

## Homepage Projektabstracts auf Deutsch & Englisch

<b>Projektnummer APL</b>	S44
<b>Abstracts geschrieben am</b>	16.11.2023
<b>Abstracts geschrieben von</b>	Florestan Wagenblast

### Deutsch

<b>Titel</b>	Vorstudie zum Einfluss des Belastungswechselverhältnisses bei arbeitstypischem muskulären Beanspruchungslevel auf die muskuläre Beanspruchungsreaktion
<b>Akronym</b>	Akronym.
<b>Beteiligte</b>	Benjamin Steinhilber, Robert Seibt, Florestan Wagenblast, Tessy Luger, David Süß
<b>Projektleiter</b>	Benjamin Steinhilber
<b>Laufzeit</b>	von 04.2023 bis 10.2023
<b>Förderung</b>	Eigenmittel
<b>Ethikvotum (#)</b>	Ethikvotum erhalten (424/2923BO2)

### Abstract

Einleitung: 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 dem bislang wenig verstandenen Zusammenhang zwischen der Mehrdimensionalität von Belastungswechseln und der physiologischen Beanspruchung liegen. Neben der Belastungswechselfrequenz, dem zeitlichen Verhältnis wechselnder Belastungsniveaus und der Art der Beanspruchung (statisch, dynamisch) wurden auch die Auswirkungen der Höhe von Belastungswechseln nicht systematisch untersucht.

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

Methoden: Für die im Within-Subject-Design konzipierte Vorstudie wurden 14 beschwerdefreie Teilnehmende (6 Frauen, 8 Männer, mittleres Alter 27 Jahre) eingeschlossen. Diese führten, verteilt über drei Tage, fünf experimentelle Bedingungen mit unterschiedlichen BWV an der Ellbogenstreckermuskulatur für 40 min durch. Das mittlere Belastungsniveau betrug in allen Bedingungen 8% der individuellen 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 sowie 0 und 16% MVC. Zusätzlich wurden vor und nach einer Bedingung jeweils eine isometrische Referenzkontraktion der Ellbogenstrecke bei 5% MVC und eine MVC durchgeführt.

Die Belastungswechsel wurden durch isometrische Kontraktionen der Ellbogenstrecker realisiert, während derer die Teilnehmenden ein visuelles Feedback erhielten. Dazu führten die Teilnehmenden in einer standardisierten Sitzposition eine statische Ellenbogenextension gegen

eine Armstütze aus. Die zu erbringende sowie tatsächliche Kraft wurden auf einem Bildschirm angezeigt, der mit einem Kraftsensor unter der Armstütze verbunden war. Die Wechsel des Kraftniveaus wurden alle 10s über ein digitales Metronom vorgegeben.

Die muskuläre Beanspruchung wurde subjektiv und objektiv erfasst. Für die subjektive muskuläre Beanspruchung bewerteten die Teilnehmenden ihre empfundene muskuläre Anstrengung der Ellbogenstrecker anhand der CR10 Borg-Skala [0-10] direkt vor und am Ende einer Bedingung. Die Bewertungen am Ende wurden von einer möglichen empfundenen Anstrengung vor der jeweiligen Bedingung bereinigt (Subtraktion). Ausgewertet wurde die bereinigte empfundene Anstrengung am Ende jeder Bedingung (RPE\_Ä).

Die objektive muskuläre Beanspruchung wurde anhand der Amplitude der bipolaren elektromyographischen Muskelaktivität (EA) aller drei Köpfe des M. trizeps brachii kontinuierlich aufgezeichnet. Die ermittelten EAs wurden auf die 95<sup>st</sup> Perzentil-Muskelaktivitäten, während einer MVC der Ellbogenstrecker, normalisiert und über die drei Köpfe gemittelt. Um die muskuläre Beanspruchung beurteilen zu können, wurden die folgenden Parameter berechnet:

Beanspruchungsniveau am Ende der Bedingung (EA\_End\_EXP), Beanspruchungsänderung während der Bedingung (EA\_Ä\_EXP), Beanspruchungsänderung während der Referenzaktivität (EA\_Ä\_REF). Für den statistischen Vergleich der fünf Bedingungen, wurde für jeden Beanspruchungs-Parameter eine 1-faktorielle Varianzanalyse für wiederholte Messungen sowie post-hoc Vergleiche (Tukey's HSD) durchgeführt (Signifikanzlevel  $\alpha = 0,05$ ).

Ergebnisse: Ein statistisch signifikanter Haupteffekt der Bedingung zeigte sich für alle Parameter (p-Werte <0,001). In der post-hoc Analyse konnte festgestellt werden, dass die muskuläre Beanspruchung für die Bedingungen mit den drei höchsten BWV im Vergleich zu denen mit niedrigeren BWV geringer ausfiel. Wobei dies für den Vergleich zwischen BWV 6,4 und 9,6% MVC und 4 und 12% MVC nur für RPE\_Ä zutraf. Außerdem war EA\_Ä\_EXP für 6,4 und 9,6% MVC im Vergleich zur statischen Bedingung niedriger, genauso wie RPE\_Ä für 0 und 16% MVC im Vergleich zu 4 und 12% MVC.

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 zudem der Zusammenhang zwischen größer werdenden BWV und der Reduzierung der muskulären Beanspruchung 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.

### **Keywords**

Prävention muskuloskelettaler Erkrankungen, Arbeitsgestaltung, Belastungswechselhöhe, muskuläre Beanspruchung

### **Link zu Publikationen**

Nicht zutreffend

## English

<b>Title</b>	Preliminary study on the influence of the load change ratio at a typical occupational muscular strain level on the muscular strain response
<b>Acronym</b>	Akronym.
<b>Involved people</b>	Benjamin Steinhilber, Robert Seibt, Florestan Wagenblast, Tessy Luger, David Süß
<b>Project leader</b>	Benjamin Steinhilber
<b>Operational time</b>	from 04.2023 to 10.2023
<b>Financial support</b>	Own institutional funds
<b>Ethics vote (#)</b>	Ethics vote received (424/2923BO2)

### Abstract

**Introduction:** Load changes are often part of preventive interventions for musculoskeletal disorders and complaints in the workplace (e.g. job rotation, break concepts). However, literature reviews suggest that preventive effects are small or cannot be clearly demonstrated. This could be due to the poorly understood relationship between the multidimensionality of load changes and physiological strain. In addition to the frequency of load changes, the time ratio of changing load levels and the type of load (static, dynamic), the effects of the load change ratio have not been systematically investigated.

**Objective:** In this exploratory laboratory study, the influence of different load change ratios (LCR) at a realistic load level for manual activities in industrial production on the muscular strain response is investigated.

**Methods:** In this preliminary within-subject design study, 14 participants (6 women, 8 men, mean age 27 years) without musculoskeletal complaints were included. Spread over three days, the participants performed five experimental conditions with different LCR on the elbow extensor muscles for 40 min. The mean load level in all conditions was 8% of the individual voluntary maximum isometric strength (MVC) of the elbow extensors. The following LCR were used: no change at a static 8% MVC and changes between 6.4 and 9.6% MVC, 4 and 12% MVC, 2.3 and 13.7% MVC, and 0 and 16% MVC. In addition, an isometric reference contraction at 5% MVC and an MVC of the elbow extensor muscles were performed before and after each condition. The load changes were realized by isometric contractions of the elbow extensors using visual feedback. To do this, the participants performed a static elbow extension against an armrest in a standardized sitting position. The target force and the actual force were displayed on a screen connected to a force sensor under the armrest. The changes in force level were set every 10s via a digital metronome.

Muscular strain was measured subjectively and objectively. For the subjective muscular strain, the participants rated their perceived muscular effort of the elbow extensors using the CR10 Borg scale [0-10] directly before and at the end of a condition. The ratings at the end were adjusted for any perceived exertion before the respective condition (subtraction). The adjusted perceived exertion at the end of each condition was evaluated (RPE\_C).

Objective muscular strain was continuously recorded and quantified by the amplitude of the bipolar electromyographic muscle activity (EA) of all three heads of the triceps brachii muscle. The recorded EAs were normalized to the 95<sup>th</sup> percentile muscle activity during MVC measures of the elbow extensors and averaged over the three heads. The following parameters were calculated to assess muscular strain: muscle activity level at the end of the condition (EA\_End\_EXP), change in muscle activity during the condition (EA\_C\_EXP), change in muscle activity during the reference

activity (EA\_C\_REF). For the statistical comparison of the five LCR conditions, a 1-factor analysis of variance for repeated measurements and post-hoc comparisons (Tukey's HSD) were performed for each parameter of muscular strain (significance level  $\alpha = 0.05$ ).

**Results:** A statistically significant main effect of LCR condition was found for all parameters (p-values < 0.001). The post-hoc analyses revealed that muscular strain was lower for the conditions with the three highest LCR compared to those with lower LCR. For the comparison between 6.4 and 9.6% MVC and 4 and 12% MVC, however, this only applied to RPE\_C. In addition, EA\_C\_EXP was lower for 6.4 and 9.6% MVC compared to the static condition, as was RPE\_C for 0 and 16% MVC compared to 4 and 12% MVC.

**Discussion:** The results show that a higher LCR can reduce muscular strain. It can also be assumed that positive effects can be achieved with load changes without load-free phases. Descriptively, the correlation between and increasing LCR and a reduced muscular strain is also becoming evident. In terms of work design, the question arises as to the minimum height of an LCR to significantly reduce the overall muscular strain.

Future hypothesis-driven studies have to confirm the results including sample size calculations that account for possible influences of individual factors (e.g. age, gender).

In addition, possible interaction effects with other dimensions of load changes and the transferability to other muscles and dynamic load situations should be considered.

#### **Keywords**

Prevention of musculoskeletal disorders, work design, load change level, muscular strain

#### **Link to publications**

Not applicable