

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 30 日現在

機関番号：32809

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350675

研究課題名(和文) 足圧分布データを用いた足アーチの荷重変化特性評価システムの開発

研究課題名(英文) Development of an evaluation system for foot load characteristics of foot arch using foot pressure distribution data

研究代表者

今泉 一哉 (Imaizumi, Kazuya)

東京医療保健大学・医療保健学部・教授

研究者番号：50454179

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、足アーチの荷重変化特性の評価システムを開発するために、高齢者対象のフィールド試験を実施した。測定したデータは足圧分布、地面反力、足の三次元形状、運動機能であった。まず、これらのデータを用いて、足圧分布で足趾領域の識別方法を検討した。次に、足の三次元形状と運動機能の関係について検討した。その結果、足趾変形によって運動機能に有意差は認められなかった。最後に、足圧分布を用いた荷重変化時の特性評価について検討した。その結果、標準およびハイアーチ群においては、足アーチへの荷重が増加することによって、足アーチの変形が起こり、扁平足群においては、変形が起こらなかったと考えられた。

研究成果の概要(英文)：In order to develop an evaluation system for load deformation characteristics of foot arch, we conducted some field tests for elderly. The data obtained were foot pressure distribution, ground reaction force, three dimensional foot shape, and physical function. By using these data, at first, classification method of toe area in foot pressure distribution was discussed. Then, relationship between three dimensional foot shape and physical function was discussed. As the result, no statistical difference was not seen in physical function by toe deformity. Finally, we investigated evaluations of the load deformation characteristics. As the result, about the foot load change, in the normal and high arch groups, it is assumed that the foot arch was deformed by increased foot arch load. On the other hand, in the flat foot group, it is assumed that foot arch structure was reduced and foot function consequently weakened.

研究分野：バイオメカニクス

キーワード：足アーチ 足圧分布 介護予防

1. 研究開始当初の背景

高齢者の介護予防と健康支援体制の確立が社会的に急務である。少子高齢化が加速的に進んでおり、2012年の高齢化率が24.1%、2060年には39.9%となると予測されている(高齢白書)。そのため医療費・介護費の高騰が益々深刻となり、2006年より介護予防のための取り組みが行われている。

足部は重心保持・移動の作用点であり、扁平足やハイアーチなどの足アーチの異常は下肢の疼痛や障害を誘発すると考えられる[大塚他, 日本公衛誌, 50, 2003]。さらに、足部の異常は、ロコモティブシンドロームの原因となり、高齢者の不活動やQOLの低下につながると考えられるため、定量的な評価システムが必要だと考えられる。

とくに、足部のアーチ構造は、身体にかかる衝撃を吸収する機能を持つため、適切な評価と運動やケアなどの介入のアプローチが必要と考える。

しかしながら、高齢者の健康支援、介護予防を行う地域自治体や保健所、地域の現場において足アーチを簡便かつ定量的に評価するシステムはほとんどなく、これを提供できるシステムと学問的な枠組みがなかった。

このような背景から、研究代表者らは2008年度より足アーチのうち足弓を形成する縦方向のアーチに着目し、足圧分布データによる評価システムの開発(図2)を行ってきた[H22・23若手研究(B) H24・25若手研究(B)]。

また、本システムを介護予防や中高年の健康支援の現場において試用し、運動教室の短期的介入前後において、足圧分布による足アーチ評価が改善することを示した[Imaizumi et al. IEEE EMBC, 2013]。

足アーチの衝撃吸収機能は、荷重に対して足底腱膜の伸長によってアーチが変形し実現すると考えられる。研究代表者らの提案した足アーチ評価システムは静止立位中の測定であるため、ハイアーチ、扁平足などの評価に対して、荷重変化によるアーチの変形特性の観点を加えることができれば、足アーチの衝撃吸収機能の評価が可能となる。

2. 研究の目的

本研究においては、足圧分布データを用いて、足への荷重に対する変形特性を考慮し、衝撃吸収機能まで含めた、足アーチの分類・評価システムを開発することを目的とした。

特に、本課題については、静的な荷重による足圧分布データを用いて、足アーチの特性評価を行うために、足圧分布と合わせて地面反力の同時計測を行った。

3. 研究の方法

本研究課題では、研究期間の3年間において、以下のように実験及び分析を行った。

(1) 静的荷重条件による足圧分布データの取得と足部領域の識別

足圧分布データによる足アーチの荷重特性の評価のために、静的な足アーチの荷重変化と足圧分布データとの関係について検討する。

このためにフィールド実験により基礎データを得た。対象者は健康高齢者40名とした。高齢者のフィールドは世田谷区健康体操連盟の健康体操教室等とした。

足圧分布については、静止立位において両足立ちと片足立ちの比較とした。同時に足アーチにかかる荷重を推定するために、地面反力を測定した。

予備的な分析の結果、足圧分布の処理として、足趾と足底を分離する必要があると判明した。しかし、足圧分布データの平面的な位置と、解剖学的・形態学的なランドマークの位置との対応を直接的に取ることは難しいため、まずは足圧分布のデータから、足趾領域を識別し分類する手法について検討することとした。

(2) 足の三次元形状や身体機能との比較

足圧分布によるアーチの評価と関連して、足形状と運動機能の関係について検討した。特に、本報告では中高年の女性の中で多く見られる運動器疾患である外反母趾に注目して検討を行った。

対象者は、東京都内の健康体操を実施する自主グループに所属する女性高齢者33名であり、足圧分布の研究のための実験として測定したデータを利用した。

足三次元形状測定装置(INFOOT, I-Ware Laboratory社製)を用いて、足長、足囲、足幅、舟状骨、第1指側角度、第5指側角度など18項目を測定した。運動機能の指標としては、日本整形外科学会の推奨する運動器評価ツールであるロコモ25、下肢筋力として足指力、および足圧分布計(ニッタ社製、フットビュークリック)による足圧中心の軌跡とした。

その他、年齢、性別、身長、体重などの基本的情報と、外反母趾の自覚の有無、運動習慣と頻度について質問紙調査を行った。

4. 研究成果

(1) 足圧分布における足趾領域の識別方法

足趾と足底の境界においては、床面に触れていない、もしくは圧力低下する部分が存在することに着目し、足趾領域の識別を行った。その結果、約90%の精度で識別が可能であるが、外反母趾などの指変形がある場合には、識別が難しくなると考えられた(図1, 2)。

(2) 足の三次元形状と運動機能の関係

分析の結果、質問紙調査において外反母趾ありと回答したのは全33名中、右足で14名、左足で13名であった。外反母趾の自覚ありとなしを比較すると、ありの方角度が大きい所に多く分布した。第1指側角については左右ともに、外反母趾有り群で有意差が認めら

れたが、第5指側角度については認められなかった。

我々の仮説では、足部の変形は活動の障害要因であると考えられ先行研究においても、高齢者の転倒要因の一つであるとされているため、運動機能の低下を引き起こすと考えていた。総合的な不活動であれば口コモ度、足指の機能低下であれば足指力、姿勢制御の低下であれば軌跡長に影響が出ると考えていたが、実験結果とは一致しなかった。

(3) 静的な足アーチの荷重変化と足圧分布

図4は、全荷重・半荷重条件における中足部圧力比(mfp)を示す。対応のある t 検定の結果、ハイアーチ群および標準群においては、全荷重時の mfp が半荷重時により優位に高かった。(p = 0.002, p < 0.001)。扁平足群においては、条件による違いは見られなかった。

床反力のデータとの対応については、継続的に検討している。

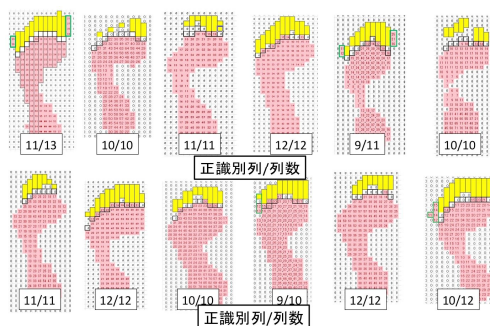


図1 識別結果の例

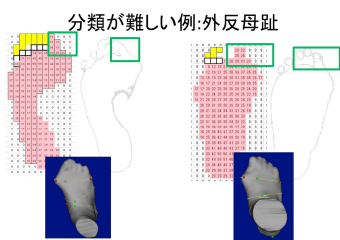
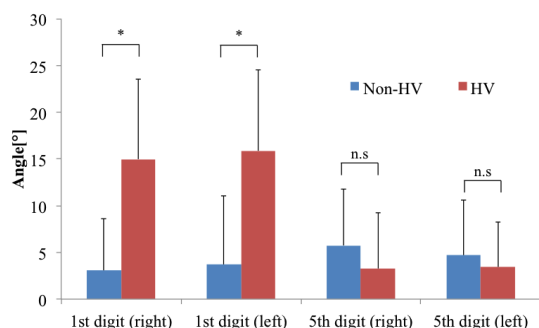
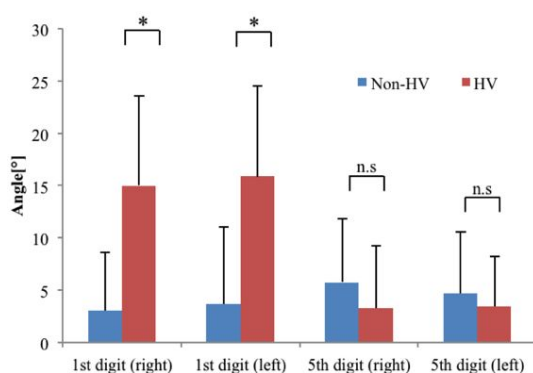


図2 識別が難しい例



a) 左外反母趾の有無



b) 右外反母趾の有無

図3 外反母趾の有無による第1・5指側角度の違い

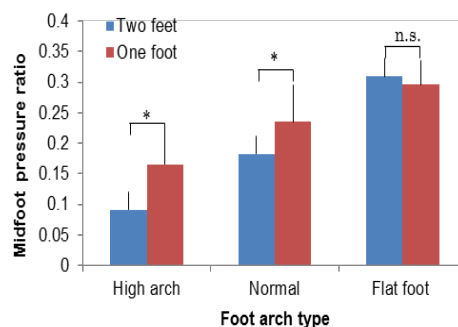


図4 3種類の足アーチ群における半荷重・全荷重時の中足部圧力比

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

1. Yoshiyuki Kobayashi, Maki Akimoto, Kazuya Imaizumi, Hiroaki Hobara, Makiko Kouchi & Masaaki Mochimaru: How too big shoes affect to the joint kinematics of kids gait pattern? *Footwear Science*, Volume 7, Supplement 1, 2015, pages S53-S55
2. Kazuya Imaizumi, Maki Akimoto, Yoshiyuki Kobayashi, Hiroaki Hobara, Makiko Kouchi & Masaaki Mochimaru: Effects of oversized footwear on gait parameters in children *Footwear Science*, Volume 7, Supplement 1, 2015, pages S16-S18
3. 岩上優美, 安在絵美, 中嶋香奈子, 今泉一哉, 山下和彦, 岡部誠, 尾内理紀夫 (2015) 足圧分布画像を用いた足部アーチ分類手法の提案, *電気学会論文誌. C*, 135(5) 505-512
4. Kazuya Imaizumi, Yumi Iwakami and Kazuhiko Yamashita: Effect of foot load changes on foot arch evaluation using foot pressure distribution data, *Journal of Foot and Ankle Research* 2014, 7(Suppl 1):A114.

〔学会発表〕(計7件)

1. 今泉 一哉, 岩上 優美, 吉田 康行
(2016)高齢者の外反母趾が運動機能に与える影響, シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2016
2. 今泉 一哉, 岩上 優美, 吉田 康行
(2016)高齢者の足形状と身体機能の関係, バイオメカニズム学会学術講演会 2016
3. 今泉 一哉, “足圧分布データを用いた足アーチ評価に対する荷重変化の影響”第 54 回日本生体医工学会大会, 2015.
4. 今泉一哉, 岩上優美, 山下和彦, “足圧分布データを用いた足アーチ評価に対する荷重変化の影響”第 53 回日本生体医工学会大会, 2014
5. 今泉一哉, 市川典央, “Kinect を用いた上肢関節可動域簡易測定システムの開発” 第 53 回日本生体医工学会大会, 2014 .
6. 市川典央, 今泉一哉, Kinect を用いた関節可動域簡易測定システム開発のための基礎検討, 生体医工学シンポジウム, 2014
7. 今泉一哉, 岩上優美 “高齢者の足部三次元形状と運動機能”第 35 回バイオメカニズム学会講演会, 2014

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.thcu.ac.jp/database/detail.html?id=90>

6. 研究組織

(1)研究代表者

今泉 一哉 (Imaizumi, Kazuya)

東京医療保健大学・医療保健学部・医療情報学科 教授

研究者番号: 50454179

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

小林 吉之 (Kobayashi, Yoshiyuki)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

人間情報研究部門 主任研究員

研究者番号: 00409682

(4)研究協力者

なし