

Kurzfassung zum Forschungsprojekt Licht und Schicht (FP-0444)

Interventionsstudie zu kurz- und langzeitlichen gesundheitlichen Auswirkungen von dynamischer Beleuchtung am Arbeitsplatz und individualisierten, handybasierten Lichtempfehlungen bei Schichtarbeitern

Sylvia Rabstein¹, Robert Herold², Karin Bieske³, Sarah Affolderbach², Katrin Rieger^{1,2}, Lukas Simon Damerou², Katarzyna Burek¹, Sophie Schümann², Christoph Schierz³, Dirk Pallapies¹, Thomas Behrens¹, Thomas Brüning¹, Volker Harth²

¹ Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

² Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin (ZfAM), Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE), Seewartenstr. 10, Haus 1, 20459 Hamburg

³ Technische Universität Ilmenau (TU Ilmenau), Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Lichttechnik, Professor-Schmidt-Str. 26, 98693 Ilmenau



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU**



Kurzfassung

Ziele

Licht ist der wichtigste Zeitgeber für die innere Uhr des Menschen. Wechselnde Licht-Tagesprofile bei Beschäftigten in Schichtarbeit können zu einer Desynchronisation der zirkadianen Rhythmen führen und gesundheitliche Faktoren beeinflussen. Ziel der Interventionsstudie Licht und Schicht war die Untersuchung von kurz- und langzeitigen Effekten von dynamischer Beleuchtung am Arbeitsplatz und individuellen Beleuchtungsempfehlungen für die Freizeit bei Schichtarbeitenden.

Methoden

Im Rahmen von vier Feldphasen wurden zwischen Oktober 2021 und Februar 2023 Beschäftigte eines Unternehmens untersucht. Dabei wurden zwei Beleuchtungsinterventionen am Arbeitsplatz i) am Tag in einer Gruppe von Schichtarbeitenden ohne Nachtschicht in Montagehalle 1 und ii) in der Nacht in einer Gruppe von Schichtarbeitenden mit Nachtschicht in Montagehalle 2 durchgeführt. Beschäftigte in anderen Betriebsbereichen und in unterschiedlichen Schichtsystemen dienten als Vergleichsgruppe. Nach der Baseline-Erhebung T0 (10 - 11/2021) wurde im Dezember 2021 die Beleuchtung modifiziert und bis zum Ende der Studie beibehalten. Im Vergleich zur Ausgangssituation wurde in der Taglicht-Intervention die melanopisch äquivalente Tageslichtbeleuchtungsstärke (MEDI) am Morgen dynamisch durch Variation von Lichtfarbe und Lichtstrom erhöht und zum Abend hin abgesenkt. In Montagehalle 2 wurde in der Nacht die Beleuchtung in der ersten Schichthälfte dynamisch erhöht und ab Mitte der Nachtschicht abgesenkt. Für die Analyse kurzfristiger Effekte wurden die Baseline-Untersuchungen T0 mit dem ersten Follow-up T1 (01/2022-02/2022) verglichen. Längerfristige Effekte wurden mit weiteren Feldphasen jeweils ein Jahr nach T0 und T1 untersucht (T2: 11/2022, T3: 01/2023). Nach T1 wurden weitere Teilnehmende für die Vergleichsgruppe rekrutiert. Aus allen Vergleichsteilnehmenden wurde eine randomisierte Subgruppe für die Untersuchung der Wirkung von individualisierten Lichtempfehlungen in der Freizeit mit T2 als Baseline und T3 als Follow-up gezogen. Die Empfehlungen wurden nach T2 und in T3 individuell über Studienhandys und weitere Methoden vermittelt. Als gesundheitliche Endpunkte wurden objektive Messparameter (Aktigraphie, Hormone im Speichel und im Haar, psychomotorische Vigilanz zur Mitte der Schicht) sowie subjektive Endpunkte (Schläfrigkeit, individuelle Beleuchtungswahrnehmung) untersucht. Lichttechnische Messungen am Arbeitsplatz und individuelle Lichtmessungen wurden begleitend eingesetzt. Die statistischen Auswertungen beinhalteten die Anwendung von Algorithmen für die Ableitung der Endpunkte, multiple Imputationsverfahren und deskriptive Analysen. Die orientierende Modellbildung umfasste je nach Endpunkt gemischte Modelle unter Berücksichtigung der Messwiederholungen mit Adjustierung nach wichtigen Confoundern.

Ergebnisse

Es nahmen n = 89 Personen an den vier Feldphasen teil, n = 27 waren Teilnehmende der Interventionen in den Hallen, n = 26 Personen wurden für die Lichtempfehlungen in der Freizeit ausgewählt. Erste Analysen zeigen kurzfristig Verbesserungen in der psychomotorischen Vigilanz und der Schläfrigkeit bei der Taglicht-Intervention. Bei der Nachtlicht-Intervention wurden kurzfristig längere Schlafdauern nach den Nachtschichten beobachtet. Es gibt Hinweise auf längerfristig höhere Werte für Melatonin und niedrigere Werte für Cortisol im Speichel zum Ende der Nachtschicht bei der Nachtlicht-Intervention. Bei den Lichtempfehlungen für die Freizeit wurden längere Schlafdauern bei Frühschichten beobachtet. Im Verlauf der Studie sank das allgemeine Stresslevel gemessen über Cortisol im Haar bei allen Gruppen. Helligkeit und Lichtfarbe wurden nach der Beleuchtungsumstellung häufiger als angenehm wahrgenommen.

Schlussfolgerungen

Die ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Interventionen keine negativen Einflüsse auf die Gesundheit haben. In Teilaspekten gibt es Hinweise auf eine positive Wirkung.

Abstract

Aims

Light is the most important zeitgeber for the human internal clock. Changing daily light profiles in shift workers can lead to a desynchronization of circadian rhythms and may influence workers health. The aim of this intervention study was to investigate the short- and long-term effects of dynamic lighting at the workplace and individual lighting recommendations for leisure time in shift workers.

Methods

Employees of a company were studied in four field phases between October 2021 and February 2023. Two workplace lighting interventions were carried out i) during the day in a group of shift workers without night shift in assembly hall 1 and ii) at night in a group of shift workers with night shift in assembly hall 2. Employees in other areas of the company and in different shift systems served as a comparison group. After the baseline survey T0 (10/2021-11/2021), the lighting was modified in December 2021. Compared to the baseline situation, in assembly hall 1 the melanopic equivalent daylight illuminance (MEDI) was dynamically increased in the morning by varying light colour and luminous flux and lowered towards the evening. In assembly hall 2, the lighting was dynamically increased at night in the first half of the shift and reduced from the middle of the night shift. For the analysis of short-term effects, baseline T0 measurements were compared with the first follow-up T1 (01/2022-02/2022). Longer-term effects were examined with further field phases one year after T0 and T1 (T2: 11/2022, T3: 01/2023). After T1, further participants were recruited for the comparison group. A randomized subgroup was drawn from all participants of the comparison group to study the effect of individualized lighting recommendations during leisure time with T2 as baseline and T3 as follow-up. The recommendations were communicated individually after T2 and in T3 via study cell phones and other methods. Health endpoints were assessed using both objective measures (actigraphy, hormone levels in saliva and hair, psychomotor vigilance in the middle of the shift) and subjective measures (sleepiness, individual perception of lighting). In addition, photometric measurements were carried out at the workplace as well as individual light measurements. The statistical analyses included the use of algorithms for deriving the endpoints, multiple imputation methods and descriptive analyses. Depending on the endpoint, the orientational modeling included mixed models considering the repeated measurements per individual and adjustment for important confounders.

Results

Overall, n = 89 people took part in the four field phases, n = 27 were participants in the interventions in the two halls, n = 26 people were selected for the lighting-habits recommendations during leisure time. Initial analyses show short-term improvements in psychomotor vigilance and sleepiness for the intervention during daytime. For the intervention during the night, longer sleep durations after night shifts were observed in the short term. In the longer term there are indications of higher levels of melatonin and lower levels of cortisol in saliva at the end of the night shift with the night light intervention. Longer sleep durations were observed for early shifts with the recommendations for leisure time. Over the course of the study, the general stress level measured via cortisol in the hair decreased in all groups. Brightness and luminous colour were more frequently perceived as pleasant after the introduction of dynamic lighting.

Conclusions

The initial results indicate that there are no negative influences on health. There are indications of slight positive effects in some of the endpoints.