

Schuhdämpfung, Körpergewicht und Laufbiomechanik als Risikofaktoren für Laufverletzungen

Eine randomisierte Kontroll-Studie

Laurent MALISOUX^a, Nicolas DELATTRE^b, Paul GETTE^a, Axel URHAUSEN^{a,c}, Daniel THEISEN^a

^a Luxembourg Institute of Health, Department of Population Health, Sports Medicine Research Laboratory

^b Decathlon SportsLab, Movement Sciences Department

^c Centre Hospitalier de Luxembourg, Sports Clinic

Einführung

Laufen ist eine der beliebtesten Arten der körperlichen Aktivität. Aus Sicht des öffentlichen Gesundheitswesens könnte das Fördern des Laufens in der Freizeit eine wirkungsvolle Strategie sein, um die Pandemie des weltweiten Bewegungsmangels zu bekämpfen. Obwohl eine regelmäßige Laufaktivität enorme positive Auswirkungen auf die Gesundheit hat, führt sie auch zu einer relativ hohen Anzahl von Verletzungen, insbesondere der unteren Gliedmaßen. Es wird angenommen, dass die wiederholte Belastung des Muskel-Skelett-Systems an dem zugrunde liegenden Mechanismus der meisten mit dem Laufsport verbundenen Verletzungen beteiligt ist. Ferner geht man davon aus, dass schwerere Läufer einem höheren Verletzungsrisiko ausgesetzt sind. Es wird vermutet, dass das Dämpfungssystem moderner Laufschuhe die Läufer vor hohen Aufprallkräften und damit auch vor Verletzungen schützt. Die tatsächliche Rolle der Schuhdämpfung bei der Verletzungsprävention bleibt jedoch unklar. Deshalb konzipierten wir ein innovatives und ehrgeiziges Forschungsprojekt zur Untersuchung von:

1. dem Effekt der Schuhdämpfung auf das Verletzungsrisiko;
2. dem Einfluss der Körpermasse auf das Verletzungsrisiko;
3. der Rolle des Körpergewichtes bei dem Zusammenhang zwischen Schuhdämpfung und Verletzungsrisiko;
4. dem Einfluss der Schuhdämpfung auf die Laufbiomechanik;
5. den potenziellen biomechanischen Verletzungsrisikofaktoren;
6. dem Einfluss des Körpergewichts auf die Laufbiomechanik.

Der vorliegende Bericht befasst sich mit den ersten vier Zielsetzungen.

Methodik

Diese doppelblinde, randomisierte, kontrollierte Studie schloss 874 gesunde Freizeitläufer ein. Sie erhielten nach dem Zufallsprinzip einen von zwei Schuh-Prototypen, die sich nur in ihren Dämpfungseigenschaften unterschieden (globale Dämpfungshärte: 61 ± 3 und 95 ± 6 N/mm in der Soft- bzw. Hard-Version). Die Teilnehmer wurden zu Studienbeginn auf einem mit Kraftmessplatten ausgestatteten Laufband bei ihrer bevorzugten Laufgeschwindigkeit getestet. Sie



Abbildung 1: Studien-Laufschuhe.

wurden dann über sechs Monate hinweg nachverfolgt, in denen sie aufgefordert wurden ihre gewohnte Laufpraxis fortzusetzen und ihre sämtlichen Laufaktivitäten und Verletzungen (alle körperlichen Beschwerden, die die Laufaktivität für mindestens sieben Tage reduzierten/unterbrachen) im TIPPS-System (Training and Injury Prevention Platform for Sport) einzutragen.

Resultate

Teilnehmer

Die Analyse umfasste 848 Freizeitläufer, welche 24 170 Laufsitzungen im TIPPS-System meldeten. Es wurden insgesamt 220 014 km in den Studien-Laufschuhen zurückgelegt, die für 97 % der Läufe verwendet wurden. Das mittlere Körpergewicht betrug bei Männern 78,2 kg und bei Frauen 62,8 kg. Die durchschnittliche selbstgewählte Laufgeschwindigkeit auf dem Laufband betrug 10 km/h. Mehr als 275 000 Schritte wurden analysiert (durchschnittlich 325 Schritte pro Teilnehmer).

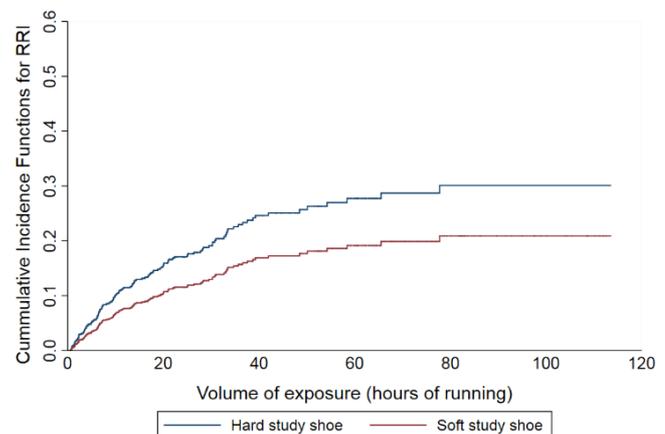
Verletzungen

Über den Zeitraum von sechs Monaten meldeten 128 Teilnehmer (15 %) mindestens eine laufbedingte Verletzung im TIPPS-System. Die Gesamtinzidenz lag bei 5,7 Verletzungen pro 1000 Laufstunden. Die am stärksten betroffenen Bereiche waren Knöchel (26 %), Knie (22 %) und Unterschenkel (18 %). Tendinitis (48 %) und Muskelschäden (19 %) waren die häufigsten Arten von Pathologien. Es ist außerdem bemerkenswert, dass mehr als 85 % der Verletzungen progressiver Natur waren und etwa 25 % davon zu einer Verringerung/Unterbrechung der Laufaktivitäten für mehr als 4 Wochen führten.

Schuhdämpfung und Verletzungsrisiko

Läufer, welche die Hard-Version der Laufschuhe erhielten, hatten ein höheres Verletzungsrisiko (Hazard Ratio - HR = 1,52; 95 % Konfidenzintervall - CI = 1,07 bis 2,16).

Abbildung 2: Kumulative Inzidenzfunktionen für laufsportbedingte Verletzungen (RRI).



Körpergewicht und Verletzungsrisiko

Das Körpergewicht war nicht mit einem Verletzungsrisiko assoziiert. Es wurde auch kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Body-Mass-Index (kg/m²) und dem Verletzungsrisiko oder zwischen dem Anteil der Fettmasse und dem Verletzungsrisiko festgestellt.

Rolle der Körpermasse bei dem Zusammenhang zwischen Schuhdämpfung und Verletzungsrisiko

Nach Stratifizierung der Kohorte anhand des Körpergewichtes zeigten die Ergebnisse, dass leichtere Läufer ein höheres Verletzungsrisiko in Hard-Laufschuhen hatten (HR = 1,80; 95 % CI = 1,09 bis 2,98), während dies auf schwerere Läufer nicht zutraf (HR = 1,23; 95 % CI = 0,75 bis 2,03).

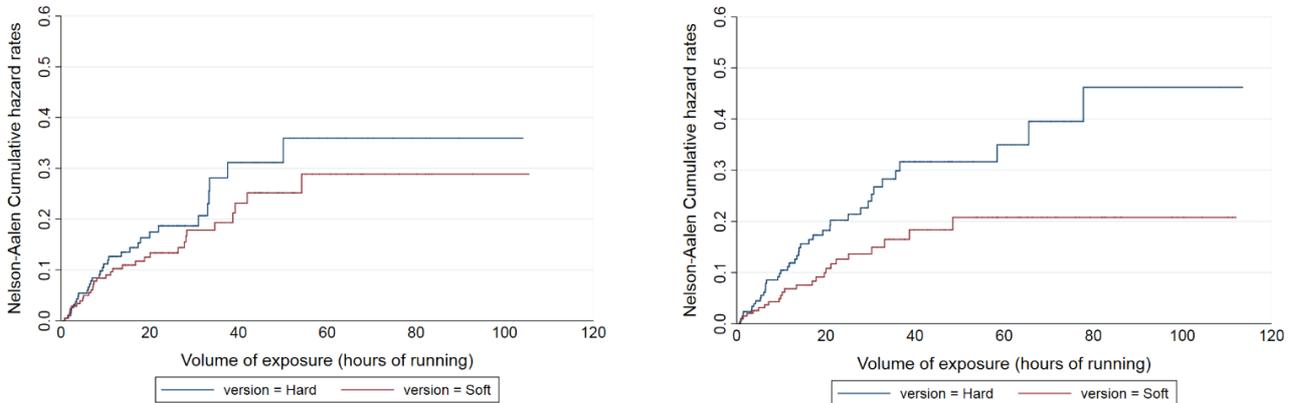


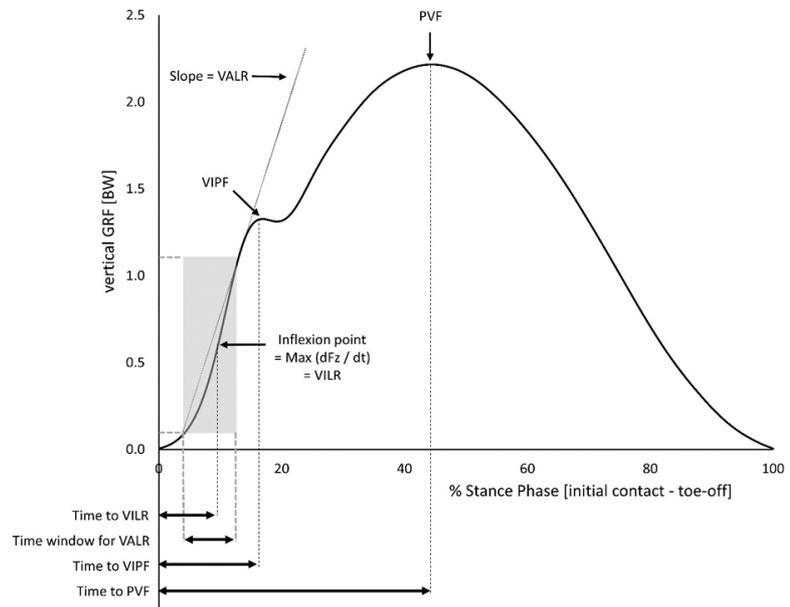
Abbildung 3 : Kumulative Inzidenzfunktion für laufsport-bedingte Verletzungen bei schwereren (links) und leichteren Läufern (rechts). Cut-off-Wert = 78,2 kg bei Männern und 62,8 kg bei Frauen.

Schuhdämpfung und Stoßkräfte

Bei den räumlich-zeitlichen Variablen wie Schrittkadenz (164 ± 9 und 164 ± 10 Schritte/Minute in der Soft- bzw. Hard-Schuhgruppe), Schrittlänge ($1,00 \pm 0,14$ und $1,01 \pm 0,15$ Meter) und Kontaktzeit (291 ± 36 und 291 ± 38 Millisekunden) wurde kein Unterschied zwischen den Studiengruppen festgestellt.

Die wichtigsten aus dem Signal der vertikalen Bodenreaktionskraft (GRF) berechneten Variablen, welche während des Lauftests im Labor aufgezeichnet wurden, sind in Abbildung 4 dargestellt. Vertikale Stoß-Spitzenkraft und vertikale momentane Belastungsrate werden üblicherweise als Risikofaktoren für Verletzungen angesehen.

Abbildung 4 : Schematische Darstellung der Variablen, welche aus der Kurve der vertikalen Bodenreaktionskraft (GRF) abgeleitet wurden. VIPF: Vertikale Stoß-Spitzenkraft; PVF: Vertikale Spitzenkraft; VILR: Vertikale momentane Belastungsrate; VALR: Vertikale durchschnittliche Belastungsrate; Fz: vertikales Kraftsignal; BW: Körpergewicht. Diese Abbildung ist nicht repräsentativ für Schritte ohne VIPF.



Eine signifikant höhere vertikale Stoß-Spitzenkraft (95 % CI = 0,07 bis 0,13 BW; 6,9 %) wurde in der Soft-Laufschuhgruppe im Vergleich zur Hard-Laufschuhgruppe beobachtet (Abbildung 5 A), jedoch kein Unterschied bei der vertikalen momentanen Belastungsrate (Abbildung 5 B). Der Unterschied mag zwar gering sein, könnte aber zu einem klinisch bedeutsamen Unterschied führen, wenn man dieses Phänomen über mehrere tausend während einer Trainingseinheit durchgeführten Schritte betrachtet.

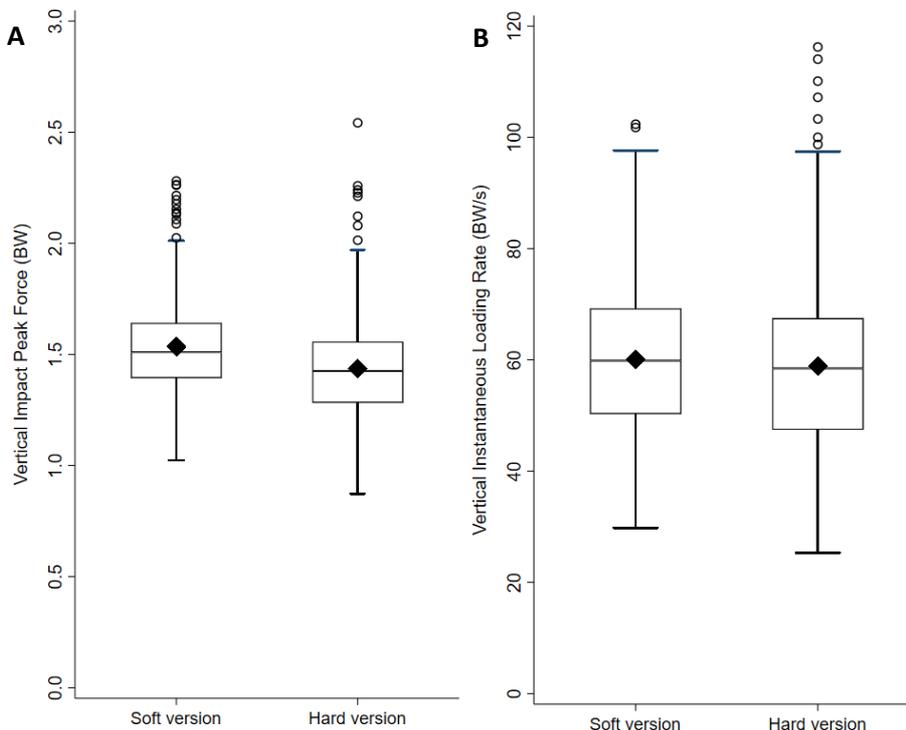


Abbildung 5: Box-Plots für die vertikale Stoß-Spitzenkraft (BW, $p < 0,001$, Panel A) und die vertikale momentane Belastungsrate (BW/s, $p = 0,071$, Panel B) in den beiden Versuchsgruppen ($n = 428$ und 420 für die Soft- bzw. Hard-Laufschuhgruppe). Die unteren und oberen Begrenzungen geben das 25. bzw. 75. Perzentil an, die Mittellinie innerhalb des Kastens stellt den Median dar, und die gefüllte Raute ist der Mittelwert. Die Striche unterhalb und oberhalb der Kästchen stellen das [25. Perzentil - $1,5 * \text{Interquartilbereich (IQR)}$] bzw. [75. Perzentil + $1,5 * \text{IQR}$] dar. Leere Kreise sind Daten, die außerhalb des 25. und 75. Prozentbereichs liegen.

Schlussfolgerungen

1. Die Schuhdämpfung beeinflusste das Verletzungsrisiko bei Freizeitläufern insgesamt: Läufer, die die Schuhe mit größerer Dämpfung erhielten, hatten ein geringeres Verletzungsrisiko.
2. Weder das Körpergewicht noch der Anteil der Fettmasse wurden als Risikofaktoren für laufsport-bedingte Verletzungen identifiziert.
3. Leichte Läuferinnen und Läufer haben ein höheres Verletzungsrisiko, wenn sie Schuhe mit geringerer Dämpfung verwenden, während bei schweren Läuferinnen und Läufern im Gegensatz zur verbreiteten Meinung kein Schuheffekt beobachtet wurde. Leichte Läufer sollten daher Schuhe mit stärkerer Dämpfung bevorzugen, bei schwereren Läufern ist dies weniger wichtig.
4. Die vertikale Stoß-Spitzenkraft war in der Gruppe der Läufer, die die Soft-Version erhielten, höher als in der Gruppe der Läufer mit der Hard-Version. Bei der Belastungsrate wurde kein Unterschied zwischen den Schuhtypen beobachtet. Da das Verletzungsrisiko in der Gruppe mit der Soft-Laufschuhversion geringer war, kann der vorteilhafte Effekt einer stärkeren Dämpfung nicht durch eine Abnahme der Stoßkraft und der Belastungsrate erklärt werden.

Weitere Analysen des während der Studie gesammelten Datensatzes sind zurzeit im Gange (oder geplant), und weitere Veröffentlichungen werden in den kommenden Jahren erwartet.

Dieses Studienprojekt wurde in Kooperation mit dem "Decathlon SportsLab" durchgeführt.



Decathlon SportsLab, ein Forschungszentrum fokussiert auf den Körper des Athleten, unterstützt die Entwicklung von Decathlon Produkten. Forschungsingenieure untersuchen sensorische, physiologische und physikalische Phänomene in Athleten während der sportlichen Praxis, im Labor als auch auf dem Feld. Deren wissenschaftliche Expertise fokussiert sich auf den Schutz des Athleten als auch auf die Leistungssteigerung.

Literatur

1. Malisoux L, Delattre N, Urhausen A, Theisen D. Shoe cushioning, body mass and running biomechanics as risk factors for running injury: a study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open* 2017; 7(8):e017379. [\[Open Source\]](#)
2. Malisoux L, Delattre N, Urhausen A, Theisen D. Shoe Cushioning Influences the Running Injury Risk According to Body Mass: A Randomized Controlled Trial Involving 848 Recreational Runners. *Am J Sports Med* 2020; 48(2):473-480.
3. Malisoux L, Delattre N, Meyer C, Gette P, Urhausen A, Theisen D. Effect of shoe cushioning on landing impact forces and spatiotemporal parameters during running: results from a randomized trial including 800+ recreational runners. *Eur J Sport Sci* 2020;10.1080/17461391.2020.1809713:1-25.