

# Plantare Druckverteilung und muskuläre Aktivierung beim Tragen von Arbeitssicherheitsschuhen

H. Baur<sup>1</sup>, D. Bültmann<sup>1</sup>, P. Deibert<sup>1</sup>, A. Gollhofer<sup>2</sup>, A. Hirschmüller<sup>1</sup>, S. Müller<sup>1</sup> und F. Mayer<sup>1</sup>

(angenommen am 23. 10. 2002)

**Zusammenfassung:** Ziel: Dämpfungseigenschaften des Schuhs werden häufig als eine der Ursachen für Verletzungen und Überlastungsbeschwerden des Stütz- und Bewegungsapparates angesehen. Das optimale Maß einer notwendigen Dämpfung durch den Schuh bleibt dabei unklar, da zusätzliche biologische Kompensationsmechanismen zur Reduktion von Impactkräften bei Bewegungen eingesetzt werden. Gleichzeitig ist ungeklärt, ob mit Dämpfungsinterventionen am Fuß das muskuläre Aktivierungsmuster negativ beeinflusst wird, so dass z. B. eine muskuläre Mehrarbeit erforderlich ist. Ziel der Studie war deshalb zu untersuchen, welchen Einfluss unterschiedlich gedämpfte Sicherheitsschuhe auf die Druckverteilung und das muskuläre Aktivierungsmuster bei gesunden Arbeitern haben.

**Kollektiv und Methode:** Insgesamt wurden 13 Arbeiter in randomisierter Reihenfolge barfuß und beim Tragen von fünf unterschiedlich gedämpften Sicherheitsschuhen auf dem Laufband (bei 4,5 km·h<sup>-1</sup>) und beim Absteigen von einer 40 cm hohen Stufe analysiert. Gemessen wurde die Plantare Druckverteilung im Schuh sowie, die muskuläre Aktivierung mittels Oberflächenelektromyographie auf dem Laufband. Aus der Plantaren Druckverteilung wurden die Größen maximaler Druck (Peak Pressure) und das Druck-Zeit-Integral (Pressure-Time-Integral) unter dem gesamten Fuß und in separaten Bereichen des Fußes bestimmt. Messgrößen des EMG waren zum einen Zeitgrößen zur Abschätzung der muskulären Koordination und zum anderen Amplitudenmessgrößen zur Bestimmung der Aktivierungshöhe. Differenzen zwischen den Konditionen wurden mittels univariater One-Way-ANOVA ( $\alpha = 0.05$ ) und Post-hoc Test nach Tukey Kramer ermittelt.

**Ergebnisse:** Der maximale Druck im Gang war in den Schuhkonditionen gegenüber barfuß, sowohl unter dem Gesamtfuß als auch im Rückfuß, wesentlich reduziert ( $p < 0.05$ ). Das Druck-Zeit-Integral als Ausdruck der Gesamtbelastung über den gesamten Abrollvorgang zeigte dagegen bei Erhöhung der äußeren Belastung durch die 40 cm hohe Stufe nur noch in einem mit Plastazote gedämpften Schuh (PL) eine statistisch signifikante Belastungsreduktion ( $p < 0.05$ ). Der Schuh PL erwies sich auch im Vorfuß als derjenige Schuh, der die Druckbelastung am ehesten gegenüber barfuß reduziert. Die Analyse der zeitlichen wie die der Amplitudenmessgrößen des EMG ergab keine Unterschiede zwischen den Messkonditionen.

**Schlussfolgerung:** Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass mittels unterschiedlicher Dämpfungsmaterialien im Arbeitssicherheitsschuh eine Reduktion der plantaren Druckbelastung zu erreichen ist. Gleichzeitig verändert diese offensichtliche Intervention durch ein weiches Material die muskuläre Aktivierung und das Bewegungsmuster nicht. Dies lässt den Schluss zu, dass Veränderungen der Schuheigenschaften zu Verbesserungen des Tragekomforts und möglicherweise auch zu einer Beschwerdereduktion oder Ver-

meidung führen können, ohne dass dies durch muskuläre Mehrarbeit überlagert würde.

**Schlüsselwörter:** Sicherheitsschuhe – EMG – Plantare Druckverteilung – Überlastungsbeschwerden

**Abstract:** *Aim:* The cushioning characteristics of safety shoes are often thought to be the reason for injuries to or strain on the muscular and skeletal system. The optimum amount of cushioning is unclear, as additional biological compensation mechanisms reduce impact forces during movement. It is also unclear whether cushioning of the foot influences muscular activity in a negative way (e.g. enforcement of additional muscular work). The purpose of this study was therefore to investigate the effect of different cushioned safety shoes on plantar pressure distribution and muscular activity in healthy subjects.

*Method:* Thirteen healthy workers were included in the study. All of them were measured in random order barefoot and in 5 different cushioned safety shoes on the treadmill and during a step-down test from a 40 cm height. In-shoe plantar pressure distribution was measured in addition to surface EMG on the treadmill. The peak pressure and pressure-time integral under the complete foot and in separate areas of the foot were used to determine the pressure distribution. Time-related values from the EMG were used to analyse muscular coordination. EMG amplitudes were used to quantify muscular activity levels. Differences between conditions were analysed by means of univariate, one-way ANOVA (and the post-hoc test of Tukey Kramer).

*Results:* Peak pressure was reduced under the complete foot as well as under the rear foot in all shoes compared to barefoot conditions ( $p < 0.05$ ). When the external load was increased in the step-down test, the pressure-time integral (as a measure of the total load over complete ground contact) was only reduced in shoe PL ( $p < 0.05$ ). Shoe PL (cushioned with Plastazote) also produced the lowest pressure values under the fore foot. Analysis of the EMG values did not reveal time or amplitude differences for the various conditions.

*Conclusions:* Different cushioning materials in safety shoes can reduce plantar pressure. Muscular activity levels, however, were not influenced by lower plantar pressure. It is therefore concluded that changes in safety shoe characteristics may enhance footwear comfort and may reduce or prevent strain injuries, without provoking increased muscular work.

**Keywords:** safety shoes – EMG – plantar pressure distribution – overuse injuries

Arbeitsmed.Sozialmed.Umweltmed. 38 (2003) 12–16