

Referent/in

Peikenkamp, Klaus (Steinfurt DE) | Prof. Dr. habil.

Fachhochschule Münster - Fachbereich Physikalische Technik, Abteilung Biomechanik

Titel

Vergleich von Innenschuhmesssystemen zur Erfassung der plantaren Druckverteilung im Schuh

Coauthors

Atalay V

Zusammenfassung

Zwei Systeme zur Druckverteilungsmessung im Schuh wurden bei verschiedenen Aktivitäten verglichen. Es zeigen sich Unterschiede in absoluten Druckwerten und in unterschiedlichen Druckrelationen zwischen Vor- und Rückfuß, s. d. Vergleiche zwischen Studien mit unterschiedlichen Systemen kritisch sind.

Einführung

In der Literatur finden sich zahlreiche Studien, die sich mit Druckverteilungsmessungen im Schuh befassen. Die dabei gewonnenen Ergebnisse werden häufig mit denen aus anderen publizierten Studien verglichen. Manchmal erfolgt auch eine Einordnung der eigenen Messdaten mit Norm- bzw. Referenzwerten, die veröffentlicht wurden (Owings et al. 2009, Cavanagh et al. 2010). Diese Vergleiche können kritisch sein, wenn in den Studien unterschiedliche Innenschuhmesssysteme zur Erfassung der plantaren Druckverteilung verwendet werden.

Ziel der vorliegenden Studie war daher der Vergleich von zwei frisch kalibrierten, weitverbreiteten Messsysteme (S1 und S2) zur Erfassung der plantaren Druckverteilung im Schuh während verschiedener Aktivitäten (n: Anzahl der Probanden): (i) Absprung mit Auftaktbewegung (n=50), (ii) Gehen (n=15) und (iii) Treppabgehen (n=11).

Methodik

Jeder Proband führte die Absprungbewegungen jeweils sechs Mal mit den Systemen S1 und S2 auf einer Kraftmessplattform (KMP) durch (Typ: 9287C, Kistler, Schweiz), sodass Druckverteilung und Bodenreaktionskräfte synchron erfasst werden konnten. 27 ± 1 Schritte wurden während der Gangversuche auf einem Laufband bei einer Geschwindigkeit von

4,0±0,1 km/h absolviert. Beim Treppabgehen betrug die Geschwindigkeit 85 Stufen/min, wobei die mittleren fünf Schritte ausgewertet wurden. Bodenreaktionskraft- und Druckverteilungsmessungen erfolgten mit einer Frequenz von 1000Hz bzw. 200Hz. Bei den Absprungbewegungen wurde die Flughöhe ($h=0,125*g*t^2$) basierend auf den Messdaten der KMP und der Systeme S1 und S2 berechnet. Bei den anderen beiden Aktivitäten wurden Maximal- (p_m) und Durchschnittsdruck (p_d) für die Regionen Vorfuß, Mittelfuß und Rückfuß erfasst. Alle ausgewerteten Parameter wurden mit Wilcoxon-Tests auf signifikante ($\alpha=0,05$) Unterschiede zwischen den Systemen untersucht.

Ergebnisse

Die Vergleichsergebnisse zwischen den Systemen sind in Tabelle 1 dargestellt.

(i) Absprung mit Auftaktbewegung

Die berechneten Sprunghöhen unterscheiden sich signifikant sowohl zwischen S1 und S2 als auch zwischen den Druckmesssystemen und der KMP, wobei die mittleren Unterschiede weniger als 2 cm betragen.

(ii) Gehen

Beim Druckmesssystem S1 zeigen sich signifikant geringere Werte sowohl für p_m als auch für p_d im Vergleich zu S2 mit Ausnahme von p_d beim Gehen. Bei S1 fallen p_m und p_d im Mittelfußbereich signifikant geringer aus als in den Vor- und Rückfußbereichen, wobei die Differenz zwischen Vor- und Rückfußbereich weniger als 3 N/cm² beträgt. Für System S2 zeigt sich bezüglich p_d derselbe Effekt, wobei p_m für den Rückfußbereich signifikant geringer ausfällt als für Vorfußbereich.

(ii) Treppabgehen

Sowohl p_m als auch p_d zeigen bei beiden Systemen S1 und S2 während des Treppabgehens gleiche oder geringere Werte im Vergleich zum Gehen mit 4 km/h. Die relativen Unterschiede von p_m zwischen S1 und S2 fallen beim Treppabgehen höher aus als beim Gehen. Beim System S2 erreichen p_m und p_d ihr Maximum im Vorfußbereich und ihr Minimum im Rückfußbereich. Dieser Effekt trifft nicht für S1 zu.

Schlußfolgerung

Die berechneten Sprunghöhen unterscheiden sich zwischen S1, S2 und KMP zwar jeweils signifikant, der mittlere Unterschied von weniger als 2 cm hat aber keine hohe praktische Relevanz. Die Anzahl der Messungen, die nach der letzten Kalibrierung durchgeführt wurden, haben einen Einfluss auf die Messergebnisse. Um diesen Effekt auszuschließen, wurden beide Druckmesssysteme unmittelbar vor der Studie kalibriert. Es ist auch zu berücksichtigen, dass die Messungen mit den beiden Systemen nacheinander durchgeführt werden mussten. Das mag einen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Dieser dürfte jedoch nicht sehr groß sein, da es sich bei den Bewegungen –bis auf den Sprung- um Alltagsaktivitäten handelt, die mit einer relativ hohen Reproduzierbarkeit durchgeführt werden können. Dennoch zeigen sich einige z. T. große Unterschiede in den ausgewerteten Parametern zwischen den beiden Druckmesssystemen. Hierdurch wird deutlich, dass der Vergleich eigenen Messdaten mit Werten aus der Literatur sehr vorsichtig durchzuführen ist. Beim Gehen und Treppabgehen zeigen die beiden Systeme aber nicht nur Unterschiede in den Absolutwerten sondern auch in der generellen Charakteristik zwischen den Fußregionen Vorfuß und Rückfuß. Dieses gilt insbesondere für maximale Druckwerte und weniger für Durchschnittsdruckwerte. Auch dieser Effekte sollte berücksichtigt werden, wenn Maximaldruckwerte von Bedeutung sind, wie z. B. bei der Überprüfung von diabetischen Schuhzurichtungen.

Literaturreferenzen

Cavanagh & Bus (2010) Off-loading the diabetic foot for ulcer prevention and healing. J Vasc Surg 52:37-43.

Owings et al. (2009) Plantar pressures in diabetic patients with foot ulcers which have remained healed. Diabet Med 26:1141-6.

Image: Tabelle_1_2209.jpg

Tabelle 1: Analyisierte Druckwerte und Sprunghöhen (Mittelwert ± Standardabweichung).

S1 - Druckmesssystem 1, S2 - Druckmesssystem 2, KMP - Kraftmessplattform

p_m - Maximaldruck, p_d – Durchschnittsdruck / V - Vorfuß, M - Mittelfuß, R - Rückfuß

#: sig. Unterschied zwischen S1 und S2, §: sig. Unterschied zwischen S1 und KMP, &: sig. Unterschied zwischen S2 und KMP, \$: sig. Unterschied zwischen S1 und S2 für alle Parameter außer p_d im Mittelfußbereich beim Gehen.

System	Sprunghöhe [cm]	Druckwerte beim Gehen mit 4km/h, \$						Druckwerte beim Treppabgehen, \$					
		p_m [N/cm ²]			p_d [N/cm ²]			p_m [N/cm ²]			p_d [N/cm ²]		
		V	M	R	V	M	R	V	M	R	V	M	R
S1	23±5,#,§	22±5	10±4	20±8	7±1	4±1	6±2	14±4	7±1	8±3	5±2	3±1	3±1
S2	21±5,#,&	52±15	21±10	35±14	11±2	4±2	11±2	48±18	20±9	17±5	8±1	6±2	4±1
KMP	22±5,§,&												