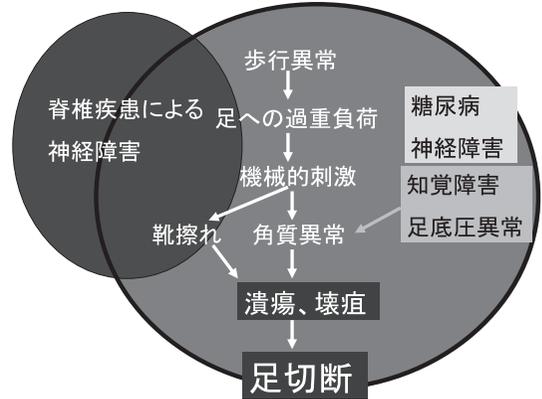


図7. ロコモーション症候群と糖尿病足病変の関係：ロコモーション症候群を有する糖尿病患者は足病変をきたすことが少なくない。整形外科との連携が大切である。

位・歩行や足底圧異常の検査が必要である。足底圧異常で関節の疼痛や局所的絞扼性神経障害を生じることがある。姿勢異常や歩行障害例は整形外科との連携診療が必要である。

●手術的加療による変化：近年高齢化にともない胸肺部癌の摘出手術、乳癌摘出、冠動脈疾患のバイパス手術、腹部手術等の症例がよく見られる。術後の変形がみられ、姿勢や歩行障害より足病変があらたに生じることがある。

上記の多彩な要因の複合機転が足病変をきたす。そのため靴での対応には充分配慮し、杖や種々の歩行具の指導も必要となる。

文 献

- 1) Cavanagh PR, Ulbrecht JS. The biomechanics of the foot in diabetes mellitus. In: The Diabetic Foot, 7th ed. Bowker JH, Pfeifer MA, editors. Mosby; 2008. 115-84.
- 2) 新城孝道. 糖尿病足病変とは。糖尿病とフットケア。医歯科薬出版；2009, 1-4.
- 3) 新城孝道. 糖尿病神経障害性足関節症（シャルコー関節）。日本臨床増刊号—糖尿病 I. 1997. 881-5.
- 4) 新城孝道. 糖尿病足病変における真菌感染症対策—フットケアの重要性—。日本臨床 2008; 66 (12): 2294-7.
- 5) ロコモティブ症候群. 日本整形外科学会 <http://www.jcoa.gr.jp/locomo/index.html>

教育講演

中足部 Charcot 関節の診断と治療

Diagnosis and Treatment of Midfoot Charcot Joint

東京女子医科大学 整形外科

Department of Orthopaedic surgery, Tokyo Women's Medical University

野口 昌彦

Masahiko Noguchi

Key words : 神経病性関節症 (neuropathic arthropathy), シャルコー関節 (Charcot joint), 糖尿病 (Diabetes), 足部 (foot), 治療 (Treatment)

要 旨

糖尿病足病変 (以下, 糖尿病足) の病因は神経障害と循環障害に分けられる。糖尿病性壊疽に代表される下肢循環障害が取りざたされることが多いが, 糖尿病は神経病性関節症 (以下, Charcot 関節) の最も一般的な原因である。足部 Charcot 関節は大半が中足部に発症する。中足部 Charcot 関節の最大の問題点は rocker bottom 変形に起因する難治性足底潰瘍から感染を生じ下肢切断を余儀なくされることにある。Charcot 関節には急性期と慢性期があり, 単純 X 線像上, 変化の乏しい急性期を見逃さずに早期に診断し治療を開始することが最も重要である。また, rocker bottom 変形予防あるいは矯正の目的で, 適宜, 中足部再建術を行い plantigrade な足を獲得することも必要である。

はじめに

1998 年に世界保健機構 (WHO) がインスリン抵抗性を背景に, 冠動脈危険因子が集積する多危険

因子症候群として Metabolic syndrome (メタボリックシンドローム) を提唱した。周知のごとく, メタボリックシンドロームは内臓脂肪型肥満を共通の要因として高血糖, 脂質異常, 高血圧が引き起こされる状態である。メタボリックシンドロームから, 糖尿病, 虚血性心疾患, 脳卒中が発症し, 本邦ではそれらの疾患は要介護につながる大きな原因になっている。厚労省によると, 糖尿病患者は増加の一途をたどっており, 糖尿病を強く疑われるものも含めると約 1400 万人と推定され, それに伴う合併症の増加が危惧される。本稿では, 本邦でも糖尿病患者の増加とともに急増している合併症としての中足部 Charcot 関節の診断と治療について述べる。

Charcot 関節

末梢神経障害による知覚障害があり, 外傷性刺激が原因となって非感染性の破壊的過程を経て関節脱臼や関節近傍の骨折が生じる病態である。糖尿病発症後, 最初の 10 年に発症することが多く, 糖尿病のタイプ, 重症度, 性別, インスリン依存性には関係ないこと, 外傷の既往が明らかかなものは 22~53% であり, 腎移植後の糖尿病患者は足部・足関節骨折のリスクが高いことが報告されている¹⁾。3 年以上経過すると, 糖尿病患者の約 17% に

(2010/01/08 受付)

連絡先: 野口 昌彦 〒162-8666 東京都新宿区河田町
8-1 東京女子医科大学 整形外科
TEL 03-3353-8111 FAX 03-3354-7360
E-mail office@ort.twmu.ac.jp

足部潰瘍が生じる²⁾という報告があるが、足底潰瘍は荷重によるもので、足背や境界部の潰瘍は靴や装具の圧迫が原因である。すなわち、足底潰瘍は中足部 Charcot 関節が原因である。難治性足底潰瘍により感染を生じると下肢切断を余儀なくされることがあり、患者の日常生活活動が著しく低下する。

1) 原因疾患

糖尿病では腎症、網膜症など様々な合併症を生じるが、糖尿病足も合併症の一つである。糖尿病足の病因は、神経障害と循環障害の二つに大きく分けられる。循環障害は糖尿病罹患後 20 年で約 45% に発症し、神経障害は通院糖尿病患者の最大 30% に発症する³⁾。糖尿病性壊疽に代表される下肢循環障害が取りざたされることが多いが、Charcot 関節の主な原因疾患は糖尿病である。糖尿病以外には、先天性無痛無汗症、脊髄癆、脊髄空洞症、脊髄馬尾神経障害、多発性硬化症などがあるが頻度は低い。

2) 発症頻度

糖尿病患者 680 人に 1 人 (0.15%)、糖尿病性神経障害の 10%、糖尿病患者の 0.3% あるいは最近では 7.5% という報告がある^{1) 4) 5)}。しかし、いまだ疫学的データに乏しいといわれている。東京女子医科大学病院では糖尿病フットケアの新城孝道先生によると 1% 前後であるが、糖尿病患者の絶対数が多いため Charcot 関節の患者は多施設より多いと推定される。また、両側発症は同時発症が 0.7%⁶⁾ と稀で、非同時発症が 5.9~39.3%⁷⁾ と報告されている。

3) 鑑別診断

発症早期の Charcot 関節は熱感、腫脹、発赤をきたす疾患、すなわち、蜂窩織炎、骨髄炎、化膿性関節炎、痛風、深部静脈血栓症 (DVT) などとの鑑別を要する。血液検査、MRI、骨シンチグラフィ、超音波検査などを行い鑑別する。

4) 臨床期分類

Eichenholtz 分類 (1966) が良く用いられる⁸⁾。
Stage I : 急性期

- 腫脹 (+), 発赤 (+), 疼痛を伴った熱感 (+)
- 関節周囲の軟部組織の腫脹 (+)

Stage II : 癒合期

- 腫脹 (+), 熱感 (+), 発赤 (-)
- 関節の亜脱臼・脱臼

Stage III : 硬化・治癒期

- 腫脹 (-), 熱感 (-), 足部の肥厚 (+)

Stage I は 2~6 ヶ月間, Stage II~III は 18~24 ヶ月間続く。

Petrova ら⁴⁾は臨床期を次のように説明している。
急性活動期

- 早期
- 進行期

慢性安定期

急性期の早期では片側の足に発赤、腫脹を認め、反対側より 2° 以上皮膚温が高い。X 線所見は正常範囲内であるが、骨シンチグラフィにて異常がある場合を Stage 0 としている。Stage 0 での MRI 所見は軟骨下骨浮腫であり、microfracture を示唆する。慢性安定期では発赤 (-), 熱感 (-), 腫脹 (±) で反対側との皮膚温は 2° 以内、X 線所見としては骨折治癒、硬化、リモデリングを認める。

5) 解剖学的分類

Sanders らによると Pattern I : 前足部 (15%), Pattern II : リスフラン関節 (40%), Pattern III : 舟状-楔状, 距舟, 踵立方関節 (30%), Pattern IV : 足関節, 距骨下関節 (10%), Pattern V : 踵骨 (5%) である⁹⁾。Brodsky によると, Type I : リスフラン, 楔状舟状関節 (60%), Type II : 距舟, 距骨下, 踵立方関節 (30-35%), Type IIIA : 足関節 (7%), Type IIIB : 踵骨結節 (2%) である³⁾¹⁰⁾ (図 1)。

6) X 線学的分類

Sammarco ら¹¹⁾は中足部 Charcot 関節を Pattern 1~5 に分類している (図 2)。Pattern 5 が最も重度である。一方, Shon ら¹²⁾は Type I~V に分類し (図 3), 重症度を alpha と beta に分け, 以下の (1)~(4) の 1 つ以上を満たすものを beta としている (図 4)。Type III が最も重度である。

(1) 脱臼の存在

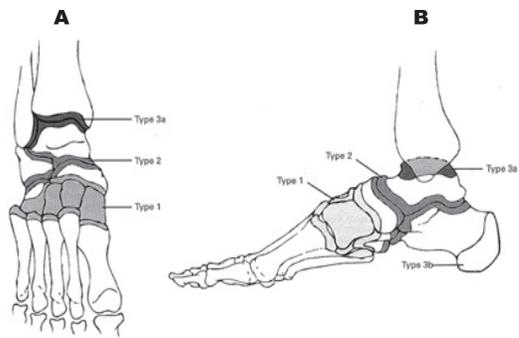


図 1. Brodsky 分類 A：足部正面, B：足部側面

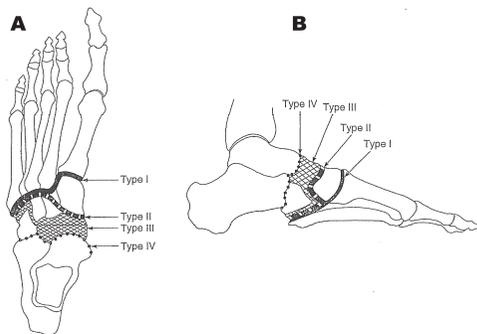


図 3. Shon らの分類 A：足部正面, B：足部側面

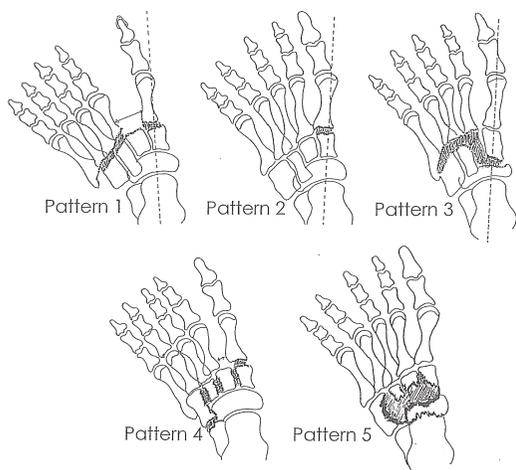


図 2. Sammarco らの分類

- (2) 距骨—第 1 中足骨角 (側面像) : 30° 以上
 - (3) 踵骨—第 5 中足骨角 (側面像) : 0° 以上
 - (4) 距骨—第 1 中足骨角 (前後像) : 35° 以上
- また, 距骨—第 1 中足骨角 (側面像) が 27° 以上なら足底潰瘍出現の可能性が高いことが報告されている¹³⁾.

7) 治療

a) 保存療法

Stage I, stage II 早期 (Eichenholtz 分類) では 4~6 ヶ月間 total contact cast を装着し免荷することがゴールドスタンダードとされてきた。しかし, 最近, 平均 14 週 (4~20 週) total contact cast (図 5) を装着し荷重を許可しても良好な成績が得られることが報告された¹⁾。また, Petrova ら⁴⁾も急性活

動期の早期には腫脹が軽減し, 健側との皮膚温差が 2° 以内になるまでギプス固定と免荷が重要であると述べているが, 問題点として患者の多くは知覚障害, 起立性低血圧, 肥満, 視力障害, 上肢神経障害などの理由で完全免荷が困難であることを指摘している。X 線像上, 関節亜脱臼, 脱臼, 骨折を認める急性活動期の進行期には骨破壊が停止し健側との皮膚温差が 2° 以内になるまでギプス固定を行う。慢性安定期にはギプス固定 (期間 18 週~20 ヶ月) し, ギプス除去後は治療靴に変更する。しかし, 荷重を含めリハビリは慎重に行い発赤, 熱感, 腫脹の再燃に注意する⁴⁾。

b) 手術療法

手術時期の決定は難しいが, 手術療法の適応は, ①脱臼/脱臼骨折による関節不安定性を認める場合, ②脱臼/脱臼骨折が軽度でも早期に関節固定を行い plantigrade な足の獲得を目的とする場合, ③脱臼/脱臼骨折による rocker bottom 変形により足底潰瘍が生じる危険性がある場合, ④すでに rocker bottom 変形による慢性再発性足底潰瘍がある場合, ⑤潰瘍からの感染がある場合などが考えられる。術式には, 突出部骨切除術, 観血的整復術+内固定術 (ORIF) あるいは創外固定術 (EF), 骨移植術を併用した関節固定術 (ORIF, EF) などがある。われわれの手術は①②③の場合が多く, 最小侵襲皮切による骨移植術を併用した関節固定術 (ORIF) を中心に行っており (図 6), 場合により足底突出部骨切除術を併用する症例もある。潰瘍による感



図4. X線計測値による重症度判断基準
 A: 距骨—第1中足骨角 (側面像): 30°以上
 B: 踵骨—第5中足骨角 (側面像): 0°以上
 C: 距骨—第1中足骨角 (前後像): 35°以上



図5. Total contact cast による荷重

染が保存療法に反応しない場合は、洗浄、デブリドマン、突出部骨切除術を行い、まず感染を治め潰瘍の治癒を待つ。

1960-2008年(約50年間)のCharcot関節の手術療法に関する文献は海外でも約80(Level 4, 5)しかなく、合計約1000患者に関する報告に過ぎない⁵⁾。当科では過去2年間だけでも中足部再建術を行った症例は10例になるが、中足部Charcot関節の手術療法¹⁴⁻¹⁷⁾に関する術式の選択、長期成績は今後十分な検討を要する課題である。

おわりに

東京女子医科大学病院では、糖尿病患者は糖尿病病センターを中心に治療される。糖尿病センターの中には糖尿病フットケア外来があり、潰瘍、壊疽など全ての糖尿病足がtotal contact cast, PTB装具、治療靴を含むあらゆる手法を用いた保存療法によるフットケアで管理されている¹⁸⁾。足の外科では糖尿病フットケアにおける保存療法が有効でない症例、あるいは適応が上記のとくに②③の場合に手術療法を行っており、糖尿病フットケア外来とは常に患者の同日併診による緊密な連携をとり治療を進めている。中足部再建術後の壁は高く、必ず乗り越えなければならない感染、遷延治癒、偽関節など数々の難問が立ちはだかる。足部Charcot関節には急性期と慢性期があり、単純X線像上、変化の乏しい急性期を見逃さず早期に診断し、早期に治療を開始しrocker bottom変形をきたさないようにコントロールすることが下肢切断を回避す



図 6. 左中足部 Charcot 関節に対する手術療法

- a : X 線足部正面像 (術前)
- b : X 線足部側面像 (術前)
- c : X 線足部正面像 (術後)
- d : X 線足部側面像 (術後)

るために重要である。そして、rocker bottom 変形の予防あるいは矯正の目的で、適宜、中足部再建術を行い plantigrade な足を獲得することも必要である。

文 献

- 1) de Souza LJ. Charcot arthroplasty and immobilization in a weight-bearing total contact cast. *J Bone Joint Surg Am* 2008 ; 90 : 754-9.
- 2) Boyko EJ, Ahroni JH, Cohen V, et al. Prediction of diabetic foot ulcer occurrence using commonly available clinical information. *Diabetic Care* 2006 ; 29 : 1202-7.
- 3) Robinson AHN, Pasapula C, Brodsky JW. Surgical aspect of the diabetic foot. *J Bone Joint Surg Br* 2009 ; 91 : 1-7.
- 4) Petrova NL, Edmonds ME. Charcot neuroosteoarthropathy-current standards. *Diabetes Metab Res Rev* 2008 ; 24 (Suppl 1) : S58-61.
- 5) Wukich DK, Sung W. Charcot arthropathy of the foot and ankle : modern concepts and management review. *J Diabetes Complication* 2009 ; 23 : 409-26.
- 6) Fabrin J, Larsen K, Holstein PE. Long-term follow-up in diabetic Charcot feet with simultaneous onset. *Diabetes Care* 2000 ; 23 : 796-800.
- 7) Sanders L, Frykberg R. The Charcot foot. In : JH, Levin and O'Neal's the diabetic foot. Bowker H, Pfeifer MA, editors (7th ed.). Philadelphia : Mosbey Elsevier ; 2007. 257-83.
- 8) Eichenholtz SN (Ed). Charcot joint. Springfield, IL :

- Chrles C Thomas ; 1966. 3-8.
- 9) Sanders LJ, Frykberg RG. Diabetic neuropathic osteoarthropathy: The Charcot foot. In: The high risk foot in diabetes mellitus. Frykberg RG, editor. New York : Churchill Livingstone ; 1991. 297-338.
- 10) Brodsky JW. The diabetic foot. In : Surgery of the foot and ankle. Coughlin MJ, Mann RA, Saltzmann CL, editors. Philadelphia : Mosby Elsevier ; 2007. 1281-368.
- 11) Sammarco GJ, Conti SF. Surgical treatment of neuroarthropathic foot deformity. *Foot Ankle Int* 1998 ; 19 : 102-9.
- 12) Shon LC, Weinfield SB, Horton GA. Radiographic and clinical classification of acquired mid tarsus deformities. *Foot Ankle Int* 1998 ; 19 : 394-404.
- 13) Bevan WPC, Tomlison MPW. Radiographic measures as a predictor of ulcer formation in diabetic charcot midfoot. *Foot Ankle Int* 2008 ; 29 : 568-73.
- 14) Pinzur MS. Current concept review : Charcot arthropathy of the foot and ankle. *Foot Ankle Int* 2007 ; 28 : 952-9.
- 15) Assal M, Stern R. Realignment and extended fusion with use of a medial column screw for midfoot deformities secondary to diabetic neuropathy. *J Bone Joint Surg Am* 2009 ; 91 : 812-20.
- 16) Sammarco VJ, Sammarco GJ, Waker EW Jr, et al. Mid tarsal arthrodesis in the treatment of Charcot midfoot arthropathy. *J Bone Joint Surg Am* 2009 ; 91 : 80-91.
- 17) 内田 淳, 門司順一, 真島任史他. 糖尿病性ニューロパチーによる足部 Charcot 関節の検討. *北海道整災外誌* 2008 ; 50 : 75-80.
- 18) 新城孝道. 糖尿病足病変. *関節外科* 2009 ; 28 : 70-4.

教育講演

ドイツ式靴の加工および靴型装具について (糖尿病を交えて)

German Orthopedic shoe treatment and
orthopedic custom made shoes, with Diabetic foot

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

Fuss und Schuh Institut, Vansan-sho. Inc

ヘルベルト テュルク

Herbert Tuerk

Key words : 整形外科靴マイスター (OSM), 靴加工 (shoe treatment), 靴型装具 (Orthopedic custom made shoes), 糖尿病足病変 (Diabetic foot), ロッカーソール (rocker sole), 前足部免荷 (fore foot pressure relief)

要 旨

ドイツにおける整形外科靴マイスター (Orthopaedieschuhmacher/Orthopaedieschuhmacherin, 以下 OSM) は、足部と靴に関する専門技術者であり、かつ経営資格者である。OSM は、専門医や他の専門職種と連携しながら、採寸やキャスト採型から装具の足底挿板、インナー、靴型装具を患者の要望も聞きながら製作・適合する。ドイツでは規格品の整形外科靴は、足部治療に必要な足底挿板が市販靴に挿入できない場合に健側足と合わせて保険の適応となる。また、足底挿板および規格の整形外科靴では適合できない場合、靴型装具の適用となる。近年、糖尿病足病変に対するフットケアの一環で治療目的の靴型装具適用が著しく増加している。機能的で治療に適した靴を適合することで歩行可能になり創傷治癒が妨げられない。

はじめに

ドイツにおける整形外科靴マイスター (以下 OSM) は、足部と靴に関する専門技術者であり、かつ経営資格者である。日々の仕事について端的に述べると、患者や顧客の足、そして全身の状態を判断し、足底挿板および靴型装具の製作もしくは靴を調整し、足部の問題、そして足部の問題に起因する諸問題を改善することである。足部疾患や事故後遺症、靴の不適合など歩行に悪影響を及ぼす原因は多々ある。動作に痛みが伴い、歩行時に問題があるときに治療として OSM の仕事が要求される。また、多くの場合、先天性や後天性、もしくは事故などによる足部の障害は、全身の運動や動作に支障をきたす。そういった問題の除去、そして、すみやかなりハビリテーションのための手助けが、この手工業に特化した OSM の仕事である。OSM は、専門医や他の専門職種と連携しながら、採寸や石膏による採型によって製作された装具の足底挿板やインナーシューを製作・適合する。または靴型装具からさらには技術を応用してファッション性の高い靴まで患者の要望を承りながら製作・適合する。靴は原則として治療や障害の軽減に役

(2009/12/22 受付)

連絡先: ヘルベルト テュルク 〒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



図1. 先天性異常に対する靴型装具



図2. 浮腫に対する靴型装具

立つと同時に、装着者のファッション的満足度も高める努力が重要である。医師によって診察、診断が終わると、専門スタッフに詳細な治療指示がなされる。ドイツでは、OSMは、先天性の足部問題や交通事故による足部の問題に対峙することがとても多く、医師や患者と密接に仕事を進めていく過程では、医学の基礎知識もさることながら、心理的、感情的理解も必要とされる。とくに病気や事故によって突然足部に問題を持った、小児や成人の患者との関わりにおける靴型装具または靴の調整の適成果は、きめ細やかな感情の理解にも左右される。

足底挿板とコンフォートシューズ

足底挿板とは、足部変形に対する支持または矯正、軟部組織の免荷および負荷の分散、脚もしく

は脊椎のアライメントの改善をする装具である。コルク、革、熱可塑性プラスチックや金属などで製作される。足底挿板の整形外科的機能は、挿入する靴によっても影響を受ける。靴は本来、適切な足底挿板と組み合わせられてはじめてその機能を果たす。しかし、多くの市販靴は足底挿板を交換できる構造になっていない。ドイツでの規格品の整形外科靴とはオーソペディックコンフォートシューズとも呼ばれ、足部の安全性や快適性、そして機能をもっとも考慮した高品質の靴のことで、市販靴のことではなく足底挿板の調整、交換はもとより、さまざまな整形外科的調整ができるように設計されている。きびしい使用条件で少なくとも1年間は機能低下があってはならない。保険で新調した場合、少なくとも2年間は保険で新調が認められない。踵部分やソールの減りに対する



図3. 製作工程

修理は、通常の靴と同様、装着者の負担となる。規格品の整形外科靴は、足部の改善に必要な足底挿板が市販靴に挿入できない場合、保険の適応となる。保険は、整形外科靴的な処置を必要としない健側にも適応となる。また、患者の成長に伴う靴のサイズ変更や症状の変化に対応する必要性から医師の処方により保険が適用されることがある。さらに患者が必要とする機会を考慮し、屋外用の靴と屋内用の靴が保険で認められる場合がある。

靴型装具

ドイツでは足部または下腿部の疾患において足底挿板および規格の整形外科靴では適合できない

場合、特に足部もしくは下腿部の著しいアライメントの変形、30mm以上の左右足長または足囲差、25mm以上の脚長差、先天性異常(図1)、切断足、浮腫(図2)、関節変形または関節炎、筋群機能不全や麻痺足、装具着用者に対する機能的補助などに靴型装具の適用となる。靴型装具は医師の診断およびフットプリント、採寸、石膏による採型、関節可動域の評価および歩行分析などの結果により靴型を起こし、フットベット(足底挿板)とともに製作された透明なプラスチック靴での靴型の仮合わせをした後に製甲、芯・補強材取り付け、釣り込み、底付けおよび仕上げと言う過程で製作される。(図3)



図 4. 潰瘍発生例



図 5. 前足部免荷装具

糖尿病用靴型装具

糖尿病足病変を伴う患者の靴処置は、重要性を

増している。基本的に種々な専門分野の人々が集結した作業グループにより糖尿病足病変の靴処置の適応を行っていく必要がある。糖尿病足病変を



図6. 踵部免荷装具



図7. トータルコンタクトキャスト

伴う患者の整形外科靴技術処置では足の裂傷を避け、再発を防止し、切断の危険性を軽減し、可動性の維持や向上は患者の生活の質を高めることに繋がるとともに医療コストも下がることが期待される。患者、医師、OSM および医療保険機構にとって、リスククラス区分基準が適切な靴処置の判断と選択の基本となり、免荷および負荷の分散を目的とする足底挿板処置と靴型装具、免荷装具などはこの基準によって適用される。糖尿病足病変の患者における靴型装具は糖尿病による神経障害や閉塞性動脈硬化症などの合併症を考慮しながら主

に足部軟部組織の免荷および負荷の分散による創傷ケアを効能として製作される。糖尿病用靴型装具の適用の際には靴底のロッカー加工が免荷として有効である。ロッカー加工が不十分であると図4のような潰瘍発生を伴う場合があり医師とロッカー加工の仕様を協議して製作に当たることが望ましい。足部への負荷は立位時と歩行時とで大きく異なる。足部と靴型装具の間に敷いたセンサーシートでの足底圧計測により、足底と靴型装具の圧の分散および免荷の適合状態を視覚的に判断することができる。創傷の治療目的において部分免荷のための靴および免荷装具は大きく分けると前足部免荷タイプ(図5)と後足部免荷タイプ(図6)に分かれる。負傷や手術、潰瘍の際に機能的で治療に適した靴もしくは免荷装具を適合することで、歩行が可能になり、治癒が阻害されない。さらにドイツではトータルコンタクトキャストの適用も医師の診断の下 OSM により実施する。(図7)

まとめ

靴は本来、適切な足底挿板と組み合わせられてはじめてその機能を果たし、原則として治療や障害の軽減に役立つと同時に、装着者のファッション的満足度も高める努力が重要である。また、糖尿病足病変を伴う患者に対する靴は足の裂傷を避け、再発を防止し、切断の危険性を軽減し、可動性の維持もしくは向上によって患者の生活の質を高め医療コストも抑制することが期待される。

教育講演

整形外科医からみた足と靴

Foot and Shoes seen from Orthopedist

NPO オーソティックソサエティー
Non-profit Organization of Orthotics-Society

内田 俊彦
Toshihiko Uchida

Key words : 足サイズ (foot size), 靴合わせ (shoe fitting), 荷重 (weight bearing), 非荷重 (non-weight bearing), 動的靴合わせ (dynamic shoe fitting)

要 旨

筆者が計測を行ってきた 3540 名 7080 足を年代別に分け、足サイズの分布状態を検討した結果、40 才未満の若年者は E サイズを、40~59 才の中年は 2E サイズ、60 才以上の高齢者は 3E をピークにして分布していた。これらの足に対する靴のフィッティングの方法を、静的な非荷重位におけるもの、動的な荷重位におけるもの、そして両方を考えた動的なフィッティングの三つに分けて行っており、その方法を紹介した。

はじめに

足と靴のフィッティングを考える事は、障害のある足に対して靴と足底挿板などによる保存的治療を行う上で非常に重要です。足は荷重、非荷重でその形を変えます。すなわち歩行中に足は絶えず形を変えている訳です。形が変わる足を、形が変わらない靴に合わせる事は非常に困難な事といえます。

筆者は靴医学会が発足した年と時を同じくして、足底挿板を自作して足のトラブルに対応してきました。医療関係者が足底挿板療法を行う場合、まず足を診てそれに合わせて足底挿板を作製します。その際、ほとんど履く靴のサイズを想定しては作っていません。当初、筆者らもそうでした。外反母趾で母趾 MTP 関節が靴に当たる場合、そこが当たらないような大きな靴選びをしていました。大きい靴では中で足が泳ぎ、踵も非常に不安定になります。足が泳ぐような場合、動かないように詰め物をしたり(いわゆる中敷きで調整)、踵が緩ければ踵周りにスポンジを貼ったりして対応していました。現在でも一般的にはこのような方法が主流だと思います。しかしこういう緩い靴はどんなにこのような対応をしても足底挿板の十分な効果が得られませんでした。これは自分で足底挿板の作製と調整、そして靴のフィッティングを行って初めて気がついた事です。従って足底挿板による治療の第一歩は、履く人の足に合っている靴選びから始まる、という事を思い知らされました。そのため荷重、非荷重の足の計測を行うフィッティングの方法を考えてきました。その方法を紹介します。

(2010/01/19 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 dymocofoot7@mac.com



非荷重位 荷重位

図1. 非荷重・荷重の違い

足サイズに関して

レントゲン像上、外反母趾や開張足は、非荷重の方が荷重時より変形の少ない事は整形外科の先生方は経験していると思います。(図1) 足は静的状態(非荷重)と動的状态(荷重)でその形を変える訳です。そこから形が変わらない一定の靴に、形が変わる足をどうフィットさせれば良いのかを考えてきたわけです。一般的に靴合わせのための足サイズ計測を行う際には荷重位しか計られていません。そのため非荷重の足計測も行うようになりました。そして靴合わせの際、荷重のかかった大きいサイズから非荷重に近いサイズまでの何種類かを試し履きしてもらうようにした訳です。その結果は大変驚いたものでした。以前は足の何処かが当たらないよう少し大きめの靴を薦めていた訳ですが、細い靴の方が逆にMTP関節部の当りは少なくなり、歩いてみても楽で痛みも少ないという患者さん達の反応が大多数を占めていたからです。

筆者は2003年以來、靴のショップを開業しており、そこに来店された女性で13才以上の足のデータを紹介します。対象は3540名7080足です。これを13~39才のA群、40~59才までのB群、60才以上のC群の三群にわけました。A群は822

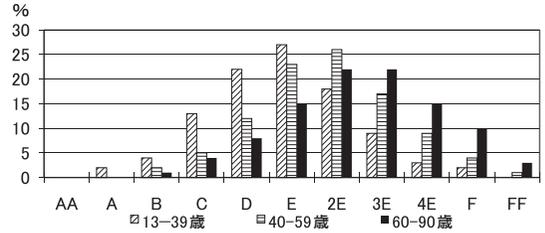


図2. 荷重位足囲分布

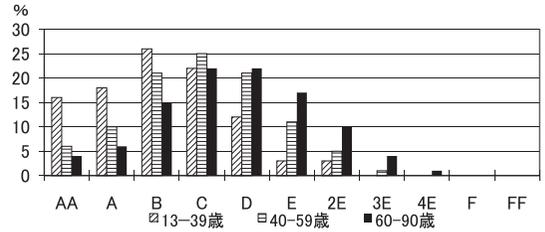


図3. 非荷重位足囲分布

名1644足、平均年齢30才です。B群は1530名3060足、平均年齢51才、C群1188名2376足平均年齢69才です。

計測肢位は、足長は立位荷重位で行い、足位、足幅の非荷重位は座位で足を組んでもらうか、足を組めない場合は椅子の上で下肢を投げ出してもらって行いました。荷重位は足長と同じ計測肢位です。座位で足裏を地面に接地させて測る方法を、非荷重のものとして扱っている場合も見受けられますが、これは非荷重位とは全く違う値をとりますので気をつけてもらった方がいいです。

まず各群における荷重位の足囲分布では、(図2)どの群においても細い足から太い足が存在しますが、A群ではピークがEサイズにあり、B群では2E、C群では3Eと高齢になるに従ってピークが太い方に移行しているのが分かります。これは以前から報告していた結果と同様でした^{1) 2)}。一方非荷重位における足囲は各群ともそれぞれピークは3サイズ分細くなっています。(図3)すなわち荷重位と非荷重位の足囲の差は平均で約18mmであり、歩行中に靴の中で足囲はこれだけ変化しているという事です。足幅でみても(図4)足囲と同じ傾向であり、歩行中に足幅は平均約10mm変化してい

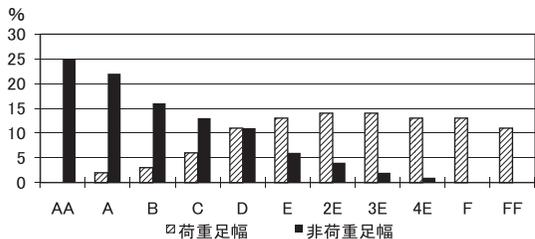


図 4. 足幅分布

表 1

	右		左	
足長	248		250	
足囲 (荷重位)	275	F ↑	277	F ↑
(非荷重位)	237	E	248	2E
足幅 (荷重位)	116	F ↑	120	F ↑
(非荷重位)	94	C	99	E

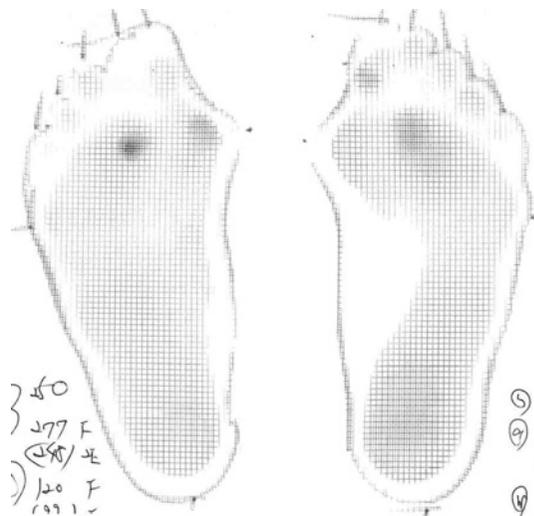


図 5. フットプリント

ます。これだけ足は歩行中にその大きさが変化していますから、靴もできるだけ調節の可能である紐靴が足のためには良い履物といえると考えます。

そのためにフィッティングも方法も、静的な非荷重位におけるもの、動的な荷重位におけるもの、そして両方を考えた動的なフィッティングを考慮する必要があると考えています。

筆者のフィッティングの方法

筆者の実際のフィッティングの方法を紹介します。症例は63歳女性です。両外反母趾で、痛みは特に左足底部の腓胝部にありました。履いている靴は、いわゆるコンフォートシューズで、足長は26.5cmのものでした。太さに関しては情報が全くありません。この例の足サイズを表1に示します。

靴の足長は25.0cmでいいはずです。

足囲では、25.0cmのFサイズは266mmまでですから、荷重位では両足ともにそれ以上のサイズです。一方非荷重位では右がEサイズ、左は2Eサイズとなっています。荷重、非荷重の差は右38mm、左29mmと非常にその差が大きい足をしています。

足幅ではFサイズが107mmですから、両足とも

足囲同様規格外のサイズです。非荷重位では右は22mm細くなってCサイズ、左は21mm細くなってEサイズです。

フットプリントをみると(図5)左足には第3中足骨頭部に腓胝による圧の集中がみられます。右足も第2中足骨頭部付近の圧が少し高くなっているようにみえますが、左ほど著明ではありません。

非荷重位、荷重位における足の状態を図6に示します。左足の外反母趾と左第2趾が母趾外側に乗り上げていますが、非荷重位の方が程度は軽い事がうかがわれます。また外反母趾変形も荷重位に比べて非荷重位の方が左右とも明らかに程度が軽くなっています。

外反母趾変形は荷重によって中足部の開張が大きくなる事によって増大します。中足部の開張を抑えると、外反母趾変形は矯正される訳です。靴を細くした方が外反母趾変形には有利である事をすでに報告してきました。図7をみると、中足部の広がりを抑えると非荷重位では左足の外反母趾変形の矯正と第2趾の母趾への重なりが改善している事がよくわかります。荷重位においても、図6と比べて明らかに外反母趾変形が矯正されている事がわかります。

中足部の広がりをおさえると、図8に示すよう



非荷重位

荷重位

図6. 荷重・非荷重の足



テープ非荷重位

テープ荷重位

図7. 中足部をテーピングしての荷重・非荷重の足



裸足荷重位の足幅 120mm テーピング荷重位の足幅 111mm

図8. 足幅の違い

に足幅はこの例では9mm細くなっている事がわかります。

中足部の広がりを抑える事で足幅の広がりが少なくなり、横アーチの低下が抑えられる結果、図9のように胼胝部分の圧の集中が全くなっています。中足骨痛に対しても細身の靴の方が有利である事がわかります。

実際のフィッティングを図10に示します。表1の足サイズから左足は非荷重位で2E、右足はEサイズでした。ウォーキングタイプの2Eの靴を履いてもらいました。歩行時に外反母趾部分がすこ

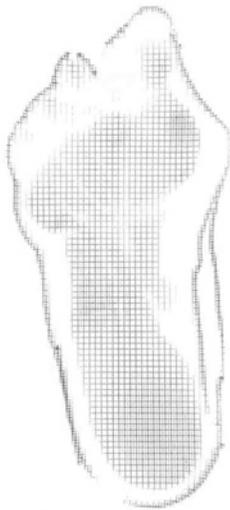


図9. テーピングによるフットプリント

し当たる感じはありますが、足底部の胼胝部分はまったく痛くないという事でした。次にEサイズのスポーツシューズを履いてもらいました。左足の母趾MTP部の突出がよく分かりますが、右はそれほど目立ちません。歩行時には母趾の当りも気にならず、足底の痛みもないということでした。このかたは荷重、非荷重における足サイズの変化が非常におおきいため、さらに細い靴を履いてもらいました。図右のBサイズの靴です。この靴も歩行時に痛みは出ませんでした。全体的に圧迫感が強く、長時間は履けないだろうという事でした。結局、最初に合わせた2Eの靴にして、歩行姿勢の観察をおこない、足底挿板を作製し、現在経過観察中です。実際の足サイズよりこれだけ細い靴であっても、痛みも無く靴を使用してもらっています。

靴のフィッティングを行う上では、このように太さの違った靴を履いてもらい、履きごちを確かめてもらう事が重要です。スポーツシューズのような素材の物は足当たりが柔らかめでメッシュの素材は伸びが大きいからです。細めの靴でも比較的履いてきつく感じる事は少ないです。一方革靴になると、長期間履いていけば確実に伸びてなじんで来ますが、新しい時期には伸びが少ないため今まで履いた事のないような細い靴だと、圧迫感を感じる事は多々あります。したがって実際に試し履きをしてもらい、その圧迫感が不快なものか、



靴サイズ 2E

E

B

図10. 実際のフィッティング



図 11. 筆者らの靴のパンフレット

そうでないかを感じ取ってもらわないと難しい面が多々あります。筆者が使用している革靴は、C、D、E、2E、3E の 5 種類ですが、同じ太さの木型で作られた靴でも、デザインによって足入れ感は違ったものになる事は多々あり、フィッティングの難しさを常に感じています。

動的フィッティングについては紙面で紹介するには困難があります。目でみて、歩行姿勢が左右バランスのとれた動きになってくればその靴サイズが合ったものと判断しますが、靴サイズを細くしていった方が明らかにバランスは整ってきます。その上で足底挿板を作製するようにしています。

これからの展望

現在販売されている靴サイズのほとんどが太い物ばかりであり、E サイズよりも細い靴の数は少なく、また太さの記載もまったくない靴がほとんどをしめています。これでは、いざ靴合わせをしようと思ってもなかなか出来ないのが現状です。またこれらの数値は、フィッティングをする上で必

要とはいっても、メーカー間においてバラバラであります。バラバラであるとはいっても、記載が全くないよりはまだある方がましであり、あくまでも参考値ではありますが、これらを今後すこしでも各メーカーは改善してってもらいたいものです。ちなみに筆者の使用している靴のカタログの一部を図 11 に示します。靴サイズは C であり、23.0cm で足囲が 206mm の木型を使って作られていることを明記してあります。これであれば、この靴を取り扱うのが初めてのひとでも、足サイズを計測した上でのフィッティングに戸惑う事は少ないと思います。

また、一般靴に関しては、捨て寸をどの程度とった靴なのかなど、情報があるようで全くといってないのが現状であり、これらを一つずつでもきちんと分かるようにしむけて行く事も、今後の靴医学会の一つの役割ではないかと考えています。

まとめ

足サイズは荷重、非荷重で変化するし、足変形も同様に変化しています。従って靴のフィッティングもそれを考慮して行う必要があります。足に合った靴選びは足の障害の発生や痛みの軽減をもたらしてくれる可能性をもっていると考えます。

文 献

- 1) 内田俊彦他. 成人女性の足型計測. 靴の医学 2006; 20:56-9.
- 2) 内田俊彦他. 外反母趾の足サイズ. 靴の医学 2008; 22:47-51.

ランチョンセミナー

足の皮膚疾患のいろいろ—皮膚真菌症を中心に—

Fungal infections and other common skin diseases on the foot—

金沢医科大学医学部環境皮膚科学部門

Department of Dermatology, Kanazawa Medical University

望月 隆

Takashi Mochizuki

Key words : 足白癬 (tinea pedis), 爪白癬 (tinea unguium), 真菌検査 (mycological tests)

要 旨

足は靴に包まれることで外界から保護されているものの、多種多様の皮膚疾患が生じる。特に糖尿病患者に合併する足の皮膚疾患はQOLを著しく低下させることが知られている。中でも足・爪白癬は蜂窩織炎などの細菌感染症の誘因になることが知られ、diabetic footの主要因として注目されている。早期診断と普段からのフットケア、患者教育が重要視される所以である。本稿では足の皮膚疾患の半数を占める足・爪白癬の診断と治療を中心に、白癬と鑑別すべき疾患について解説した。

はじめに

皮膚科専門医の診察による足疾患の実態調査であるJapan Foot Week研究会の報告¹⁾によると、1999年5月と2000年5月に全国の皮膚科専門医を訪れた21820症例のうち64.6%は足に何らかの問題があり、内訳では「真菌感染症」が40.0%、「うおのめ・たこ」が13.0%、「いぼ・ほくろ」が5.8%、「湿疹・汗疱」が5.6%であったと報告されている。

このうち足の真菌感染症以外を主訴に皮膚科を受診した患者の19.6%に足の真菌感染症が見いだされていた¹⁾。一方「外反母趾・扁平足・変形」は5.2%¹⁾と報告されているので、足の疾患の多くは皮膚疾患であるといえる。またこれら足の皮膚疾患のうち、真菌感染症(白癬)は近年鶏眼とともに糖尿病の管理上、重要視されている。本稿では第23回日本靴医学会学術集会(平成21年9月)において足の皮膚疾患について発表する機会を与えられたので、そのうち真菌感染症に焦点をあてて解説を行う。

1 足の皮膚糸状菌症(足白癬・爪白癬)

A 疫学

白癬は白癬菌(皮膚糸状菌)の表在性感染により生じる。白癬菌はケラチンを消化する能力が高く、ケラチンで構成される表皮の角質、爪や毛髪に侵入する。このうち足白癬の頻度は高く、わが国には約2500万人、また爪白癬は1100万人の患者がいると推測されている¹⁾。主な感染源は他人の足白癬で、足から足へ、あるいは住環境などを介して接触感染するため、予防は家族の足白癬の治療が最も重要である。自然治癒や不十分な治療の効果はあまり期待できず、高齢者は高い頻度で罹患している。なお巷間「水虫」と称する状態は多くの鑑別疾患を含めた総称と考えられる。実際自

(2009/11/12 受付)

連絡先: 望月 隆 〒920-0293 石川県河北郡内灘町
大学1-1 金沢医科大学医学部環境皮膚科学部門
TEL 076-218-8141 FAX 076-286-6369
E-mail mocizuki@kanazawa-med.ac.jp



図1. 足白癬 趾間型



図3. 足白癬 小水疱型 大きな水疱を示した例. 水疱は大小不揃いである.



図2. 足白癬 小水疱型



図4. 足白癬から生じた蜂窝織炎.

称「水虫」の患者の真菌検査で約3人に1人の割合で真菌が検出されなかったという報告がある¹⁾ので、患者の申告は診断の参考にすべきでない。また痒みなど自覚症状も参考にせず、以下に述べる真菌検査のみが信頼できる診断根拠である。

B 症状

足白癬は趾間に鱗屑やびらんをともなう趾間型(図1)、小水疱を生じ、水疱形成時に痒みの強い小水疱型(図2, 3)、厚い角質増殖を伴う角質増殖型に分けられる。特に初夏から盛夏に症状が強くなり、秋から冬にかけては軽快するが、角質増殖型では痒みはなく、冬に亀裂が生じ、痛みのために受診する例がある。糖尿病患者では軽微な角質の障害から重篤な蜂窝織炎を生じることがある(図4)。したがって糖尿病患者の白癬は軽微なうちに十分治療する必要がある。爪白癬(図5)は通常足

白癬に続発する。少数の足趾の爪甲の混濁で始まり、後に増数し、また病爪は肥厚してくる。初期には自覚症状はないが、細菌の二次感染(図6)や、靴で圧迫されると痛みが生じ、また引っ掛ける、爪を切れないなどの障害が生じる。糖尿病患者は爪白癬を罹患しやすい¹⁾。

足白癬と他の疾患を見分けるコツであるが、感染症ゆえに左右対称性の分布を示す事はまれで、小水疱、膿疱も大きさのそろったものが多発する例は真菌症以外の疾患を強く疑う。また、病歴聴取で過去に「市販の水虫薬がよく効いた」例は白癬の可能性が高い。爪白癬を強く疑う所見としては、爪真菌症に罹患しても硬い爪の表面(背爪)が侵されるのは末期であるので、病爪の光沢が保たれること、全ての爪甲が罹患することは少なく、

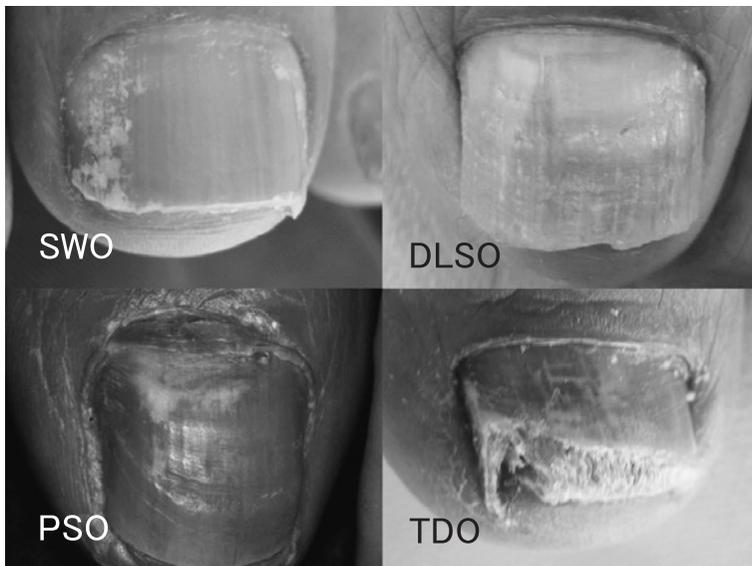


図5. 爪白癬 SWO (superficial white onychomycosis) は背爪から菌が侵入し白色混濁する。DLSO (distal and lateral subungual onychomycosis) では菌は遠位端、側縁から侵入する。PSO (proximal subungual onychomycosis) は菌が後爪郭から爪甲下に侵入する。TDO (total dystrophic onychomycosis) は爪甲全体に病変が及ぶもので爪白癬の最重症型。



図6. 爪白癬から生じた二次感染。

正常な爪がどこかに残ることが参考になる。しかし確定診断には真菌検査が必要になる。

C 真菌検査法

皮膚真菌症を疑い、真菌が豊富に含まれそうな検体を採取し、適切な真菌検査を行って菌が検出されれば診断が確定する。日本皮膚科学会策定の「皮膚真菌症診断治療ガイドライン」²⁾に詳細な方法が記述されているので略述する。検体採取は水疱



図7. 顕微鏡と検体採取に用いる器具。用具は各自使いやすいものを用意する。

蓋や、水疱の乾いた部分、皮膚表面にまだ付着した鱗屑を検査に用いるのが望ましい。一方出血するような検体採取法やびらん面からの検体採取は避ける。爪では、健康な部分と病変部の境界部が望ましく、できるだけ爪を切り、その奥から検体を取ることが勧められている²⁾。

用意する資材は、検体採取用の無鉤ピンセットや眼科用の小尖刀、スライドグラス、カバーグラス、角質を溶解するための20%KOH水溶液(市販品はズーム[®]液(久光製薬))、光学顕微鏡、加熱用

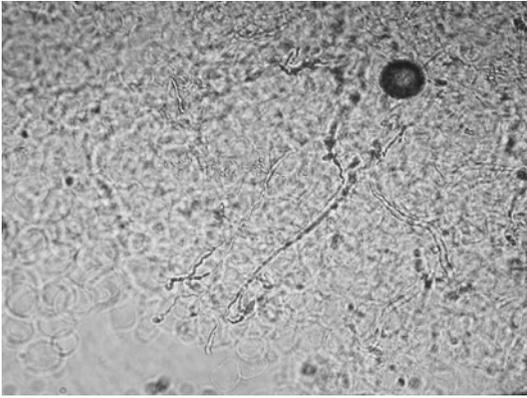


図8. 白癬菌の顕微鏡所見. KOH直接鏡検法. コンデンサを下げ, 絞りをしぼるとコントラストがつき, 菌要素を観察しやすい.

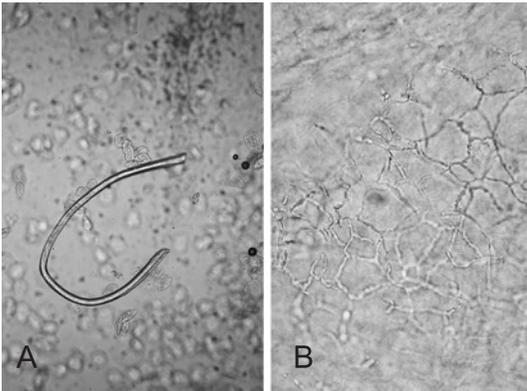


図9. A: 植物繊維 B: 白癬菌とよく間違われる菌様モザイク.



図10. 汗疱(異汗性湿疹). 水疱の大きさはそろっていない.

のアルコールランプ, ライターあるいはホットプレートである(図7). 検体をスライドガラス, カバーガラス間に挟み, ごく少量のKOH液をなじませ, アルコールランプなどで穏やかに加熱する. 角質が溶解したのち光学顕微鏡で観察するが, 100倍-200倍程度で, コンデンサーの絞りを絞ると菌を観察しやすい(図8). 慣れない間はほこりや植物の繊維, 角質細胞間のコレステロールの結晶(いわゆる菌様モザイク, 十分溶解すると消失する)を菌と見誤ることがある(図9)が, わずかな修練で, 皮膚真菌症の確定診断ができるようになるので, 獲得しておきたい技術である.

D 治療

多くの足白癬は外用抗真菌剤を1-2カ月使用する事で改善する. 一日1回, できるだけ広い範囲, できれば両足の足底全体に外用させたい. びらんのある趾間型足白癬の場合は, 抗真菌剤の刺激が生じるためむしろ禁忌とされ, ステロイド外用剤や抗生剤で局所の状態を改善してから抗真菌剤の適応を改めて考慮する³⁾.

爪白癬, 角質増殖型の足白癬では内服抗真菌剤の適応である. テルビナフィン(TBF)とイトラコナゾール(ITCZ)が皮膚真菌症に使用される. TBFは角質増殖型の足白癬には125mg/日1カ月, 爪白癬には125mg/日を4-6カ月連日使用する. 投与期間は通常6カ月でよく, 混濁が残存していても内服終了後も引き続き改善する. ITCZは爪白癬では400mg/日7日間の内服ののち, 3週間の休薬期間を置くパルス療法を3回行う. いずれも血液検査で肝機能, 血液像を内服開始前と1カ月に一度, 2カ月間は調べる. ITCZでは併用禁止, 併用注意薬が多く, 特に高齢者では注意を要する. 抗真菌剤内服に先だって真菌検査による菌の存在の確認は必須であり, ガイドライン²⁾でもこれが強調されている.

2 足白癬・爪白癬と鑑別が必要な疾患

A 汗疱(異汗性湿疹)⁴⁾(図10)

掌蹠の湿疹性病変で, 左右対称性に大きさのそ

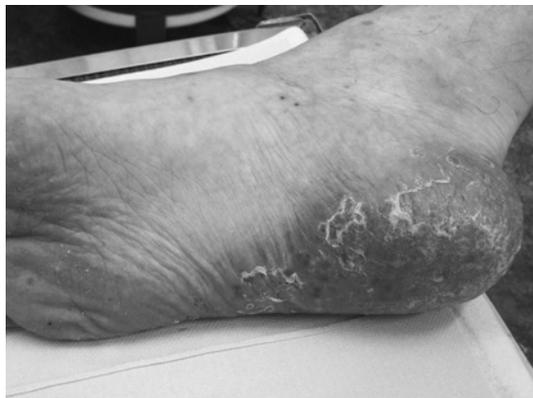


図 11. 掌蹠膿疱症. 膿疱の大きさはそろっている.



図 12. 接触皮膚炎. 外用剤をやめさせ, ステロイド剤外用に変更する. 安易に他の抗真菌剤に変更しない.

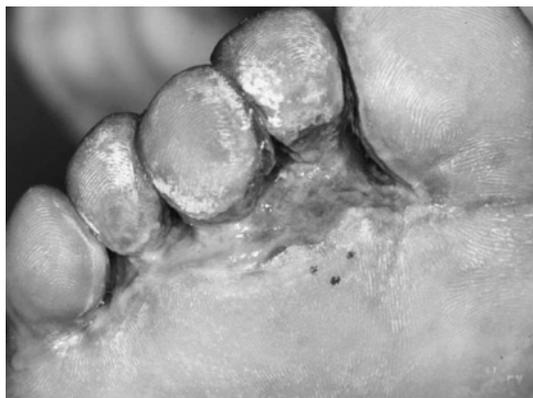


図 13. 緑膿菌による趾間感染症. 白癬に合併する事があるが抗真菌剤では決して治らない.

ろった点状から帽針頭大の小水疱が多発する. 紅斑, 鱗屑をともなうことがある. 痒みをともなう例が多い. 原因は不明であるが, 接触皮膚炎, 金属アレルギー, 真菌の感染アレルギー, 多汗などの関与が明らかな例がある. 治療はステロイド薬の外用.

B 掌蹠膿疱症⁴⁾ (図 11)

中高年の土踏まず, 母趾球, 小趾球に左右対称性に無菌性膿疱が多発する. 同時に手掌や爪にも生じる事が多い. 膿疱は帽針頭大で大きさはほぼそろっている. 夏に増悪し, 軽い痒みがある. 喫煙者に好発し, 扁桃炎, 齲歯など病巣感染を認める例, 胸肋鎖関節や仙腸関節の関節症状を伴う例がある. 治療は禁煙, 齲歯の治療を指導のうえ, ステロイド薬, 活性型ビタミン D₃ 軟膏の外用やエトレチネート内服を行う. 場合によっては扁桃の摘出を考慮する.

C 接触皮膚炎 (図 12)

外用剤の使用部位に, 紅斑, 鱗屑, 時に小水疱が生じ, びらん, 亀裂をともなう. 足背に広がった皮疹は体部白癬に見られるような中心治癒傾向がない. 痒みをともなう事が多い. 使用薬剤をステロイド剤に変更し, 皮疹の改善を待って真菌検査を行う. びらんをともなう白癬に抗真菌剤を外用して発症する例がある.

D 緑膿菌による趾間感染症 (図 13)

白癬や接触皮膚炎などによる角質の障害にひきつづいて, *Pseudomonas aeruginosa* が感染し, 趾間に難治性のびらんを生じる例がある⁵⁾⁶⁾. 境界明瞭な, 痛みを伴うびらん, 潰瘍を認め, 浸軟した角質 (hyperkeratotic rim) で縁取られる. 外用抗生剤を含め, 各種の外用治療に抵抗する. 感受性のある抗生剤の全身投与のほか 1% 酢酸水足浴の有効例が報告されている⁶⁾. 趾間が狭い人に好発し, 再発が多い.

E 健康サンダル角化症⁷⁾ (図 14)

両側足底に対称性に角化性病変を認める. 自覚症状はない. 健康サンダルによる慢性的機械的刺激が原因であり, 使用をやめると 2 カ月程度で改



図 14. 健康サンダル角化症. サンダルをイボのない物に帰るだけで改善する.



図 17. 爪甲鉤彎症. 横溝のある肥厚した爪が鉤状に彎曲しつつ伸びてくる.



図 15. 小窩状角質融解症(北村清隆原図). 多くは多汗症にともない, 異臭がある.



図 16. 爪真菌症様爪炎. 典型例では全ての爪に同様の変化があり, 表面の光沢がない事で爪白癬と異なる.

善する. 足白癬に合併すると抗真菌剤の効果が減弱し, 健康サンダルの使用をやめさせない限り菌は陰性化しにくい.

F 小窩状角質融解症(pitted keratolysis) (図15).

両足の足底に小点状の凹みが虫食い状に多発する. 痒みはほとんどない. 夏に多汗症のある人に好発し, 足底や靴はしばしば異臭を漂わせる. おそらく角質に常在する *Corynebacterium* 属などのグラム陽性桿菌の過剰増殖で生じる. 抗生剤の外用のほか, アゾール系抗真菌剤の外用でも効果がある.

G 爪真菌症様爪炎[®] (図16)

爪甲の変形の原因は, 感染のほか, 炎症, 機械的刺激, 循環障害, 爪甲下腫瘍などきわめて多彩であり, 診断が困難な例も少なくない. この例は当初爪甲から真菌が認められたため爪白癬として治療したが, 左右のI趾爪の変形が改善せず, 基部から縦線をともなう肥厚が残り, 翼状爪を示す. 最終的に爪真菌症様爪炎と診断した.

H 爪甲鉤彎症[®] (図17)

爪甲が硬く, 横溝をともなって肥厚し, 鉤型に彎曲する. 彎曲した爪甲の下では爪甲剥離となる. 趾の先端が病的に隆起するため爪甲の前方への生育が妨げられる事により生じる. この趾の先端の上方への隆起は深爪や抜爪の繰り返し, 先端の狭い靴の着用, 歩行による末節骨先端の変形に起因

する。爪白癬による爪甲下角質増殖も誘因になりうるが、抗真菌剤では治癒しない。

最後に

「水虫」という呼称は大変広く認知されているが、その内容は幅広く、足・爪白癬のみならず多くの疾患が含まれる。一方皮膚科医以外でも、整形外科医、糖尿病の診療にあたる内科医、あるいは看護スタッフや薬剤師までもが「水虫」の管理を求められることが稀ではない。しかも患者数が多いために、不適切な診断、治療を受ける患者の絶対数は少なくないと考えられる。診断に真菌検査が必須ではあるが、実施に困難を感じることも多いのではなかろうか。このような際の診断の一助となるべく、検体をお送りいただければ2週間以内に真菌検査の結果をお返しする支援システム（有料）を運用している。ご希望があれば金沢医科大学総合医学研究所皮膚真菌学研究部門（ノバルティスファーマ）（〒920-0293 石川県河北郡内灘町大学1-1, E-mail: dermat@kanazawa-med.ac.jp）に

連絡していただきたい。本稿とともにこのシステムが読者の皆様方の問題解決に繋がれば幸いである。

文献

- 1) 渡辺晋一, 西本勝太郎, 浅沼廣幸. 本邦における足・爪白癬の疫学調査. 日皮会誌 2001;111:2101-12.
- 2) 渡辺晋一, 望月 隆, 五十棲健他. 皮膚真菌症診断・治療ガイドライン. 日皮会誌 2009;119:851-62.
- 3) 藤広満智子. 足白癬. MB Derma 2000;38:27-32.
- 4) 田邊 洋. 皮膚真菌症と鑑別を要するもの. 皮膚科サブスペシャリティシリーズ 一冊でわかる皮膚真菌症. 初版. 望月 隆, 宮地良樹, 清水 宏編. 東京: 文光堂;2008.93-7.
- 5) 東 禹彦: 爪—基礎から臨床まで—. 東京: 金原出版; 2004.
- 6) 渡邊晴二, 田邊 洋, 望月 隆他. *Pseudomonas aeruginosa* 感染による toe web infection の2例. 皮の科 2006; 5:53-6.
- 7) 林 宏明, 稲沖 真, 藤本 亘. 1% 酢酸液による足浴が治療と再発防止に有用であった緑膿菌による趾間感染症の2例. 西日皮膚 2006;68:515-8.
- 8) 栗原誠一, 中野政男. 健康サンダル角化症. 皮膚病診療 2000;22:537-40.