

On the bright side of life – The effect of ambient light intensity on postsurgical patient-reported outcomes

J. S. Scheller¹ · M. Komann¹ · C. Weinmann¹ · J. Weinmann¹ · S. Heitfeld² · A. Mielke³ · S. Scharnagel⁴ · E. Pogatzki-Zahn⁵ · W. Meissner¹

► **Zitierweise:** Scheller JS, Komann M, Weinmann C, Weinmann J, Heitfeld S, Mielke A et al: Auf der Sonnenseite des Lebens – Die Auswirkung der Umgebungslichtintensität auf postoperatives Schmerzempfinden. *Anästh Intensivmed* 2025;66:13–19. DOI: 10.19224/ai2025.013

- 1 Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Jena (Direktor: Prof. Dr. M. Bauer)
- 2 Institut für Anästhesie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Dresden (Direktorin: Prof. Dr. T. Koch)
- 3 Fachbereich Schmerztherapie, Helios Klinikum Wuppertal (Direktor: Prof. Dr. S. C. Thal)
- 4 Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin, Klinikum Bayreuth (Direktor: Prof. Dr. J. Reutershan)
- 5 Institut für Anästhesie, Intensivmedizin, Schmerztherapie, Universitätsklinikum Münster (Direktor: Prof. Dr. A. Zarbock)

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Schlüsselwörter

Postoperativer Schmerz – Schmerztherapie – Lichttherapie – Übelkeit

Keywords

Postoperative Pain – Pain Therapy – Light Therapy – Nausea

Zusammenfassung

Im Rahmen einer prospektiven multizentrischen Registerstudie zur Qualitätsverbesserung in der postoperativen Schmerztherapie (QUIPS) untersuchten wir die Auswirkungen der Lichtintensität im Patientenzimmer am ersten postoperativen Tag auf das Schmerzempfinden. Hierbei wurden die von den Patientinnen und Patienten berichteten Ergebnisse (patient-reported outcomes, PROs) in Bezug auf Schmerzen und Nebenwirkungen durch einen standardisierten Fragebogen erfasst. Gleichzeitig wurden die Lichtintensität in ihrem Zimmer am ersten postoperativen Tag gemessen sowie demografische Daten und die perioperative Schmerzmedikation dokumentiert. Der primäre Endpunkt war der maximale Schmerz, der auf einer numerischen Bewertungsskala (NRS) von 0 bis 10 bewertet wurde. Die sekundären Endpunkte waren Schmerzen bei Bewegung, Stimmung, Übelkeit, Müdigkeit und Zufriedenheit. Die Lichtintensität wurde mit einem kalibrierten Lichtmessgerät gemessen. Für die Analyse wurden lineare und logarithmisch-lineare Regressionsmodelle mit Alter, Geschlecht, vorbestehenden chronischen Schmerzen, ASA-Status und logarithmierter Lichtintensität als unabhängige Variablen verwendet. Insgesamt wurden die Daten von 539 chirurgischen Patientinnen und Patienten aus neun Krankenhäusern erhoben. In unserer Studie wurde kein Zusammenhang zwischen der Lichtintensität und der maximalen

Auf der Sonnenseite des Lebens – Die Auswirkung der Umgebungslichtintensität auf postoperatives Schmerzempfinden

Schmerzintensität festgestellt. Die Daten zeigten jedoch überraschend einen starken positiven Zusammenhang zwischen der Lichtintensität und dem sekundären Endpunkt Übelkeit.

Summary

Light intensity affects humans in multiple ways. We aimed to characterise the potential impact of light intensity on patients' pain management experience in the postoperative setting. Within the German multicentre registry project QUIPS, we collected patient – reported outcomes (PROs) concerning pain and side effects, demographics and perioperative pain medication, and measured the light intensity in their rooms on the first postoperative day. Primary endpoint was the maximum pain intensity rated on the numerical rating scale (NRS, 0–10). Secondary endpoints were pain intensity during movement, mood, nausea, tiredness and satisfaction. Measurement of light intensity was done with a calibrated light meter. For analysis, we used linear and log-linear regression models with age, gender, pre-existing chronic pain, ASA status, and logarithmised light intensity as independent variables. Data of 539 surgical patients from 9 hospitals were included. We found no significant effect of light intensity on the primary endpoint. However, we observed a strong positive correlation between nausea and light intensity.

Einleitung

Postoperative Schmerzen sind nach wie vor ein großes Problem der modernen Medizin, welche jedes Krankenhaus vor strukturelle, verfahrenstechnische und finanzielle Herausforderungen stellt. Umfangreiche Studien haben gezeigt, dass trotz der heutigen Verbesserungen in der Schmerzbehandlung immer noch viele Patienten unter mäßigen bis starken postoperativen Schmerzen leiden [1,2].

Inadäquat behandelte Schmerzen gehen mit einer geringeren Patientenzufriedenheit, einer verzögerten postoperativen Mobilität, einer erhöhten Inzidenz chronischer postoperativer Schmerzen [3], pulmonaler und kardialer Komplikationen [4–6] sowie einer erhöhten Morbidität und Mortalität einher [7,8].

Die Möglichkeiten zur Behandlung von akuten, postoperativen und chronischen Schmerzen sind begrenzt und insbesondere Opioide werden mit unerwünschten Effekten wie Übelkeit, Müdigkeit und in seltenen Fällen Atemdepression in Verbindung gebracht.

Nicht pharmakologische Optionen für die Behandlung von Schmerzen würden eine unkomplizierte Alternative darstellen mit diversen Vorteilen wie der Vermeidung von Toleranzbildung und Abhängigkeit sowie Kosten- und Ressourcenfreundlichkeit.

Eine Lichttherapie hat sich bei einigen Erkrankungen als effektiv erwiesen. So wurde die Lichttherapie beispielsweise zur Behandlung von Depressionen eingesetzt [9,10], um die zirkadiane Stimulation während des Tages zu erhöhen, die Schlafqualität zu verbessern und Depressionen bei der Alzheimer-Krankheit zu lindern [11]. Wenn Patienten hellem Licht von mehr als 6.000 Lux ausgesetzt wurden, verbesserten sich die Symptome der saisonal abhängigen Depression erheblich.

Sowohl tierexperimentell als auch in klinischen Studien zeigten sich antinozizeptive Effekte bei akuten und chronischen Schmerzen durch die Anwendung von Lichttherapie [12–14]. Es wurde auch ein Zusammenhang zwischen

dem Aufenthalt in einem sonnigen Zimmer und einem geringeren Bedarf an schmerzstillenden Medikamenten nach einer Operation festgestellt [15]. Patienten, die auf der hellen Seite des Krankenhauses untergebracht waren (mit einer durchschnittlich um 46 % höheren Intensität des Tageslichts), empfanden weniger Stress und benötigten 22 % weniger schmerzstillende Medikamente als Patienten auf der dunklen Krankenhausseite [16].

Darüber hinaus ist ein Markt für substanzfreie Alternativen zur Schmerzlinderung entstanden, darunter lichtbasierte Produkte wie LED-Gürtel zur Behandlung von Rückenschmerzen.

Diese Ergebnisse deuten auf einen physiologischen Zusammenhang zwischen Schmerzempfinden und Lichtverhältnissen hin. Dieser Zusammenhang wurde jedoch noch nicht an einer größeren Anzahl von Patienten in der klinischen Routine untersucht. Daher war das Hauptziel dieser Studie die Beobachtung eines möglichen Zusammenhangs zwischen der Umgebungslichtintensität und den von Patienten berichteten schmerzbezogenen Ergebnissen (PROs) in realen klinischen Situationen.

Die Wirkungen des Lichts lassen sich in zwei Kategorien einteilen: diejenigen, die Auswirkungen durch das auf die Netzhaut treffende Licht haben, und diejenigen, welche durch den Lichtkontakt mit der Haut entstehen. „Sehen“ oder eine visuelle Wahrnehmung ist definiert als die Aufnahme und Verarbeitung elektromagnetischer Wellen bestimmter Wellenlänge, die in das Auge eintreten und beim Auftreffen auf die Netzhaut Nervenimpulse auslösen und visuelle Empfindungen hervorrufen.

Im Zusammenhang mit dieser spezifischen Definition des Sehens wurde Licht zunehmend mit einer Reihe von zirkadianen, neuroendokrinen, verhaltensbezogenen und therapeutischen Reaktionen des Auges beim Menschen in Verbindung gebracht. Diese Reaktionen werden in erster Linie durch die Stimulierung lichtempfindlicher retinaler Ganglienzellen (pRGCs) ausgelöst, die am empfindlichsten auf kurzwelliges

(ca. 480 nm) blaues Licht reagieren und auch in Abwesenheit von Stäbchen und Zapfen funktionsfähig bleiben [17].

Jüngste Forschungen haben gezeigt, dass sich die spektrale Empfindlichkeit des zirkadianen Systems stark von der spektralen Empfindlichkeit der Fovea unterscheidet, mit der wir fast unsere gesamte Seharbeit verrichten [18,19].

Die Erhöhung der Exposition des Menschen gegenüber natürlichem Sonnenlicht wurde mit einer Verbesserung der Stimmung, einer geringeren Sterblichkeit und einer Verringerung von Stress und Schmerzen in Verbindung gebracht. In einer Vorgängerstudie konnte ebenfalls die Reduktion des Schmerzmittelverbrauchs und damit eine deutliche Kostenreduktion bei wirbelsäulenchirurgischen Patienten beobachtet werden, welche im Vergleich zur Kontrollgruppe postoperativ einer höheren Tageslichtintensität ausgesetzt waren [16].

Unter den lichtabhängigen Hormonaktivitäten, die eng an den 24-Stunden-Zyklus gebunden sind, ist die Sekretion von Melatonin aus der Zirbeldrüse die wichtigste. Die pulsatilen Sekretionen von Melatonin und Cortisol unterliegen einem zirkadianen Rhythmus ausgehend von der biologischen Uhr, welche ihren Sitz im Nucleus suprachiasmaticus hat.

Melatonin und Cortisol sind Hormone, welche vielfache hormonelle, immunologische und metabolische Funktionen beeinflussen [20].

Zudem gibt es eine indirekte Abhängigkeit der Aktivität des Enzyms Serotonin-N-Acetyltransferase von der Lichtexposition. Dieses katalysiert die Umwandlung von Serotonin in Melatonin.

Während Lichtexposition zu einer Abnahme der Aktivität der N-Acetyltransferase führt, kommt es sekundär zu einer Zunahme der Konzentration von Serotonin. Serotonin ist ein wichtiger Modulator des sensorischen Inputs in das zentrale Nervensystem und kann als Schmerzmodulator agieren.

Frühere Arbeiten haben gezeigt, dass Serotonin die primäre afferente Neurotransmission sowohl verstärken als auch hemmen kann. Da die meisten Subtypen

von 5-HT-Rezeptoren in sensorischen Ganglien vorkommen, hat Serotonin durch die Modulation der primären afferenten Neurotransmission möglicherweise sowohl pro- als auch antinozizeptive Wirkungen.

Dieser mögliche Zusammenhang zwischen Schmerzempfinden und Lichtverhältnissen wurde bisher nicht umfassend untersucht und bildete die grundlegende Fragestellung unserer Studie.

Materialien und Methoden

Studiendesign

Diese Studie basiert auf einem prospektiven, multizentrischen deutschen Register namens QUIPS (Quality Improvement in Postoperative Pain Treatment), das als Benchmark-Initiative begonnen wurde, um verschiedene schmerzassoziierte Qualitätsparameter der teilnehmenden Krankenhäuser zu vergleichen.

Das QUIPS-Projekt wird von den deutschen Fachgesellschaften und Berufsverbänden der Anästhesisten und Chirurgen unterstützt [21].

QUIPS erfasst verschiedene Operationen aller Fachrichtungen in Krankenhäusern mit stationärer Aufnahme. Die häufigsten Eingriffe bei den Patientinnen und Patienten in dieser Studie waren Totalendoprothesen des Hüftgelenks ($n = 122$), Endoprothesen des Kniegelenks ($n = 64$) und Cholezystektomien ($n = 40$).

Die Patienten unterschrieben vor Datenerhebung ein Informed-Consent-Formular und füllten am ersten postoperativen Tag einen validierten Fragebogen mit 15 Fragepunkten aus.

Die von den Patienten angegebenen Daten wurden zusammen mit Informationen über die Art der Operation, die Anästhesie und die Schmerzbehandlung erfasst.

Die Datenauswertung wurde von geschultem Studienpersonal durchgeführt. Die Daten wurden auf standardisierte Weise an zufällig ausgewählten Tagen erhoben, die dem medizinischen Personal vor der Datenerhebung nicht bekannt waren. Die Patienten wurden

sowohl schriftlich als auch mündlich vom Studienpersonal darüber informiert, dass die Datenerhebung freiwillig und anonym ist und dass sie die Teilnahme an der Studie jederzeit verweigern können.

Das Projekt wurde durch das Data Security Board des Universitätsklinikums Jena sowie die Ethikkommissionen aller teilnehmenden Häuser genehmigt. Mit der Teilnahme am QUIPS-Projekt verpflichten sich die Häuser, ihre jeweiligen Ethikkommissionen zu informieren und ein Ethikvotum einzuholen.

Ergebnisparameter und Einflussvariablen

Der primäre Ergebnisparameter war die maximale Schmerzintensität seit der Operation, gemessen anhand der numerischen Bewertungsskala (NRS) (0 = keine Schmerzen, 10 = schlimmste vorstellbare Schmerzen) am ersten postoperativen Tag.

Die sekundären Endpunkte waren Stimmung, Übelkeit, Bewegungsschmerz, mittlere Schmerzintensität in Ruhe, Müdigkeit und Zufriedenheit. Diese sind ebenfalls Bestandteil des validierten 15-teiligen QUIPS-Fragebogen. Der Ergebnisparameter Zufriedenheit wurde auf einer Skala von 0 bis 10 bewertet (0 = geringer Grad, 10 = höchster Grad), während die anderen sekundären Endpunktparameter Müdigkeit, Bewegungsschmerz und Übelkeit binär (ja/nein) bestimmt wurden.

Patienten

Insgesamt nahmen neun Krankenhäuser an der Studie teil, in die Patienten, die den QUIPS-Fragebogen zwischen August 2015 und September 2016 ausgefüllt hatten, einbezogen wurden.

Voraussetzung für den Einschluss in die Studie war, dass der Fragebogen am ersten postoperativen Tag ausgefüllt wurde, ein Mindestalter von 18 Jahren gegeben war und es keine Verständnisprobleme gab. Ausschlusskriterien waren, dass der/die Patient:in (1) nach der Operation auf eine andere Station verlegt wurde, (2) zum Zeitpunkt der Datenerhebung nicht in seinem/ihrer Zimmer anwesend war oder entlassen

wurde, (3) die Teilnahme an der Studie verweigerte, (4) sich nicht auf Deutsch verständigen konnte, (5) kognitive Defizite hatte oder (6) sediert war oder schlief.

Lichtmessung

Die Lichtmessung erfolgte mit kalibrierten Luxmeter-Handgeräten (Einheit: lx, Modell PCE-172) an jedem teilnehmenden Standort. Das Lichtmessgerät erfasst den Lichtstrom pro Flächeneinheit unabhängig von dessen Richtung und Ausdehnung. Der Sensor hat eine spektrale Empfindlichkeit, die an die menschliche photopische Helligkeitskurve angepasst ist. Die Lichtstärkemessung wurde nur an Tagen mit konstanten Wetterbedingungen zwischen 9 und 17 Uhr durchgeführt. Tage mit häufigem Wechsel zwischen Sonnenschein und Wolken waren daher ein zusätzliches Ausschlusskriterium für die Lichtstudie. Die Messung wurde über den Zeitraum eines Jahres von August 2015 bis September 2016 durchgeführt, um jahreszeitliche Abhängigkeiten der Lichtintensität zu berücksichtigen. Die Messung der Lichtintensität erfolgte während der Erhebung der Befragung, indem der Sensor am Fußende des Patientenbettes positioniert wurde.

Statistische Analyse

Die Analyse wurde sowohl mit logistischen als auch mit linearen Regressionsmodellen durchgeführt. Aufgrund ihrer Verteilung wurden die Lichtintensitätswerte logarithmiert und als unabhängiger Faktor einbezogen. Der primäre Endpunkt Maximalschmerz und die sekundären Endpunkte Übelkeit, Müdigkeit, Zufriedenheit und Schmerzen bei Bewegung wurden als abhängige Variablen betrachtet.

Alter, Geschlecht, ASA-Status und Vorhandensein präoperativer Schmerzen wurden als unabhängige Variablen hinzugefügt. Für die Integration der Variablen in das Regressionsmodell wurde die Einschlussmethode angewandt. Ein p-Wert von 0,05 oder weniger wurde als signifikant angesehen. Die Datenanalysen wurden mit IBM SPSS Statistics Version 24.0 durchgeführt.

Ergebnisse

Die Daten von 539 chirurgischen Patientinnen und Patienten wurden über 14 Monate (von August 2015 bis September 2016) in 9 deutschen Krankenhäusern erhoben.

Die demografischen (Geschlecht, Alter) und klinischen Daten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Bei zwei Patienten konnten aufgrund unvollständiger PROs nur die Lichtdaten ohne Angaben zum Maximalschmerz analysiert werden (Tab. 2).

Der Mittelwert der maximalen Schmerzintensität für alle eingeschlossenen Patienten seit der Operation lag bei einem NRS-Wert von 5,7, während die gemessene mittlere Lichtintensität einen Wert von 946,76 lx erreichte.

Primäres Outcome: Maximale Schmerzen

Für den primären Endpunkt Maximalschmerz wurde kein signifikanter Effekt der Lichtintensität gefunden (Abb. 1). Alter ($p = 0,00$) und Geschlecht ($p = 0,01$) zeigten einen signifikanten Zusammenhang mit der maximalen Schmerzintensität. Hierbei waren erhöhtes Alter und weibliches Geschlecht mit einer höheren Schmerzintensität nach der Operation korreliert (Tab. 3).

Sekundäres Ergebnis: Müdigkeit, Zufriedenheit, Schmerzen bei Bewegung

Für die sekundären Endpunkte Bewegungsschmerz, Zufriedenheit und Müdigkeit wurde kein signifikanter Effekt der Lichtintensität gefunden. Des Weiteren

zeigten die Daten einen signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht (= weiblich) und Müdigkeit ($p = 0,00$, Konfidenzintervall (KI): 1,96–4,19), während höhere Angaben für Bewegungsschmerz und höheres Alter ($p = 0,00$, KI: 0,96–0,99) statistisch korreliert sind.

Sekundäres Ergebnis: Übelkeit

Es konnte eine ausgeprägte positive Korrelation zwischen Übelkeit und Lichtintensität ($\text{Exp (B)} = 2,63$; $p < 0,05$, KI: 1,62–4,26) festgestellt werden (Tab. 4). Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient

an Übelkeit leidet, steigt um den Faktor 2,6 pro Zunahme einer logarithmischen Einheit der Lichtintensität.

Diskussion

Unseres Wissens ist dies die erste Analyse eines Zusammenhangs zwischen der Umgebungslichtintensität und dem postoperativen Schmerzempfinden von Patienten in der klinischen Routine. Unsere Daten zeigten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Lichtintensität und der maximalen Schmerzintensi-

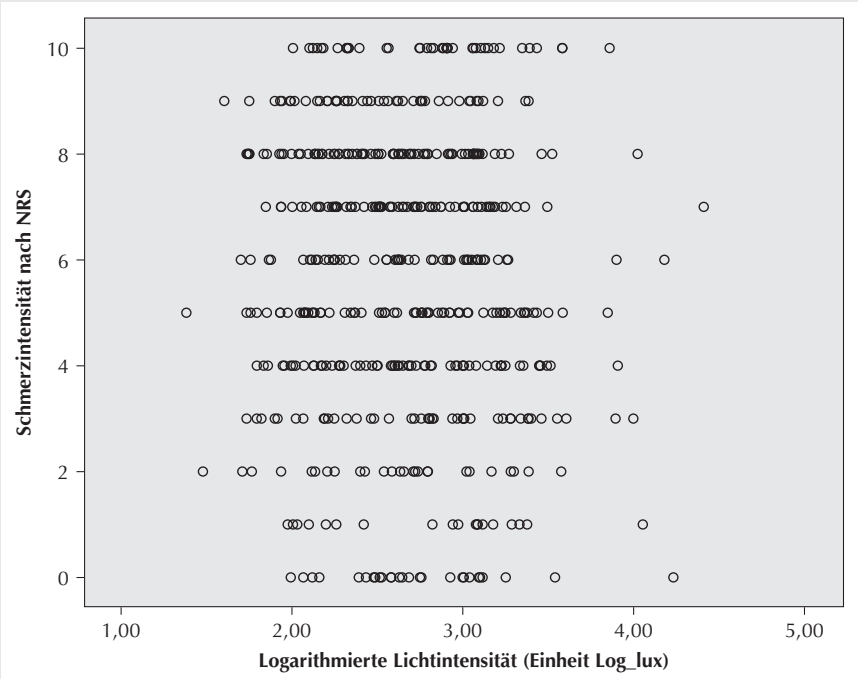
Tabelle 2

Mittelwerte der gemessenen maximalen Schmerz- und Lichtintensität in lx.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
maximale Schmerzen (NRS 0–10)	537	0	10	5,74	2,73
Log-light Wert (lx)	-539	-24	-25.600	-946,76	-1.875,59

NRS: Maximaler Schmerz postoperativ. Einschätzung mittels NRS (numeric rating scale) auf einer Skala von 0 (= kein Schmerz) bis 10 (= maximal vorstellbarer Schmerz); Log-light Wert (lx): Bezeichnung für die logarithmierte Lichtintensität.

Abbildung 1



Zusammenhang zwischen logarithmierter Lichtintensität und maximaler Schmerzintensität nach numerischer Bewertungsskala (NRS) (0 = kein Schmerz, 10 = maximale Schmerzintensität).

Tabelle 1

Alter, Geschlecht und ASA-Status der eingeschlossenen Patienten.

Alter	median: 58 Jahre	Q 25/75: 55/75 Jahre
Geschlecht	54,7 % weiblich	44,3 % männlich
ASA 1	16,3 %	n = 88
ASA 2	50,3 %	n = 271
ASA 3	27,5 %	n = 148

Tabelle 3

Zusammenfassung des statistischen Zusammenhangs zwischen Alter, Geschlecht, vorbestehenden chronischen Schmerzen, ASA-Status und Lichtintensität.

	Koeffizienten, nicht standardisiert		Standardisierte Koeffizienten	Signifikanz
	Regressionskoeffizient	Standardfehler	Beta	
Alter	-0,05	0,01	-0,31	0,00
Geschlecht (m)	-0,69	0,24	-0,13	0,01
Chronische Schmerzen	0,30	0,26	0,06	0,24
ASA-Status	0,09	0,27	0,02	0,66
Log-light Intensität	-0,09	-0,25	-0,17	-0,71

Tabelle 4

Statistischer Zusammenhang zwischen der Ergebnisvariable Übelkeit und den Kovariablen Lichtintensität, Geschlecht, Alter, chronische Schmerzen und ASA-Status.

	Koeffizienten, nicht standardisiert		Standardisierte Koeffizienten	Signifikanz
	Regressionskoeffizient	Standardfehler	Exp (B)	
Lichtintensität (log)	0,97	0,25	2,63	0,00
Geschlecht (m)	1,29	0,26	3,65	0,00
Alter	0,00	0,00	1,00	0,71
Chronische Schmerzen	-0,37	0,25	0,70	0,14
ASA-Status	0,17	0,21	0,01	0,00

tensität sowie den sekundären Outcomes Bewegungsschmerz, Zufriedenheit und Müdigkeit. Es zeigte sich jedoch eine positive Korrelation zwischen dem Auftreten von postoperativer Übelkeit und der Lichtintensität.

Eine frühere Studie untersuchte die Auswirkungen des Sonnenlichts auf den postoperativen Analgetikaverbrauch und stellte fest, dass Patienten, die sich in sonnenbeschienenen Zimmern des Krankenhauses aufhielten, im Vergleich zu denen auf der schattigen Seite 22 % weniger Opioidäquivalente benötigten, was auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Schmerzempfinden und Lichtintensität hindeutet [16].

Als wesentliche Unterschiede im Studiendesign muss berücksichtigt werden, dass die genannte Studie als primären Outcomeparameter den Analgetikaverbrauch beinhaltete und nur Patienten einschloss, die sich einer Wirbelsäulenoperation unterzogen. Auch die Mess-

methode der durchschnittlichen Lichtexposition durch zwei Messungen pro Tag an drei verschiedenen Stellen im Patientenzimmer kann nicht mit der einmaligen Messung in unserem Studiendesign verglichen werden. Ein Vergleich beider Studien ist daher nicht geeignet, da in unserer Studie der Verbrauch an Analgetika bzw. Opioidäquivalenten nicht erhoben wurde, sondern lediglich die Art der Schmerztherapie (Einsatz nicht steroidal Antirheumatika (NSAR), Opiate, Regionalanästhesie).

Andererseits wurden in unsere Studie wesentlich mehr Patienten eingeschlossen und es handelt sich nicht nur um eine monozentrische Erhebung. Auch wurden nicht nur sonnige mit verschatteten Zimmern verglichen, sondern die ganze Bandbreite der im Alltag vorkommenden Helligkeitswerte analysiert.

Die Annahme, dass die Lichtintensität im Patientenzimmer in der klinischen Routine einen nennenswerten Einfluss

auf die Schmerzwahrnehmung von Patienten hat, kann durch unsere Studienergebnisse nicht bestätigt werden.

Für das sekundäre Ergebnis Übelkeit zeigten die Daten eine signifikante positive Korrelation mit der Lichtintensität. Dieser bisher nicht berichtete Befund sollte in prospektiven Studien mit dem primären Zielparameter Übelkeit bzw. Erbrechen näher untersucht werden. Dieser Befund könnte mit dem Metabolismus von Melatonin erklärt werden [20]. Das von der Hirnanhangdrüse ausgeschüttete Schlafhormon hat verschiedene Funktionen. Da die Lichtexposition den Melatoninspiegel über eine Herabregulierung der N-Acetyltransferase senkt, könnten höhere Konzentrationen seines chemischen Vorläufers Serotonin zu klinischen Symptomen wie Übelkeit, Migräne und Kopfschmerzen führen, die über 5-HT₃- und 5-HT_{1D}-Rezeptoren vermittelt werden. Es ist bekannt, dass Migränapatienten aufgrund einer herabgesetzten Erregungsschwelle im zentralen Nervensystem unter einer Überempfindlichkeit gegenüber Licht leiden [22].

Darüber hinaus ist die Melatonin-suppression nach Lichtexposition bei Migränapatienten ausgeprägter als bei Kontrollpersonen, was darauf schließen lässt, dass der Melatoninspiegel eine zentrale Rolle in der Pathophysiologie der Migräne spielt [23]. Diese Befunde unterstreichen die Überlegung, dass die Photoregulation des Migränekopfschmerzes über den nicht bildgebenden retinalen Signalweg erfolgt, der die Aktivität der durasensiblen thalamokortikalen Neurone moduliert [24].

Unsere Studie weist eine Reihe von Limitationen auf:

Die Messung der Lichtintensität erfolgte nur einmalig pro Tag am Bett des Patienten. Dieses Verfahren könnte methodisch optimiert werden, wenn die Intensität der Lichtexposition durch verstellte Jalousien, Deckenbeleuchtung, künstliches Licht oder andere Störvariablen beeinflusst würde.

Für künftige Untersuchungen wäre es wünschenswert, anspruchsvollere Geräte zu verwenden, die in der Lage sind,

die Schwankungen der Lichtintensität in den Patientenzimmern den ganzen Tag über zu beobachten.

Neben der Lichtintensität sollten auch weitere Parameter, hier vor allem die Wellenlänge des Lichtes, berücksichtigt werden. Tierexperimentell konnte eine antinozizeptive Wirkung durch den Einsatz grüner Kontaktlinsen oder via Exposition gegenüber grünem Licht niedriger Intensität (200 Lux) nachgewiesen werden [25]. Die physiologische Wirkung beruht hier auf neuronalen Schaltkreisen, welche vom visuellen Kortex zum anterioren cingulären Kortex verlaufen.

Die glutamatergen Projektionen aus dem medialen Teil des sekundären visuellen Cortex aktivieren GABAerge Neurone im anterioren cingulären Cortex, was die Hemmung lokaler glutamaterger Neurone und somit eine Schmerzlinderung in Mäusen mit entzündlichen und neuropathischen Schmerzen bewirkt [12, 25, 26]. Eine schmerzlindernde Wirkung konnte ebenfalls bei Patienten mit Migräne und Fibromyalgie durch die Behandlung mit grünem LED-Licht erzielt werden [13, 14, 27].

Des Weiteren wäre eine Subgruppenanalyse der teilnehmenden Patienten beispielsweise nach Art der Operation oder bestehenden Vorerkrankungen aufschlussreich. Die hohe Zahl eingeschlossener Patienten nach unterschiedlichen Operationen legt zwar nahe, dass es keinen generellen Einfluss der Tageshelligkeit auf das postoperative Schmerzempfinden gibt. Es ist aber nicht auszuschließen, dass Subgruppen von Patienten eine andere Reaktion auf Helligkeit zeigen, beispielsweise Patienten mit Migräne oder nach bestimmten Operationen.

Zusätzlich zu den erhobenen PROs wäre es von großem Interesse, den perioperativen Analgetikabedarf als indirekten Parameter für die Schmerzstärke zu bestimmen. Der Verbrauch von Opioidäquivalenten der jeweiligen Patienten ermöglicht neben der numerischen Bewertungsskala eine weitere Einschätzung über die Stärke des postoperativen Schmerzes. Zielführend wäre es auch,

die Serumkonzentrationen lichtinduzierter Hormone und Neurotransmitter in unterschiedlichen Helligkeitskonstellationen zu messen. Damit eröffnete sich eine Möglichkeit, die physiologischen Zusammenhänge von Helligkeit und Übelkeit mit Biomarkern zu beleuchten.

Schlussfolgerung

Unsere Daten zeigen keine Hinweise auf eine durch Lichtintensität induzierte Schmerzmodulation bei Patienten im postoperativen Setting. Für das sekundäre Ergebnis Übelkeit zeigten die Daten eine signifikante positive Korrelation mit der Lichtintensität. Eine mögliche physiologische Antwort liegt im Serotoninstoffwechsel. Dieser bisher nicht berichtete Befund sollte in prospektiven Studien mit dem primären Zielparame- ter Übelkeit bzw. Erbrechen näher untersucht werden.

Literatur

- Meißner W, Komann M, Erlenwein J, Stamer U, Scherag A: The Quality of Postoperative Pain Therapy in German Hospitals. *Dtsch Arztebl Int* 2017;114:161–167
- PAIN OUT Research Group Jena, Chinese PAIN OUT network, Dutch PAIN OUT network, Mexican PAIN OUT network, Serbian PAIN OUT network, Spanish PAIN OUT network, et al: Status quo of pain-related patient-reported outcomes and perioperative pain management in 10,415 patients from 10 countries: Analysis of registry data. *Eur J Pain* 2022;26:2120–2140
- Kehlet H, Jensen TS, Woolf CJ: Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention. *Lancet* 2006;367:1618–1625
- Pöpping DM, Elia N, Marret E, Remy C, Tramèr MR: Protective effects of epidural analgesia on pulmonary complications after abdominal and thoracic surgery: a meta-analysis. *Arch Surg* 2008;143:990–999; discussion 1000
- Singh N, Sidawy AN, Dezee K, Neville RF, Weiswasser J, Arora S, et al: The effects of the type of anesthesia on outcomes of lower extremity infrainguinal bypass. *J Vasc Surg* 2006;44:964–968; discussion 968–70
- Beattie WS, Badner NH, Choi PTL: Meta-analysis demonstrates statistically significant reduction in postoperative myocardial infarction with the use of thoracic epidural analgesia. *Anesth Analg* 2003;97:919–920
- Steglit JJ, Buscemi J, Ferguson MJ: The future of pain research, education, and treatment: a summary of the IOM report „Relieving pain in America: a blueprint for transforming prevention, care, education, and research“. *Trans Behav Med* 2012;2:6–8
- Rodgers A, Walker N, Schug S, McKee A, Kehlet H, van Zundert A: Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomised trials. *BMJ* 2000;321:1493–1497
- Eastman CI, Young MA, Fogg LF, Liu L, Maeden PM: Bright light treatment of winter depression – A placebo-controlled trial. *Arch Gen Psychiatry* 1998;55:883–889
- Golden RN, Gaynes BN, Ekstrom RD, Hamer RM, Jacobsen FM, Suppes T: The efficacy of light therapy in the treatment of mood disorders: a review and meta-analysis of the evidence. *Am J Psychiatry* 2005;162:656–662
- Figueiro MG, Plitnick BA, Lok A, Jones GE, Higgins P, Hornick TR: Tailored lighting intervention improves measures of sleep, depression, and agitation in persons with Alzheimer's disease and related dementia living in long-term care facilities. *Clin Interv Aging* 2014;9:1527–1537
- Ibrahim MM, Patwardhan A, Gilbraith KB, Moutal A, Yang X, Chew AL, et al: Long-lasting antinociceptive effects of green light in acute and chronic pain in rats. *Pain* 2017;158: 347–360
- Leichtfried V, Matteucci Gothe R, Kantner-Rumplmair W, Mair-Raggautz M, Bartenbach C, Guggenbichler H, et al: Short-term effects of bright light therapy in adults with chronic nonspecific back pain: a randomized controlled trial. *Pain Med* 2014;15:2003–2012
- Cheng K, Martin LF, Calligaro H, Patwardhan A, Ibrahim MM: Case Report: Green Light Exposure Relieves Chronic Headache Pain in a Colorblind Patient. *Clin Med Insights Case Rep* 2022;15:11795476221125164
- Ulrich RS: View through a Window May Influence Recovery from Surgery. *Science* 1984;224: 420–421
- Walch JM, Rabin BS, Day R, Williams JN, Choi K, Kang JD: The effect of sunlight on postoperative analgesic medication use: A prospective study of patients undergoing spinal surgery. *Psychosom Med* 2005;67:156–163

17. Berson DM, Dunn FA, Takao M: Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science* 2002;295:1070–1073
18. Raja S, Milosavljevic N, Allen AE, Cameron MA: Burning the candle at both ends: Intraretinal signaling of intrinsically photosensitive retinal ganglion cells. *Front Cell Neurosci* 2023;16:1095787
19. Kinder L, Palumaa T, Lindner M: [Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells]. *Ophthalmologe* 2022;119:358–366
20. Hardeland R, Pandi-Perumal SR, Cardinali DP: Melatonin. *Int J Biochem Cell Biol* 2006;38:313–316
21. Meißner W, Arnold C, Baumbach P, Dreiling J, Göttermann A, Komann M et al: QUIPS hat Geburtstag: 2 Jahrzehnte Qualitätsverbesserung und Versorgungsforschung in der postoperativen Schmerztherapie. *Anästh Intensivmed* 2022;DOI:10.19224/ai2022.235
22. Claustrat B, Brun J, Chiquet C, Chazot G, Borson-Chazot F: Melatonin secretion is supersensitive to light in migraine. *Cephalalgia* 2004;24:128–133
23. Vanagaite J, Pareja JA, Støren O, White LR, Sand T, Stovner LJ: Light-induced discomfort and pain in migraine. *Cephalalgia* 1997;17:733–41
24. Rea MS, Figueiro MG, Bullough JD: Circadian photobiology: An emerging framework for lighting practice and research. *Light Res Technol* 2002;34:177–190
25. Cao P, Zhang M, Ni Z, Song XJ, Xang CL, Mao Y, et al: Green light induces antinociception via visual-somatosensory circuits. *Cell Rep* 2023;42:112290
26. Vandewalle G, Maquet P, Dijk DJ: Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends Cogn Sci* 2009;13:429–438
27. Martin L, Porreca F, Mata EI, Salloum M, Goel V, Gunnala P, et al: Green Light Exposure Improves Pain and Quality of Life in Fibromyalgia Patients: A Preliminary One-Way Crossover Clinical Trial. *Pain Med* 2021;22:1180130.

Korrespondenz- adresse



Janine Sofie Scheller

Klinik für Anästhesie und Intensiv-
medizin, Universitätsklinikum Jena
Am Klinikum 1

07747 Jena, Deutschland

Tel.: 03641 9-323101

Fax: 03641 9-323102

E-Mail: jasoscheller@gmail.com

ORCID-ID: 0009-0006-8491-5524