

氏 名 丸山 将史
学位の種類 博士 (スポーツ医学)
学位記番号 博甲第 10406 号
学位授与年月 令和 4 年 3 月 25 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科 人間総合科学研究科
学位論文題目 静的荷重条件下におけるヒト生体内の足部骨配列変化
～立位撮影機能搭載 MRI を用いて～

主 査	筑波大学教授	博士 (医学)	高橋 英幸
副 査	筑波大学教授		白木 仁
副 査	筑波大学講師	博士 (医学)	岡本 嘉一
副 査	筑波大学准教授	理学博士	足立 和隆

論文の内容の要旨

丸山将史氏の博士学位論文は、立位撮影機能搭載の磁気共鳴画像法(MRI)を用いて、静的荷重条件下におけるヒト生体内の足部骨配列変化の様相、および内側ヒールウェッジ(HW)の使用が足部骨配列変化に与える影響を検討したうえで、アーチ高とこれらの項目との関連性を検討したものである。その要旨は以下のとおりである。

第1章では、著者は、本論文の研究背景として、足部の運動学的特徴を基に、荷重に対してアーチ構造が変形することにより衝撃吸収の役割を果たしており、衝撃吸収機構を反映する指標として、舟状骨の高さ・内側への変位や足高・足幅の変位を体表から測定することで評価されていることを述べている。一方、足部衝撃吸収機構を詳細に検討するためには、舟状骨を含めた他の骨配列変化を計測する必要があるとしている。近年、立位撮影機能搭載MRIが開発され、荷重位と非荷重位での身体内部の形状解析が可能となり、非侵襲的な方法で静的荷重条件下の舟状骨と後足部の骨配列変化の計測が可能になった。そこで、本論文では、立位撮影機能搭載MRIを用いて、静的荷重条件下における足部骨配列変化の様相、およびHWの使用が足部骨配列変化に与える影響を検討したうえで、アーチ高とこれらの項目との関連性を明らかにすることを目的としている。本論文の目的を達成するために、1) 静的荷重条件下におけるヒト生体内の舟状骨と後足部の骨配列変化、2) 内側HWが静的加重条件下におけるヒト生体内の舟状骨と後足部の骨配列変化に与える影響、の2つを研究課題としている。

第2章では、著者は、本論文に関係する先行研究をまとめている。舟状骨と後足部の解剖学的な連結機構を背景に、静的荷重に対する後足部の骨配列変化は、舟状骨の配列変化と関連する重要な挙動であると考えられている。また、舟状骨と後足部の骨配列変化の関連性から、足部衝撃吸収機能が低下した者に対して内側HWを処方し、足部の骨配列変化を制動する方法が広く実施され、下肢傷害への有効な対応策であることが報告されている。しかし、技術的・侵襲的な問題に起因して、静的荷重条件下におけるヒト生体内の舟状骨と後足部の骨配列変化の様相や、HWが足部骨配列変化に与える影響やアーチ高とこれらの項目との関連性も明らかでないとしている。これらの未解明項目を検討することによって、足部衝撃吸収機構が明らかとなり、足部機能の評価に基づいた下肢傷害への有効な対応策の確立に貢献する知見となり得るとしている。

第3章では、著者は、本研究で用いる方法について述べている。まず、足部の計測を三次元足型測定機にて、足長、足幅、アーチ高の指標である arch height ratio(AHR)を計測した。次に、立位撮影機能

搭載 MRI を用いて、右足部を荷重位と非荷重位の 2 肢位で撮像する方法、得られた画像から舟状骨および後足部の骨配列変化の指標である舟状骨・距骨・後足部外反の移動距離と舟状骨・距骨の移動方向角度を算出する方法を詳細に記述し、各計測項目の計測方法の信頼性は十分であることを示している。

第 4 章では、著者は、静的荷重条件下におけるヒト生体内の舟状骨と後足部の骨配列変化を明らかにするために、健康成人男性 42 名の右足部を荷重位と非荷重位の MRI 撮像を実施している。その結果、1) 舟状骨と距骨の移動距離と移動方向角度との間に正の相関関係があること、2) 舟状骨・距骨の移動距離と後足部外反の移動距離との間にそれぞれ相関関係があること、3) AHR と舟状骨の移動方向角度との間に正の相関関係が認められたものの、その他の項目においては相関関係が認められなかったことを見出している。以上より、静的荷重条件下における舟状骨の配列変化と後足部の骨配列変化は互いに関連することが示され、アーチ高が低い者ほど舟状骨の移動方向角度が鉛直下方向へ向けられることを明らかにしている。

第 5 章では、著者は、内側 HW が静的荷重条件下におけるヒト生体内の足部骨配列変化に与える影響を明らかにするために、健康成人男性 25 名を対象に、平坦なインソール (FI) 使用時と HW 使用時の MRI 撮像を実施している。その結果、1) HW 条件の後足部外反と舟状骨の移動距離および舟状骨の高さの変位は、FI 条件における各項目の値に比してそれぞれ低値を示すこと、2) AHR と HW による舟状骨の変位の各変化量との間にそれぞれ正の相関関係があることを見出している。以上より、HW の使用は後足部外反と舟状骨の移動距離、特に舟状骨の高さの変位を制動すること、そして、HW による舟状骨の変位の制動量はアーチ高が低い対象者において大きくなることを明らかにしている。

第 6 章では、総合討論として著者は次のように述べている。研究課題 1 では、静的荷重条件下における舟状骨の配列変化は、後足部の骨配列変化と関連性を有することに加え、アーチ高が低い者ほど、舟状骨の移動方向角度がより鉛直下方向へ向けられると結論付けている。研究課題 2 では、HW の使用は静的荷重条件下における後足部外反と舟状骨の移動距離、特に舟状骨の高さの変位を制動することを示し、HW の使用による舟状骨の変位の制動量はアーチ高が低い者において大きな値を示すことを実証できたと述べている。

審査の結果の要旨

(批評)

本論文では、立位撮影機能搭載 MRI を応用して、静的荷重条件下におけるヒト生体内の舟状骨と後足部の骨配列変化の関連性や、アーチ高が舟状骨の配列変化に影響を及ぼす因子であることを明らかにするとともに、内側ヒールウェッジ (HW) の使用が静的荷重条件下における足部骨配列変化に与える影響を実証している。これらの成果は、静的荷重に対するヒト生体足における衝撃吸収の機序や、臨床上のアーチ高の計測意義、および HW を用いた介入が舟状骨の高さの変位を制動することの有効性を示すもので、足部骨配列機能の評価に基づいた下肢傷害への有効な対応策の確立に貢献する研究として高く評価できる。

令和 4 年 1 月 13 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士 (スポーツ医学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。