

Zusammenhang biomechanischer und psychosozialer Belastungsfaktoren bei der Vorhersage von Schmerzen im unteren Rücken: Eine interdisziplinäre Feldstudie rumpfbelastender manueller Tätigkeiten

Omar EL-EDRISSI¹, Sören LAUFF², Frank PETZKE², Kai HEINRICH¹

¹ *Institut für Arbeitsschutz, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*

² *Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Göttingen, Robert-Koch-Straße 40, D-37075 Göttingen*

Kurzfassung: Eine der häufigsten MSE sind Schmerzen im unteren Rücken. Es liegt umfangreiche Evidenz für die Bedeutung biomechanischer und psychosozialer Risikofaktoren für das Auftreten von Schmerzen im unteren Rücken vor. Die Möglichkeit, Schlussfolgerungen über die Interaktion dieser Faktoren zu ziehen, ist durch eine geringe Anzahl prospektiver Studien begrenzt. Die Bewertung der Exposition gegenüber Risikofaktoren für MSE ist ein wesentlicher Schritt bei der Behandlung und Prävention dieser. In diesem Beitrag wird die theoretische Konzeption einer Kohortenstudie zur Erfassung relevanter psychosozialer und biomechanischer Belastungsparameter zur Vorhersage ungünstiger Verläufe von Schmerzen im unteren Rücken, schmerzbedingter Funktionsbeeinträchtigungen und der subjektiven Arbeitsfähigkeit vorgestellt. Dabei soll u. a. der inkrementelle Nutzen invasiverer Methoden bestimmt werden.

Schlüsselwörter: Schmerz, LBP, arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen, Arbeitsplatzanalyse, berufliche Exposition

1. Einleitung

Schmerzen im unteren Rücken sind eine der häufigsten Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE). Sie sind eine der häufigsten Einzelursachen für Absentismus (Andersson 1999). Die Lebenszeitprävalenz akuter Schmerzen im unteren Rücken beträgt ca. 80 % (Schmidt et al. 2007; Vasseljen et al. 2013). Ein substanzieller Anteil der betroffenen Personen erlebt immer häufiger auftretende Schmerzphasen, während schmerzfreie Perioden kürzer werden (Hasenbring et al. 2018). Insbesondere die biomechanische Belastung in Arbeitssituationen wurde bisher als Risikofaktor für berufsbedingte Schmerzen im unteren Rücken untersucht (Sterud & Tynes 2013). Dabei wurden u.a. schweres Heben, sowie eine andauernde statische Körperhaltung als Risikofaktoren identifiziert (da Costa & Vieira 2010). Zunehmend werden auch arbeitsbezogene psychosoziale Faktoren in Studien erfasst. In diesen Studien wurden u.a. ein geringer Entscheidungsspielraum, hohe psychische Arbeitsbelastung sowie fehlende soziale Unterstützung als Risikofaktoren identifiziert (Bernal et al. 2015; Janwantanakul et al. 2012). Zudem liegen zahlreiche Studien aus dem klinischen Kontext vor, in denen personenbezogene psychosoziale Risikofaktoren für das Auftreten, bzw. die Chronifizierung von Schmerzen im unteren Rücken untersucht wurden.

Dabei wurden u.a. Depressivität sowie Aspekte der Schmerzverarbeitung und des Schmerzverhaltens als Risikofaktoren identifiziert (Pincus et al. 2002; Taylor et al. 2014). Ergebnisse aus neueren Arbeiten, welche die zeitlichen Verlaufsmuster von Schmerzen in bevölkerungsbasierten Stichproben berücksichtigten, weisen darauf hin, dass insbesondere die Analyse von Risikofaktoren für ungünstige Schmerzverläufe von zentraler Relevanz ist (Chen et al. 2018; Glette et al. 2020). In den meisten der bisher durchgeführten Studien zu Ursachen und Prävention arbeitsbedingter MSE wurden Querschnittsdesigns verwendet. Aus den Ergebnissen können deshalb nur bedingt Rückschlüsse über einen kausalen Zusammenhang gezogen werden (da Costa & Vieira 2010). Des Weiteren ist dadurch die Möglichkeit, Schlussfolgerungen über die Interaktion biomechanischer und psychosozialer Risikofaktoren zu ziehen, begrenzt (Sterud & Tynes 2013). Die Erfassung psychosozialer Risikofaktoren erfolgte in bisherigen Studien hauptsächlich mittels Selbst- und Fremdbeurteilungsinstrumenten wie Fragebögen und Interviews. Zur Erfassung biomechanischer Risikofaktoren wurden bisher hauptsächlich Selbstbeurteilungsinstrumente, Beobachtungsmethoden (z. B. Verhaltensbeurteilung, Videoanalyse) und direkte Messungen (z. B. EMG) eingesetzt. Bei diesen Methoden bestehen erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Präzision, aber auch hinsichtlich der Invasivität (David 2005).

Das primäre Ziel dieser Kohortenstudie besteht in der Untersuchung von biomechanischen, psychosozialen und individuellen Risikofaktoren (z. B. BMI) für ungünstige Schmerzverläufe bei Arbeitnehmenden, die im beruflichen Kontext regelmäßig rumpfbelastende manuelle Tätigkeiten ausführen. Das Auftreten schmerzbedingter Funktionsbeeinträchtigungen und die subjektive Arbeitsfähigkeit der Arbeitnehmenden werden als sekundäre Outcomes berücksichtigt. Neben der Analyse bivariater Zusammenhänge der einzelnen Risikofaktoren mit den Outcomes soll eine multivariate Analyse der Zusammenhänge erfolgen. Hierzu erfolgt im Rahmen dieser Studie eine umfangreiche Erfassung von arbeits- und personenbezogenen psychosozialen, individuellen, sowie arbeitsbezogenen biomechanischen Risikofaktoren in unterschiedlicher Komplexität. In der Analyse der multivariaten Zusammenhänge sollen diese in mehreren Schritten in das Vorhersagemodell aufgenommen werden. Durch dieses Vorgehen soll der inkrementelle Nutzen der Methoden im Kontext dieser Studie bestimmt werden.

2. Methode

2.1 Studiendesign

Die Studie ist als Kohortenstudie konzipiert. Es soll eine Kohorte von Arbeitnehmenden mit erhöhtem Risiko für das Auftreten und die Chronifizierung von Schmerzen im unteren Rücken über einen Zeitraum von 6 Monaten beobachtet werden (Abbildung 1). Nach erfolgter Einwilligung und Überprüfung der Teilnahme-kriterien (E1) erfolgt eine zweistündige Erfassung arbeitsbedingter biomechanischer Exposition an den individuellen Arbeitsplätzen der Studienteilnehmenden, sowie eine Erfassung psychosozialer Risikofaktoren (arbeitsplatz- und personenbezogen) und individueller Risikofaktoren (E2). Nachfolgend werden über einen Zeitraum von drei Monaten in zweiwöchigen Abständen die Schmerzverläufe der Studienteilnehmenden erfasst (primärer Outcome). Dabei wird zusätzlich das psychische Wohlbefinden als

Kovariate erfasst (E3-E7). Zum Abschluss dieses Zeitraumes erfolgt zusätzlich zur Erhebung des primären Outcomes und des psychischen Wohlbefindens die Erfassung der subjektiven Arbeitsfähigkeit und der schmerzbedingten Funktionsbeeinträchtigung (sekundäre Outcomes) (E8). Es folgt ein optionales Follow-up des letzten Erhebungszeitpunktes nach weiteren drei Monaten (E9).

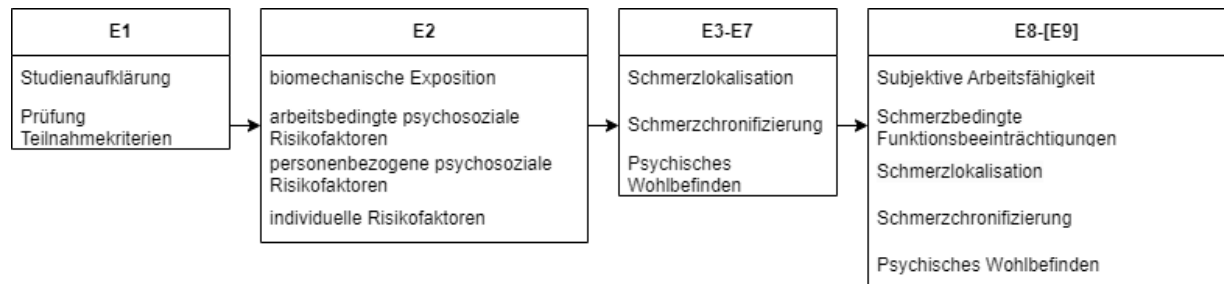


Abbildung 1: Studiendesign mit 9 Erhebungszeitpunkten (E1 bis E9) über eine Dauer von 6 Monaten. E3 – E7 folgen im zweiwöchigen Abstand. Auf E8 folgt nach 3 Monaten die optionale Follow Up Erhebung E9.

2.2 Studienteilnehmende

Studienteilnehmende werden in Unternehmen rekrutiert, in denen manuelle Lastenhandhabung mit Lastgewichten ≥ 10 kg einen zentralen Bestandteil der untersuchten Arbeitsplätze darstellen. Gemäß der im Vorfeld definierten Teilnahme-kriterien sind Arbeitnehmende dieser Unternehmen als potenzielle Versuchspersonen geeignet, welche zwischen 18 und 65 Jahre alt sind, derzeit vollzeitbeschäftigt, innerhalb der vergangenen 12 Monate zu irgendeinem Zeitpunkt Schmerzen im unteren Rücken hatten und bereit sind, an der biomechanischen Datenerhebung teilzunehmen. Ausschlusskriterien für die Teilnahme sind: kein hinreichendes Verständnis der deutschen Sprache zur Teilnahme an den Befragungen, das Vorliegen einer rheumatischen Erkrankung oder einer schwerwiegenden Herz-Kreislauf-Erkrankung, Operationen im Bereich der Lendenwirbelsäule, am Hüftgelenk oder am Kniegelenk, sowie keine Verfügbarkeit eines (mobilen) Endgeräts zur Teilnahme an den Befragungen.

2.3 Erfassung und Analyse der Risikofaktoren und Expositionen

Im Rahmen der Studie werden arbeitsplatz- und personenbezogene psychosoziale sowie individuelle Risikofaktoren und biomechanische Expositionen erfasst, die in vorangegangenen Studien bereits einen bivariaten Zusammenhang zum Auftreten, bzw. zur Chronifizierung von Schmerzen gezeigt haben. Eine umfangreiche Darstellung dieser Risikofaktoren erfolgt in Abbildung 2. Die Erhebung der psychosozialen Risikofaktoren, des Bewegungsverhaltens und der zuvor definierten primären und sekundären Outcomes erfolgt mittels validierter Fragebögen mit hinreichender Reliabilität. Die Auswertung dieser Fragebögen erfolgt durch Bildung von Scores, entsprechend den Manualen der einzelnen Testverfahren. Darüber hinaus werden weitere individuelle Risikofaktoren der Studienteilnehmenden mittels eines selbst entwickelten soziodemographischen Fragebogens erhoben. Neben einer beobachtungs-basierten Analyse (MultiLa) erfolgt eine kinematische Analyse der typischen Tätigkeiten an den individuellen Arbeitsplätzen der Studienteilnehmenden mittels Inertial-sensorik (Xsens MVN Awinda/Link). Die biomechanische Exposition wird durch das

CUELA-Verfahren (Ellegast et al. 2009) und die darin implementierte Softwarelösung WIDAAN berechnet. Das Verfahren erlaubt mittels kinematischer Ganzkörpererfassung und Zusatzinformationen zu gehandhabten Lastgewichten in einem top-down Prozess die modelgestützte (Jäger et al. 2001) Lösung des invers-dynamischen Problems. Zusätzlich zur messwertbasierten Berechnung der inneren Drehmomente und Kräfte wird mit Hilfe der Oberflächenelektromyografie (OEMG) die Muskelaktivität der lumbalen Rückenstrecker aufgezeichnet. Die ermittelten arbeitsbedingten biomechanischen Expositionen werden mit gängigen arbeitswissenschaftlichen Bewertungsverfahren analysiert (Gallagher & Marras 2012, Jäger 2019).

Im ersten Schritt der Datenauswertung erfolgt die Identifikation ungünstiger Schmerzverläufe mittels Wachstumskurvenmodellen. Ungünstige Schmerzverläufe werden hier definiert als das Auftreten anhaltender, bzw. zunehmender Schmerzen während des Erhebungszeitraumes. Anschließend erfolgt die Analyse multivariater Zusammenhänge der erfassten Risiko-, bzw. Expositionsfaktoren und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines ungünstigen Schmerzverlaufs mittels einer multiplen logistischen Regression. Dabei werden nur Risiko-, bzw. Expositionsfaktoren als unabhängige Variablen berücksichtigt, welche einen bedeutsamen bivariaten Zusammenhang zum Auftreten eines ungünstigen Schmerzverlaufs aufweisen. Der Einschluss der unabhängigen Variablen erfolgt schrittweise in Abhängigkeit der Invasivität ihrer Erhebung, bzw. der Privatheit der erhobenen Information. Zuletzt erfolgt eine Analyse des Einflusses der als bedeutsam identifizierten Risiko-, bzw. Expositionsfaktoren auf die sekundären Outcomes, wozu ebenfalls multiple logistische Regressionsmethoden verwendet werden.

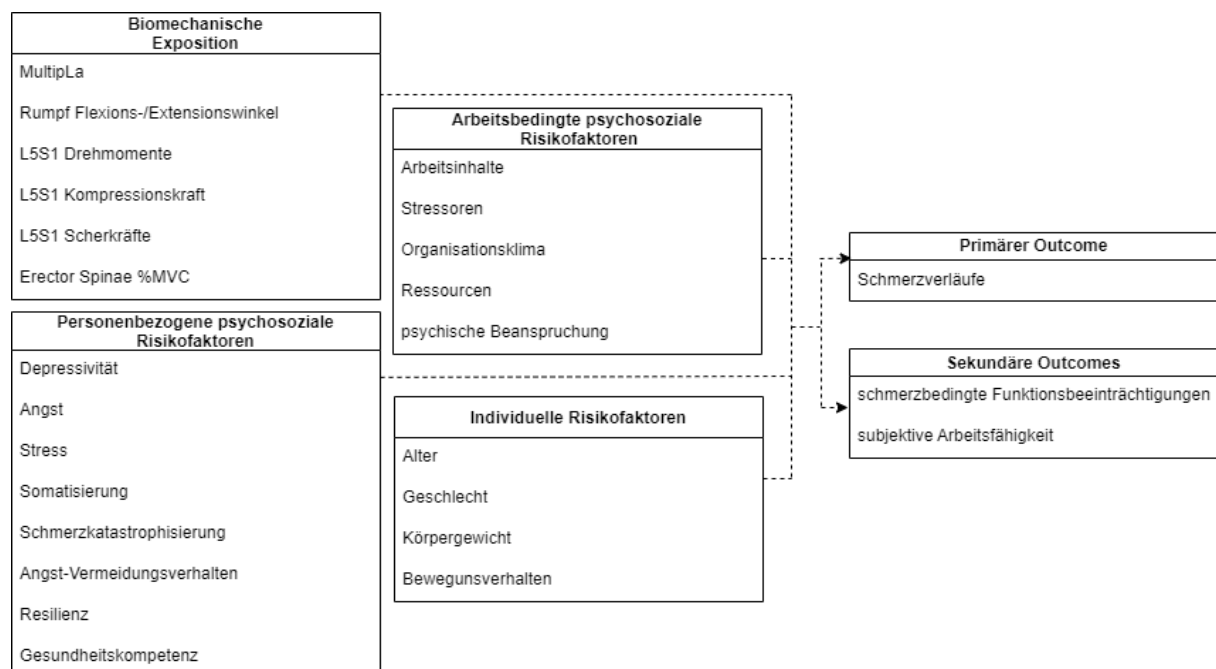


Abbildung 2: Übersicht der Erhebungsparameter und Outcomes.

3. Limitationen

Im vorgestellten Studiendesign ergeben sich aufseiten der Erhebung der Risikofaktoren und Expositionen Limitationen mit organisatorischen sowie methodischen Anteilen. So sind Studienteilnehmende durch Vorbereitungen und Befragungen meist 2-3 Stunden vom Arbeitsplatz absent. Diese Abwesenheit muss betrieblich durch Doppelbelegung der Arbeitsplätze kompensiert werden. Es können Schwierigkeiten bei der Verwendung von Fragebögen durch Unterschiede in der Literalität der Studienteilnehmenden, dem Verständnis und der Interpretation der Fragen entstehen. Die Erfassung biomechanischer Exposition ist mit dem Beobachtungszeitfenster von zwei Stunden gegenüber alltäglichen Schwankungen anfällig. Biomechanische Limitationen ergeben sich durch die beobachtungsbasierte, bzw. kinematische Erhebung. So ist eine direkte dynamische Erfassung der manuellen Lastenhandhabung mittels Dynamometrie in Feldsituationen kaum umsetzbar, ohne die Tätigkeitsausführung zu beeinflussen. Bei dem gewählten kinematischen Ansatz wird dem Problem durch die Erfassung der Lastgewichtmassen entgegengewirkt. Auf Videobasis getimt, werden diese als Gewichtskraft in das Modell eingeleitet. Jedoch muss von einer Gleichverteilung der Masse zwischen beiden Händen ausgegangen werden, sofern die Last beidhändig bewegt wird. Zudem können nur Lastgewichte in der Studie berücksichtigt werden, deren Masse bekannt ist oder im laufenden Betrieb durch Untersuchende erfasst werden können. Aufgrund der fehlenden Erfassung externer Kräfte können zudem abgestützte Lasten nur schwer berücksichtigt werden.

4. Ausblick

In der Literatur besteht Evidenz für den Zusammenhang zwischen MSE und schwere körperliche Tätigkeiten, Zwangshaltungen, psychosoziale Faktoren sowie BMI (da Costa & Vieira 2010, David 2005). Das primäre Ziel der vorgestellten Kohortenstudie besteht in der Untersuchung von biomechanischen, individuellen und psychosozialen Risikofaktoren für das Auftreten ungünstiger Schmerzverläufe, schmerzbedingter Funktionsbeeinträchtigungen und geringer subjektiver Arbeitsfähigkeit durch bivariate und multivariate Zusammenhangsanalysen über einen Beobachtungszeitraum von mindestens drei bis maximal sechs Monaten.

5. Literatur

- Andersson GB (1999) Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet*, 354 (9178), 581–585.
- Bernal D, Campos-Serna J, Tobias A, Vargas-Prada S, Benavides FG, Serra C (2015) Work-related psychosocial risk factors and musculoskeletal disorders in hospital nurses and nursing aides: a systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud*, 52 (2), 635–648.
- da Costa BR, Vieira ER (2010) Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies. *Am J Ind Med*, 53 (3), 285–323.
- David GC (2005) Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med (Lond)*, 55 (3), 190–199.
- Ellegast R, Hermanns I, Schiefer C (2009) Workload Assessment in Field Using the Ambulatory CUELA System. Paper presented at the International Conference on Digital Human Modeling, Berlin, Heidelberg.
- Gallagher S, Marras WS (2012) Tolerance of the lumbar spine to shear: a review and recommended exposure limits. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 27 (10), 973–978.

- Hasenbring MI, Levenig C, Hallner D, Puschmann AK, Weiffen A, Kleinert J, Belz J, Schiltenswolf M, Pfeifer AC, Heidari J, Kellmann M, Wippert PM (2018) Psychosocial risk factors for chronic back pain in the general population and in competitive sports. From theory to clinical screening- a review from the MiSpEx network. *Schmerz*, 32 (4), 259–273.
- Janwantanakul P, Sitthipornvorakul E, Paksaichol A (2012) Risk factors for the onset of nonspecific low back pain in office workers: a systematic review of prospective cohort studies. *J Manipulative Physiol Ther*, 35 (7), 568–577.
- Jäger M, Luttmann A, Göllner R, Laurig W (2001) "The Dortmunder" – Biomechanical Model for Quantification and Assessment of the Load on the Lumbar Spine. *SAE Transactions*, 110, 2163–2171.
- Jäger M (2019) Die „Revidierten Dortmunder Richtwerte“. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 69 (5), 271–289. <https://doi.org/10.1007/s40664-019-0356-3>
- Pincus T, Burton AK, Vogel S, Field AP (2002) A systematic review of psychological factors as predictors of chronicity/disability in prospective cohorts of low back pain. *Spine*, 27 (5), E109–E120.
- Schmidt CO, Raspe H, Pfingsten M, Hasenbring M, Basler HD, Eich W, Kohlmann T (2007) Back Pain in the German Adult Population: Prevalence, Severity, and Sociodemographic Correlates in a Multi-regional Survey. *Spine*, 32 (18), 2005–2011.
- Sterud T, Tynes T (2013) Work-related psychosocial and mechanical risk factors for low back pain: a 3-year follow-up study of the general working population in Norway. *Occup Environ Med*, 70 (5), 296–302.
- Taylor JB, Goode AP, George SZ, Cook CE (2014) Incidence and risk factors for first-time incident low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Spine J*, 14 (10), 2299–2319.
- Vasseljen O, Woodhouse A, Bjørngaard JH, Leivseth L (2013) Natural course of acute neck and low back pain in the general population: the HUNT study. *PAIN®*, 154 (8), 1237–1244.

Geteilte Erstautorenschaft: Der vorliegende Beitrag wurde zu gleichen Anteilen von den beiden erstgenannten Autoren bearbeitet, somit liegt eine geteilte Erstautorenschaft vor.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher
und nachhaltiger Arbeitssysteme
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

GfA-Press

Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023
ISBN 978-3-936804-32-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© GfA-Press, Sankt Augustin

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de