

氏名	森内宏充
(ふりがな)	(もりうちひろみつ)
学位の種類	博士(医学)
学位授与番号	乙第 号
学位審査年月日	平成 24年 2月 22日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題名	踵の高さの違いによる足底圧分布の変化 (The effect of varying heel heights on the distribution of plantar pressure)
論文審査委員	(主) 教授 佐 浦 隆 一 教授 鳴 海 善 文 教授 上 田 晃 一 教授 河 野 公 一

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

《研究の目的》

踵が高い形状の靴いわゆるハイヒール靴は、長期間履くことにより外反母趾、中足痛など様々な運動器の障害を引き起こすことが知られている。障害予防の観点からハイヒール靴を履くことは控えるべきではあるが、脚が長く見えるなどの整容上の観点から若い女性を中心に常用されることが少なくない。ハイヒール靴を履くことによる足部への影響についての研究では、前足部内側の足底圧が上昇し、X線学的には足の縦アーチが高くなることが明らかにされている。しかし、踵がどの程度高くなるとこれらの影響が生じるのかについての知見はなく、踵の高さが足部に与える影響については未だ明らかにされていない。足部に変化が生じる踵の高さが明らかになれば、ハイヒール靴を履くことによる障害発生の予防に寄与することができると考えられる。

本研究の目的は、踵の高さと足底圧分布および足変形の関係を明らかにすることである。本研究は、大阪医科大学倫理委員会の承認を得て行った。

《方 法》

足部に愁訴の無い女性のボランティア 15 名 30 足を対象とした。年齢は平均 26 歳 (22～30 歳)、体型指数 (BMI) は平均 19.8 (19.5～21.6)、足長は平均 23.4cm (23～24cm) であった。

足底圧の計測にはピエゾ抵抗型の計測装置である F-Scan[®]を使用した。まず、踵の高さが調整できる靴を作製した。この靴の踵は 2cm あり、厚さ 1cm の楔状のブロックを靴底に挿入することにより踵の高さを 3、4、5、6、7、8cm の高さまで調整できる。

計測方法については、靴の中底に F-Scan[®]のセンサーシートを設置し、計測周波数を 5Hz、計測時間を 20 秒間とし、踵の高さを変えて 2～8cm まで計測した。本研究における踵の高さの基準値を設定するため、北野による健常成人の立位静止時足底圧の基準値 (踵の高さが 0cm) と本研究での踵の高さが 2cm の足底圧分布とを比較した。その結果、踵の高さ 0cm では足趾にかかる圧はほとんど計測されず、両者は大きく異なる足底圧分布を示した。このことから、踵の高さの基準を 0cm とするよりも 2cm として、踵の高さと足底圧分布との関係について検討するのが妥当であると判断した。

計測により得られた足形を母趾 (領域①)、第 2～5 趾 (領域②)、第 1 中足骨頭部 (領域③)、第 2・3 中足骨頭部 (領域④)、第 4・5 中足骨頭部 (領域⑤)、中足部内側 (領域⑥)、中足部外側 (領域⑦)、後足部内側 (領域⑧)、後足部外側 (領域⑨) の 9 領域に分け、①から⑨の各領域における総足底圧、足底圧百分比、平均足底圧を踵の高さごとに算出した。

統計学的解析は JMP (version 6.0.3, SAS Institute, Cray, NC)を用いて、①から⑨の各領域における平均足底圧と踵の高さとの関係 (Dunnett's 検定)、平均足底圧の左右差の領域ごと、踵の高さごとの比較 (Wilcoxon signed-ranks test)、9 領域における総足底圧の和と踵の高さとの関係 (Dunnett's 検定) を検討した。また、同じボランティアの 10 名

10 足については、踵の高さが 2、4、5、6、8cm の状態で撮影した足立位側面 X 線像から calcaneal pitch 角、距骨・第 1 中足骨角、側面第 1・第 5 中足骨間角を計測し、踵の高さと足変形の関係 (Dunnett's 検定) について検討し、それぞれ危険率 5%以下を有意とした。

《結 果》

- 1) 各領域における総足底圧は、踵の高さが 2cm のとき領域⑨、⑧、④の順に高い足底圧を示し、この足底圧分布様式は踵の高さが 5cm までは同様であった。踵の高さが 6cm を超えると足底圧分布様式は変化し、領域⑨、④、③の順に、8cm になると領域④、⑨、③の順に高い足底圧を示した。足底圧百分比は総足底圧と同様の分布様式を示した。平均足底圧は、踵の高さが 2cm のとき領域⑨、⑧、①の順に高く、踵の高さが 6cm を超えると領域①、④、③の順に高い足底圧を示した。
- 2) 各領域における平均足底圧と踵の高さとの関係については、領域①は、踵の高さが 6cm を超えると上昇したが、その変化は統計学的に有意ではなかった。領域②は、踵の高さが 5cm を超えると有意に上昇した。領域③、④は、踵の高さが 6cm を超えると有意に上昇した。領域⑤は、踵の高さの違いによる差はなかった。領域⑥は、踵の高さが 6cm を超えると有意に低下した。領域⑦は、踵の高さが 7cm を超えると有意に低下した。領域⑧、⑨は、踵の高さが高くなると有意に低下した。
- 3) 平均足底圧の左右差は、領域⑦についてのみ踵の高さが 5、6、7、8cm のとき差を認めた。他の領域については平均足底圧の左右差はなかった。
- 4) 9領域における総足底圧の和については、踵の高さの違いによる差はなかった。
- 5) X 線計測値と踵の高さとの関係については、calcaneal pitch 角は、踵の高さが 5cm を超えると有意に増大した。距骨・第 1 中足骨角は、踵の高さが 6cm を超えると有意に増大した。側面第 1・第 5 中足骨間角は、踵の高さが 6cm を超えると有意に減少した。

《考 察》

本研究では、踵の高さの違いによる足底圧分布の変化を詳細に検討するため、踵の高さが2cmから8cmまで1cmごと、計7通りの条件で静的足底圧を計測した。その結果、踵の高さが高くなると中・後足部にかかる圧は徐々に低下し、逆に前足部および足趾にかかる圧は上昇した。また、踵の高さが6cmを超えると前足部の内側と中央にかかる圧は有意に上昇することが明らかとなった。また、X線計測結果からは、踵の高さが高くなるとcalcaneal pitch角と距骨・第1中足骨角は有意に増大したことから、足の縦アーチの高さは増大することが確認された。一方、踵の高さが6cmを超えると側面第1・第5中足骨間角は有意に減少した。

通常、踵の高さが高くなると足関節は底屈することが知られている。足関節が底屈すると非荷重の状態では、踵骨は内反し、足部は回外する。しかし、荷重時に踵骨が内反した状態で、さらに足部が回外し外側荷重の状態であれば立位姿勢は不安定となる。また、裸足では足の形状の左右非対称性や重心動揺の影響で足底圧には左右差があることが知られている。

本研究の結果から、踵が高くなると前足部では内側と中央にかかる圧が上昇し、外側にかかる圧は変化しなかったことから、安定した立位を保持するため足部に回内方向の捻じれが生じていることが明らかとなった。また、X線計測結果からも、踵の高さが6cmを超えると前足部が回内方向に捻じれ扁平化が生じることが示された。一方、靴を履いたときの足底圧に左右差が認められたが、その程度は少なく、踵が高い状態では立位保持が不安定となるため、左右均等に荷重をかけることで重心を安定させている可能性が大きいと考えられる。

すなわち、踵の高さが6cmを超える靴を長期間履くことにより、足部には回内方向へのねじれや扁平化など足部障害の原因となり得る構築上の変化が生じることが示された。

論文審査結果の要旨

踵が高い形状の靴いわゆるハイヒール靴は、外反母趾、中足痛など様々な運動器の障害を引き起こすことが知られている。過去の報告では、ハイヒール靴を履くことにより前足部内側の足底圧が上昇し、X線学的には足の縦アーチの高さが高くなることが明らかにされている。しかし、踵がどの程度高くなるとこれらの影響が生じるのかについての知見は十分ではない。

申請者は、足底圧計測装置である F-Scan[®]を用い、踵の高さが 2cm から 8cm まで 1cm ごと、計 7 通りの条件で健常女性 15 名 30 足の立位静止時足底圧を計測した。足底全体を骨性構築に基づいて 9 つの領域に細分化し、各領域の総足底圧、足底圧百分比、平均足底圧を算出した。各領域における平均足底圧と踵の高さとの関係、平均足底圧の左右差、9 領域における総足底圧の和と踵の高さとの関係を検討した。さらに 10 名 10 足については、足立位側面 X 線を撮影し、calcaneal pitch 角、距骨・第 1 中足骨角、側面第 1・第 5 中足骨間角を計測し、踵の高さと足変形の関係についても検討した。

その結果、踵の高さが高くなると中・後足部にかかる圧は徐々に低下し、逆に前足部および足趾にかかる圧は上昇した。また、踵の高さが 6cm を超えると前足部の内側と中央にかかる圧は有意に上昇した。このことから、踵の高さが高くなると安定した立位を保持するため足部に回内方向の捻じれが生じていることが分かった。

X 線計測結果からは、踵の高さが高くなると calcaneal pitch 角と距骨・第 1 中足骨角は有意に増大したことから、足の縦アーチの高さは増大することが確認された。また、踵の高さが 6cm を超えると側面第 1・第 5 中足骨間角は有意に減少した。これは、踵の高さが 6cm を超えると前足部が回内方向に捻じれ扁平化が生じた結果によるものと考えられた。

本研究結果から、踵の高さが 6cm を超えると足底圧分布ならびに足部の構築に変化が生じることが明らかとなり、踵の高さが 6cm を超える靴を長期間履くことにより足部障害を生じる可能性のあることが示唆された。これらの新知見は、足部のみならず下肢や脊椎など運動器の障害予防の見地から有用な情報であると考えられる。

以上により、本論文は本学学位規程第 3 条第 2 項に定めるところの博士（医学）の学位

を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

中部日本整形外科災害外科学会雑誌 54(6): 1127-1135, 2011