

# Forschungsgesuch Wolf

## Knochen-/Gelenksmorphologie bei dynamischen Fusskategorien

### Zusammenfassung

Der Zusammenhang zwischen Fuss-Morphologie und Fuss-Funktion ist bisher ungeklärt, bleibt jedoch im Hinblick der Prävention von Laufsportverletzungen von anhaltendem Interesse. Biomechanische Arbeiten haben versucht, aufgrund klassifizierter Fuss-Morphologien Variabilitäten in der Fussbewegung vorhersagen zu können, was jedoch wenn überhaupt nur mässig gelang. Wesentliche Gründe dieser misslungenen Schlussfolgerungen ergeben sich aus dem schwierigen Erfassen der Fussknochenbewegung, da viele Knochen nicht mittels konventioneller Bewegungsanalyse zugänglich sind, und dem Klassifizieren nach äusserlich sichtbaren Fuss-Morphologien. Ziel der Arbeit war es daher, eine nicht-invasive Methode zu entwickeln, die sowohl drei-dimensionale (3D) tarsale Gelenkbewegungen zu quantifizieren als auch 3D morphologische Parameter zu bestimmen vermag, und diese dann für eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Fuss-Morphologie und Fuss-Funktion zu nutzen.

Das entwickelte Verfahren basiert auf dem Erfassen tarsaler Knochenpositionen mittels Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT). Beliebige Fussaushlenkungen unter beliebiger axialer Last sind anhand des eigens konzipierten Testapparates möglich.

Bisher wurden Aushlenkungen von 15° Pronation bzw. Supination unter einer Last, die dem des Stehens entspricht, realisiert. Eine Pilotstudie zeigte, dass aus diesen Fussaushlenkungen Rotationen von bis zu 20° im talo-navikularen, von etwa 10° im talo-calcanealen und bis zu 5° im calcaneo-cuboiden Gelenk resultierten. Ausserdem wurde festgestellt, dass 4° im talo-navikularen bzw. 2° in den anderen tarsalen Gelenken notwendig sind, um Probanden hinsichtlich ihrer quasi-statischen tarsalen Gelenkskinematik unterscheiden zu können.

Zudem zeigte sich, dass die mittels MRT bei Fusspronation erfassten quasi-statischen tarsalen Rotationen nicht signifikant ( $p=0.01$ ) von entsprechenden tarsalen Rotationen bei 20% Standphase während dem Laufen mit Hofmann-Drähten abweichen. Dass heisst, es konnte ein nicht-invasives Verfahren zum Quantifizieren tarsaler Gelenkbewegungen geschaffen werden, welches sogar die tarsale Kinematik zu definierten Zeitpunkten der Standphase des Laufens wiedergibt, die sonst nur durch invasive Verfahren zugänglich ist.

Um den Zusammenhang zwischen Fuss-Morphologie und Fuss-Funktion zu untersuchen, wurden erstmalig ausgehend von der Funktion Probanden klassifiziert, um dann die Morphologie der Gruppen zu betrachten. Das Klassifizieren beruhte auf dem Ausmass der calcanealen Abduktion und Eversion gegenüber der Tibia, gemessen mit einem 12 Kamera opto-elektrischen Verfahren. Die Auswahl der Rotationen begründete sich aus dem geringen Einfluss der verwendeten Hautmarker sowie dem Umstand, dass diese Rotationen in Verbindung mit Laufsportverletzungen gebracht werden. Um einen möglichst grossen Einfluss der Gelenksmorphologie zu erhalten, wurde nur das Ausmass der beschriebenen calcanealen Rotationen innerhalb der ersten 50 ms der Standphase berücksichtigt, wodurch die Gelenkskinematik nicht durch neuro-muskuläre Reaktionen beeinträchtigt wurde. Zudem entsprechen die 50 ms in etwa 20% Standphase des Laufens, also dem Zeitpunkt, an dem tarsale Gelenkbewegungen mittels des entwickelten MRT Verfahrens zugänglich sind. Es konnten 17 Fersensläufer rekrutiert werden, von denen mindestens 5 gültige Läufe aufgenommen wurden. Es zeigt sich eine Häufung der beiden Parameter im rot markierten Bereich, wohingegen im blauen Bereich vereinzelt Messpunkte liegen. Daher wurde entschieden, innerhalb des roten Bereichs Probanden („Normale“) auszuwählen und diese mit Probanden ausserhalb („Ausreisser“) bezüglich tarsaler Morphologie zu vergleichen. Es

konnten jeweils 3 Probanden (je eine Frau, in Alter, Gewicht, Grösse und Laufgeschwindigkeit vergleichbar) für die Untersuchung mittels MRT gewonnen werden.

Es konnte hinsichtlich der tarsalen Morphologie kein Unterschied zwischen den Probandengruppen gefunden werden. Die dynamischen Unterschiede der Gelenksmechanik der betrachteten Probandengruppen müssen also in anderen Einflüssen gesucht werden: i) Muskelvorspannung in der Steigbügelmuskulatur, die wegen notwendiger Verwendung von Nadelelektroden nicht gemessen wurde, ii) Kraftangriffspunkt in Verbindung mit momentanen Rotationsachsen, wobei die Achslage bei Messungen mit Hautmarkern für die tarsalen Gelenke nicht zugänglich sind, und iii) veränderten instantanen Bandeigenschaften. Letzterer Punkt ist insofern von Bedeutung, da sich herausstellte, dass mehrere (und ausschliesslich) Läufer der „Ausreisser“ laterale Bänderrisse (>2 Jahre vor Messung) aufwiesen. Da aus der Literatur bekannt ist, dass das calcaneal-fibuläre als auch anterior tibiotalare Band calcaneale Abduktion als auch Eversion beschränken, könnten durch Verletzung bedingte veränderte instantane Bandeigenschaften das grössere Bewegungsausmass erklären. Aus der vorliegenden Arbeit wird gefolgert, dass kein Zusammenhang zwischen Fuss-Morphologie und dem Ausmass der Rotationen im Rückfussbereich beim Laufen besteht, und es wird empfohlen, Füsse wenn dann besser dynamisch zu klassifizieren. In einer Folgearbeit, die ebenfalls auf der entwickelten MR Testapparatur aufbaut, wird das Bandverhalten bei quasi-statischen als auch dynamischen Bewegungen untersucht.