

学位論文内容の要旨

論文提出者氏名	論文審査担当者
北野直	主査 教授 佐浦 隆一 副査 教授 河野 公一 副査 教授 上田 晃一 副査 教授 黒岩 敏彦
主論文題名 健康成人の立位静止時足底圧の基準値について ～2つの足底圧計測装置を用いての検討～ (Standard value of static foot pressure of normal adult foot - Consideration of the differences between two foot pressure measuring devices -)	
学位論文内容の要旨	
《研究の目的》 近年のコンピューター技術の発達により、足底圧についてもより詳細な計測が可能になってきた。それに伴い、足部疾患を中心とする運動器疾患の病態解析や診断の一助として、足底圧が計測される機会が増している。しかし、今までに使用されてきた足底圧計測機器の精度は決して高いとは言えず、足底の領域分けも詳細なものでない。また、過去の報告では、足底圧の計測機器、計測方法、分析方法などが相違しているため、得られた研究結果を広く共有することが困難であった。すなわち、足の各領域における足底圧の基準値や圧分布様式などの知見は、いまだ十分とは言えない。 本研究の目的は、最新の機器を用いて健康成人の立位静止時の足底圧を計測し、その特徴を明らかにする事である。また、機種による影響を検討するため、我々が独自に開発した足底圧計測装置 (Inaba Foot-Pressure System、以下 IFS、株式会社イナバゴム、鳥取) と、現在市販されている足底圧計測装置である F-Scan [®] (株	

式会社ニッタ、大阪) の 2 機種を用いて足底圧を計測し、これを比較検討した。

《方 法》

足に外傷の既往がない健常成人ボランティア 50 名 100 足 (男性 38 名、女性 12 名) を対象とした。平均年齢は 29 歳 (23~39 歳)、平均体型指数 (BMI) は 22.3 (18.2~29.0)、平均足長は 25.6cm (22~29cm) であった。足底圧の計測には IFS と F-Scan[®] の 2 つの機器を使用した。IFS は、センサーに圧電ゴムとセラミック粒子を用いた感圧チップを配するピエゾ圧電型の計測装置である。F-Scan[®] は、センサーに荷重がかかると感圧インクの抵抗が変化して圧を感知するピエゾ抵抗型の計測装置である。計測方法については、両機器ともに計測周波数を 5Hz、計測時間を 20 秒間とし、同様の計測手順で 1~2 週間の間隔をあけて 2 回目の計測を行った。

計測にて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、各領域における総足底圧、平均足底圧、足底圧百分比を算出した。身長、体重、BMI、足長の各項目と、足の①から⑨の各領域における総足底圧、平均足底圧、足底圧百分比との相関係数 (R) を求めた。男女、左右の平均足底圧を比較した。各機種の計測再現性について級内相関係数 (以下 ICC) を用いて検討した。

《結 果》

足全体の総足底圧は、IFS は $204.5 \pm 85.9 \text{ kgf/cm}^2$ 、F-Scan[®] は $132.0 \pm 25.9 \text{ kgf/cm}^2$ であり、統計学的に有意差を認めた。

足の各領域の総足底圧値は機種間で相違があったが、両機種ともに中足骨頭部

と踵部に圧が集中しており、内側アーチに相当する領域⑥および足趾（領域②）の圧は低かった。

平均足底圧の計測値は、全領域において IFS の方が F-Scan[®] よりも高かった。しかし、各領域の圧については、両機種ともに領域⑧（後足部内側）、⑨（後足部外側）、④（第 2・3 中足骨頭部）の順に圧が高く、また、領域⑥（中足部内側）、②（第 2～5 趾）の順に圧が低くなっていた。

足底圧百分比は、IFS では領域⑨（後足部外側）が 35.4%と最も高く、F-Scan[®] では領域④（第 2・3 中足骨頭部）が 24.5%と最も高かった。しかし、両機種ともに、踵部（領域⑧、⑨）と第 2・3 中足骨頭部（領域④）の百分比が高い傾向を示した。

身体各計測項目と総足底圧、平均足底圧、足底圧百分比との相関を調査した結果、両機種ともに中等度の相関（ $R \geq 0.4$ ）がみられたのは、領域⑤（第 4・5 中足骨頭部）の身長、体重、足長と総足底圧、および領域⑤の足長と平均足底圧であった。IFS のみ中等度の相関がみられたのは、領域⑤の身長と百分比のみであった。一方、F-Scan[®] のみ中等度の相関がみられたのは、領域④（第 2・3 中足骨頭部）の身長、体重、足長と総足底圧、領域⑦（中足部外側）の体重、BMI と総足底圧、領域⑤の身長、体重と平均足底圧、領域⑦の BMI と平均足底圧、領域⑨（後足部外側）の体重と百分比であった。

平均足底圧の男女差について、IFS では領域①、③、⑤、F-Scan[®] では領域①、③、④、⑤において有意に男性の圧が高く、その他の領域では男女の差は有意でなかった。両機種ともに、男女それぞれが領域⑧、⑨、④の順に平均圧が高かった。

左右の平均足底圧は、IFS では領域②（第 2～5 趾）、⑧（後足部内側）を除く全ての領域、F-Scan[®] では領域③、⑦、⑧、⑨で有意差を認めた。両機種ともに、左右それぞれが領域⑧、⑨、④の順に圧が高かった。

各機種 of 計測再現性は、IFS では ICC=0.25~0.77、F-Scan[®] では ICC=0.54~0.75 であった。領域① (母趾)、③ (第 1 中足骨頭部)、⑦ (中足部外側) の ICC は両機種ともに 0.7 以上であった。一方、IFS の領域② (第 2~5 趾)、⑥ (中足部内側) の ICC はそれぞれ 0.25、0.29 と低かった。

《考 察》

本研究では、異なる感圧方式を有する最新の 2 機種を用いて健常成人の静的足底圧を計測した。その結果、実際の計測値は機種間で差があるものの、踵部と第 2・3 中足骨頭部の圧が高く、圧分布様式は類似することがわかった。立位静止時の足底圧は、計測機器の感圧素子や界面の素材などの影響を受けるために固有の計測特性があり、最新の機器を使用した場合でも圧の基準値を定めることは困難であった。したがって、現状では計測方法と計測条件を明記することが必須であり、計測値そのものよりも圧分布様式を知ることが重要であることがわかった。

また本研究結果から、身長、体重、BMI、足長と、総足底圧、平均足底圧、足底圧百分比の間で、主に足外側の領域に中等度の相関が認められる傾向があった。このことは荷重量が増加すると内側アーチよりもむしろ外側アーチが低下することを示唆しており、同様の報告は過去になく、新しい知見と考えられた。

また、男女の平均足底圧は女性より男性の方が高く、中でも足趾から前足部の圧に有意差が見られた。しかし圧分布様式は男女で相違なく、本研究の結果は有用な知見になり得ると考えられた。

足底圧計測の再現性については、両機種ともに概ね良好であったが、IFS は低圧領域の再現性が低くなる傾向があった。これは IFS の感圧素子であるゴムの材料特性 (クリープ特性やエイジング特性など) の影響と考えられた。

本研究は、最新の計測機器を用いた健常成人の静的足底圧の基本的情報として、今後の足底圧を用いた運動器疾患の病態解析に役立つと考えられる。

本研究は、大阪医科大学倫理委員会の承認を得て行われた (承認番号 274)。

審査結果の要旨および担当者

報告番号	乙第号	氏名	北野直
論文審査担当者		主査教授 佐浦 隆一	
		副査教授 河野 公一	
		副査教授 上田 晃一	
		副査教授 黒岩 敏彦	
主論文題名			
<p>健全成人の立位静止時足底圧の基準値について</p> <p>～2つの足底圧計測装置を用いての検討～</p> <p>(Standard value of static foot pressure of normal adult foot - Consideration of the differences between two foot pressure measuring devices -)</p>			
論文審査結果の要旨			
<p>足部疾患を中心とする運動器疾患の病態解析や診断の一助として、足底圧が計測される機会が増している。しかし、今までに使用されてきた足底圧計測機器の精度は高いとは言えず、足底の領域分けも詳細なものではなかった。また、過去の報告では、足底圧の計測機器、計測方法、分析方法などが異なるため、得られた結果を共有することが困難であった。すなわち、足の各領域における足底圧の基準値や圧分布様式などの知見はいまだ十分ではないと言える。</p> <p>申請者は、感圧方式が異なる2つの最新式足底圧計測装置（IFS:Inaba Foot-Pressure System と F-Scan[®]）を用い、健全成人50名100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、平均足底圧、足底圧百分比を算出した。また、身長、体重、BMI、足長の各項目と足の各領域における足底圧との相関、男女および左右の平均足底圧、さらに各機種別の計測再現性についても調査した。</p>			

その結果、実際の足底圧計測値は機種間で差があるものの、踵部と第 2、第 3 中足骨頭部の圧が高く、足底全体における圧分布様式は機種によらず類似することが明らかとなり、計測値そのものよりも圧分布様式を知ることの重要性が示唆された。

また、身長、体重、BMI、足長と足底圧の関係については、足外側の領域に中等度の相関が認められた。このことは荷重量が増加すると内側アーチよりもむしろ外側アーチが低下することを示唆するものであり、新しい知見と考えられた。

また、男女の平均足底圧は女性より男性の方が高く、中でも足趾から前足部の圧に有意差が見られた。しかし圧分布様式は男女で相違なく、本研究の結果は有用な知見になり得ると考えられた。

本研究は、最新の計測機器を用いた健常成人の静的足底圧の基本的情報として、今後の運動器疾患の病態解析に役立つと考えられる。

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(2): 209-218, 2011