

Muskuläre Beanspruchung in Abhängigkeit des Belastungswechselverhältnisses bei einem für die manuelle Fertigung typischen mittleren Belastungsniveau – Ergebnisse einer Pilotstudie

Florestan WAGENBLAST, Robert SEIBT, David SÜSS, Monika A. RIEGER,
Benjamin STEINHILBER

*Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung,
Universitätsklinikum Tübingen,
Wilhelmstraße 27, D-72076 Tübingen*

Kurzfassung: Systematische Untersuchungen zu Auswirkungen von Belastungswechseln auf die muskuläre Beanspruchung sind unvollständig. In dieser Pilotstudie wird daher die muskuläre Beanspruchung in Abhängigkeit des Belastungswechselverhältnisses (BWV) unter Berücksichtigung eines arbeitstypischen muskulären Belastungsniveaus untersucht. Dazu führten 14 Teilnehmende jeweils fünf experimentelle Bedingungen mit unterschiedlichen BWV der Ellenbogenstrecker durch. Die muskuläre Beanspruchung wurde sowohl subjektiv seitens der Teilnehmenden bewertet, als auch objektiv mittels Oberflächen-Elektromyografie erfasst. Es zeigte sich eine niedrigere muskuläre Beanspruchung für $BWV \geq 3:1$. Dies lässt vermuten, dass eine reduzierende Wirkung auf die muskuläre Beanspruchung erst bei ausreichend hohen BWV erzielt werden kann, belastungsfreie Phasen jedoch nicht unbedingt erforderlich sind.

Schlüsselwörter: Arbeitsbedingte muskuloskelettale Beschwerden, Belastungswechsel, muskuläre Beanspruchung, muskuläre Aktivität, empfundene Anstrengung

1. Hintergrund und Ziel

Belastungswechsel sind häufig Bestandteil der Präventionsmaßnahmen von muskuloskelettalen Erkrankungen und Beschwerden am Arbeitsplatz (z. B. Job-Rotation, Pausenkonzepte). Übersichtsarbeiten legen jedoch nahe, dass präventive Effekte gering bzw. nicht eindeutig nachzuweisen sind. Dies könnte mitunter an der bislang wenig verstandenen Mehrdimensionalität von Belastungswechseln auf die physiologische Beanspruchung liegen. Neben der Belastungswechselhäufigkeit, dem zeitlichen Verhältnis wechselnder Belastungsniveaus und der Art der Beanspruchung (statisch, dynamisch) wurden auch die Auswirkungen von BWV nicht systematisch untersucht.

In dieser explorativen Laborstudie wird der Einfluss verschiedener BWV bei einem für manuelle Tätigkeiten in der industriellen Fertigung realistischen Belastungsniveau, auf die muskuläre Beanspruchungsreaktion untersucht.

2. Methode

Für die im Within-Subject-Design konzipierte Pilotstudie wurden 14 beschwerdefreie Teilnehmende (6 Frauen, 8 Männer, mittleres Alter 27 Jahre) eingeschlossen. Diese führten fünf experimentelle Bedingungen mit unterschiedlichen BWV der Ellenbogenstrecker unter isometrischer Kontraktion für 40min durch. Das mittlere Belastungsniveau betrug in allen Bedingungen 8 % der willentlich erbringbaren isometrischen Maximalkraft (MVC) der Ellbogenstrecker. Folgende BWV wurden verwendet: kein Wechsel bei statisch 8 % MVC sowie Wechsel zwischen 6,4 und 9,6 % MVC, 4 und 12 % MVC, 2,3 und 13,7 % MVC und 0 und 16 % MVC.

Die muskuläre Beanspruchung wurde subjektiv und objektiv erfasst. Für die subjektive muskuläre Beanspruchung bewerteten die Teilnehmenden ihre empfundene muskuläre Anstrengung anhand der CR10 Borg-Skala [0-10] (RPE). Die objektive muskuläre Beanspruchung wurde anhand der Amplitude der bipolaren elektromyografischen Muskelaktivität (EA) des M. trizeps brachii erfasst und parametrisiert (EA_{EndEXP} = EA am Ende einer Bedingung, $EA_{\text{rÄEXP}}$ = EA-Änderung während einer Bedingung, $EA_{\text{rÄREF}}$ = EA-Änderung während einer Referenzaktivität bei 5 % MVC).

Für den statistischen Vergleich der BWV hinsichtlich der Parameter der muskulären Beanspruchung wurden 1-faktorielle Varianzanalysen für wiederholte Messungen zusammen mit post-hoc Vergleichen (Tukey's HSD) verwendet (Signifikanzlevel $\alpha = 0,05$).

3. Ergebnis

Ein statistisch signifikanter Effekt der BWV zeigte sich für alle Parameter (p-Werte $< 0,001$). In der post-hoc Analyse konnte festgestellt werden, dass die muskuläre Beanspruchung für die drei höchsten BWV im Vergleich den zwei niedrigeren geringer ausfiel. Die einzige Ausnahme bildete $EA_{\text{rÄREF}}$, da kein Unterschied zwischen den BWV 6,4 und 9,6 % MVC und 4 und 12 % MVC festgestellt wurde. Außerdem war $EA_{\text{rÄEXP}}$ für 6,4 und 9,6 % MVC niedriger im Vergleich zu statisch 8 % MVC.

4. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass ein höheres BWV die muskuläre Beanspruchung reduzieren kann. Es lässt sich zudem vermuten, dass positive Effekte auch mit Belastungswechseln ohne belastungsfreie Phasen erzielt werden können. Deskriptiv wird eine Reduktion der muskulären Beanspruchung mit ansteigendem BWV deutlich. Für die Arbeitsgestaltung wirft dies die Frage auf, wie hoch ein BWV mindestens sein muss, damit sich die Gesamtbeanspruchung deutlich reduziert.

Zukünftige Untersuchungen müssten die Ergebnisse an einer Fallzahl-berechneten Stichprobe und unter Berücksichtigung möglicher Einflüsse individueller Faktoren (z. B. Alter, Geschlecht) bestätigen.

Weiterführend sind mögliche Interaktionseffekte mit weiterer Belastungswechsel-dimensionen sowie die Übertragbarkeit auf andere Muskeln und dynamische Belastungssituationen zu berücksichtigen.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration
und ihre Auswirkung auf Mensch,
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

GfA-Press

Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

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

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

office@internetkundenservice.de, www.internetkundenservice.de