

Referent/in

Heitzmann, Daniel (Heidelberg DE) | Dipl. Ing. (FH)
Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg - Bewegungsanalytik

Titel

Bereits geringe Abweichungen in der Anpassung des Prothesenfußes an die Schuhabsatzhöhe haben signifikante Auswirkungen auf die Biomechanik des Gehens

Coauthors

Block J, Wolf S I, Alimusaj M

Zusammenfassung

Der der Schuh ist ein Teil des prothetischen Systems und der Schuhabsatz kann den Prothesenaufbau beeinflussen. In dieser Studie werden die biomechanischen Auswirkungen von kleinen Änderungen in der Absatzhöhe untersucht.

Hintergrund

Menschen mit einer Amputation der unteren Extremität sind in der Wahl ihres Schuhwerks eingeschränkt, da der Schuh ein Teil des prothetischen Systems ist. Folglich führt das Tragen von Schuhen mit einer Absatzhöhe, die ursprünglich beim Prothesenaufbau nicht berücksichtigt wurde, zu einem falschen Aufbau der Prothese. Auch beim Wechsel zwischen verschiedenen, „flachen“ Schuhen können relevante Unterschiede in den Absatzhöhen bestehen. Die Hersteller haben sich dieses Problems angenommen und bieten Prothesenfüße mit einer Absatzhöhenverstellung an. Hypothetisch könnten flexible Prothesenfüße kleine Unterschiede in der Absatzhöhe ausgleichen. Es stellt sich die Frage, ob eine Absatzverstellung bei flexiblen Prothesenfüßen immer nötig ist. Um dies zu beantworten überprüfen wir in dieser Studie, ob bei beabsichtigt, falschen Einstellungen der Absatzhöhe die Biomechanik beim Gehen signifikant beeinflusst wird.

Material Methode; Durchführung/ Prozess

7 Probanden:innen (1 weiblich, 6 männlich, Alter 46,3+/-12,7 Jahre, 84,9+/-15,4 kg, 175,9+/-8,8 cm) mit einer trans-tibialen Amputation nahmen teil. Vor der Analyse wurde ihnen eine Version eines hochflexiblen Prothesenfußes (Össur hf, Reykjavik, Island) [3-4] zur Verfügung gestellt, der auch eine Anpassung der Absatzhöhe ermöglicht. Die Teilnehmer:innen hatten zwei Wochen Zeit, um sich an den Fuß zu gewöhnen. Im Anschluss wurde eine instrumentelle 3D-

Ganganalyse (Vicon, T40s, @120Hz, 2xAMTI Kraftmessplatten @1080Hz) für das Gehen in der Ebene unter Verwendung eines konventionellen biomechanischen Modells (Plugin-Gait, Vicon) durchgeführt.

Ergebnisse

Gangdaten zu den folgenden vier Einstellungen der Absatzhöhe wurden in randomisierter Reihenfolge aufgezeichnet: 1&2.) Korrekte Absatzhöhe (C), entweder mit Schuhen oder Barfuß, 3.) die Absatzhöhe für Schuhe eingestellt ohne Schuhe zu tragen (PF), 4.) die Absatzhöhe für das Barfußgehen eingestellt aber beim Tragen von Schuhen (DF). Die vier Einstellungen führten zu einer mittleren Differenz der effektiven Absatzhöhe von ca. 10 mm und dementsprechend zu einer Veränderung des prothetischen Sprunggelenkwinkels von $\sim 2^\circ$ zwischen den Bedingungen. Sowohl die DF- als auch die PF-Fehlstellungen des Prothesenfußes hatten signifikante Auswirkungen, auf die Kinematik und Kinetik des Knies, der betroffenen Seite. In der PF Einstellung steht der Prothesenfuß effektiv in einer Plantarflexion. Dadurch vergrößert sich der effektive Vorfußhebel und es kommt zu einem sogenannten „Plantarflexion-knee-extension-couple“, bei dem höhere, extern, extendierende Kniedrehmomenten auftreten. Die gegenteilige Wirkung zeigt sich in der DF Einstellung, die effektiv einer Dorsalflexionsstellung des Fußes entspricht. DF führte zu erhöhten, extern flektierenden Kniemomenten, da die Hebelwirkung des Vorderfußes vermindert, bzw. die des Rückfußes ausgeprägter ist (Tabelle).

Diskussion/ Schlussfolgerung; Fazit für die Praxis

Es ist wichtig anzumerken, dass auch solch kleinen Veränderungen in der Dorsi-Plantarflexion des Prothesenfußes zu signifikanten Unterschieden in der Biomechanik des Knies führen. Dies trifft auch zu, obwohl der untersuchte Prothesenfußtyp, unabhängig von seiner Fersenhöhenverstellbarkeit, eine hohe Flexibilität aufweist [3-4]. Unsere Ergebnisse zeigen, dass ein flexibles Fußdesign keine Absatzhöhenunterschiede graduiert. Aufgrund der extern extendierenden Kniemomente in der PF-Kondition, oder der mangelnden Kniestabilität in der DF-Kondition, könnte sich das Gehen über einen längeren Zeitraum mit einer falsch eingestellten Absatzhöhe nachteilig auswirken. Insbesondere das Kniegelenk der betroffenen Seite wird hierbei unphysiologisch beansprucht. Die Auswirkungen des Schuhabsatzes

auf die Funktion der Prothese und die Möglichkeiten eines, auf den Absatz einstellbaren Prothesenfußes, sollte im individuellen Fall mit Anwender:innen besprochen werden.

Literaturreferenzen

- [1] MJ Major et al., JPO Journal of Prosthetics and Orthotics Publication Ahead of Print (2021).
- [2] MR Meier et al, Journal of rehabilitation research and development 51 (3), 439 (2014).
- [3] DWW Heitzmann et al, Gait Posture 64, 174 (2018).
- [4] WL Childers und KZ Takahashi, Scientific reports 8 (1), 5354 (2018).

Image: Tabelle_Heel_Height_OTWorld_255_255.jpg

	Barfuß	MW±(std) N=7	p (C vs. PF)	mit Schuhe	MW±(std) N=7	p (C vs. DF)
Kniewinkel [°] Minimum in der Einbeinige- Unterstützungsphase (+flex./-ext)	C	0.2± (8.33)	0.020	C	0.6± (7.75)	0.004
	PF	-0.9± (8.25)		DF	2.4± (7.75)	
Kniemoment [Nm/kg] Maximum in der ersten Hälfte der Standphase	C	0.43± (0.14)	0.008	C	0.44± (0.14)	0.027
	PF	0.35± (0.11)		DF	0.48± (0.13)	

Tabelle: Diskrete Werte der Knie-Kinematik und Kinetik in den unterschiedlichen Konditionen (MW = Mittelwert; std = Standardabweichung; Die Daten wurden zwischen den Konditionen mit einem T-Test für gepaarte Stichproben verglichen ; Signifikanzniveau $p < 0.05$; Die Normalverteilung der Daten wurde mittels eines Shapiro Wilk Test bestätigt)