

Diplomarbeit

**Psychophysiologischer Stress vor und nach der
Herzoperation**

eingereicht von

Janine Granitzer

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr.ⁱⁿ med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

**Universitätsklinikum für Psychiatrie, Psychosomatik und
Psychotherapie**

ausgeführt an der

**Klinischen Abteilung für medizinische Psychologie,
Psychosomatik und Psychotherapie**

unter der Anleitung von

Univ.-Prof.ⁱⁿ Priv.-Doz.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med.univ. Jolana Wagner-Skacel

Tatjana Stross BSc MSc

Graz, am 11.10.2025

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, am 11.10.2025

Janine Granitzer eh.

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei meinen beiden Betreuerinnen, Univ.-Prof.ⁱⁿ Priv.-Doz.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med.univ. Jolana Wagner-Skacel und Tatjana Stross, MSc, für ihre wertvolle Unterstützung, ihre hilfreichen Anregungen und ihr konstruktives Feedback während der gesamten Bearbeitungszeit bedanken.

Mein besonderer Dank gilt auch dem gesamten Studienteam, das diese Studie mit großem Engagement umgesetzt und mir damit die Grundlage für meine Arbeit geschaffen hat.

Meiner Familie, meinem Partner und meinen Freund*innen danke ich von Herzen für ihre Geduld, ihr Verständnis und ihre liebevolle Unterstützung, nicht nur während der Entstehung dieser Arbeit, sondern über meine gesamten Studienzeit hinweg. Ohne euch wäre dieser Weg nicht derselbe gewesen.

Zusammenfassung

Hintergrund: Psychophysiologischer Stress vor und nach Herzoperationen kann das Behandlungsergebnis wesentlich beeinflussen. Nichtpharmakologische Interventionen, wie die Wald- oder Lichttherapie, gelten als vielversprechende Ansätze zur Stressreduktion, wurden jedoch im intensivmedizinischen Kontext bislang kaum untersucht.

Ziel: Ziel der vorliegenden Pilotstudie war es die Hypothese zu prüfen, ob sich das subjektiv wahrgenommene Stressniveau bei Patient*innen nach herzchirurgischen Eingriffen in den ersten sieben postoperativen Tagen durch eine audiovisuelle Waldprojektion oder Lichttherapie verändert. Zudem wurde untersucht, ob sich dieser Parameter zwischen den untersuchten Gruppen unterscheidet.

Methode: Insgesamt wurden 86 Patient*innen in drei Gruppen (Wald/ Kontrolle/ Licht) randomisiert. Das subjektive Stressniveau wurde an zwei Messzeitpunkten mithilfe der Perceived Stress Scale (PSS) erfasst.

Ergebnisse: Die Analysen zeigten weder signifikante Veränderungen des Stressniveaus innerhalb der Gruppe noch Unterschiede zwischen den Gruppen.

Diskussion: Die Ergebnisse liefern keine Evidenz für die Hypothese, dass die Wald- oder Lichtintervention das subjektive Stressempfinden reduziert. Mögliche Gründe liegen in der außergewöhnlichen Belastungssituation der Intensivstation (ICU). Diese Phase ist geprägt von Schmerzen, Kreislaufinstabilität und einer hohen Geräuschkulisse. Zudem ist anzumerken, dass die Studie teilweise während der COVID-19-Pandemie durchgeführt wurde, was zu organisatorischen Einschränkungen, wie etwa Personal- und Bettenmangel, führte. Da die PSS einen Zeitraum von vier Wochen erfasst, könnten kurzfristige Veränderungen unzureichend abgebildet worden sein.

Schlussfolgerung: Kurzfristige Wald- und Lichtinterventionen, während der akuten postoperativen Intensivphase, zeigten keine signifikanten Auswirkungen auf das subjektive Stressniveau. Dies führt zur Schlussfolgerung, dass eine Erweiterung der

klassischen Stressbewältigungsmodelle um ICU-spezifische Stressoren erforderlich ist. Für die Praxis könnte der Einsatz solcher Interventionen insbesondere in späteren Rehabilitationsphasen oder über längere Zeiträume von Relevanz sein.

Ausblick: Zukünftige randomisierte Studien mit größeren Stichproben, längeren Beobachtungszeiträumen sowie einer Kombination subjektiver und objektiver Stressmarker sind erforderlich, um die Wirksamkeit solcher nichtpharmakologischen Interventionen differenziert zu bewerten.

Abstract

Background: Psychophysiological stress before and after heart surgery can significantly affect treatment outcomes. Non-pharmacological interventions such as forest or light therapy are considered promising approaches for stress reduction. However, these interventions have received limited attention in the intensive care settings.

Objective: This pilot study examined the hypothesis that the subjectively perceived stress level in patients after cardiac surgery changes over the first seven postoperative days due to forest projection or light therapy. It also investigated whether stress levels differed between the study groups.

Method: A total of 86 patients were randomized into three groups (forest/ control/ light). Subjective stress levels were assessed twice using the Perceived Stress Scale (PSS).

Results: The analyses showed neither significant changes in stress level within the group nor differences between the groups.

Discussion: The results provide no evidence that forest or light interventions reduce subjective stress levels in the immediate postoperative intensive care unit (ICU) setting. Possible explanations include ICU-specific stressors (e.g. pain, hemodynamic instability, and high background noise levels). Moreover, the study was mostly conducted during the COVID-19 pandemic, which resulted in various organizational constraints, including shortages of staff and beds. Finally, as the PSS assesses stress over a four-week period, its sensitivity to short-term changes may have been limited.

Conclusion: Short-term forest and light interventions during the acute postoperative ICU phase did not significantly affect subjective stress levels. Theoretically, this suggests the need to expand established stress management models by incorporating stressors specific to the ICU environment. From a practical perspective, such interventions may be more effective in later rehabilitation phases or when applied over extended periods.

Outlook: To further investigate the impact of these interventions, future randomized studies with larger study groups, longer observation periods, and a combination of subjective and objective stress markers are necessary.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und deren Erklärung	1
Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Einleitung	4
<i>Hinführung zum Thema</i>	4
<i>Herzchirurgie</i>	4
<i>Stress</i>	5
Definition und Ursprung.....	5
Physiologischer und psychologischer Stress.....	6
Auswirkungen des perioperativen Stresses.....	8
<i>Kenntnis- / Forschungslücke</i>	9
Waldtherapie.....	9
Lichttherapie.....	10
Negativauswirkungen ICU-Aufenthalt.....	11
<i>Zielsetzung und Einschränkungen / Abgrenzungen</i>	12
Material und Methoden	13
<i>Studiendesign und Ablauf</i>	13
<i>Ein- und Ausschlusskriterien</i>	16
Einschlusskriterien.....	16
Ausschlusskriterien.....	16
Drop-out-Kriterien.....	16
<i>Datenerhebung</i>	16
Allgemeine Parameter.....	16
Fragebögen.....	17
Blut- und Serumparameter.....	18
<i>Statistische Auswertung</i>	19
Ergebnisse	20
<i>Stichprobengröße und Gruppenverteilung</i>	20
<i>Demographische Daten</i>	20
<i>Stressmessung</i>	20
PSS-Skala (gesamt).....	21
PSS-Subskala (Hilflosigkeit).....	22
PSS-Subskala (Selbstwirksamkeit).....	23
Diskussion	25
<i>Antwort auf die Forschungsfrage</i>	25
<i>Vergleichende Erläuterungen</i>	25
<i>Schlussfolgerungen</i>	26
<i>Kritische Reflexion / Einschränkungen zu Inhalt und Methode</i>	26
<i>Implikationen für Theorie und Praxis</i>	27

<i>Ausblick und Anregungen für weiterführende Arbeiten</i>	28
Literaturverzeichnis	29

Abkürzungen und deren Erklärung

- ACTH – Adrenocorticotropes Hormon (Hypophysenhormon, stimuliert die Nebennierenrinde zur Cortisolproduktion)
- BLT – Bright Light Therapie (Lichttherapie bei affektiven Störungen)
- CAM-ICU – Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (Screening-Instrument für Delir auf Intensivstationen)
- CRH – Corticotropin-Releasing-Hormon (Hypothalamushormon, regt ACTH-Freisetzung an)
- DNA – Desoxyribonukleinsäure (Träger der genetischen Information)
- ELISA – Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (Labormethode zum Nachweis von Antigenen/Antikörpern)
- EDTA – EthylenDiaminTetraessigsäure (Chelatbildner, verhindert Blutgerinnung in Proben)
- GAS – General Adaptation Syndrome (Allgemeines Adaptationssyndrom nach Selye, Stressmodell)
- HPA-Achse – Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (zentrale Stressachse des Körpers)
- ICDCS – Intensive Care Delirium Screening Checklist (Delir-Screening-Checkliste)
- ICU – Intensive Care Unit (Intensivstation)
- MMSE – Mini-Mental-Status-Examination (Kognitiver Screening-Test, z. B. bei Demenz oder Delir)
- NNM – Nebennierenmark (produziert Adrenalin und Noradrenalin)
- NNR – Nebennierenrinde (produziert Cortisol, Aldosteron, Androgene)
- PCR – Polymerase-Kettenreaktion (Methode zur Vervielfältigung von DNA)
- PICS – Post-Intensive Care Syndrome (Langzeitfolgen einer Intensivtherapie: kognitiv, psychisch, physisch)
- PSQI – Pittsburgh Sleep Quality Index (Fragebogen zur Schlafqualität)
- PSS – Perceived Stress Scale (Fragebogen zur subjektiven Stressbelastung)
- RNA – Ribonukleinsäure (Informationstransfer der DNA fungiert als Schlüsselrolle für Proteinbiosynthese)
- TAVI – Transkatheter-Aortenklappen-Implantation (Minimalinvasiver Ersatz der Aortenklappe)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Studienablaufs	15
Abbildung 2: Darstellung der Veränderung der PSS-Werte über die Zeit	22
Abbildung 3: Darstellung der Veränderung der PSS-Subskala Hilflosigkeit über die Zeit.	23
Abbildung 4: Darstellung der Veränderung der PSS-Subskala Selbstwirksamkeit über die Zeit.....	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Demographische Beschreibung der Stichprobe	20
Tabelle 2. PSS-Mittelwerte nach Gruppe und Messzeitpunkt	21
Tabelle 3. PSS-Subskala (Hilflosigkeit) Mittelwerte nach Gruppe und Messzeitpunkt	22
Tabelle 4. PSS-Subskala (Selbstwirksamkeit) Mittelwerte nach Gruppe und Messzeitpunkt	23

Einleitung

Hinführung zum Thema

Herz-Kreislauf-Erkrankungen stellen mit 34,7 % aller Todesfälle in Österreich die häufigste Todesursache dar (1). Herzoperationen gewinnen als wesentlicher Bestandteil der kardiovaskulären Therapie zunehmend an Bedeutung, da sie in vielen Fällen lebensrettend sind und die Lebensqualität erheblich verbessern können. Die Herzchirurgie entwickelt sich stetig weiter, sodass mittlerweile auch minimalinvasive Eingriffe über die Arterie möglich sind. Ein Beispiel hierfür ist die Transkatheter-Aortenklappenimplantation (TAVI), ein Verfahren, bei dem über die Arterie femoralis mithilfe eines Katheters eine künstliche Aortenklappe eingesetzt wird. Schlussendlich hängt die Wahl des operativen Verfahrens maßgeblich von der zugrunde liegenden Erkrankung, dem klinischen Allgemeinzustand und möglichen Begleiterkrankungen ab (2). Dennoch bleiben herzchirurgische Eingriffe, insbesondere am offenen Herzen, mit einer intensiven postoperativen Betreuung verbunden. Eine längere Überwachung auf der Intensivstation (ICU) ist oft erforderlich. Zudem kann der anschließende Erholungsprozess langwierig sein und stellt für viele Patient*innen eine erhebliche psychische und physische Belastung dar.

In diesem Zusammenhang nimmt psychophysiologischer Stress eine zentrale Rolle ein. Die komplexe Wechselwirkung zwischen psychologischen Faktoren und physiologischen Reaktionen des Körpers kann die Behandlungsergebnisse wesentlich beeinflussen (3-7). Somit ist eine ganzheitliche Betrachtung der Patient*innen unerlässlich, um sowohl physische als auch psychische Herausforderungen im perioperativen Verlauf bestmöglich zu bewältigen, Stress zu reduzieren und den Genesungsprozess zu fördern.

Herzchirurgie

Die häufigsten Indikationen für eine Herzoperation sind pathologische Veränderungen der koronaren Blutgefäße im Rahmen einer koronaren Herzkrankheit, strukturelle Veränderungen der Herzklappen unter anderem durch eine Verengung (Stenose) oder eine unzureichende Schlussfähigkeit (Insuffizienz), Herzrhythmusstörungen sowie angeborene Herzfehler (2).

Zu den wichtigsten herzchirurgischen Eingriffen zählen (2):

- **Bypass-Operationen:** Verengte oder bereits verschlossene Koronararterien werden durch ein körpereigenes oder künstliches Gefäß überbrückt, um die Durchblutung des Herzens weiterhin sicherzustellen.
- **Herzklappenoperationen:** Erkrankte Herzklappen können entweder rekonstruiert oder durch biologische bzw. mechanische Prothesen ersetzt werden.
- **Herztransplantationen:** Ein erkranktes Herz wird durch ein Spenderorgan ersetzt, wenn eine organerhaltende Operation nicht mehr durchführbar ist und alle konservativen Therapiemaßnahmen ausgeschöpft sind.
- **Die Implantation eines Herzschrittmachers:** Dadurch wird die elektrische Erregungsleitung des Herzens reguliert, um einen regelmäßigen Herzschlag zu gewährleisten.

Stress

Stress wird sowohl in der Wissenschaft als auch im alltäglichen Verständnis unterschiedlich definiert und interpretiert. Viele Menschen assoziieren Stress mit negativen Empfindungen, wie Angst oder Überforderung, während er auch motivierend und leistungssteigernd wirken kann.

Für ein besseres Verständnis von Stressreaktionen vor und nach Herzoperationen und deren Einfluss auf den Heilungsprozess wird im nächsten Abschnitt der Begriff „Stress“ genauer definiert und seine psychologischen sowie physiologischen Auswirkungen auf den Körper dargestellt.

Definition und Ursprung

Die erste medizinische Definition von Stress wurde 1936 von Hans Selye formuliert, der Stress als „unspezifische Reaktion des Organismus auf jede Art von Anforderung“ beschrieb (8). Basierend auf dieser Überlegung und mit dem von Cannon 1920 geprägten Begriff der Homöostase entwickelte Selye das Konzept des „General Adaptation Syndrome“ (GAS), mit dem er versuchte, die körperliche Reaktion auf Stress anhand experimenteller Untersuchungen systematisch zu beschreiben. Selye gliederte den Stressprozess in drei Phasen (9):

1. Die akute Alarmreaktion, die den Körper in einen Spannungszustand versetzt
2. Die Widerstandsphase, in der der Körper auf anhaltende Stressoren reagiert
3. Die Erschöpfungsphase, in der der Körper das innere Gleichgewicht nicht mehr aufrechterhalten kann.

Gegenwärtig wird Stress im Pschyrembel als die „allgemeine Bezeichnung für die Reaktion des Organismus auf physische oder psychische Beanspruchung durch Stressoren“ definiert (10). Stressoren sind Reize, die eine Stressreaktion auslösen können. Diese Reize können verschiedene Ursprünge haben, darunter chemische, physikalische, physische, psychische als auch soziale (11). Zudem kann Stress nach unterschiedlichen Kriterien klassifiziert werden, darunter seine Qualität Eustress (positiver Stress) vs. Distress (negativer Stress), der zeitliche Verlauf (akut vs. chronisch), die Intensität (Makro- vs. Mikrostress) und die Ebene der Betroffenheit (individuell vs. kollektiv erlebter Stress) (10).

Die individuelle Antwort auf einen Stressor bestimmt wiederum die Art der Stressreaktion, die sich sowohl auf physiologischer als auch psychologischer Ebene äußern kann (12).

Physiologischer und psychologischer Stress

Nachdem grundlegende Begriffe und Definitionen zum Thema Stress dargestellt wurden, widmet sich der folgende Abschnitt einer detaillierten Darstellung der physiologischen und psychologischen Aspekte von Stress sowie deren Einfluss auf den Verlauf und die Behandlungsergebnisse von Herzoperationen.

Physiologische Stressantwort

Wenn der Körper einem internen oder externen Stressor ausgesetzt wird, reagiert er physiologisch auf zwei Arten: Die erste schnelle Reaktion erfolgt über das sympathische Nervensystem mit der Ausschüttung der Stresshormone Adrenalin und Noradrenalin aus dem Nebennierenmark. Dadurch wird der Körper in eine erhöhte Alarmbereitschaft versetzt, in den sogenannten „fight or flight“ Zustand. Im Herz-Kreislaufsystem bewirkt die Aktivierung des Sympathikus eine Erhöhung der Blutdruckwerte, der Herzfrequenz und des Herzzeitvolumens. Im Gegensatz dazu

wird die Aktivität des Gastrointestinaltrakts gehemmt. Die zweite etwas langsamere Reaktion entsteht durch die Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse). Über die HPA-Achse wird das Hormon Cortisol ausgeschüttet, das eine länger anhaltende Anpassungsreaktion ermöglicht und zur Aufrechterhaltung der Homöostase beiträgt (12-14). Im Zentrum dieser Stressreaktion steht der Hypothalamus, ein zentraler Teil des Zwischenhirns. Neben der Regulation vitaler Körperfunktionen wie den Schlaf-Wach-Rhythmus und der Aufmerksamkeit, kontrolliert der Hypothalamus die Hormonproduktion über periphere Feedback-Mechanismen. Zudem hat er direkten Einfluss auf die Aktivität des Sympathikus. Erfolgt eine Aktivierung durch einen Stressor schüttet der Hypothalamus das Corticotropin-Releasing-Hormon (CRH) aus. Im nächsten Schritt induziert CRH die Freisetzung des adrenocorticotropem Hormon (ACTH) aus der Adenohypophyse. ACTH ist entscheidend für die Synthese und Sekretion von Steroidhormonen in der Nebennierenrinde (NNR), wobei im Hinblick auf Stressreaktionen das Glucocorticoid Cortisol am entschiedensten ist. Die Wirkung der Glucocorticoide ist vielfältig und betrifft nahezu alle Systeme des Körpers. Unter anderem beeinflussen Glucocorticoide den Energiestoffwechsel sowie das Immunsystem. Zudem haben sie parakrine Effekte auf die Katecholaminsynthese, indem sie die Ausschüttung von Noradrenalin und Adrenalin aus dem NNM unterstützen und spielen eine Schlüsselrolle in der negativen Feedback-Kontrolle, wodurch die Überproduktion von Cortisol verhindert wird (12, 13).

Psychologische Stressantwort

Lazarus und Folkman entdeckten bereits 1984, dass der menschliche Körper nicht nur eine physiologische Stressreaktion hat, sondern auch dass die psychologische Komponente des Stresses von entscheidender Bedeutung ist. Im Rahmen ihrer Forschung entwickelten sie das transaktionale Stressmodell, das zeigt, dass die Reaktion auf Stress nicht nur physiologischer Natur ist, sondern wesentlich durch die individuelle Einschätzung der Situation und der verfügbaren Ressourcen zur Bewältigung abhängt. Das Modell verdeutlicht, dass Stress als dynamischer Prozess zu verstehen ist, der durch die Interaktion zwischen den wahrgenommenen Anforderungen und den persönlichen Bewältigungsstrategien entsteht (15).

Psychologischer Stress ist mittlerweile nachweislich mit einem erhöhten Risiko für kardiovaskulärer Erkrankungen assoziiert (16, 17). Die genauen Mechanismen, durch die er zur Entstehung dieser Erkrankungen beiträgt, sind noch nicht vollständig geklärt, umfassen jedoch häufig Veränderungen im hämodynamischen, vaskulären und immunologischen System (18, 19).

Auswirkungen des perioperativen Stresses

Nahezu die Hälfte aller Patient*innen, die sich einem chirurgischen Eingriff unterziehen, leiden unter präoperativer Angst (20). Besonders bei herzchirurgischen Eingriffen besteht eine positive Korrelation zwischen dem Ausmaß der Angst und der Intensität des präoperativen Stresserlebens – je ausgeprägter die Angst, desto höher das empfundene Stresslevel (3).

Ein erhöhtes präoperatives Stressniveau ist zudem mit einem verstärkten postoperativen Schmerzempfinden, einem erhöhten Schmerzmittelbedarf und einem gesteigerten Risiko für postoperative Komplikationen assoziiert (4). Darüber hinaus haben Patient*innen, die nach dem Eingriff psychischen Stress erleben, ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von depressiven Symptomen sowie einer generalisierten Angststörung (5, 6). Ein hohes psychisches Stresserleben geht mit erhöhter Morbidität und verlängerten Krankenhausaufenthalten einher, was wiederum mit einer höheren Inzidenz kardiovaskuläre Folgeereignisse korreliert (7).

Neben den beschriebenen psychologischen sowie den physiologischen Stressfaktoren, die direkt mit dem chirurgischen Eingriff verbunden sind, können postoperativ zusätzliche psychosoziale Belastungen auftreten, insbesondere während des Aufenthalts auf der Intensivstation. Zu den häufigsten zählen Schlaflosigkeit, die Abhängigkeit vom medizinischen Pflegepersonal, die permanente Lärmbelastung sowie die Angst vor lebensbedrohlichen Komplikationen (21, 22).

Kenntnis- / Forschungslücke

Zahlreiche Studien haben bereits die Zusammenhänge zwischen Stressreaktionen bei chirurgischen Eingriffen und deren Einfluss auf den Genesungsprozess untersucht (23-25). In den letzten Jahren rückte zunehmend auch der Einsatz nichtpharmakologischer Interventionen in den Fokus. Maßnahmen wie Musik, Massagen oder virtuelle Realität zeigten eine Wirksamkeit bei der Reduktion von präoperativer Angstzustände (26).

Eine kürzlich veröffentlichte Studie, die den Einsatz personalisierter digitaler Gesundheitsinterventionen zur Stress- und Angstbewältigung bei chirurgischen Patient*innen untersuchte, zeigte in der Interventionsgruppe eine signifikante Verbesserung: Die Teilnehmenden wiesen ein verringertes Stress- und Angstniveau, sowie eine verkürzte Krankenhausaufenthaltsdauer auf (27).

Trotz der zunehmenden Aufmerksamkeit und des wachsenden Bewusstseins für die Problematik von prä- und postoperativem Stress bei Herzoperationen wurden bisher nur wenige Ansätze in diesem Kontext untersucht. In anderen medizinischen Bereichen, insbesondere im psychiatrischen Setting, konnten jedoch bereits positive Effekte von Waldumgebungen und Lichttherapien auf Stress- und Angstsymptome nachgewiesen werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Wirksamkeit solcher Interventionen erstmals systematisch im ICU-Setting nach herzchirurgischen Eingriffen zu untersuchen.

Waldtherapie

Die Idee, die Natur als therapeutisches Mittel einzusetzen, wurde erstmals 1982 von der Japanese Forestry Agency konzipiert und unter dem Begriff „shinrin-yoku“ (zu Deutsch: „Waldbaden“) zusammengefasst. Die Wirksamkeit von Waldtherapie ist seit über vier Jahrzehnten Gegenstand wissenschaftlicher Studien. In Japan hat sich zu diesem Zweck mittlerweile eine eigene Fachrichtung etabliert, die als „Forest Medicine“ bezeichnet wird (28). Als interdisziplinäres Feld innerhalb der Alternativ-, Umwelt- und Präventivmedizin beschäftigt sie sich mit den gesundheitsfördernden Einflüssen eines Waldaufenthalts (29). Dazu wurden in den letzten Jahren verschiedene Methoden entwickelt, um die Wirksamkeit des Waldes auf die menschliche Gesundheit zu untersuchen, darunter sensorische Erfahrungen in der

Natur, Meditation und strukturierte körperliche Aktivitäten. Ebenfalls wurde der Einfluss der Waldtherapie in Verbindung mit anderen Therapieformen wie Psychotherapie, Wassertherapie oder Ernährungstherapie untersucht. Dabei konnten folgende positive Auswirkungen gezeigt werden: Physiologisch wurde eine signifikante Reduktion des systolischen Blutdrucks, der mittleren Pulsrate, des Serumcortisol-Spiegels sowie eine Veränderung in der Herzfrequenzvariabilität beobachtet (28). In Bezug auf die psychische Gesundheit konnten eine stressreduzierende Wirkung sowie eine Verbesserung von depressiven Symptomen, Ängsten und negativen Emotionen nachgewiesen werden (28).

Lichttherapie

Licht, insbesondere Tageslicht sowie ein Fensterblick, wirken sich positiv auf den Genesungsprozess von Patient*innen aus. Zudem zeigt sich eine signifikante Verkürzung der Krankenhausaufenthaltsdauer im Vergleich zu jenen, die in fensterlosen Zimmern untergebracht sind. Besonders Patient*innengruppen mit Angststörung, Demenz oder Delir können von natürlichen Lichtquellen profitieren (30). In einer retrospektiven Kohortenstudie wurde gezeigt, dass die kumulative Inzidenz eines Delirs in der Gruppe mit Fenster bei 21,7% lag, während sie in der fensterlosen Gruppe mit 43,3% nahezu doppelt so hoch war (31).

Eine etablierte therapeutische Anwendung ist die Bright Light Therapy (BLT), die vor allem bei depressiven Erkrankungen eingesetzt wird. Besonders bei saisonalen affektiven Störungen sowie bei älteren Patient*innen, zeigt sie anti-depressive Effekte und führt zu einer Verbesserung des Antriebs (32). Auf vielen Intensivstationen mangelt es jedoch an natürlichen Lichtquellen, was den circadianen Rhythmus stören und den Genesungsprozess negativ beeinflussen kann (33, 34).

Der konkrete Nutzen beider Therapieformen hinsichtlich der Verbesserung des Genesungsprozesses von Patient*innen nach herzchirurgischen Eingriffen ist bislang nicht untersucht worden.

Negativauswirkungen ICU-Aufenthalt

Ein Aufenthalt auf der ICU ist häufig lebensnotwendig, geht jedoch, wie in den vorherigen Kapiteln dargestellt, mit einer Vielzahl belastender Faktoren einher. Ein zentraler Begriff im Zusammenhang mit Negativauswirkungen eines ICU-Aufenthalts ist das sogenannte „Post Intensive Care Syndrom“ (PICS), das die Langzeitfolgen intensivmedizinischer Behandlungen zusammenfasst. Dabei kann es sich um neu aufgetretene oder sich verschlechternde körperliche, psychische sowie auch kognitive Beeinträchtigungen handeln, welche oft noch Monate bis Jahre nach der Entlassung bestehen bleiben können (35, 36). Physiologisch besteht unter anderem ein hohes Risiko für eine ICU-acquired weakness (ICU-erworbene Schwäche), Frailty (Gebrechlichkeit) sowie einen signifikanten Verlust an Muskelmasse. Auch neuromuskuläre Schwächen treten häufig auf, besonders gefährdet sind Patient*innen, die über längere Zeit mechanisch beatmet werden und immobil sind (36). Für die kognitiven Auswirkungen stellt insbesondere das im ICU-Kontext häufig auftretende Delir einen Hauptrisikofaktor dar. Dieses kann zu nachhaltigen Einschränkungen in den Bereichen Gedächtnis, Aufmerksamkeit und der zielgerichteten Handlungsfähigkeit führen (36, 37). Psychologisch weisen Patient*innen innerhalb des ersten Jahres nach der ICU-Entlassung eine erhöhte Prävalenz an Depressionen (40%), Angststörungen (46%) und posttraumatischen Belastungsstörungen (PTBS) (22%) auf, die noch Monate bis Jahre nach dem Aufenthalt persistieren können (38). Häufig sind diese psychologischen Folgen auf das während des Aufenthalts auftretende Delir, die Sedierung oder die allgemein belastende Situation im Zusammenhang mit der Grunderkrankung zurückzuführen (36, 38, 39). Zudem sind auf ICU nosokomiale Infektionen und Medikationsfehler vergleichsweise häufig. Diese Komplikationen stehen in direktem Zusammenhang mit einer erhöhten Mortalität, längeren Krankenhausaufenthalten sowie steigenden Behandlungskosten (40, 41).

Vor diesem Hintergrund wurde folgende Forschungsfrage formuliert: **Inwiefern zeigen Patient*innen nach herzchirurgischen Eingriffen im Verlauf der ersten sieben postoperativen Tage Veränderungen im subjektiv wahrgenommenen Stressniveau (erfasst mittels Perceived Stress Scale, PSS), und**

unterscheiden sich dieser Parameter zwischen den drei untersuchten Gruppen:

1. Kontrollgruppe mit der Standardversorgung auf der ICU
2. Interventionsgruppe, die über sechs Tage hinweg mit einer audiovisuellen Waldprojektion behandelt wird
3. Interventionsgruppe, die einer Lichttherapie mit 1900 Lux ausgesetzt ist

Die Untersuchung dieser Gruppen soll aufzeigen, wie sich die Stressparameter in den jeweiligen Gruppen verändern und inwieweit eine Waldvideoprojektion und eine Lichttherapie zur Reduktion des physiologischen und psychologischen Stresses, sowie zur positiven Beeinflussung des Genesungsprozesses beitragen können. Besonders im Hinblick auf eine mögliche Reduktion der Aufenthaltsdauer soll durch die Projektion des Waldvideos ein schnellerer Genesungsprozess gefördert werden. Dieser Ansatz basiert auf dem Hintergrund der Forest Medicine und zielt darauf ab, durch eine verbesserte räumliche und zeitliche Orientierung das Wohlbefinden der Patient*innen zu fördern. Gerade im Kontext der COVID-19 Pandemie wurde die Relevanz kürzerer Liegezeiten auf der ICU deutlich: Die stark reduzierte Bettenanzahl und der anhaltenden Mangel an medizinischem Personal verdeutlichen die Notwendigkeit effektiver Maßnahmen zur Entlastung des Gesundheitssystems.

Zielsetzung und Einschränkungen / Abgrenzungen

Ziel dieser Arbeit ist es, die Wirkung einer audiovisuellen Waldprojektion und einer Lichttherapie auf das subjektive Stresserleben bei Patient*innen nach herzchirurgischen Eingriffen im Vergleich zur Standardversorgung zu evaluieren. Dabei soll ein besseres Verständnis sowohl der physiologischen als auch psychologischen Stressreaktionen gewonnen werden. Hierdurch ergibt sich folgende Hypothese:

Es gibt Unterschiede in dem subjektiv wahrgenommenes Stressniveau (gemessen mittels Perceived Stress Scale, PSS) zwischen den drei Gruppen (Kontrollgruppe, Interventionsgruppe mit audiovisueller Waldprojektion, Interventionsgruppe mit Lichttherapie) im Verlauf des intensivmedizinischen Aufenthalts auf der ICU.

Material und Methoden

Studiendesign und Ablauf

Für die vorliegende Arbeit wurden die Daten aus der **FFG Forest Environment Studie** herangezogen, die als prospektive, klinische Interventionsstudie konzipiert wurde. Es handelte sich um eine kontrollierte Pilotstudie zur Untersuchung der Durchführbarkeit und der Auswirkungen einer chronotherapeutischen einwöchigen Waldvideoprojektion (12 Stunden täglich, mit auditivem Stimulus) und einer Lichttherapie (1900 Lux) auf der Intensivstation (ICU) nach herzchirurgischen Eingriffen.

Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum von 01. November 2021 bis 31. Dezember 2023 durch die klinische Abteilung für Medizinische Psychologie, Psychosomatik und Psychotherapie an der „Intensiv Herz/Transplant C“ am LKH-Univ. Klinikum Graz. Alle Patient*innen, die im Rahmen der Forest Environment Studie rekrutiert wurden, befanden sich zum Zeitpunkt des Einschlusses in stationärer Behandlung auf der klinischen Abteilung für Herzchirurgie Graz. Nach Prüfung der Ein- und Ausschlusskriterien (siehe unten) durchliefen sie ein diagnostisches Screeningverfahren durch erfahrene Fachärzt*innen oder Psycholog*innen. Dabei wurden die Schlafqualität mithilfe des Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), das Stressniveau mithilfe der Perceived Stress Scale (PSS) sowie das Vorliegen eines Delirs mithilfe der Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU) und der Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC) erfasst. Zusätzlich wurden klinische Interviews durchgeführt und zur Bestimmung von Blut- und Serumparameter venöses Nüchternblut abgenommen. Die psychiatrische Fremdeinschätzung und Diagnosestellung erfolgte ebenfalls durch erfahrene Fachärzt*innen oder Psycholog*innen. Am Interventionstag (Tag 1) erfolgte einer der folgenden herzchirurgischen Eingriffe (2):

- **Bypass-Operation**, bei der verengte oder bereits verschlossene Koronararterien durch ein körpereigenes oder künstliches Gefäß überbrückt werden, um die Durchblutung des Herzens weiterhin sicherzustellen.

- **Herzklappenoperation**, wodurch erkrankte Herzklappen entweder rekonstruiert oder durch biologische bzw. mechanische Prothesen ersetzt werden können.
- **Herztransplantation**, ein erkranktes Herz wird durch ein gesundes Spenderorgan ersetzt, wenn eine organerhaltende Operation nicht mehr durchführbar ist und alle konservativen Therapiemaßnahmen ausgeschöpft sind.

Bereits am Operationstag (Tag 1) wurde das Waldvideo projiziert bzw. das Licht eingeschaltet. Die Blutabnahmen (BA) erfolgten zu sechs definierten Zeitpunkten:

- Tag 1 (22:00 Uhr) – BA V1
- Tag 2 (05:00 Uhr) – BA V1
- Tag 3 (22:00 Uhr) – BA V2
- Tag 4 (05:00 Uhr) – BA V2
- Tag 6 (22:00 Uhr) – BA V3
- Tag 7 (05:00 Uhr) – BA V3

Zudem wurden alle drei Gruppen am sechsten Tag (entsprechend Erhebungszeitpunkt V3) von erfahrenen klinischen Psycholog*innen oder Fachärzt*innen für ein erneutes klinisches Verlaufsinterview sowie Erhebung der Fragebögen visitiert. Eine schematische Übersicht des Studienablaufs findet sich in Abbildung 1.

Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Es liegt eine Genehmigung seitens der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz (32-652 ex 19/20), Österreich für diese Studie vor.

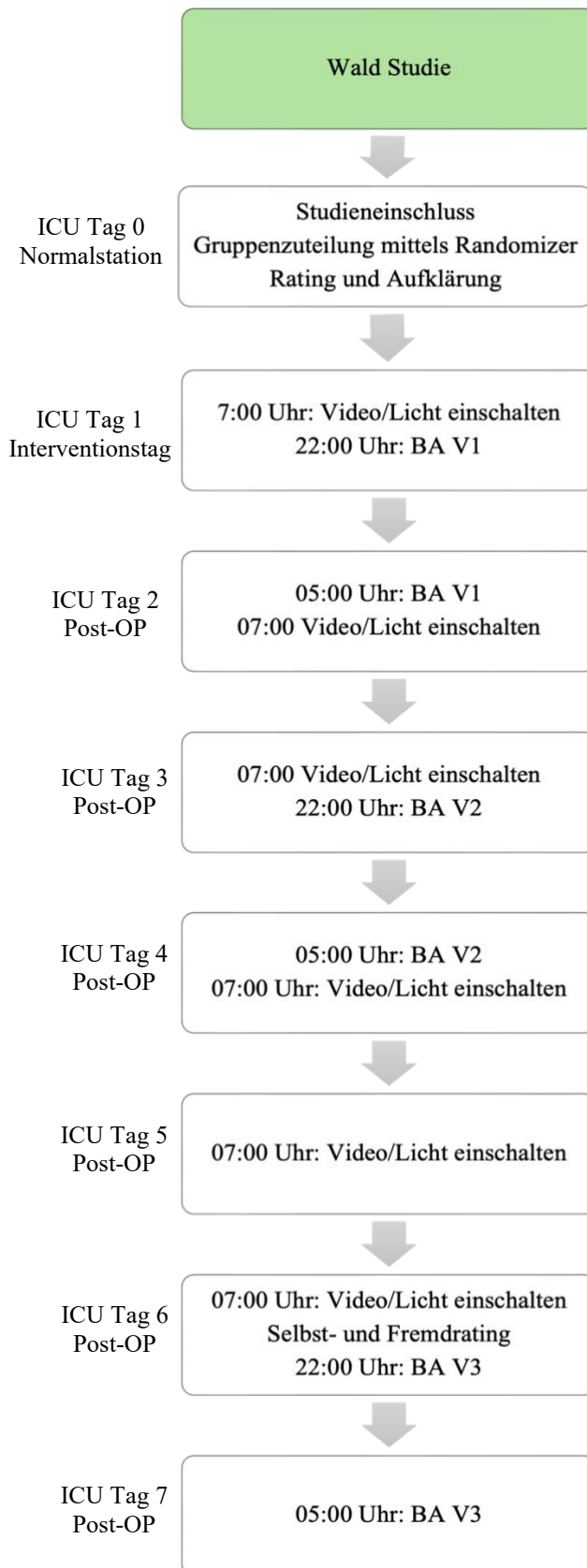


Abbildung 1: Darstellung des Studienablaufs

BA = Blutabnahme (V1, V2, V3); jeweils 1× EDTA-Röhrchen, 1× Serum-Röhrchen, 1× PAX-Röhrchen (gekühlt).

Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien

Die Einschlusskriterien für die Studie umfassten Patient*innen nach einem herzchirurgischen Eingriff im Alter zwischen 18 und 90 Jahren. Vorausgesetzt wurde zudem eine präoperative schriftliche Einwilligung nach vorangegangener schriftlicher und mündlicher Aufklärung (Informed Consent Form und Biobank Informed Consent) sowie Freiwilligkeit.

Ausschlusskriterien

Als Ausschlusskriterien galten fehlende Einwilligungsfähigkeit, schwere aktive Drogenabhängigkeit, andere derzeit aktive schwere psychische oder hirnorganische Erkrankungen wie Epilepsie oder Gehirntumore, ein in der Vergangenheit erlittenes schweres Schädel-Hirn-Trauma, Operationen am Gehirn, angeborene oder eine frühkindlich erworbene Intelligenzminderung sowie eine mittelgradige bis schwere Demenz (definiert als MMSE \leq 20).

Drop-out-Kriterien

Ein Drop-out erfolgte bei verschobenen oder abgesagten Operationen, beispielsweise wegen instabiler Vitalparameter oder während der COVID-19-Pandemie aufgrund von Betten- und Personalmangel auf der ICU.

Patient*innen, die die Intensivstation bereits vor dem 7. Tag verließen, wurden nicht als Drop-out gewertet, sondern in der Datenauswertung berücksichtigt. Die letzte Visite erfolgte in diesem Fall an der nachbehandelten Station.

Datenerhebung

Im Folgenden erfolgt eine kurze Erläuterung der angewandten Methoden und erhobenen Parameter. Jedoch wird nur auf den für die Beantwortung der Forschungsfrage und Überprüfung der Hypothese relevanten PSS-Fragebogen näher eingegangen:

Allgemeine Parameter

- Geburtsdatum, Alter
- Geschlecht

- aktuelle Medikation (Medikation, Dosis, Einnahmebeginn), Medikation des letzten Monats
- relevante Vorerkrankungen, Operationen
- Größe, Gewicht, BMI
- Nikotinverhalten
- aktuelles Alkoholverhalten, Drogenabusus
- weitere delirogene Faktoren (z.B. Elektrolytstörungen)

Somatische Erkrankung

- Diagnose nach ICD-10
- Medikation

Fragebögen

- CAM-ICU, ICDCS (Delir)
- PSQI (Schlafqualität)
- **PSS (Stress)**

Stressbezogener Fragebogen:

Perceived Stress Scale (PSS) (42):

Ursprünglich wurde die PSS in einer 14 Items Version (PPS-14) entwickelt. In klinischen und wissenschaftlichen Kontexten findet jedoch überwiegend die verkürzte 10 Items Version (PPS-10) Anwendung. Die Skala erfasst das subjektiv wahrgenommene Stresserleben der letzten vier Wochen anhand einer fünfstufigen Ratingskala (0= „nie“ bis 4= „sehr oft“). Die Kombination aus positiv und negativ formulierten Fragen dient der Vermeidung von Antworttendenzen und erfasst zugleich die individuelle Stressbewältigungsfähigkeit. Im Anschluss wird ein Summenscore berechnet, der zwischen 0 und 40 Punkten möglich ist. Je höher der Punktwert, desto stärker ist das subjektiv Stressempfinden ausgeprägt. Dabei können die Punktwerte folgendermaßen interpretiert werden:

- Niedriges Stresslevel: 0-13 Punkte
- Mittleres Stresslevel: 14-26 Punkte
- Hohes Stresslevel: 27-40 Punkte

Blut- und Serumparameter

Es wurden insgesamt sechs venöse Nüchternblutabnahmen durchgeführt, wo jeweils ein Serum-Röhrchen, ein EDTA-Röhrchen und ein PaxGene-Röhrchen abgenommen wurde. Für die Genexpressionsanalysen wurde venöses Blut in speziellen „RNA-Röhrchen“ (PaxGene-Röhrchen Nr. 762165) entnommen. Im Labor für Pathophysiologie wurde RNA aus PBMCs (Peripheral Blood Mononuclear Cells) isoliert. In der Folge wurde die Transkription von Clock-assoziierten Genen mittels RNA-Sequenzierung gemessen. Zur Quantifizierung von Clock-Genen wurde die Polymerase- Kettenreaktion (PCR) eingesetzt. Eine Analyse von Keimbahnmutationen, eine individuelle Risiko-Prädiktion oder eine Genotypisierung der DNA wurden dabei nicht vorgenommen. Die Methylierungsanalyse wurde unter Verwendung einer Bisulfitbehandlung und des Infinium Methylation EPIC-Perlenchips durchgeführt. Die Analyse der BeadChip-Daten erfolgte unter Zuhilfenahme des GenomeStudio-Methylierungsmoduls, um eine differentielle Methylierungsanalyse für die Studie zu generieren. Die GenomeStudio- Software in der Version 2011.1 beinhaltete Visualisierungstools zur Darstellung von Wärmekarten, Streudiagrammen und Liniendiagrammen. Epigenetischen und systembiologischen Analysen erfolgten vor und nach der Waldvideo- bzw. Lichtintervention. Clock-Gene und ihre Netzwerkgene wurden mit biologischen Methoden aus dem Bioinformatiksystem gewonnen. Das Plasma wurde aus dem Citratplasmaröhrchen isoliert und zusammen mit dem Puffy Coat des Blutes in der Biobank der Medizinischen Universität Graz gelagert. Der Tryptophan-Metabolismus, einschließlich der Metaboliten Melatonin und Tryptophan-Kynurenin, wurde im Plasma mittels eines Enzyme-linked-immunosorbent-assay (ELISA) analysiert. Zudem umfassten die Untersuchung ein Blutbild, Parameter der Leber- und Nierenfunktion, Elektrolyte sowie Fettstoffwechselfparameter. Zusätzlich bestimmt wurden die Neutrophilen-Lymphozyten-Ratio, Interleukin-6 [pg/dl], hsCRP [mg/l] und der Melatoningehalt im Blut.

Statistische Auswertung

Die Daten wurden mithilfe von SPSS analysiert, um die in der Forschungsfrage beschriebene Aspekte präzise zu beantworten. Dabei wurden folgende Methoden angewendet:

- Exploratorische Analysen
- Tests auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test, Shapiro-Wilk-Test)
- Varianzhomogenität (Levene's Test)
- Gleichheit der Kovarianzen (Box-Test)
- Gruppen- und Zeitvergleiche wurden mittels Mixed-ANOVA (F-Test) durchgeführt

Ergebnisse

Stichprobengröße und Gruppenverteilung

Insgesamt wurden 86 Patient*innen in die Studie eingeschlossen:

1. Waldgruppe ($N = 27$): Waldprojektion mit Naturgeräuschen täglich von 7:00 bis 19:00 Uhr. Das Video wurde anhand eines Projektors abgespielt und zeigte die Bewegungen der Sonne, der Blätter und der Wolken im Tagesverlauf.
2. Kontrollgruppe ($N = 30$): derzeitige Standardversorgung auf der ICU.
3. Lichtgruppe ($N = 29$): Lichttherapie mit 1900 Lux. Lichtquelle wurde an der Decke der ICU installiert.

Demographische Daten

Tabelle 1. Demographische Beschreibung der Stichprobe

	Lichtgruppe ($N = 29$)	Waldgruppe ($N = 27$)	Kontrollgruppe ($N = 30$)
Geschlecht			
Frauen ($n, \%$)	8 (27.6)	12 (44.4)	12 (40)
Männer ($n, \%$)	21 (72.4)	15 (55.6)	18 (60)
Alter (M, SD)	67.49 (10.32)	68.78 (9.12)	66.13 (9.87)
BMI (M, SD)	27.52 (4.34)	26.71 (3.95)	27.59 (5.30)
Alkoholkonsum ^a (M, SD)	0.71 (0.90)	1.32 (1.46)	1.83 (1.95)

a. Alkoholkonsum gemessen auf einer Skala von 0 (nie), 1 (besondere Anlässe), 2 (gelegentlich), 3 (mehrmals wöchentlich), 4 (täglich), bis 5 (mehrmals täglich).

N = Stichprobengröße; n = Teilstichprobengröße; M = Mittelwert; SD = Standardabweichung.

Stressmessung

Vor der Durchführung der Mixed-ANOVA wurden die statistischen Voraussetzungen geprüft. Die abhängige Variable (PSS) wurde zu zwei Zeitpunkten (V1 und V3) erhoben. Als unabhängige Variable dienten die Gruppen (Wald /Kontrolle /Licht). Zur Übersicht sind die deskriptiven Ergebnisse der PSS-Mittelwerte in Tabelle 2, der PSS- Subskala „Hilflosigkeit“ in Tabelle 3 und der PSS- Subskala „Selbstwirksamkeit“ in Tabelle 4 dargestellt. Die abhängige Variable

sowie die Residuen der abhängigen Variable waren in allen Gruppen und Zeitpunkten normalverteilt. Die unabhängige Variable ist normalskaliert. Der Innersubjektfaktor Zeit war unabhängig und normalverteilt. Zudem wurden keine Ausreißer erkannt. Die Gleichheit der Kovarianzen wurde mittels Box-Test überprüft und ist nicht signifikant ($p = .441$). Insgesamt waren somit alle Voraussetzungen für die Durchführung der Mixed-ANOVA gegeben.

PSS-Skala (gesamt)

Tabelle 2. PSS-Mittelwerte nach Gruppe und Messzeitpunkt

	Wald ($N = 24$)	Kontrolle ($N = 26$)	Licht ($N = 18$)	Gesamt ($N = 68$)
PSS_V1 [M , (SD)]	23.96 (4.87)	22.11 (5.96)	22.55 (6.67)	22.88 (5.78)
PSS_V3 [M , (SD)]	24.04 (5.77)	20.61 (6.58)	21.44 (7.72)	22.04 (6.71)

N = Stichprobengröße, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Eine Mixed-ANOVA ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Zeit $F(1,65) = 1.459$, $p = .231$. Es zeigte sich keine signifikante Veränderung der PSS-Werte über die Zeit (V1: $M = 22.88$, $SD = 5.78$; V3: $M = 22.04$, $SD = 6.71$).

Der Haupteffekt der Gruppe war ebenfalls nicht signifikant $F(2,65) = 1.491$, $p = .233$. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (Wald/ Kontrolle/ Licht) hinsichtlich der PSS-Werten.

Ebenso zeigte sich eine nicht signifikante Interaktion zwischen der Gruppe im Zeiterlauf von V1 zu V3 $F(2,65) = 0.513$, $p = .601$.

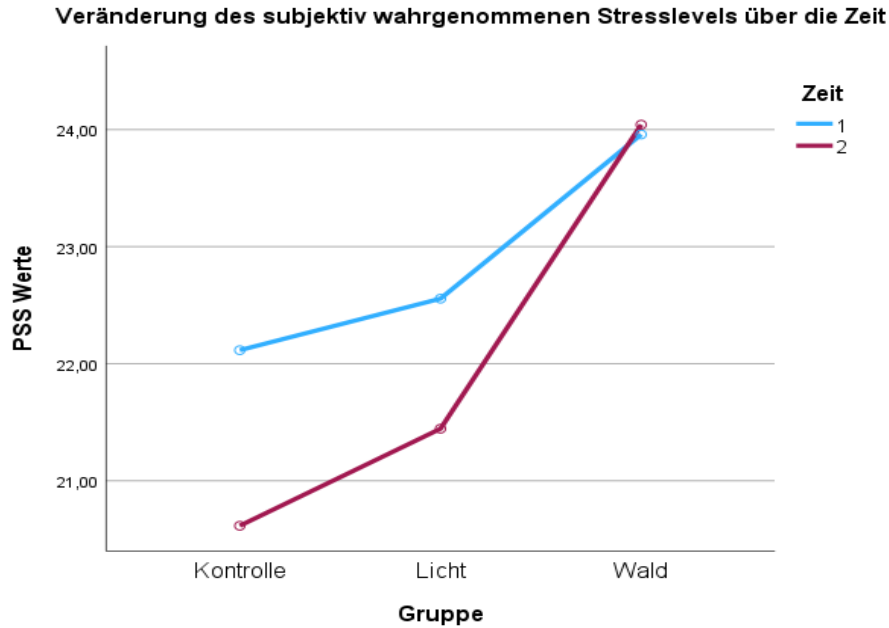


Abbildung 2: Darstellung der Veränderung der PSS-Werte über die Zeit

PSS-Subskala (Hilflosigkeit)

Tabelle 3. PSS-Subskala (Hilflosigkeit) Mittelwerte nach Gruppe und Messzeitpunkt

	Wald (N = 24)	Kontrolle (N = 26)	Licht (N = 18)	Gesamt (N = 68)
PSS-Subskala_V1 [M, (SD)]	13.50 (2.86)	11.58 (4.57)	12.67 (4.75)	12.54 (4.13)
PSS-Subskala_V3 [M, (SD)]	13.67 (3.53)	11.77 (3.89)	12.55 (5.64)	12.64 (4.32)

Notiz. N = Stichprobengröße, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Eine Mixed-ANOVA ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Zeit $F(1,65) = 0.25, p = .875$. Die Werte der PSS-Subskala Hilflosigkeit veränderten sich im Verlauf der Zeit nicht signifikant (V1: $M = 12.54, SD = 4.13$; V3: $M = 12.65, SD = 4.32$).

Der Haupteffekt der Gruppe war ebenfalls nicht signifikant $F(2,65) = 1.728; p = .186$. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (Wald/ Kontrolle/ Licht) hinsichtlich der Werten der PSS-Subskala Hilflosigkeit.

Die Interaktion zwischen der Gruppe im Zeiterlauf von V1 zu V3 war nicht signifikant $F(2,65) = 0.031, p = .969$.

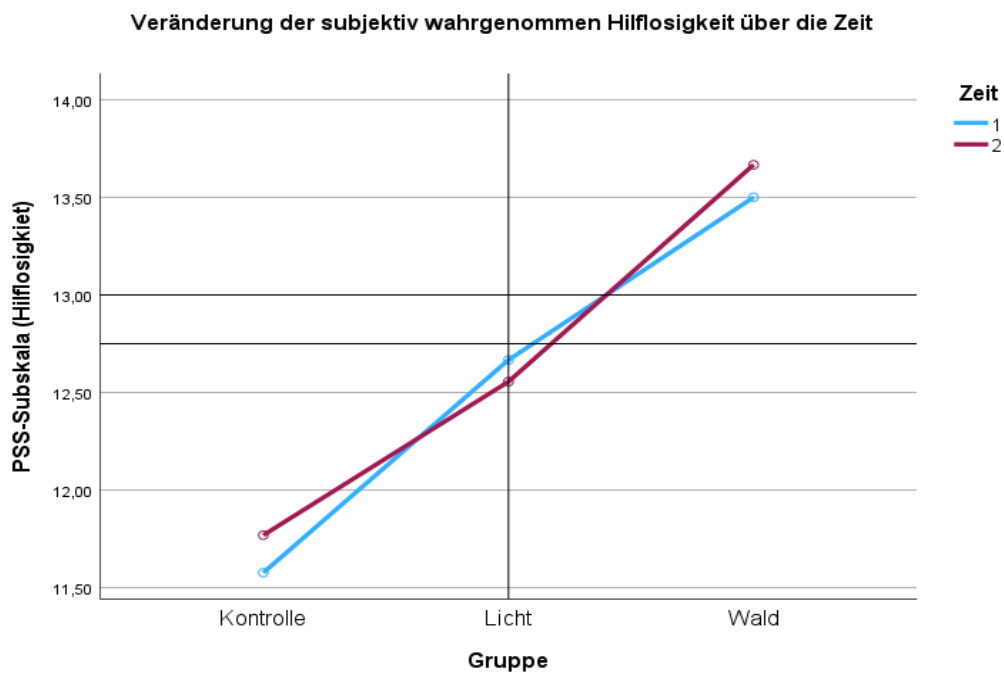


Abbildung 3: Darstellung der Veränderung der PSS-Subskala Hilflosigkeit über die Zeit.

PSS-Subskala (Selbstwirksamkeit)

Tabelle 4. PSS-Subskala (Selbstwirksamkeit) Mittelwerte nach Gruppe und Messzeitpunkt

	Wald (N = 24)	Kontrolle (N = 26)	Licht (N = 18)	Gesamt (N = 68)
PSS-Subskala_V1 [M, (SD)]	13.55 (3.26)	13.42 (4)	14.11 (3.86)	13.65 (3.67)
PSS-Subskala_V3 [M, (SD)]	13.58 (3.77)	15 (4.09)	15.11 (3.71)	14.53 (3.89)

Notiz. N = Stichprobengröße, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Eine Mixed-ANOVA ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Zeit $F(1,65) = 3.779, p = .0335$. Die Werte der PSS-Subskala Selbstwirksamkeit

veränderten sich im Verlauf der Zeit nicht signifikant (V1: $M = 13.65$, $SD = 3.67$; V3: $M = 14.53$ $SD = 3.89$).

Der Haupteffekt der Gruppe war ebenfalls nicht signifikant $F(2,65) = 0.538$; $p = .586$.

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (Wald/ Kontrolle/ Licht) hinsichtlich der Werten der PSS-Subskala Selbstwirksamkeit.

Die Interaktion zwischen der Gruppe im Zeiterlauf von V1 zu V3 war nicht signifikant $F(2,65) = 1.112$, $p = .335$.

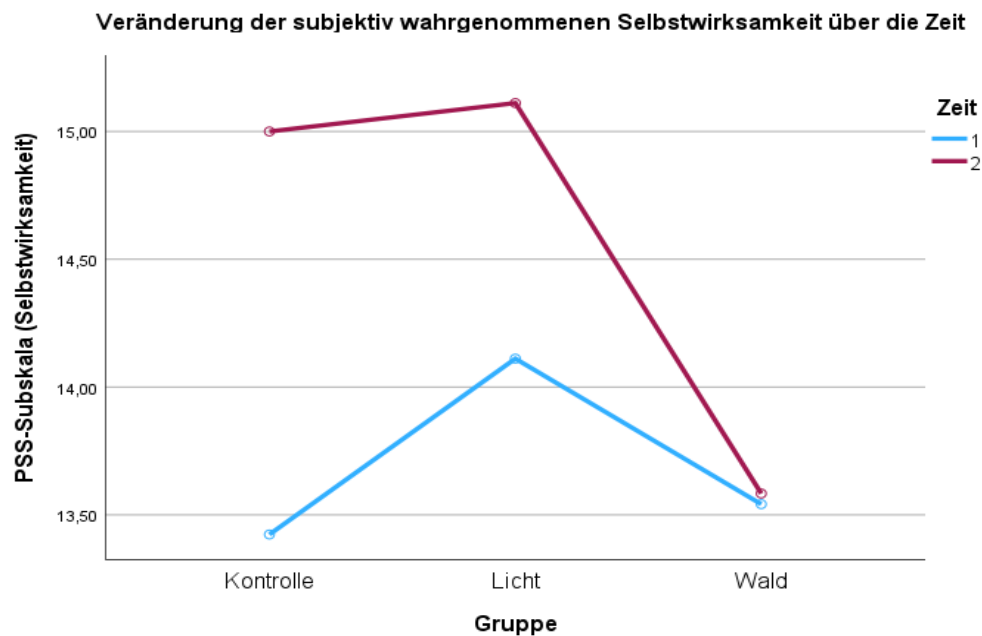


Abbildung 4: Darstellung der Veränderung der PSS-Subskala Selbstwirksamkeit über die Zeit.

Diskussion

Antwort auf die Forschungsfrage

Die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit lautete: „Inwiefern zeigen Patient*innen nach herzchirurgischen Eingriffen im Verlauf der ersten sieben postoperativen Tage Veränderungen im subjektiv wahrgenommenen Stressniveau (erfasst mittels Perceived Stress Scale, PSS) und unterscheiden sich diese Parameter zwischen der Kontrollgruppe, der Waldprojektion- und der Lichtinterventionsgruppe?“

Ausgehend davon wurde die Hypothese formuliert, dass es Unterschiede im subjektiv wahrgenommenes Stressniveau in den drei untersuchten Gruppen im Verlauf des intensivmedizinischen Aufenthalts auf der ICU gibt.

Diese Annahme konnte nicht bestätigt werden. Weder innerhalb der Gruppen noch im Gruppenvergleich zeigten sich signifikante Veränderungen des subjektiven wahrgenommenen Stressniveaus.

Vergleichende Erläuterungen

Die Ergebnisse dieser Arbeit stehen im Gegensatz zu früheren Studien, die signifikante positive Effekte von Waldtherapie auf physiologische (systolischen Blutdruck, Herzfrequenz, Serumcortisolspiegel) und psychische Parameter (Stress, Ängste, Depressionen) nachweisen konnten. So gilt „shinrin-yoku“ (zu Deutsch: „Waldbaden“) in Japan seit den 1980er-Jahren als anerkanntes Konzept, dessen gesundheitsfördernde Wirkung vielfach belegt ist (28). Auch für den Einsatz von Licht existiert eine breite Evidenzbasis. So konnte gezeigt werden, dass sich vor allem Tageslicht positiv auf den circadianen Rhythmus auswirkt, den Genesungsprozess unterstützt und die Dauer von Krankenhausaufenthalten verkürzt (30). Die Bright Light Therapy ist zudem eine etablierte Behandlungsmethode bei saisonalen affektiven Störungen sowie bei Patient*innen mit Angststörungen oder Demenz, wo sie eine Verbesserung der Stimmung und des Antriebs bewirken kann (32).

Vor diesem Hintergrund erscheint der Einsatz einer audiovisueller Waldprojektion oder einer gezielter Lichtintervention auch im intensivmedizinischen Setting nach Herzoperationen naheliegend. In der vorliegenden Untersuchung ließ sich jedoch, anders als in den genannten Studien, kein signifikanter Effekt auf das subjektiv

wahrgenommene Stressniveau feststellen. Eine mögliche Erklärung hierfür liegt im spezifischen Kontext der herzchirurgischen ICU: Postoperative Belastungen wie Schmerzen, Kreislaufinstabilität, eingeschränkte Autonomie sowie kontinuierliche Geräuschkulissen auf der ICU könnten den positiven Effekt von Wald- und Lichtinterventionen abschwächen. Zudem war der Beobachtungszeitraum mit sieben Tagen vergleichsweise kurz, während andere Studien längere Expositionen untersuchten.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend deuten die Ergebnisse darauf hin, dass postoperative Stressreaktionen in der frühen Genesungsphase nach herzchirurgischen Eingriffen auf einem komplexen Zusammenspiel physiologischer, psychischer und umgebungsbedingter Faktoren beruhen. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deuten darauf hin, dass kurzfristige Interventionen in diesem Setting nicht ausreichen, um das subjektiv wahrgenommene Stressniveau signifikant zu senken. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass längerfristige Anwendungen oder der Einsatz in weniger belasteten klinischen Kontexten wirksam sein könnten. Hervorzuheben ist der in der PSS-Subskala „Selbstwirksamkeit“ beobachtete Trend, der zwar nicht signifikant war, aber auf die Zunahme des Kontrollempfindens im Genesungsverlauf hindeuten könnte. Dieser Aspekt eröffnet Ansatzpunkte für zukünftige Interventionen, die gezielt auf die Förderung von Selbstwirksamkeit ausgerichtet sind.

Kritische Reflexion / Einschränkungen zu Inhalt und Methode

Die Interpretation der Ergebnisse ist mit mehreren Einschränkungen verbunden. Erstens handelte es sich um eine Pilotstudie mit begrenzter Stichprobengröße ($N = 86$). Dadurch ist die statistische Aussagekraft eingeschränkt, sodass kleinere Effekte möglicherweise nicht nachweisbar waren. Zweitens wurde die Studie teilweise während der COVID-19-Pandemie durchgeführt. In dieser Zeit war die Versorgungssituation durch Personalmangel, reduzierte Bettenkapazitäten und zusätzlich organisatorische Zusatzbelastungen geprägt. Diese außergewöhnlichen Rahmenbedingungen haben die Durchführung der Interventionen beeinflusst und gleichzeitig zusätzliche Stressoren für Patient*innen geschaffen, was die Ergebnisse verzerrt haben könnte. Ein weiterer limitierender Faktor betrifft die

Messmethode: Die PSS erfasst das subjektive Stresserleben retrospektiv über vier Wochen. Dies könnte die Sensitivität für kurzfristige Veränderungen innerhalb einer einwöchigen Beobachtungszeit begrenzen. Für zukünftige Studien wäre daher eine Kombination von Tests die akute Stressreaktionen erfassen (z. B. Visual Analog Scales oder Numeric Rating Scales für Stress, Angst oder Belastung, ICU-spezifische Stressskalen) und objektiven physiologischen Markern wie Serumcortisol, Herzfrequenzvariabilität oder Blutdruck sinnvoll.

Zudem sind die ICU-spezifischen Rahmenbedingungen kritisch zu reflektieren. Permanente Überwachung, Geräuschkulissen sowie häufige pflegerische und medizinische Interventionen stellen schwer kontrollierbare Stressoren dar, die den Effekt der Interventionen überlagert haben könnten. Darüber hinaus ist die frühe postoperative Phase nach herzchirurgischen Eingriffen mit erheblichen körperlichen Belastungen verbunden, die das psychische Befinden zusätzlich beeinflussen. Vor diesem Hintergrund ist denkbar, dass die Waldprojektion oder Lichttherapie eher in späteren Rehabilitationsphasen wirksamer sind, sobald die akuten körperlichen Belastungen abklingen.

Implikationen für Theorie und Praxis

Die Ergebnisse legen nahe, dass klassische Stressbewältigungsmodelle im postoperativen Intensivsetting um ICU-spezifische Stressoren erweitert werden sollten, um das subjektive Stresserleben besser zu erklären. Die Annahme, dass gezielte psychologische oder umgebungsbezogene Interventionen unmittelbar wirksam sind, trifft im Setting der herzchirurgischen Intensivstation möglicherweise nicht zu. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die physiologische Belastung in den ersten Tagen nach der Operation eine dominierende Rolle spielt und andere Einflüsse in den Hintergrund rücken. Praktisch zeigen die Ergebnisse, dass Wald- und Lichtinterventionen trotz fehlender messbarer Effekte einen Nutzen haben können: Sie sind kostengünstig, nebenwirkungsfrei und werden von Patient*innen überwiegend positiv bewertet. Sie können daher als ergänzende Maßnahmen betrachtet werden, die zur subjektiven Steigerung des Wohlbefindens beitragen, auch wenn sie das messbare Stressniveau kurzfristig nicht reduzieren. Eine patientenzentrierte Implementierung, die individuelle Präferenzen berücksichtigt, erscheint daher sinnvoll. Darüber hinaus könnten solche Interventionen eine Rolle

in späteren Rehabilitationsphasen oder bei weniger akut belasteten Patient*innengruppen spielen.

Ausblick und Anregungen für weiterführende Arbeiten

Zukünftige Studien sollten den Beobachtungszeitraum über die erste postoperative Woche verlängern, um mittelfristige und langfristige Interventionseffekte erfassen zu können. Von besonderem Interesse wäre die Untersuchung in der Phase nach der Entlassung von der ICU, wenn die akuten physiologischen Belastungsfaktoren abgenommen haben. Die Kombination subjektiver und objektiver Stressmarkern könnte zu aussagekräftigeren Ergebnissen führen.

Zudem sollten randomisierte kontrollierte Studien mit größeren Stichproben durchgeführt werden, um die statistische Aussagekraft zu erhöhen. Ebenso wäre eine differenzierte Betrachtung von Subgruppen sinnvoll, beispielsweise in Abhängigkeit vom Alter, Geschlecht, Komorbiditäten oder Art der Operation. Schließlich wäre es lohnenswert, die Kombination von Wald- und Lichtinterventionen mit psychologischen Maßnahmen (z. B. Psychoedukation, Entspannungsübungen) zu untersuchen, um zusammenhängende Effekte zu evaluieren.

Literaturverzeichnis

1. Statistik Austria. Todesursachen 2025 [Internet]. Wien: Statistik Austria; 2025 [zitiert 20. März 2025]. Verfügbar unter: <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/gestorbene/todesursachen>.
2. Liebold A, Fraund S, Böhle AS, Cremer J. Herzchirurgie. In: Henne-Bruns D, Hrsg. Duale Reihe Chirurgie. 4.Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012. S. 893-916.
3. Rosiek A, Kornatowski T, Rosiek-Kryszewska A, Leksowski Ł, Leksowski K. Evaluation of stress intensity and anxiety level in preoperative period of cardiac patients. *BioMed Res Int*. 2016;2016(1):1248396.
4. Kashif M, Hamid M, Raza A. Influence of preoperative anxiety level on postoperative pain after cardiac surgery. *Cureus*. 2022;14(2):e22170.
5. Ono M, Serruys PW, Garg S, Kawashima H, Gao C, Hara H, et al. Effect of Patient-Reported Preprocedural Physical and Mental Health on 10-Year Mortality After Percutaneous or Surgical Coronary Revascularization. *Circulation*. 2022;146(17):1268-1280.
6. McCann WD, Hou XY, Stolic S, Ireland MJ. Predictors of Psychological Distress among Post-Operative Cardiac Patients: A Narrative Review. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(20):2721.
7. Li H, Qian F, Hou C, Li X, Gao Q, Luo Y, et al. Longitudinal Changes in Depressive Symptoms and Risks of Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020;75(11):2200-2206.
8. Selye H. A syndrome produced by diverse nocuous agents. 1936. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 1998;10(2):230-231.
9. Selye H. The general-adaptation-syndrome. *Annu Rev Med*. 1951;2:327-342.
10. Keim V. Stress [Internet]. Pschyrembel online; 2016 [zitiert 04. Dezember 2024]. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Stress/K0LQG>.
11. Margraf J, Bengel J. Stressoren [Internet]. Pschyrembel Online; 2020 [zitiert 12. Dezember 2024]. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Stressoren/K0LQH/doc/>.
12. Chu B, Marwaha K, Sanvictores T, Awosika AO, Ayers D. Physiology, stress reaction [Internet]. StatPearls Publishing; 2024 [zitiert 20. Dezember 2024]. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541120/>.
13. Paschke R. Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-System: Mineralo- und Glucocorticoide. In: Pape HC, Kurtz A, Silbernagl S, Hrsg. Physiologie. 10. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2023. S. 646-653
14. Chrousos GP. Stress and disorders of the stress system. *Nat Rev Endocrinol*. 2009;5(7):374-381.
15. Lazarus RS, Folkman S. Stress, appraisal, and coping. New York: Springer Publishing Company; 1984.
16. Steptoe A, Kivimäki M. Stress and cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol*. 2012;9(6):360-370.
17. Vancheri F, Longo G, Vancheri E, Henein MY. Mental stress and cardiovascular health—Part I. *J Clin Med*. 2022;11(12):3353.
18. Vaccarino V, Bremner JD. Stress and cardiovascular disease: an update. *Nat Rev Cardiol*. 2024;21(9):603-616.

19. Henein MY, Vancheri S, Longo G, Vancheri F. The impact of mental stress on cardiovascular health—part II. *J Clin Med*. 2022;11(15):4405.
20. Abate SM, Chekol YA, Basu B. Global prevalence and determinants of preoperative anxiety among surgical patients: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery Open*. 2020;25:6-16.
21. Krampe H, Denke C, Gulden J, Mauersberger VM, Ehlen L, Schonthaler E, et al. Perceived Severity of Stressors in the Intensive Care Unit: A Systematic Review and Semi-Quantitative Analysis of the Literature on the Perspectives of Patients, Health Care Providers and Relatives. *J Clin Med*. 2021;10(17):3928.
22. Novaes MA, Aronovich A, Ferraz MB, Knobel E. Stressors in ICU: patients' evaluation. *Intensive Care Med*. 1997;23(12):1282-1285.
23. Finnerty CC, Mabvuure NT, Ali A, Kozar RA, Herndon DN. The surgically induced stress response. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2013;37(5 Suppl):21S-29S.
24. Desborough J. The stress response to trauma and surgery. *Br J Anaesth*. 2000;85(1):109-117.
25. Prete A, Yan Q, Al-Tarrach K, Akturk HK, Prokop LJ, Alahdab F, et al. The cortisol stress response induced by surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clinical endocrinology*. 2018;89(5):554-567.
26. Nelson EA, Dowsey MM, Knowles SR, Castle DJ, Salzberg MR, Monshat K, et al. Systematic review of the efficacy of pre-surgical mind-body based therapies on post-operative outcome measures. *Complement Ther Med*. 2013;21(6):697-711.
27. Kondylakis H, Giglioli IAC, Katehakis D, Aldemir H, Zikas P, Papagiannakis G, et al. Stress Reduction in Perioperative Care: Feasibility Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 2025;27:e54049.
28. Stier-Jarmer M, Throner V, Kirschneck M, Immich G, Frisch D, Schuh A. The Psychological and Physical Effects of Forests on Human Health: A Systematic Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(4):1770.
29. Li Q. Effects of forest environment (Shinrin-yoku/Forest bathing) on health promotion and disease prevention -the Establishment of "Forest Medicine". *Environ Health Prev Med*. 2022;27:43.
30. Jafarifiroozabadi R, Joseph A, Bridges W, Franks A. The impact of daylight and window views on length of stay among patients with heart disease: A retrospective study in a cardiac intensive care unit. *J Intensive Med*. 2022;3(2):155-164.
31. Lee HJ, Bae E, Lee HY, Lee SM, Lee J. Association of natural light exposure and delirium according to the presence or absence of windows in the intensive care unit. *Acute Crit Care*. 2021;36(4):332-341.
32. Blume C, Garbazza C, Spitschan M. Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. *Somnologie (Berl)*. 2019;23(3):147-156.
33. Ghaeili Ardabili N, Wang J, Wang N. A systematic literature review: building window's influence on indoor circadian health. *Renew Sustain Energy Rev*. 2023;188:113796.
34. Knauert MP, Ayas NT, Bosma KJ, Drouot X, Heavner MS, Owens RL, et al. Causes, Consequences, and Treatments of Sleep and Circadian Disruption in the ICU: An Official American Thoracic Society Research Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2023;207(7):e49-e68.

35. Hiser SL, Fatima A, Ali M, Needham DM. Post-intensive care syndrome (PICS): recent updates. *J Intensive Care*. 2023;11(1):23.
36. Herridge MS, Azoulay É. Outcomes after Critical Illness. *N Engl J Med*. 2023;388(10):913–924.
37. Wolters AE, Slooter AJ, van der Kooi AW, van Dijk D. Cognitive impairment after intensive care unit admission: a systematic review. *Intensive Care Med*. 2013;39(3):376-386.
38. Hatch R, Young D, Barber V, Griffiths J, Harrison DA, Watkinson P. Anxiety, Depression and Post Traumatic Stress Disorder after critical illness: a UK-wide prospective cohort study. *Crit Care*. 2018;22(1):310.
39. Reinberger M, Bouchard R, Muhl E, Nau C, Hüppe M. Belastungen für Patienten auf der Intensivstation. *Wien klin Mag*. 2020;23(5):228-237.
40. Cantor N, Durr KM, McNeill K, Thompson LH, Fernando SM, Tanuseputro P, et al. Increased Mortality and Costs Associated with Adverse Events in Intensive Care Unit Patients. *J Intensive Care Med*. 2022;37(8):1075-1081.
41. Kane-Gill SL, Jacobi J, Rothschild JM. Adverse drug events in intensive care units: risk factors, impact, and the role of team care. *Crit Care Med*. 2010;38(6 Suppl):S83-S89.
42. Cohen S, Kamarck T, Mermelstein R. A global measure of perceived stress. *J Health Soc Behav*. 1983;24(4):385-396.

KI-Basierte Hilfsmittel

Zur sprachlichen Optimierung des Textes wurden folgende Tools verwendet:

- ChatGPT version GPT-5, OpenAI: openai.com
 - Hilfe bei der Erstellung der Satzstruktur und Neuformulierung von Textstellen.
- DeepL Translate, DeepL SE: <https://www.deepl.com/translator>
 - Übersetzung von Textpassagen.