

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：33938

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700594

研究課題名(和文)活動量に対応した足潰瘍再発予防方策の確立

研究課題名(英文)Strategies for preventing recurrence of foot ulceration by optimizing plantar loading

研究代表者

林 久恵 (HAYASHI, HISAE)

星城大学・リハビリテーション学部・准教授

研究者番号：80444404

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：歩行および動作中に足底にかかる負荷量を数値化する機器を作製し、測定値の再現性(級内相関係数0.84-0.98)を確認した。

負荷量の最適化方法を検討するため、治療用サンダルのアウトソールおよびインソールを変化させた際の負荷量、歩行時および階段昇降時の負荷量を測定した。測定結果を踏まえて、再発予防を目的としたフットウェアを作製し、潰瘍治癒後の症例を対象に経過を観察した結果、潰瘍再発は急激な活動量増加や重い荷物を持って移動した後に生じていたことから、再発予防にはフットウェアの着用に加えて負荷量の急激な変化を制御する対策が必要であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The device was developed to quantify the amount of load applied to the plantar aspect of the foot during walking and performing daily activities.

First, the reproducibility of measurements (pressure and shear force) was confirmed. Second, strategies for load optimization were examined by performing measurement of the plantar load of walking and climbing stairs, as well as while wearing post-operative shoes (with shaped outsoles / plug-removed insoles). Reflecting these findings, customized footwear was made to provide adequate off-loading for the prevention of reulceration. Observation of the course of cases in which plantar ulcers had healed confirmed that reulceration occurred following sharply elevated levels of activity and plantar loading and that, to prevent reulceration, the footwear was necessary, coupled with the control of the loading magnitude.

研究分野：理学療法学

キーワード：off-loading 介護予防 再現性 国際研究者交流(米国) 潰瘍再発予防 糖尿病足病変 足底剪断力 足底潰瘍

1. 研究開始当初の背景

非外傷性下肢切断者は、脳血管疾患・冠動脈疾患等の動脈硬化性疾患の併存率が高く、切断術後、約半数の症例が移動に際し介護が必要な状態となる。下肢切断原因の多くは足部潰瘍の増悪であることから、足潰瘍治療法の開発が進み、治療成績は向上している一方で、潰瘍の再発率の高さが問題になっている。

潰瘍再発は、足部の力学的負荷が集中する部分で生じやすいため、負荷の軽減は再発予防に向けた重要課題の一つとして周知されている。しかし、足底負荷量を測定する機器が普及しておらず臨床では経験的な対応がなされているのが実情である。

そこで、臨床現場でも簡便に足底負荷量を数値化できる機器を作製し、測定結果に基づいて活動時に足底にかかる負荷量の最適化を進めることは、再発予防に有用であると考へ本研究を計画した。

2. 研究の目的

(1) 活動時に足底にかかる力学的負荷量を数値化する着用型測定装置を作製し、測定結果の再現性を検証する。

(2) 足底負荷量の最適化方策について検討する。

3. 研究の方法

(1) 測定器の作製・再現性の検証

圧および剪断力を捉えることができるシートセンサー(素材:圧電フィルム)を小型記録器に接続し、測定値をパソコンに表示する測定システムを作製した。

高齢者を含む健常者 58 名を対象に、平地歩行時の負荷量を測定し(10m×5回 練習3回含む)、再現性について検討を行った。

対象者の条件は、杖を使用することなく 15m 以上連続歩行可能であることとした。対象者には、本研究の概要を明記した書面を提示して説明を行い、文書による同意を得た後、足部潰瘍、転倒リスク、疼痛による歩容変化がないことを確認し、測定を行った。

測定時は潰瘍治療用サンダルを着用し、センサーは第1中足骨頭下に固定した。

再現性の検討は、剪断力については1歩行周期あたりの最大値および最小値の差、時間-負荷量積分値を指標とし、圧については1歩行周期あたりの最大値、時間-圧積分値を指標とし、成分毎に級内相関係数を求めた。

(2) 足底負荷量の最適化方策に関する検討

以下①②③の対象者への説明は(1)と同様に行った。

① 歩行時、階段昇降時の足底負荷量の測定

15 名を対象に、歩行時、階段昇降時の足底

負荷量を測定し、負荷量の違いを比較した。

② 足底負荷量の最適化(軽減)方策の検討

37 名を対象に治療用サンダルの底(アウトソール)に加工を行った場合[図1]の負荷量の変化と、治療用サンダルの中敷き(インソール)を変化させた場合[図2]の負荷量の変化を検討した。

インソールの変化で負荷量の軽減が得られなかった対象者については、歩容を変化させた際の負荷量を測定し、比較を行った。



図1 アウトソール(標準/加工)



図2 プラグ式インソール
1辺5mmの正六角形のプラグを取り外すことで支持面を抜くことができる

③ 足底潰瘍治療後症例に対する負荷量の最適化と潰瘍再発の有無に関する調査

潰瘍治療後の症例を対象に負荷量軽減を目的としたフットウェア使用経過を観察し、活動量および潰瘍再発の有無を調査した。

4. 研究成果

(1) 測定器の作製・再現性の検証

測定システムの概要を図3に示す。

測定時は、前足部に3軸センサーを固定し、踵部に圧センサーを固定した。検出した足底負荷量は記録器に保存し、受信機を経由してパソコンに転送した後、解析を行った。

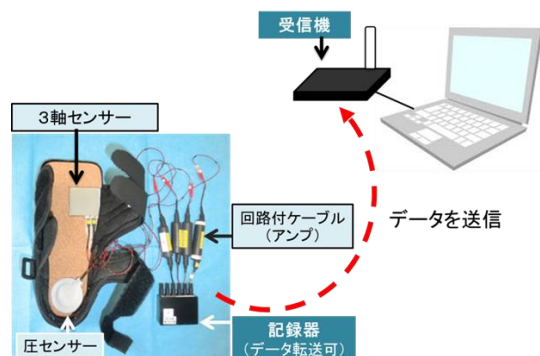


図3 測定システムの概要

上記システムを使用して測定した各成分の級内相関係数は 0.84-0.98 と高く、再現性は良好であることが確認できた。

(2) 足底負荷量の測定と最適化方策の検討

① 階段昇降時にかかる足底負荷量の中央値を比較すると、階段昇りは平地歩行の約 50%、階段降りは平地歩行の約 48%であった [図 4]。

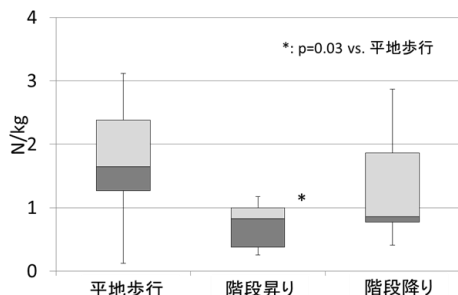


図4 平地歩行および階段昇降時の足底圧の違い

② 治療用サンダルのアウトソールに加工を行うことで、剪断力は有意に小さくなった [図 5]。

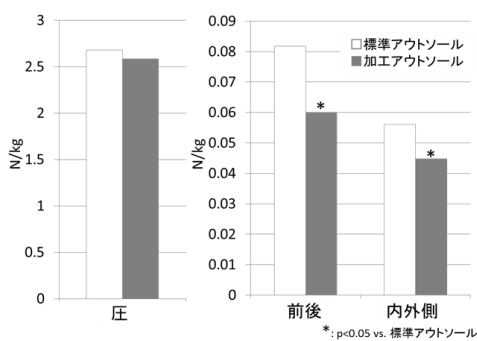


図5 アウトソールの違いによる足底負荷量の変化

治療用サンダルにプラグ式インソールを挿入し歩行した際の第 1 中足骨頭領域の圧が、対照条件 (同じ形状のコルクボード) に比べ、25%以上軽減された者は 30 名中 3 名のみであった。

以上の所見を考慮し、足底に潰瘍形成を認める症例を対象に測定を行った結果、プラグ式インソール使用時に足底圧が軽減しない症例が複数みられた。同症例に対する負荷軽減策を検討した結果、歩容を変えることで負荷量を軽減することができた [図 6]。

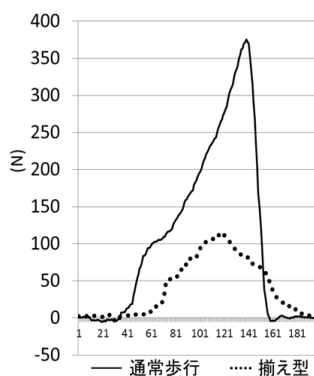


図6 歩容の変化に伴う足底圧の変化

③ 足底負荷量の測定結果をふまえて、再発予防を目的としたフットウェアを作製した。潰瘍治癒後の症例を対象にフットウェア使用経過を観察した結果、潰瘍再発は急激な活動量増加や重い荷物を持って移動した後に生

じていたことから、再発予防にはフットウェア着用による足底負荷量の最適化に加えて活動量や荷重量の急激な変化を制御する対策が必要であることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

① 佐々木陽平, 林 久恵, 近藤恵理子, 小中真由美, 太田進, 中村麻有, 古橋究一, 熊田佳孝. 裸足歩行時に糖尿病患者の足底に作用する力学的負荷量の検討—内外側成分・前後成分に着目して—, 日本下肢救済・足病学会誌 6, 66-70, 2014. 査読有り

② 小中真由美, 林 久恵, 佐々木陽平, 中村麻有, 近藤恵理子, 伊藤真也, 森山善文, 古橋究一, 熊田佳孝. 屋内および屋外活動時に足底に加わる積算負荷量に関する検討, 愛知県理学療法学会誌 26, 23-27, 2014. 査読有り

③ 林 久恵, 病期に応じたリハビリテーションと適切な装具の選択について, 日本下肢救済学会誌 5 (3), 163-170, 2013. 査読有り

④ 林 久恵, フットケアの現状—リハビリテーションを行う際の pitfall と創傷治癒過程における装具療法の役割, PO アカデミージャーナル 21 (1), 26-32, 2013. 査読有り

⑤ 林 久恵, 河野健一, 伊藤真也, 近藤恵理子, リスクマネジメントとフットケア—フットケアにおける理学療法士のかかわりとリスクマネジメント臨床看護 39 (1) 69-73, 2013. 査読無し

[学会発表] (計 17 件)

① Hisae Hayashi, Kenichi Kono, Eriko Kondo, Nobuhide Kawabe. Unexpected variations in the efficacy of plug-removed insoles for the elderly. The 50th anniversary Congress of Japanese Physical Therapy Association (50th JPTA Congress), 2015.6.7, Tokyo, Japan

② Hisae Hayashi, Nanjin Park, Vickie R. Driver. Does a plug-removed insole achieve sufficient off-loading of plantar pressure?. The Symposium on Advanced Wound Care (SAWC 2015), 2015.5.1, San Antonio, TX, USA

③ Hisae Hayashi, Nanjin Park, Vickie R. Driver. A preclinical use of regional plantar shear force measurement device. The Symposium on Advanced Wound Care (SAWC 2014), 2014.4.25, Orlando, FL, USA

④ 林 久恵, フットケアの現況と展望—リ

ハビリテーションの視点から．フットケア学会鹿児島セミナー，シンポジウム，2014.9.14，鹿児島

⑤ 林久恵，長屋 祐美，羽賀 敦子，若山 紗貴，歩行時足底局所にかかる剪断力測定の再現性に関する検討．第6回日本下肢救済・足病学会，2014.6.28，札幌

⑥ 伊藤真也，林久恵，渡井陽子，伊藤沙夜香，石井達也．移乗動作時の足底にかかる力学的負荷量の検討．第13回日本フットケア学会，2015.2.14，東京

⑦ 林久恵，足部潰瘍に対する理学療法の可能性，第29回東海北陸理学療法学会，教育セミナー，2013.11.9，名古屋

⑧ 林久恵，糖尿病・PAD 症例に対する運動療法実施時の注意事項．日本義肢装具士協会平成25年度 中部日本支部研修セミナー．2013.7.14，名古屋

⑨ 林久恵，歩くためのフットケア・断端ケアとリハビリテーション，第5回下肢救済学会，2013.2.9，横浜

⑩ 佐々木陽平，林久恵，太田進，糖尿病患者の裸足歩行時に足底に作用する回旋トルクに関する検討，第11回日本フットケア学会・第5回下肢救済・足病学会合同学会，2013.2.9，横浜

⑪ 近藤恵理子，林久恵．足部潰瘍に対し除圧サンダルを作成した透析例の治療経過と課題．第58回日本透析医学会学術集会．2013.6.22，福岡

⑫ 小中真由美，林久恵，佐々木陽平，中村麻有，伊藤真也，近藤恵理子，森山善文，古橋 究一，熊田 佳孝．糖尿病患者の足底に加わる積算負荷量についての検討．第29回東海北陸理学療法学会 2013.11.9，名古屋

⑬ 林久恵，足部潰瘍の治療・再発予防に向けた装具の選択，第28回日本義肢装具学会ストラクチャー・ドレクチャーズ，2012.11.10，名古屋

⑭ 林久恵，糖尿病足病変・虚血性潰瘍を有する症例に対する理学療法を考える，第9回フットケア学会セミナー，シンポジウム，2012.9.22，岐阜

⑮ 林久恵，病期に応じたリハビリテーションと適切な装具の選択について．第4回下肢救済足病学会，2012.7.14，名古屋

⑯ 佐々木陽平，林久恵，小中真由美，太

田進，中村麻有，近藤恵理子，古橋究一，熊田佳孝，糖尿病患者の裸足歩行時に足底にかかる力学的負荷量の検討，第4回日本下肢救済・足病学会，2012.7.14，名古屋

⑰ 近藤恵理子，林久恵，古橋究一，熊田佳孝，足部潰瘍に対する除圧サンダル作成1年後の経過報告，第4回日本下肢救済・足病学会，2012.7.14，名古屋

〔図書〕(計 4件)

① 林久恵，糖尿病メモー末梢動脈疾患．糖尿病理学療法(清野 裕 他 監，大平 雅美 他 編)．株式会社メジカルビュー社，280-286，2015

② 近藤恵理子，林久恵，末梢血管疾患．エビデンスに基づく理学療法 改訂第2版(内山 靖 編)．医歯薬出版株式会社，254-267，2015

③ 林久恵，重症虚血肢(虚血性潰瘍)理学療法診療指針(内山 靖 編)．医学書院，428-431，2015

④ 林久恵，河野健一，近藤恵理子，末梢循環障害-疾患別リハビリテーションとフットケア/ はじめよう！フットケア 第3版(西田壽代 編)．日本看護協会出版，220-224，2013

6. 研究組織

(1) 研究代表者

林久恵 (HAYASHI HISAE)
星城大学・リハビリテーション学部・准教授
研究者番号：80444404

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

Vickie R Driver,
Brown University School of Medicine • Professor
of Orthopedic Surgery(clinical)

Nanjin Park,
Outside In • Clinical physician

河辺 信秀，
茅ヶ崎リハビリテーション専門学校・講師

品川 充生，
岡崎市民病院 リハビリテーション室・室長

近藤恵理子，伊藤 真也，
名古屋共立病院 リハビリテーション部