

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des
Universitätsklinikums Düsseldorf
Klinikdirektor: Univ.-Prof. Dr. med. Carl Neuerburg

Die Bedeutung von Alltagseinschränkungen als Risikofaktor eines
postoperativen Delirs bei geriatrischen Patientinnen und Patienten -
eine prospektive Beobachtungsstudie in der Orthopädie und
Unfallchirurgie eines Universitätsklinikums

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin der Medizinischen
Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Louisa Katharina Rahm

2026

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan/in: Prof. Dr. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter/in: Professor Dr. med. David Latz

Zweitgutachter/in: Professor Dr. med. Georg Flügen

Gewidmet meinen Großeltern.
Meinem Vater und André.

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

Rahm, L.K., Möllmann, H.L., Stenmanns, C., Schiffner, E., Windolf, J., Frohnhofen, H., Latz, D., (2024), Correlation Between Reduced Daily Living Competence and the Risk of Postoperative Delirium in Orthopedics and Trauma Surgery. *Journal of Clinical Medicine*, 13, 6722 (1)

Co-Autorenschaften zu dem Thema:

Möllmann, H.L., Alhammadi, E., Boulghoudan, S., Kuhlmann, J., Mevissen, A., Olbrich, P., Rahm, L., Frohnhofen, H., (2025), Assessment of Geriatric Problems and Risk Factors for Delirium in Surgical Medicine: Protocol for Multidisciplinary Prospective Clinical Study. *JMIR Research Protocols*, 14, 59203 (2)

Möllmann, H.L., Boulghoudan, S., Kuhlmann, J., Rahm, L., Frohnhofen, H., (2025), Polypharmacy and anticholinergic burden as risk factors for postoperative delirium in surgical medicine. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, (3)

Möllmann, H.L., Alhammadi, E., Boulghoudan, S., Kuhlmann, J., Mevissen, A., Olbrich, P., Rahm, L., Frohnhofen, H., (2024), Risk of sarcopenia, frailty and malnutrition as predictors of postoperative delirium in surgery. *BMC Geriatrics*, 24, 971 (4)

Alhammadi, E., Kuhlmann, J.M., Rana, M., Frohnhofen, H., Möllmann, H.L., Nonauthor Collaborator: Mevissen, A., Rahm, L.K., Olbrich, P., Boulghoudan, S., (2024), Comprehensive geriatric assessment for predicting postoperative delirium in oral and maxillofacial surgery: a prospective cohort study. *Scientific Reports*, 14, 27554 (5)

Zusammenfassung

Ein postoperatives Delir stellt eine häufige und schwerwiegende Komplikation bei geriatrischen Patientinnen und Patienten nach chirurgischen Eingriffen dar. Bisherige Studien haben diverse Risikofaktoren im Zusammenhang mit der Entstehung eines postoperativen Delirs identifiziert. Während sich zahlreiche postoperative Strategien zur Delirbewältigung etabliert haben, fehlen bislang prähabilitative Ansatzpunkte, die das Risiko für ein postoperatives Delir minimieren oder dessen Auftreten gar verhindern. Ziel der vorliegenden Studie war es daher, den Einfluss der präoperativen Alltagskompetenz als potenziellen Risikofaktor für die Entwicklung eines postoperativen Delirs zu untersuchen. Zur Einschätzung der präoperativen Alltagskompetenz wurde eine umfassende geriatrische Beurteilung, unter besonderer Berücksichtigung des Katz-Index of Independence in Activities of Daily Living (ADL) und der Skala für instrumentelle Aktivitäten des täglichen Lebens (IADL), durchgeführt. Im postoperativen Verlauf erfolgte über einen Zeitraum von sieben Tagen zweimal täglich ein Delir-Monitoring unter Einsatz validierter Screening-Tools, darunter die Nursing Delirium Screening Scale (Nu-DESC), die Confusion Assessment Method (CAM) sowie der 4A-Test (4AT). Es konnten signifikante Zusammenhänge zwischen dem Auftreten eines postoperativen Delirs und Einschränkungen in der Alltagskompetenz festgestellt werden. Dies zeigt sich sowohl in der Korrelation zwischen präoperativen Katz-Indizes und Delirinzidenz als auch in Unterschieden der präoperativen Katz-Indizes von deliranten und nicht deliranten Patientinnen und Patienten. Ein präoperatives Screening und frühzeitige postoperative Mobilisierung, unterstützt durch intensivierete Physiotherapie, sind zentrale Strategien zur Delirprävention, die aus den vorliegenden Ergebnissen hervorgehen. Betont sei dabei die Notwendigkeit einer präoperativen geriatrischen Beurteilung mithilfe der validierten Screening-Tools, Katz-Index und IADL, um das Risiko für ein postoperatives Delir frühzeitig zu erkennen. Für elektive Patientinnen und Patienten wird eine Prähabilitation empfohlen, wenn Einschränkungen in der Alltagskompetenz vorliegen, um das Delirrisiko zu senken. Notfallpatientinnen und -patienten sollten unmittelbar nach der Operation intensiv mobilisiert und durch ein orthogeriatrisches Co-Management betreut werden.

Abstract

Postoperative delirium is a common and severe complication in elderly patients undergoing surgical procedures. Previous research has identified various risk factors associated with the development of postoperative delirium. While numerous postoperative strategies for managing delirium have been established, prehabilitative approaches aimed at reducing the risk or preventing the onset of postoperative delirium remain underexplored. The aim of this study was to examine the influence of reduced daily living competence as a potential risk factor for the development of postoperative delirium. A comprehensive geriatric assessment was conducted to evaluate preoperative functional status, focusing on the Katz-Index of Independence in Activities of Daily Living (ADL) and the Instrumental Activities of Daily Living (IADL) scale. Postoperative delirium monitoring was performed twice daily over a seven-day period using validated screening tools, including the Nursing Delirium Screening Scale (Nu-DESC), the Confusion Assessment Method (CAM), and the 4A-Test (4AT). Significant correlations were observed between the occurrence of postoperative delirium and preoperative limitations in daily living competence. These findings are reflected in the correlation between preoperative Katz scores and the incidence of delirium, as well as in the significant differences in preoperative Katz scores between delirious and non-delirious patients. Based on the results, preoperative screening and early postoperative mobilization, supported by intensified physiotherapy, are recommended as key strategies for delirium prevention. The study emphasizes the importance of preoperative geriatric assessments using validated tools such as the Katz-Index and IADL to identify patients at risk for postoperative delirium. For elective patients, prehabilitation is advised if limitations in daily living competence are detected, to mitigate the risk of delirium. In contrast, emergency patients should undergo immediate postoperative mobilization with orthogeriatric co-management to minimize the risk of delirium.

Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body Mass Index
CAM	Confusion Assessment Method
CAM-ICU	Confusion Assessment Method for Intensive Care Units
CI	Konfidenzintervall
DAS	Leitlinie für Analgesie, Sedierung, Delirmanagement in der Intensivmedizin
DSM-5	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
HRQOL	Health related quality of life
IADL	Instrumentelle Aktivitäten nach Lawton & Brody
ICD	International Classification of Diseases
ICU	Intensive Care Unit
n	Stichprobengröße
Nu-DESC	Nursing Delirium Screening Scale
OR	Chancenverhältnis (Odds Ratio)
p	Statistischer p-Wert
POCD	Postoperative kognitive Dysfunktion
RR	Relatives Risiko (Risk Ratio)
SD	Standardabweichung
UKD	Universitätsklinikum Düsseldorf
WHO	World Health Organisation (Weltgesundheitsorganisation)
4 AT	Assessment test for delirium & cognitive impairment

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Abstract	II
Abkürzungsverzeichnis	III
Inhaltsverzeichnis	IV
1. Einleitung	1
1.1 Einführung.....	1
1.2 Das postoperative Delir.....	2
1.2.1 Definition	2
1.2.2 Ätiologie und Risikofaktoren.....	3
1.2.3 Diagnostik	5
1.2.4 Verlauf und Komplikationen	7
1.2.5 Prävention und Therapie	8
1.2.6 Sozioökonomische Aspekte	9
1.3 Alltagseinschränkungen.....	11
1.3.1 Einordnung als Risikofaktor.....	11
1.3.2 Surrogatparameter	13
1.4 Ethikvotum.....	14
1.5 Ziele der Arbeit.....	15
1.5.1 Zielsetzung und Fragestellung.....	15
2. Correlation Between Reduced Daily Living Competence and the Risk of Postoperative Delirium in Orthopedics and Trauma Surgery, Rahm, L.K., Möllmann, H.L., Stenmanns, C., Schiffner, E., Windolf, J., Frohnhofen, H., Latz, D., Journal of Clinical Medicine, 13: 6722, (2024)	17
3. Diskussion	18
3.1 Ergebnisdiskussion.....	18
3.1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	18
3.1.2 Einordnung der Ergebnisse.....	23
3.2 Methodendiskussion.....	24
3.2.1 Screening-Tools	24
3.2.2 Statistische Auswertung und Datenverarbeitung	24

3.3 Schlussfolgerung.....	25
3.4 Ausblick.....	26
4. Literaturverzeichnis.....	28

1. Einleitung

1.1 Einführung

In der aktuellen Zeit gewinnt das Thema postoperatives Delir zunehmend an Relevanz, insbesondere vor dem Hintergrund des demografischen Wandels. Die Gesellschaft altert und mit ihr steigt die Zahl älterer Menschen, die sich chirurgischen Eingriffen unterziehen (6). Prognosen zeigen, dass in den kommenden Jahrzehnten der Anteil geriatrischer Patientinnen und Patienten in den Krankenhäusern deutlich zunehmen wird (7). Dieser Prozess sei anhand der wachsenden Zahl alterstraumatologischer Zentren in ganz Deutschland veranschaulicht. Angesichts dieser steigenden Zahl ist die Erforschung von Präventionsstrategien, einschließlich der Prähabilitation, von großer klinischer Bedeutung (8). Insgesamt stellt dies das Gesundheitssystem vor enorme Herausforderungen, da geriatrische Patientinnen und Patienten besonders anfällig für perioperative Komplikationen wie ein postoperatives Delir sind (9). Hinzu kommt, dass viele dieser Patientinnen und Patienten mit chronischen Erkrankungen und funktionellen Einschränkungen vorbelastet sind, wodurch das Risiko für ein postoperatives Delir weiter steigt (9, 10). Durch frühzeitige Interventionen könnten postoperative Delire vermieden oder abgeschwächt werden, was sowohl für die individuelle Patientenversorgung als auch für die Belastung des Gesundheitssystems von erheblichem Nutzen wäre (10).

Die Bedeutung der Alltagskompetenz als prädisponierender, aber anpassbarer Risikofaktor für postoperative Delire ist bisher in der Literatur unzureichend beschrieben (11). Die Fähigkeit zur selbstständigen Bewältigung alltäglicher Aufgaben, die als Surrogatparameter für den allgemeinen Gesundheitszustand betrachtet werden sollte, könnte in der präoperativen Risikobewertung eine zentrale Rolle spielen (12). Hierbei können präoperativ validierte Screening-Tools wie der Katz-Index oder die Instrumental Activities of Daily Living (IADL) eine wichtige Rolle spielen, um die funktionellen Fähigkeiten der Patientinnen und Patienten präoperativ einzuschätzen (13, 14). Parallel dazu rückt die Prähabilitation, also die gezielte Verbesserung des physischen und kognitiven

Zustands vor einer Operation, immer weiter in den Vordergrund, um das postoperative Delirrisiko zu senken (15-17).

Somit ist das postoperative Delir nicht nur ein klinisches, sondern auch ein gesundheitspolitisches Thema (9). Strategien zur Prävention, frühzeitigen Erkennung und wirksamen Behandlung sind essenziell, um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden (13). Die Interdisziplinarität, die durch die Zusammenarbeit von Chirurgen, Anästhesisten, Geriatern und Pflegekräften gefordert wird, ist ein weiteres zentrales Element, um diesem zunehmenden Problem erfolgreich zu begegnen (18).

1.2 Das postoperative Delir

1.2.1 Definition

Als *Delir* (*Delirium*, *delirantes Syndrom*) bezeichnet man laut den Kriterien des Diagnostischen und Statistischen Handbuchs psychischer Störungen (DSM-5) einen akuten, fluktuierenden, in der Regel reversiblen Zustand einer zerebralen Dysfunktion, der sich mit einer Störung der Aufmerksamkeit und Orientierung, gepaart mit einer Störung der kognitiven Funktion manifestiert (19, 20). Dabei können kognitiv beispielsweise Sprache oder Gedächtnis betroffen sein (20). Die Bewusstseinsstörung ist unter anderem durch zeitliche und räumliche Desorientiertheit, Verwirrtheit und Halluzinationen gekennzeichnet (20). Der Begriff *delirium* (lat. de lira ire = „aus dem Ruder laufen“) soll dabei den ungewohnten und unkontrollierbaren Bewusstseinszustand deliranter Patientinnen und Patienten versinnbildlichen (21). Ein postoperatives Delir tritt typischerweise innerhalb der ersten Tage nach einem operativen Eingriff auf und kann von Stunden bis zu mehreren Wochen andauern (22). Das postoperative Delir ist nach den ICD-10 Kriterien der Weltgesundheitsorganisation (engl. WHO) und dem DSM-5 definiert und tritt vor allem bei Patientinnen und Patienten über 70 Jahren nach chirurgischen Eingriffen unter Vollnarkose auf

(23). Die Pathophysiologie des postoperativen Delirs ist multifaktoriell und noch nicht vollständig verstanden (24).

1.2.2 Ätiologie und Risikofaktoren

Das postoperative Delir ist eine häufige und schwerwiegende Komplikation im perioperativen Management geriatrischer Patientinnen und Patienten (25). Zu den bisher validierten Risikofaktoren für die Entwicklung eines postoperativen Delirs gehören unter anderem ein fortgeschrittenes Lebensalter, eine vorbestehende Demenz, verschiedene Vorerkrankungen, Polypharmazie, intraoperative Stressfaktoren sowie postoperative Schmerzen (25, 26). Weitere potenziell relevante Einflussfaktoren, die in der Literatur wiederholt diskutiert werden, umfassen die Dauer und Tiefe der Narkose, das Ausmaß des operativen Eingriffs, die präoperative Nüchternperiode, der präoperative Blutdruck sowie die Gebrechlichkeit, die kognitiven Beeinträchtigungen und die Hör- und Schlafstörungen in der Anamnese (26). Insbesondere geriatrische Patientinnen und Patienten weisen aufgrund der häufigen Präsenz mehrerer prädisponierender Faktoren ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines postoperativen Delirs auf (21).

Die Forschung der letzten Jahre hat zu einem zunehmenden Konsens für Diagnose- und Messinstrumente, einer stärkeren Sensibilisierung für das postoperative Delir, ein weit verbreitetes Delir-Screening und die Einführung klinischer Leitlinien und Pfade zur Optimierung der Versorgung geführt (27). Dennoch sind mögliche Risikofaktoren und -konstellationen bisher noch unzureichend beschrieben und erforscht, sodass kein einheitliches pharmakologisches oder nicht-pharmakologisches Therapiekonzept existiert (28). Auch präventiv werden ältere Patientinnen und Patienten durch fehlende wissenschaftliche Grundlage nur selten über die Erkrankung aufgeklärt oder aufgrund von Risikoprofilen behandelt (29). Allerdings gibt es einige Ansätze, die im Folgenden beschrieben werden sollen. Die Risikofaktoren lassen sich dabei in zwei Kategorien einteilen: prädisponierende und präzipitierende Faktoren (29, 30). Prädisponierende Faktoren sind solche, die die Anfälligkeit der

Patientinnen und Patienten für ein postoperatives Delir erhöhen, unabhängig von der Art des chirurgischen Eingriffs. Dazu gehören fortgeschrittenes Alter, kognitive Einschränkungen, Gebrechlichkeit, Depressionen, Polypharmazie und sensorische Defizite (31). Präzipitierende Faktoren sind solche, die je nach Art und Verlauf des chirurgischen Eingriffs ein Delir auslösen oder verschlimmern (32). Dazu gehören Schmerzen, Infektionen, Medikamente, Flüssigkeits- und Elektrolytstörungen, Blutverlust, Hypoxie und lange Ruhigstellung (28).

Die Differenzierung zwischen einem elektiven Eingriff und einem notfallbedingten Eingriff beschreibt eine mögliche Einflussgröße (24). Unwillkürlich ist ein Notfalleingriff mit einem deutlich höheren psychischen Stress verbunden, der auf einen Unfall, akute Ungewissheit und schnellen Handlungsbedarf zurückzuführen ist. Im Rahmen elektiver Eingriffe erweist sich das Krankenhausumfeld als ein relevanter Einflussfaktor auf das gesundheitliche Erleben und Wohlbefinden, vor allem im fortgeschrittenen Lebensalter (29).

Als weiteren Forschungsansatz untersuchten verschiedene Wissenschaftler neurobiologische Prozesse, die zur Entstehung eines postoperativen Delirs beitragen können (33). Ein möglicher pathophysiologischer Mechanismus der Entstehung eines postoperativen Delirs ist laut Jin et al. die Neuroinflammation. Systemische Entzündungsmediatoren seien nach einer Operation deutlich erhöht und blieben auch während der postoperativen Phase erhöht (33). Zahlreiche Untersuchungen bestätigen, dass systemische Entzündungen eine Schlüsselrolle bei der Entstehung eines postoperativen Delirs spielen (34, 35).

Ferner scheint die präoperative Nüchternperiode einen Einfluss auf die Pathogenese eines postoperativen Delirs zu nehmen (33). Eine vollständige Magenleerung ist laut Fachliteratur bereits nach zweistündigem Flüssigkeitsfasten erreicht (36). Patientinnen und Patienten werden allerdings aus verschiedenen Gründen oft wesentlich länger nüchtern gehalten (33). Die Folgen dessen spiegeln sich in Dehydrierung, die eine unnötige intravenöse Flüssigkeitszufuhr nach sich zieht, genauso wie in anderen perioperativen Komplikationen wie Übelkeit und Erbrechen, wider (33). Flüssigkeitsnüchternheit

von mehr als sechs Stunden sei laut Jin et al. ein unabhängiger Risikofaktor für die Entwicklung eines postoperativen Delirs (33).

Andere Untersuchungen untersuchten präoperatives Fasten, Hypothermie und Blutdruckmanagement als Risikofaktoren und zeigten dabei eindeutige Korrelationen (33). Die Literatur beschreibt in einer Beobachtungsstudie, dass bei Patientinnen und Patienten, die sich einer Herzoperation unterzogen, diejenigen mit postoperativem Delir eine niedrigere intraoperative Mindesttemperatur aufgrund von intraoperativem Wärmeverlust aufwiesen (33, 37). Deshalb sollte laut Rudiger et al. und Jin, Hu, et al. bei besonders gefährdeten Patientinnen und Patienten auf eine intraoperative Vermeidung von Hypothermie geachtet werden (33, 37).

Nicht zuletzt muss jedoch berücksichtigt werden, dass längst nicht alle der möglichen Risikofaktoren und -konstellationen beeinflussbare oder gar verbesserbare Einflussgrößen sind (34). Bei Notfallpatientinnen und -patienten kann oftmals keine allumfassende präoperative Delirprävention beziehungsweise Analyse von möglichen Delirrisikofaktoren gewährleistet werden (38).

1.2.3 Diagnostik

Einleitend ist die Problematik aufzuführen, dass lediglich 12 - 35 % aller Patientinnen und Patienten, die an einem postoperativen Delir erkranken, damit diagnostiziert werden (39). Der differentialdiagnostisch relevante reversible Zustand eines postoperativen Delirs kann sich in drei Formen äußern (40). Es wird unterschieden zwischen einem hyperaktiven, einem hypoaktiven und einem gemischten postoperativen Delir (40). Während Patientinnen und Patienten bei einem hyperaktiven Delir besonders agitiert und aufgeweckt in Erscheinung treten, kennzeichnet ein hypoaktives Delir Schläfrigkeit und Unaufmerksamkeit (39). Die Mischform kann also verschiedene Merkmale eines postoperativen Delirs zeigen (41). Sie ist jedoch durch den fluktuierenden Verlauf sowohl schwer erkennbar als auch nur uneindeutig von den zwei anderen Formen

abzugrenzen (40). Allgemein wird ein postoperatives Delir von Angehörigen oder Pflegepersonal meist schnell durch eine akute Wesensveränderung wahrgenommen (40). Insbesondere ein fluktuierender Verlauf entschleiern diese Form der Bewusstseinsstörung für die Beobachter (41). Während sich diese Studie der Inzidenz und den Risikofaktoren des postoperativen Delirs bei geriatrischen Akutpatientinnen und -patienten widmet, sei trotzdem erwähnt, dass ein postoperatives Delir in jeder Altersgruppe auftreten kann und beispielsweise auch nicht selten bei Kleinkindern auf Intensivstationen nach operativen Eingriffen diagnostiziert wird (39). Ein postoperatives Delir trifft laut Untersuchungen von Wilson et al. mindestens einen von sieben hospitalisierten Patientinnen und Patienten und sogar fast die Hälfte aller Intensivpatientinnen und -patienten (34).

Grundsätzlich birgt insbesondere die Form des hypoaktiven Delirs die Gefahr, nicht diagnostiziert zu werden (40). Dabei werden laut Iglseder et al. die Abgeschlagenheit und Erschöpfung bei geriatrischen Patientinnen und Patienten oftmals dem Alter und den mit einem Krankenhausaufenthalt verbundenen Umständen zugeschrieben (21). Angehörige und insbesondere das Pflegepersonal müssten demnach für die beschriebene Problematik besser geschult und sensibilisiert werden, um diese Fehlinterpretation zu vermeiden (21).

Darüber hinaus ist das postoperative Delir ein Bewusstseinszustand, der oftmals mit einer Demenz oder auch einer Depression verwechselt wird (42). Dies begünstigt das Ausbleiben einer adäquaten Diagnosestellung, was sich insbesondere in der irrtümlichen Zuschreibung einer Demenz äußern kann. Eine Demenz hingegen beginnt schleichend und ist durch einen Zustand genereller Defizite bezüglich Auffassung und Wahrnehmung, ohne Bewusstseinsstörung, gekennzeichnet (27). Darüber hinaus ist in der Literatur beschrieben, dass sich dieser defizitäre Zustand einer Demenz manifestiere und chronisch und progressiv voranschreite (42). Diagnostiziert wird ein postoperatives Delir allerdings anhand von Unaufmerksamkeit, fehlendem Bewusstsein oder Verwirrtheit und insbesondere einem fluktuierenden Verlauf (24). Es entwickelt

sich dabei über eine kurze Zeit und ist für gewöhnlich reversibel (21). Laut Fong, Inouye et al. ist ein solches postoperatives Delir meist eine direkte Folge aus einem bestimmten pathologischen Zustand, wie zum Beispiel Intoxikation, Medikation oder einer Kombination dieser Faktoren (27). Außerdem würden Angehörige von Patientinnen und Patienten, die an einem postoperativen Delir erkranken, den Zustand als phasenweisen Rückgang des Bewusstseins, sowie plötzliche geistige Retardierung, beschreiben. Laut Fong, Inouye et al. haben Menschen mit Demenz ein höheres Risiko, ein postoperatives Delir zu entwickeln, als die Allgemeinbevölkerung (42). Das Auftreten eines postoperativen Delirs sei zudem ein unabhängiger Risikofaktor für die spätere Entwicklung einer Demenz (27). Zudem könnten laut Fong, Inouye et al. Maßnahmen, die ein postoperatives Delir verhindern oder minimieren, auch langfristige kognitive Beeinträchtigungen verringern oder gar verhindern (42).

1.2.4 Verlauf und Komplikationen

Die Auswirkungen eines postoperativen Delirs äußern sich multifaktoriell in ihrem Einfluss auf Mortalität, Morbidität, Gesundheitskosten und Lebensqualität (engl. Health related quality of life, kurz: HRQOL) (39, 43).

Tritt ein postoperatives Delir auf, verlängere sich laut Jin et al. der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt um durchschnittlich 48 - 72 Stunden (33). Zu Lasten anderer Patientinnen und Patienten wird das Pflegepersonal dadurch mit einer erhöhten Arbeitsbelastung und einer intensiveren Pflege konfrontiert (14). Außerdem sei ein postoperatives Delir mit einer 30-Tages-Mortalität von 7 - 10 % assoziiert (33). Die Prävalenz sei dabei insbesondere bei älteren, neurokognitiven gestörten oder notfallbedingt behandelten Patientinnen und Patienten erhöht. Ferner sei das postoperative Delir häufig durch einen physischen und/oder psychischen Funktionsverlust gekennzeichnet, woraus ein zwei- bis dreifach höheres Risiko entstehe, bei der Entlassung eine Pflegeeinrichtung zu benötigen (33). Während steigende Gesundheitskosten auf einen Mehraufwand der Pflege und extendierte Krankenhausaufenthalte zurückzuführen sind, äußert sich der Einfluss auf die HRQOL in den notwendigen

Rehabilitationsmaßnahmen, die patientenbezogen auch das Mitwirken von Angehörigen oder auch Pflegeinstitutionen implizieren (39). Dabei sei beispielsweise eine postoperative kognitive Dysfunktion (engl. postoperative cognitive dysfunction, kurz: POCD) genannt, die nicht selten kognitive Langzeitdefizite nach sich zieht (29).

Betrachtet man nun mögliche postoperative Komplikationen sei erwähnt, dass ein postoperatives Delir Studien von Wilson et al. zufolge beispielsweise das Voranschreiten einer bestehenden Demenzerkrankung beschleunigen kann (34). Außerdem konnten Wilson et al. ein postoperatives Delir mit einem erhöhten Risiko für Depressionen, Angstzustände und einer posttraumatischen Belastungsstörung in Zusammenhang bringen (34). Zur Differenzierung zwischen den verschiedenen Erscheinungsformen des postoperativen Delirs ist lediglich validiert, dass ein hypoaktives Delir häufiger mit steigender Mortalität und einem längeren Krankenhausaufenthalt assoziiert ist als ein hyperaktives Delir (34).

1.2.5 Prävention und Therapie

Die Tatsache, dass fast ein Drittel aller deliranten Patientinnen und Patienten an einem mit multimodalen, nicht-pharmakologischen Maßnahmen vermeidbaren postoperativen Delir erkranken, birgt großes Optimierungspotenzial hinsichtlich der Prävention (44). Wichtig ist es dabei, sich präoperativ individualisiert um die Patientinnen und Patienten zu kümmern, denn ein aufgetretenes postoperatives Delir kann in seinem Verlauf oder seinen Langzeitfolgen laut aktuellem Stand der Wissenschaft kaum therapiert werden (44). Trotz der weltweiten Auswirkungen von postoperativen Deliren sind die Behandlungsmöglichkeiten für diese häufige Erkrankung sehr begrenzt und unzureichend erforscht (27).

Vielmehr sollte man sich daher laut Heppner et al. auf Strategien zur kognitiven Rehabilitation und Delirprävention durch prophylaktische Interventionen konzentrieren (16). Deshalb gilt es mit regelmäßigem, systematischem Screening anhand von validierten Instrumenten ein postoperativ auftretendes

Delir frühzeitig zu erkennen, um rechtzeitig entgegenwirken zu können (45). Dies empfiehlt auch die S3-Leitlinie Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin (DAS-Leitlinie, Stand 2021). Beim Auftreten eines postoperativen Delirs steht somit eine symptomorientierte Intervention im Vordergrund (46). Die Früherkennung hat Einfluss auf die Länge des Zustands und somit auf die Mortalität und Lebensqualität (45). Zu den nicht-pharmakologischen Interventionen zählen Reorientierung, kognitive Übungen, Optimierung des Seh- und Hörvermögens, Schlafoptimierung, Mobilisierung, Flüssigkeitszufuhr und Ernährung (46). Hinsichtlich optimaler Reorientierung sollte man laut Jin et al. für eine Minimierung des Personalwechsels und des Patiententransfers, eine konsequente Einführung neuer Mitarbeiter, den Zugang zu natürlichem Licht und Zeitmessgeräten, die Erinnerung an frühere Ereignisse und die Zukunftsplanung sorgen (33).

Bislang erweisen sich pharmakologische Interventionen, beispielsweise durch Antipsychotika, hinsichtlich der Therapie als ineffizient (18).

1.2.6 Sozioökonomische Aspekte

Das postoperative Delir ist nicht nur mit erhöhter Morbidität und Mortalität, sondern auch mit einer verlängerten Krankenhausverweildauer, einer erhöhten Rate von Pflegeheimaufnahmen sowie einer Verschlechterung der funktionellen und kognitiven Langzeitergebnisse für Patientinnen und Patienten verbunden (13). Dadurch entstehen diverse Herausforderungen für Ärztinnen und Ärzte, Patientinnen und Patienten, Pflegepersonal, Angehörige und insbesondere unser Gesundheitssystem (45). Auch langfristig negative Folgen hinsichtlich Kognition, Selbstversorgungsfähigkeit und medizinischer Prognose sind festzustellen (33). Eine frühzeitige Erkennung von Risikofaktoren und die Anwendung präventiver Maßnahmen sind entscheidend, um das Auftreten eines postoperativen Delirs zu verhindern oder dessen Schweregrad zu mindern (47).

Nydahl et al. konnten 2022 feststellen, dass es keine hausinternen, allgemeinen Empfehlungen für die Behandlung eines postoperativen Delirs gibt und die

Ursachen im klinischen Alltag nur unzureichend erkannt und behandelt werden (48). Zudem erfolge die Behandlung eines postoperativen Delirs in der Regel nach dem Ermessen und der Erfahrung der verantwortlichen Ärztinnen und Ärzte und meist primär pharmakologisch (48). Darüber hinaus zeigten Nydahl, Baumgarte et al., dass häufig unspezifische Standardmedikamente verordnet werden und die Behandlungskonzepte mit den verantwortlichen Ärztinnen und Ärzten, sowie zwischen Tag- und Nachtdiensthabenden wechseln (48). Des Weiteren könnte Pflegepersonal aufgrund von Personalmangel delirante Patientinnen und Patienten nur unzureichend betreuen und würden daher pharmakologische und nicht-pharmakologische Fixierungen bevorzugen (48). Nicht zuletzt würde etwa ein Drittel der deliranten Patientinnen und Patienten auf Folgestationen verlegt werden, wobei kaum Empfehlungen für die Fortführung, Anpassung oder den Abbruch der pharmakologischen Delirtherapie gegeben werden würden (48).

Auch die erhebliche Steigerung der Gesundheitskosten sollen hier anhand der Untersuchungen von van Lieshout et al. aufgeführt werden (39). Van Lieshout, Schuit et al. zeigten, dass Delirzustände adjustierte Kostensteigerungen pro Patientin oder Patient zwischen 1532 und 22.269 US-Dollar verursachen (39). Eingeschlossen wurden von den Wissenschaftlern dazu 14 Studien zu Gesundheitskosten und elf Studien zu HRQOL (39). Patientinnen und Patienten hätten laut van Lieshout, Schuit et al. um zweieinhalb bis zehn Tage verlängerte Krankenhausaufenthaltsdauern und dadurch den größten Anteil an den direkt zurechenbaren Gesamtkosten (39). Jin et al. beschreiben zusätzlich bei einem Intensivstationsaufenthalt eine Verlängerung um zwei Tage (33). Die Delirinzidenz sei wie oben beschrieben insbesondere bei älteren, neurokognitiven gestörten oder notfallassoziiert behandelten Patientinnen und Patienten erhöht, die ohnehin schon einen erhöhten Aufwand an die Pflege stellen (33). 2022 untersuchten Fong, Inouye et al. die Bedeutung der Delirprävention (27). Dabei stellten sie fest, dass in den Vereinigten Staaten jedes Jahr mehr als 2,6 Millionen Erwachsene im Alter von 65 Jahren oder älter an einem postoperativen Delir erkrankten (27). Die mit dem Delir verbundenen

Gesundheitskosten würden in den Vereinigten Staaten auf über 164 Milliarden US-Dollar pro Jahr und in 18 europäischen Ländern zusammen auf über 182 Milliarden US-Dollar pro Jahr geschätzt (27). Eine große Bedeutung sei daher auch laut DAS-Leitlinie der Delirprävention zuzuschreiben (45).

Zusammenfassend lassen sich die wirtschaftlichen Folgen eines postoperativen Delirs und insbesondere mit schwerem Verlauf als erheblich einstufen und gleichzeitig mit den globalen Kosten für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes in Konkurrenz setzen (49). Dementsprechend wird laut Gou, Hshieh et al. auch aus wirtschaftlicher Sicht die Notwendigkeit politischer Maßnahmen, um das postoperative Delir als ein umfassendes Problem der öffentlichen Gesundheit anzugehen, unterstrichen (49).

Trotz wachsender Erkenntnisse zu bekannten Risikofaktoren bleiben zahlreiche potenzielle Einflussgrößen bislang unzureichend erforscht. Dabei zeigt sich, dass viele dieser bekannten Risikofaktoren entweder nicht beeinflussbar oder im klinischen Alltag nur schwer erfassbar sind. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass neue prädiktive und im Idealfall modifizierbare Risikofaktoren identifiziert werden müssen, um gezielte Präventionsstrategien zu erarbeiten. Ein besonders vielversprechender Ansatz besteht in der Betrachtung der Alltagskompetenz. Dieser Aspekt wurde bislang nur unzureichend als möglicher Risikofaktor für ein postoperatives Delir berücksichtigt. Im Folgenden soll daher die Rolle der Alltagskompetenz im Zusammenhang mit dem postoperativen Delir näher analysiert und ihr präventives Potenzial diskutiert werden.

1.3 Alltagseinschränkungen

1.3.1 Einordnung als Risikofaktor

Alltagseinschränkungen gelten zunehmend als bedeutsamer Risikofaktor für die Entwicklung eines postoperativen Delirs, insbesondere bei älteren Patientinnen und Patienten (11, 50). Dieser Zusammenhang lässt sich durch die Kombination

von funktionellen Defiziten und einer verminderten physiologischen Reserve erklären, die bei Patientinnen und Patienten mit Einschränkungen in der Alltagsbewältigung häufig vorliegen (50). Alltagseinschränkungen umfassen dabei die Beeinträchtigung grundlegender Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) wie die Fähigkeit zur Körperpflege, Mobilität oder Nahrungsaufnahme sowie komplexere Tätigkeiten (IADL) wie Haushaltsführung, Einkaufen oder die Verwaltung von Finanzen (51).

Studien zeigen, dass Patientinnen und Patienten mit Alltagsbeeinträchtigungen eine höhere Vulnerabilität gegenüber perioperativem Stress aufweisen, da diese Defizite häufig mit einem schlechteren Gesundheitszustand, kognitiven Beeinträchtigungen und Gebrechlichkeit assoziiert sind (51). Diese Faktoren können wiederum zu einem erhöhten Risiko für die Entwicklung eines postoperativen Delirs führen (52). Insbesondere Gebrechlichkeit, eine bei vielen geriatrischen Patientinnen und Patienten mit Alltagsbeeinträchtigungen vorliegende Multisystemerkrankung, hat sich in der Literatur als wesentlicher Prädiktor für postoperative Delire herausgestellt (53). Menschen, die vor der Operation bereits Schwierigkeiten bei der Bewältigung alltäglicher Aufgaben haben, sind somit besonders anfällig für die kognitiven und sensorischen Veränderungen, die ein postoperatives Delir begünstigen (13). Zudem erhöhen Alltagseinschränkungen die Wahrscheinlichkeit einer längeren Krankenhausaufenthaltsdauer, wodurch das Risiko eines postoperativen Delirs durch postoperativen Stress, Immobilität und soziale Isolation weiter verstärkt werden kann (52). Auch die Polypharmazie und die vermehrte Exposition gegenüber Beruhigungsmitteln und Anästhetika bei Patientinnen und Patienten mit funktionellen Defiziten tragen zu diesem erhöhten Risiko bei (54).

Die Berücksichtigung von Alltagseinschränkungen als Risikofaktor in der präoperativen Risikobewertung ist daher essenziell, um gefährdete Patientinnen und Patienten frühzeitig zu identifizieren (12). Durch den Einsatz geprüfter Tests zur Alltagskompetenz und eine Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche rund um die Operation könnten vorbeugende Maßnahmen implementiert werden. Dazu gehören eine bessere Schmerzbehandlung, frühe Bewegung nach der

Operation und das Vermeiden von Medikamenten, die ein postoperatives Delir auslösen können (16). Dies könnte das Risiko für das Auftreten eines postoperativen Delirs bei Patientinnen und Patienten mit Alltagsbeeinträchtigungen signifikant senken und zu einer verbesserten postoperativen Prognose führen (55).

1.3.2 Surrogatparameter

Ein Surrogatparameter ist eine Messgröße, die in klinischen Studien oder der medizinischen Forschung herangezogen wird, um den Effekt einer Behandlung oder eines Eingriffs zu bewerten, wenn die direkte Erfassung des primären, klinisch relevanten Endpunkts als zu aufwendig, kostenintensiv oder zeitlich nicht praktikabel erscheint (56). Surrogatparameter sollen dabei indirekte Rückschlüsse auf klinisch relevante Endpunkte wie Überleben, Heilung oder Lebensqualität ermöglichen (57). Typische Beispiele für Surrogatparameter umfassen Laborwerte, bildgebende Verfahren oder physiologische Messungen (56). Diese Parameter stehen häufig in einem statistischen oder kausalen Zusammenhang mit den angestrebten klinischen Endpunkten (56). Ein klassisches Beispiel ist der Blutdruck als Surrogatparameter zur Beurteilung des Risikos für kardiovaskuläre Erkrankungen (57). Anstatt über einen längeren Zeitraum zu beobachten, ob eine Behandlung Herzinfarkte oder Schlaganfälle verhindert, wird der Blutdruck verwendet, da ein niedrigerer Blutdruck in der Regel mit einem reduzierten Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse einhergeht (57).

Im Rahmen der präoperativen Evaluation des individuellen Delirrisikos sind Surrogatparameter erforderlich, die im klinischen Alltag zur Einschätzung der Gebrechlichkeit genutzt werden können (55). Der Katz-Index of Independence in Activities of Daily Living und die Instrumental Activities of Daily Living Skala nach Lawton und Brody (IADL) stellen hierbei validierte Screening-Tools dar, die eine umfassende Einschätzung der Alltagskompetenz ermöglichen (58, 59). Die Kombination von Katz-Index und IADL als Surrogatparameter für die Alltagskompetenz stellt eine praktikable Alternative zu umfassenden

geriatrischen Assessments dar, welche häufig mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden sind (60). Untersucht wird daher der statistische und kausale Zusammenhang zwischen Katz-Index und IADL als Surrogatparameter zur Einschätzung der präoperativen Gebrechlichkeit, des Gesundheitszustands und der kognitiven Verfassung.

1.4 Ethikvotum

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf genehmigt (Vorsitz: Prof. Dr. Thomas Hohlfeld, 08.03.2022, Studien-Nr. 2022-1810; 06.09.2022, Studien-Nr. 2022-1810_2). Die Ethikkommission entspricht in Zusammensetzung und Arbeitsweise den Vorgaben der ICH-GCP-Leitlinie. Das Forschungsvorhaben wurde vor Rekrutierungsbeginn gemäß § 35 DvH2013 im Deutschen Register Klinischer Studien registriert (DRKS-ID: DRKS00028614).

Die Datenerhebung erfolgte anonymisiert gemäß § 23 Abs. 3 BDSG. Die Studie beachtete zu jeder Zeit die Richtlinien der Deklaration von Helsinki (2004), die ärztliche Schweigepflicht sowie die Datenschutzstandards der Europäischen Union. Sämtliche Daten waren während des gesamten Studienverlaufs vor unbefugtem Zugriff geschützt.

Alle teilnehmenden Patientinnen und Patienten gaben nach umfassender Aufklärung ihre schriftliche Einwilligung zur Studienteilnahme gemäß Art. 6 Abs. 1 S. 1 lit. a DSGVO. Die Aufklärung und Einwilligung wurden schriftlich dokumentiert und von Patientinnen und Patienten, den Untersuchenden sowie einer beteiligten Ärztin oder einem beteiligten Arzt unterzeichnet. Die erhobenen Daten werden in pseudonymisierter Form für zehn Jahre nach Studienabschluss (bis Ende 2033) aufbewahrt.

1.5 Ziele der Arbeit

1.5.1 Zielsetzung und Fragestellung

Die Unabhängigkeit von Patientinnen und Patienten in den Aktivitäten des täglichen Lebens scheint ein wesentlicher prädisponierender Risikofaktor für die Entwicklung eines postoperativen Delirs zu sein. Dies ist nicht nur auf die Verknüpfung von Mobilität, kognitiver Leistungsfähigkeit und psychischem Wohlbefinden zurückzuführen, sondern auch auf den Zusammenhang mit bestehenden Vorerkrankungen, Komorbiditäten sowie dem präoperativen allgemeinen Gesundheits- und Ernährungszustand. Durch die Kombination des Katz-Index und der IADL als Surrogatparameter für die Alltagskompetenz könnte die Gebrechlichkeit der Patientinnen und Patienten bewertet werden. In der vorliegenden Studie soll dieser Ansatz genutzt werden, um den beschriebenen Zusammenhang zu untersuchen. Nach abschließender Auswertung und Zusammenfassung der erhobenen Daten soll die Inzidenz des postoperativen Delirs ermittelt und eine detaillierte Analyse der verschiedenen Risikofaktoren und -konstellationen bei Patientinnen und Patienten ab 70 Jahren durchgeführt werden. Das primäre Ziel dieser Untersuchung ist die Exploration und Identifikation prädisponierender Risikoprofile, insbesondere im Zusammenhang mit der Alltagskompetenz, um die Prävention des postoperativen Delirs zu optimieren. Dabei soll der Fokus auf prädisponierende Risikofaktoren gelegt werden, während präzipitierende Risikofaktoren, die das gegenwärtige postoperative Delirmanagement maßgeblich dominieren, in den Hintergrund treten. Abschließend sollen die aktuellen Empfehlungen zur Prävention und Behandlung des postoperativen Delirs am Universitätsklinikum Düsseldorf kritisch diskutiert werden, unter besonderer Berücksichtigung der Rolle der reduzierten Alltagsselbstständigkeit. Eine verbesserte Kenntnis und ein tieferes Verständnis der Alltagskompetenz als Risikofaktor sollen in Zukunft ein optimiertes perioperatives Management zur Verhinderung eines postoperativen Delirs ermöglichen.

Zusammenfassend sollen folgende Hypothesen untersucht werden:

1. Patientinnen und Patienten mit **eingeschränkter Alltagskompetenz** weisen eine höhere Inzidenz postoperativer Delire auf.
2. Das Erheben geriatrischer Assessments mittels Katz-Index und IADL erhöht die **prädiktive Genauigkeit** für das Auftreten postoperativer Delire.
3. Der Katz-Index und die IADL stellen **valide Surrogatparameter** zur Erfassung der Alltagskompetenz geriatrischer Patientinnen und Patienten dar.
4. Eine **frühzeitige postoperative Mobilisierung** reduziert signifikant das Risiko für das Auftreten eines postoperativen Delirs.

2. Correlation Between Reduced Daily Living Competence and the Risk of Postoperative Delirium in Orthopedics and Trauma Surgery, Rahm, L.K., Möllmann, H.L., Stenmanns, C., Schiffner, E., Windolf, J., Frohnhofen, H., Latz, D., Journal of Clinical Medicine, 13: 6722, (2024)

Article

Correlation Between Reduced Daily Living Competence and the Risk of Postoperative Delirium in Orthopedics and Trauma Surgery

Louisa Katharina Rahm ¹, Henriette Louise Moellmann ^{2,*}, Carla Stenmanns ³, Erik Schiffner ³,
Joachim Windolf ³, Helmut Frohnhofen ^{3,4} and David Latz ³

¹ Medical Faculty, Heinrich-Heine-University Düsseldorf, Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf, Germany; louisakatharina.rahm@med.uni-duesseldorf.de

² Cranio-and-Maxillo Facial Surgery, University Hospital Düsseldorf, Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf, Germany

³ Orthopedics and Trauma Surgery, University Hospital Düsseldorf, Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf, Germany; erik.schiffner@med.uni-duesseldorf.de (E.S.); joachim.windolf@med.uni-duesseldorf.de (J.W.); david.latz@med.uni-duesseldorf.de (D.L.)

⁴ Department of Medicine, Faculty of Health, University Witten-Herdecke, 58448 Witten, Germany

* Correspondence: henriettelouise.moellmann@med.uni-duesseldorf.de

Abstract: Background/Objectives: Postoperative delirium is a prevalent and serious complication among elderly patients following surgical procedures. Prior research indicates that reduced competence in daily living, as evidenced by limitations in performing Activities of Daily Living (ADL), is directly associated with reduced patient mobility. This study aimed to investigate the potential role of preoperative mobility as a risk factor for the development of postoperative delirium. **Methods:** To assess preoperative mobility, a comprehensive geriatric evaluation of daily living competence was conducted. This included the Katz Index of Independence in ADL, which assessed basic daily activities over the preceding 14 days, and the Instrumental Activities of Daily Living Scale (IADL). Postoperatively, delirium monitoring was performed twice daily for seven days using validated delirium screening tools, including the Nursing Delirium Screening Scale, the Confusion Assessment Method, and the 4ATest. **Results:** A significant correlation was observed between the incidence of delirium and the IADL scores in all patients, with $p < 0.001$ for men and $p = 0.001$ for women. Among emergency patients, the Katz Index scores significantly differed between those who developed delirium and those who did not ($p = 0.015$). Additionally, a significant correlation was found between the Katz Index and the incidence of delirium in both groups ($p < 0.001$). **Conclusions:** The findings of this study emphasize the necessity of preoperative geriatric assessment using tools such as the Katz Index or IADL to identify patients at risk of delirium. The results confirm the importance of enhanced postoperative monitoring for potential delirium. For elective patients, prehabilitation should be considered when reduced daily living competence is identified. For emergency patients, immediate postoperative interventions, including intensive mobilization and orthogeriatric co-management, are recommended.

Keywords: postoperative delirium (POD); non-withdrawal delirium; activities of daily living (ADL); geriatric assessment; trauma surgery; orthopedic surgery



Citation: Rahm, L.K.; Moellmann, H.L.; Stenmanns, C.; Schiffner, E.; Windolf, J.; Frohnhofen, H.; Latz, D. Correlation Between Reduced Daily Living Competence and the Risk of Postoperative Delirium in Orthopedics and Trauma Surgery. *J. Clin. Med.* **2024**, *13*, 6722. <https://doi.org/10.3390/jcm13226722>

Academic Editor: Dirk Stengel

Received: 26 September 2024

Revised: 24 October 2024

Accepted: 6 November 2024

Published: 8 November 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Postoperative delirium is an acute state of confusion characterized by disturbances in consciousness, attention, perception, and cognition, as defined by the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5) [1]. This condition is particularly prevalent in patients over 70 years of age following surgical procedures under general anesthesia [2,3]. The ongoing demographic shift, coupled with an increase in age-related trauma both in Germany and globally, presents new multidisciplinary challenges

for the healthcare system, especially concerning the perioperative management of elderly, comorbid patients [4–6]. The rising number of geriatric patients undergoing orthopedic surgeries has led to an increased incidence of postoperative delirium, highlighting its growing significance in clinical practice [7]. Consequently, identifying and mitigating the risk factors for postoperative delirium is critical for improving patient safety and clinical outcomes [8].

The risk factors for postoperative delirium are versatile and mainly not validated yet. Nonetheless, they can be divided into two categories: predisposing and precipitating factors [9,10]. Predisposing factors are those that increase patient susceptibility to postoperative delirium, regardless of the type of surgical procedure. These include advanced age, cognitive impairment, frailty, depression, polypharmacy, and sensory deficits [11]. Precipitating factors are those that trigger or exacerbate delirium, depending on the type and course of the surgical procedure [12]. These include pain, infection, medications, fluid and electrolyte disturbances, type of anesthesia, blood loss, hypoxia, and immobilization [13].

Previous studies have suggested a correlation between mobility, cognitive competence, mental well-being, pre-existing conditions, comorbidities, preoperative nutritional status, and the risk of delirium [14,15]. The interaction of these factors significantly influences a patient's competence in Activities of Daily Living (ADL), which emerges as a major predisposing but adjustable factor for postoperative delirium. Validated tools such as the Katz Index of Independence in Activities of Daily Living (Katz Index) and the Lawton-Brody Instrumental Activities of Daily Living scale (IADL) are commonly used to assess patients' independence and functional limitations [16,17].

To validate the correlation between impaired mobility and an increased risk of postoperative delirium, it is essential to assess patients' competence in performing ADL, which serves as a surrogate marker for mobility and frailty status [18].

This study investigates the relationship between mobility and postoperative delirium, with a focus on reduced daily living competence as a potential risk factor.

2. Materials and Methods

2.1. Study Population

This study utilized an interdisciplinary dataset encompassing patients from the departments of orthopedics and trauma surgery, maxillofacial surgery, vascular surgery, and general surgery, collected between August 2022 and August 2023. Inclusion criteria for the study were an age of at least 70 years and no preoperatively diagnosed dementia. Importantly, none of the patients included in the study presented with delirium at the time of admission.

To investigate the potential impact of varying daily living competence between patient groups, the cohort was divided into two groups: those undergoing emergency surgery and those undergoing elective surgery.

2.2. Screening Tools

A comprehensive geriatric assessment was conducted upon admission to evaluate the patients' competence in performing ADL. The preoperative assessment captured variables such as age, gender, and ADL using the Katz Index and IADL [19]. For elective surgery patients, this assessment was conducted upon hospital admission, while for emergency surgery patients, it was performed immediately before surgery. First, Katz Index in ADL and the IADL score according to Lawton and Brody are gathered. As illustrated in Figure 1, the Katz Index and IADL were assessed during the preoperative admission process. A Katz Index score of 6 indicates complete independence, while scores between 3 and 5 suggest moderate functional ability. Scores ranging from 0 to 2 indicate complete dependence [20]. It includes bathing, dressing, toileting, transferring, continence, and feeding [19]. Another screening tool used to assess daily living skills is the IADL scale according to Lawton and Brody. It requires assessing whether the patient can independently perform tasks such as bathing, dressing, housework, going upstairs, going out alone, going shopping, taking

care of finances, taking medications, and preparing meals [21]. The IADL scale, which is a validated screening tool for evaluating daily living skills, was adjusted based on gender: women were assessed on eight items, whereas men were assessed on five items, excluding cooking, housekeeping, and laundry.



Figure 1. Overview of the study procedure.

No further patient interactions were conducted until the day of the elective procedure.

Postoperative monitoring commenced on the first day after surgery. Postoperatively, delirium screening was performed using validated screening tools, including the Nursing Delirium Screening Scale (Nu-DESC), which was routinely administered in the recovery room by anesthesiologists. The nursing delirium screening scale (Nu-DESC) is collected through the interaction of the nursing staff with patients. For this purpose, there are five characteristics to be tested. These include disorientation, inappropriate behavior, inappropriate behavior, inappropriate communication, illusion/hallucination, and psychomotor retardation [22]. Additionally, the Confusion Assessment Method (CAM) was employed from the time of transfer to the ward. Postoperative monitoring was conducted twice daily on the ward for seven days using the Nu-DESC, CAM, and the 4AT (Assessment Test for Delirium & Cognitive Impairment). The assessment test for delirium and cognitive impairment (4AT) differentiates between four categories and examines the patient's alertness and orientation. The combination of CAM and 4AT enabled a multifactorial assessment of the patient's status, facilitating the early and precise detection of postoperative delirium. The Nu-DESC was administered through interactions between nursing staff and patients, assessing five specific characteristics [22]. The CAM was also utilized during daily ward rounds, while the 4AT assessed four categories related to patient alertness and orientation [23]. The seven-day postoperative delirium screening was concluded with a final assessment of mobility and physical condition using the Katz Index prior to discharge [3,24].

2.3. Ethics

This study was approved by the ethics committee of the Medical Faculty at Heinrich Heine University in Düsseldorf (Study No.: 2022-1810). All participants provided written informed consent. The research project was registered in a publicly accessible database (Deutsches Register Klinischer Studien, DRKS-ID: DRKS00028614) in accordance with DvH2013, § 35, prior to the recruitment of the first patient.

2.4. Statistical Analysis

The measured values and clinical data were statistically analyzed using jamovi (version 1.6.9, (Computer Software; retrieved from <https://www.jamovi.org>, accessed on 19 March 2022, Sydney, Australia). Mean differences were tested with independent *t*-tests (*t*) when significant outliers identified with boxplots were excluded, normality of the dependent variable was tested with the Shapiro–Wilk test, and homoscedasticity was tested with the Levene test. Differences in mean values for non-normally distributed dependent variables or a lack of homogeneity of variance were analyzed using the Mann–Whitney U test (*U*) or the Yuen test. A contingency table was created for categorical variables. The chi-square test was used to test correlations between categorical variables. It indicates the probability with which the observations of the study can be transferred to the population. A *p*-value of <0.05 was defined as significant, a value of <0.01 as very significant, and a value of <0.001 as highly significant. A significance level of *p* > 0.05 was defined for the hypothesis test.

3. Results

3.1. Emergency vs. Elective Surgery

Descriptive Statistics

The results presented in this study are based on data from 168 orthopedic and trauma surgery patients. Of these, data from 157 patients were available for analysis. The final dataset included 157 patients, consisting of 110 women (70.06%) and 47 men (29.94%), with a mean age of 79.0 ± 5.7 years. These patients underwent surgery between August 2022 and August 2023. To examine the potential influence of varying mobility scores, patients were categorized into two groups: those undergoing emergency surgery ($n = 111$) and those undergoing elective surgery ($n = 46$).

An overview of the patients' personal and clinical data, as well as outcome parameters, is provided in Table 1, which also presents descriptive statistics for various parameters in both emergency and elective patients, including the results of the Shapiro–Wilk test for normal distribution.

Table 1. Overview of the master data and output parameters.

Gender	Emergency ($n = 111$)	Elective ($n = 46$)
Men	33.3% ($n = 37$)	21.7% ($n = 10$)
Women	66.7% ($n = 74$)	78.2% ($n = 36$)
Age ***	83.0 ± 6.76	80.0 ± 5.46
Height	167.0 ± 8.62 cm	167 ± 9.24 cm
Weight **	68.0 ± 15.4 kg	74.5 ± 16.0 kg
Body-Mass-Index ***	23.0 ± 4.56	26.5 ± 5.40
Underweight	2.5% ($n = 3$)	0.0% ($n = 0$)
Normal weight	59.3% ($n = 64$)	36.4% ($n = 16$)
Overweight	22.2% ($n = 24$)	52.3% ($n = 23$)
Obesity	15.7% ($n = 17$)	11.4% ($n = 5$)
Mini-Nutritional-Assessment ***	$n = 100$	$n = 42$
	9.29 ± 2.41	11.2 ± 2.53
Normal nutritional status (12–14)	27.0% ($n = 27$)	59.5% ($n = 25$)
Risk for malnutrition (8–11)	47.0% ($n = 47$)	26.2% ($n = 11$)
Malnutrition (0–7)	26.0% ($n = 26$)	14.4% ($n = 6$)

Significant differences (** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$) between emergency and elective patients were observed in age ($t(155) = -4.03$, $p < 0.001$), weight ($U = 1766$, $p = 0.011$, $r = 0.26$), Body Mass Index ($U = 1543$, $p < 0.001$, $r = 0.35$), and Mini Nutritional Assessment ($U = 1156$, $p < 0.001$, $r = 0.45$).

The correlation between functional impairment and the occurrence of delirium was statistically significant, $X^2(2) = 29.5$, $p < 0.001$, with a Cramer's V of 0.442. The incidence of delirium was 7.6% ($n = 6$) in patients without impairment ($n = 79$), 21.2% ($n = 12$) in patients with moderate impairment ($n = 57$), and 66.7% ($n = 10$) in patients with severe functional impairment ($n = 15$) (see Figure 2).

A significant correlation was found between the occurrence of delirium and the IADL score in men, $X^2(5) = 30.2$, $p < 0.001$, Cramer's V = 0.727 (see Figure 3a). Similarly, for women, the correlation was significant, $X^2(8) = 25.9$, $p = 0.001$, Cramer's V = 0.520 (see Figure 3b).

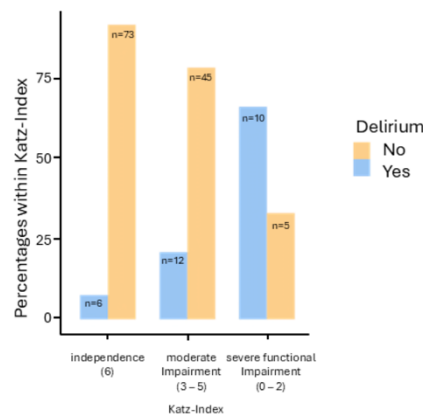


Figure 2. Presentation of patients with and without delirium within the groups in the Katz Index (independence, moderate impairment, and severe functional impairment).

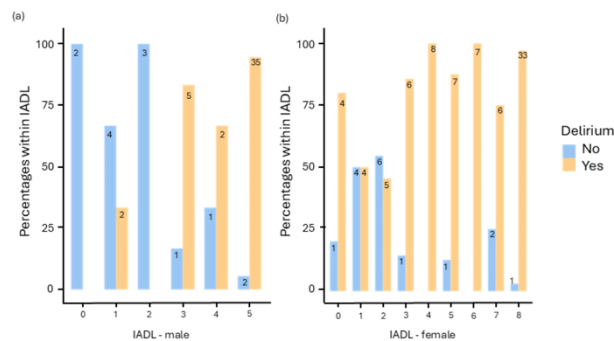


Figure 3. Presentation of male (a) and female (b) patients with and without delirium depending on the score in the IADL.

3.2. Emergency Surgery

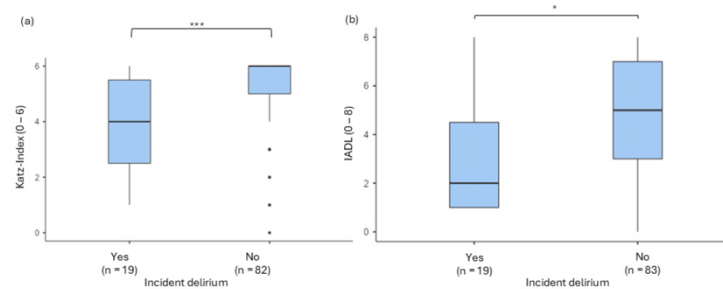
To assess the impact of potential limitations in ADL on the incidence of delirium, a binomial logistic regression (BLR) was conducted. The BLR model was significant, $X^2(3) = 10.0$, $p = 0.018$, with a Nagelkerke's R^2 of 0.128. The model's accuracy was 78.2%, with a specificity of 5.26% and a sensitivity of 95.1%. With a coefficient of determination of $R^2 = 0.128$, a sample size of 103, and a significance level of $\alpha = 0.05$, the statistical power for two predictors would be $1 - \beta = 0.93913$. Statistical power indicates the probability of committing an error of the second kind. Here, the probability of committing a second type of error would be 6.09%. In 6.09% of cases, the test would not indicate significance, even if it were actually significant [25]. However, none of the examined variables (Katz Index $p = 0.293$, IADL $p = 0.072$) was statistically significant. Detailed model coefficients and odds ratios are presented in Table 2.

Table 2. Overview Model Coefficients: models for predictability of the preoperative parameters (Katz Index, IADL) of incidence of delirium in emergency surgery. Note. The cut-off value is set to 0.5.

Model Fit Measures							
				Overall Model Test			
Model	Deviance	AIC	R ² _{McF}	R ² _N	χ ²	df	p
1	84.8	90.8	0.132	0.193	12.9	2	0.002
Model Coefficients—Delirium yes/no							
Predictor	Estimate	SE	Z	p	Odds ratio	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Intercept	−0.658	0.775	−0.848	0.396	0.518	0.113	2.37
Katz Index	0.199	0.217	0.914	0.361	1.22	0.797	1.87
IADL	0.302	0.162	1.863	0.062	1.353	0.984	1.86

Note. Estimates represent the log odds of “Delirium yes/no = no” vs. “Delirium yes/no = yes”.

A comparison of the preoperative mean values (Katz Index ($n = 101$) and IADL ($n = 102$)) between patients with and without delirium revealed significant differences. The IADL scores (delirium IQR 3.50, 95% CI [1.91; 3.98], no delirium IQR 4.00, 95% CI [4.45; 5.48]) showed a significant difference between the two groups, $U = 412$, $p = 0.001$, and $r = 0.478$. The Katz Index scores also differed significantly between groups (delirium IQR 3.00, 95% CI [3.12; 4.77], no delirium IQR 1.00, 95% CI [4.86; 5.43]), as indicated by the Yuen t -test, $T_y(12.7) = 2.81$, $p = 0.015$, and $\xi^2 = 0.555$ (see Figure 4).

**Figure 4.** Comparison of (a) Katz Index and (b) IADL related to delirium incidence in emergency surgery (* $p < 0.05$; *** $p < 0.001$, dots = outliers).

3.3. Elective Surgery

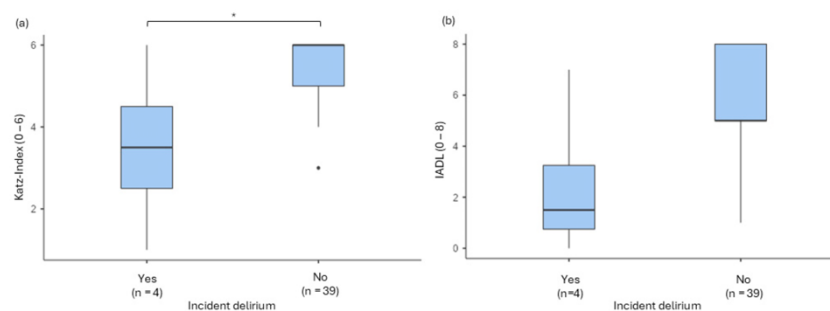
To further demonstrate the effect of ADL limitations on delirium incidence, another binomial logistic regression was performed. This model was also significant, $X^2(3) = 10.1$, $p = 0.006$, with a Nagelkerke's R^2 of 0.453. The model achieved 95.3% accuracy, with a specificity of 50.0%, and sensitivity at 100.0%. With a coefficient of determination of $R^2 = 0.453$, a sample size of 43, and a significance level of $\alpha = 0.05$, the statistical power for two predictors would be $1 - \beta = 0.99969$. The statistical power indicates the probability of committing an error of the second kind. Here, the probability of committing a second type of error would be 0.03%. In 0.03% of cases, the test would not indicate significance, even if it were actually significant [25]. Despite this, none of the variables (Katz Index $p = 1.000$, IADL $p = 0.999$) reached statistical significance. The detailed model coefficients and odds ratios are presented in Table 3.

Table 3. Overview Model Coefficients: Models for predictability of the preoperative parameters (Katz Index, IADL) of incidence of delirium in elective surgery. Note. The cut-off value is set to 0.5.

Model Fit Measures					Overall Model Test		
Model	Deviance	AIC	R ² _{McF}	R ² _N	χ ²	df	p
1	16.5	22.5	0.379	0.453	10.1	2	0.006
Model Coefficients—Delirium yes/no							
Predictor	Estimate	SE	Z	p	Odds ratio	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Intercept	−3.432	2.573	−1.334	0.182	0.0323	2.09 × 10 ^{−4}	5.01
Katz Index	0.827	0.693	1.194	0.232	2.2872	0.588	8.89
IADL	0.403	0.414	0.973	0.331	1.4957	0.664	3.37

Note. Estimates represent the log odds of “Delirium yes/no = no” vs. “Delirium yes/no = yes”.

When comparing the preoperative mean values of Katz Index and IADL ($n = 43$) between patients with and without delirium, notable differences were observed. The IADL scores (delirium IQR 2.50, 95% CI [2.45; 7.45], no delirium IQR 3.00, 95% CI [5.26; 6.43]) showed a significant difference between the groups, $U = 26.5$, $p = 0.025$, and $r = 0.660$. However, the Katz Index scores did not show a significant difference in a robust ANOVA ($p = 0.113$; see Figure 5).

**Figure 5.** Comparison of the preoperative (a) Katz Index and (b) IADL related to delirium incidence in elective surgery (* $p < 0.05$; dots = outliers).

The incidence of delirium was 9.1% ($n = 4$) among elective surgery patients ($n = 44$) and 18.2% ($n = 20$) among emergency surgery patients ($n = 110$).

4. Discussion

The main result of this study is that impairment in ADL is significantly associated with an increased risk of postoperative delirium. The hypothesis that the incidence of postoperative delirium is influenced not only by factors such as anesthesia depth or intraoperative medications but also predominantly by the patient's pre-hospitalization independence in daily living is confirmed by multiple parameters analyzed in this study.

Our findings demonstrate that patients with reduced competence in performing ADL, regardless of whether they belong to the elective or emergency group, exhibit a heightened risk of postoperative delirium. The supporting evidence is provided by the significant differences in IADL scores between patients with and without postoperative delirium. Our study also identified gender-specific differences in IADL scores, with a significant correlation between low IADL scores and the occurrence of delirium in men and women.

These findings suggest a potential gender-specific impact on delirium risk, warranting further investigation with larger sample sizes to confirm these trends.

We were able to expand the existing knowledge by performing a comprehensive geriatric assessment (CGA) and analyzing an adjustable predisposing risk factor: the competence in ADL. The observed correlation between functional impairment and the incidence of delirium underscores the importance of ensuring an orthogeriatric co-management (OGCM), which includes intensive therapeutic and activating nursing care, to both prevent and manage postoperative delirium. Our findings align with the recommendations of other researchers, such as Maekawa et al., advocating a preoperative geriatric assessment to screen patients according to their risk of delirium [26]. Therefore, we propose that the Katz Index and IADL can serve as surrogate markers for assessing the need for prehabilitation in patients at risk of postoperative delirium. Given that a decline in the Katz Index or IADL may predict an elevated risk of postoperative delirium, prehabilitation measures are particularly crucial. Further research with larger sample sizes and extended follow-up periods is warranted to assess whether prehabilitation positively impacts delirium incidence in at-risk patients.

Risk factors for postoperative delirium can be categorized into predisposing and precipitating factors [9,10]. Predisposing factors can increase a patient's susceptibility to delirium regardless of the surgical procedure, while precipitating factors can trigger or exacerbate delirium depending on the type and course of surgery [11]. Daily living competence limitations represent a modifiable predisposing risk factor, and the preoperative intervention window offers an opportunity to reduce delirium incidence through prehabilitative strategies, thereby minimizing the individual risk. Considering the enhancement of preoperative daily living competence, structured outpatient exercise therapy, targeted strength training, nutritional counseling, and analysis, as well as psychological support, could provide an optimal foundation for the upcoming stress and rapid, complication-free recovery [27–29]. The development of a prehabilitation program through interdisciplinary collaboration between physiotherapy, gastroenterology, and psychotherapy could establish preoperative rehabilitation as an effective strategy for preventing postoperative delirium.

Based on our results, we, along with Yin et al., recommend the implementation of standardized, evidence-based non-pharmacological interventions for postoperative delirium to improve clinical care in this area [30]. For emergency patients we suggest promoting early postoperative mobilization as a means of preventing the onset of postoperative delirium in the days following surgery, thereby further reducing the associated risk. The role of intensive postoperative rehabilitation, including physiotherapy and OGCM, should be further explored regarding its protective effects on delirium incidence.

Our results indicate a delirium incidence of 9.1% among elective patients and 18.2% among emergency patients, with an overall incidence of 18.0% across all departments analyzed. These findings are consistent with those reported in the literature and contribute to the growing body of evidence that patients aged 70 and older are generally at an elevated risk for postoperative delirium. For instance, Chen et al. reported delirium incidence ranging from 24.4% to 44.9%, while Wilson et al. observed an incidence of 23% [31–33]. This aligns with Fuchs et al., who identified a delirium incidence of 32%, and Pazouki et al., who reported an incidence of 26% [34,35]. The slightly lower incidence in our findings may also be due to our already established OGCM.

Furthermore, our data suggest that restrictions in ADL, as measured by the Katz Index, may be less significant in the elective setting, where age, for example, emerges as a stronger risk factor. Although patients with postoperative delirium in the elective cohort tend to have lower initial Katz Index scores, the difference is not statistically significant ($p = 0.113$), implying a potential correlation between general medical condition and postoperative delirium risk.

This study emphasizes the need for further targeted research on delirium-related health data and various predisposing factors through comprehensive geriatric assessments, as previously suggested in the literature [36–38]. Such research is essential for improving

our understanding of delirium risk factors and enhancing our ability to detect and manage this condition effectively. In times of demographic change and the associated increasing importance of geriatric trauma centers for our healthcare system, we strongly advocate for the adoption of these simple screening tools for delirium prevention that can be integrated into everyday clinical practice. This is often not a problem of knowledge, but a problem of implementation. The responsibility here lies with all participants.

In our department, we have already firmly established the general measures described as a clinical routine for delirium prevention. Each patient receives a screening with the Nu-Desc score once per shift for three days by the appropriately qualified nursing staff. To provide structure and orientation, preventive, non-pharmacological general measures, are carried out for patients who are particularly at risk of delirium (e.g., status post delirium or cognitive impairment). Intensified OGCM is essential for this purpose.

5. Conclusions

We propose the implementation of a preoperative screening using the Katz Index and IADL to provide a preliminary estimation of delirium risk. We recommend promoting early postoperative mobilization, including intensive physiotherapy and orthogeriatric co-management, as an effective strategy to prevent the occurrence of postoperative delirium. For elective patients, prehabilitation should be considered when a decrease in daily living competence is identified.

Author Contributions: Conceptualization, L.K.R., H.L.M., H.F. and D.L.; data curation, L.K.R., H.L.M. and D.L.; formal analysis, L.K.R., H.L.M. and D.L.; funding acquisition, H.L.M. and H.F.; investigation, L.K.R., C.S. and D.L.; methodology, L.K.R., H.L.M. and H.F.; project administration, H.L.M. and H.F.; resources, H.F.; software, L.K.R., H.L.M. and H.F.; supervision, H.L.M., H.F. and D.L.; validation, L.K.R., H.L.M. and H.F.; visualization, L.K.R., C.S. and D.L.; writing—original draft, L.K.R., H.L.M. and D.L.; writing—review & editing, L.K.R., H.L.M., H.F., E.S., C.S., D.L. and J.W. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was financed with institute funds and Paul Kuth Foundation (grant number: 310, administrative district: Düsseldorf, registered office: Wuppertal, contact (c/o): Deutsche Bank AG Private Wealth Management Region Wuppertal, Friedrich-Ebert-Str.1-11, 42103 Wuppertal). The funder of the study has no role in study design, data collection, data analysis, data interpretation, or writing the manuscript.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of University Hospital of Düsseldorf (protocol code 2022-1810_2 date of approval 6 September 2022) and all the participants provided written informed consent.

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study. Written informed consent has been obtained from the patient(s) to publish this paper.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request. For further information please contact the corresponding author.

Acknowledgments: We acknowledge all the people who participated in this study.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Fong, T.G.; Inouye, S.K. The inter-relationship between delirium and dementia: The importance of delirium prevention. *Nat. Rev. Neurol.* **2022**, *18*, 579–596. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Scholz, A.F.M.; Oldroyd, C.; McCarthy, K.; Quinn, T.J.; Hewitt, J. Systematic review and meta-analysis of risk factors for postoperative delirium among older patients undergoing gastrointestinal surgery. *Br. J. Surg.* **2015**, *103*, e21–e28. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Bellelli, G.; Morandi, A.; Davis, D.H.; Mazzola, P.; Turco, R.; Gentile, S.; Ryan, T.; Cash, H.; Guerini, F.; Torpilliesi, T.; et al. Validation of the 4AT, a new instrument for rapid delirium screening: A study in 234 hospitalised older people. *Age Ageing* **2014**, *43*, 496–502. [[CrossRef](#)]

4. Kretschmer, R.; Trögner, J.; Schindlbeck, M.; Schmitz, P. Postoperative multiprofessionelle Komplexbehandlung. *Orthopäde* **2022**, *51*, 98–105. [\[CrossRef\]](#)
5. De Bueck, U.; Kohlhof, H.; Wirtz, D.C.; Lukas, A. Effects of an Integrated Geriatric-Orthopedic Co-Management (InGerO) on the Treatment of Older Orthopedic Patients with Native and Periprosthetic Joint Infections. *Z. Orthop. Unfallchirurgie* **2023**, *162*, 272–282. [\[CrossRef\]](#)
6. Kappenschneider, T.; Meyer, M.; Maderbacher, G.; Parik, L.; Leiss, F.; Quintana, L.P.; Grifka, J. Delirium—An interdisciplinary challenge. *Orthopäde* **2022**, *51*, 106–115. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
7. Heck, J.; Ranker, A.; Wranke, A.; Kano, L.; Macke, C.; Rademacher, J.; Stichtenoth, D.O.; Krause, O. The interdisciplinary orthogeriatric ward round: Recommendations for the clinical routine. *Unfallchirurg* **2021**, *124*, 138–145. [\[CrossRef\]](#)
8. Jin, Z.; Hu, J.; Ma, D. Postoperative delirium: Perioperative assessment, risk reduction, and management. *Br. J. Anaesth.* **2020**, *125*, 492–504. [\[CrossRef\]](#)
9. Aldecoa, C.; Bettelli, G.; Bilotta, F.; Sanders, R.D.; Aceto, P.; Audisio, R.; Cherubini, A.; Cunningham, C.; Dabrowski, W.; Forookhi, A.; et al. Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium in adult patients. *Eur. J. Anaesthesiol.* **2024**, *41*, 81–108. [\[CrossRef\]](#)
10. Marcantonio, E.R. Postoperative delirium: A 76-year-old woman with delirium following surgery. *JAMA* **2012**, *308*, 73–81. [\[CrossRef\]](#)
11. Herrmann, M.L.; Boden, C.; Maurer, C.; Kentischer, F.; Mennig, E.; Wagner, S.; Conzelmann, L.O.; Förstner, B.R.; Rapp, M.A.; von Arnim, C.A.F.; et al. Anticholinergic Drug Exposure Increases the Risk of Delirium in Older Patients Undergoing Elective Surgery. *Front. Med.* **2022**, *9*, 871229. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
12. Inouye, S.K.; Westendorp, R.G.; Saczynski, J.S. Delirium in elderly people. *Lancet* **2014**, *383*, 911–922. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
13. Iglseder, B.; Frühwald, T.; Jagsch, C. Delirium in geriatric patients. *Wien. Med. Wochenschr.* **2022**, *172*, 114–121. [\[CrossRef\]](#)
14. Gracie, T.J.; Caufield-Noll, C.; Wang, N.Y.; Sieber, F.E. The Association of Preoperative Frailty and Postoperative Delirium: A Meta-Analysis. *Anesth. Analg.* **2021**, *133*, 314–323. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
15. Hermes, C.; Ottens, T.; Knitter, P.; Hauss, O.; Bellgardt, M.; von Dossow, V. Delirium-assessment, prevention and treatment: Task in the interprofessional intensive care unit team. *Med. Klin. Intensivmed. Notfallmed.* **2022**, *117*, 479–488. [\[CrossRef\]](#)
16. Guo, H.J.; Sapra, A. Instrumental Activity of Daily Living. In *StatPearls*; StatPearls Publishing LLC: Treasure Island, FL, USA, 2024.
17. Linstedt, U.; Berkau, A.; Meyer, O.; Kropp, P.; Zenz, M. Ein kurzer mentaler Test zur Erfassung eines postoperativen Delirs. *Anästhesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerzther.* **2002**, *37*, 205–208. [\[CrossRef\]](#)
18. Penninx, B.W.J.H.; Messier, S.P.; Rejeski, W.J.; Williamson, J.D.; DiBari, M.; Cavazzini, C.; Applegate, W.B.; Pahor, M. Physical Exercise and the Prevention of Disability in Activities of Daily Living in Older Persons with Osteoarthritis. *Arch. Intern. Med.* **2001**, *161*, 2309–2316. [\[CrossRef\]](#)
19. Bailly, V.; Bourdel-Marchasson, I. Assessment of Dependence in Activities of Daily Living Among Older Patients in an Acute Care Unit. *J. Vis. Exp.* **2020**, *163*, e61249. [\[CrossRef\]](#)
20. Katz, S.; Ford, A.B.; Moskowitz, R.W.; Jackson, B.A.; Jaffe, M.W. Studies of Illness in the Aged. The Index of ADL: A Standardized Measure of Biological and Psychosocial Function. *JAMA* **1963**, *185*, 914–919. [\[CrossRef\]](#)
21. Gobbens, R.J. Associations of ADL and IADL disability with physical and mental dimensions of quality of life in people aged 75 years and older. *PeerJ* **2018**, *6*, e5425. [\[CrossRef\]](#)
22. Brich, J.; Baten, V.; Wußmann, J.; Heupel-Reuter, M.; Perlov, E.; Klöppel, S.; Busch, H.J. Detecting delirium in elderly medical emergency patients: Validation and subsequent modification of the German Nursing Delirium Screening Scale. *Intern. Emerg. Med.* **2019**, *14*, 767–776. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
23. Marcantonio, E.R.; Ngo, L.H.; O'Connor, M.; Jones, R.N.; Crane, P.K.; Metzger, E.D.; Inouye, S.K. 3D-CAM: Derivation and validation of a 3-minute diagnostic interview for CAM-defined delirium: A cross-sectional diagnostic test study. *Ann. Intern. Med.* **2014**, *161*, 554–561. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Shenkin, S.D.; Fox, C.; Godfrey, M.; Siddiqi, N.; Goodacre, S.; Young, J.; Anand, A.; Gray, A.; Smith, J.; Ryan, T.; et al. Protocol for validation of the 4AT, a rapid screening tool for delirium: A multicentre prospective diagnostic test accuracy study. *BMJ Open* **2018**, *8*, e015572. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
25. Hemmerich, W.A. StatistikGuru. Poweranalyse und Stichprobenberechnung für Regression. 2019. Available online: <https://statistikguru.de/rechner/poweranalyse-regression.html> (accessed on 9 July 2024).
26. Maekawa, Y.; Sugimoto, K.; Yamasaki, M.; Takeya, Y.; Yamamoto, K.; Ohishi, M.; Ogihara, T.; Shintani, A.; Doki, Y.; Mori, M.; et al. Comprehensive Geriatric Assessment is a useful predictive tool for postoperative delirium after gastrointestinal surgery in old-old adults. *Geriatr. Gerontol. Int.* **2016**, *16*, 1036–1042. [\[CrossRef\]](#)
27. Punnoose, A.; Claydon-Mueller, L.S.; Weiss, O.; Zhang, J.; Rushton, A.; Khanduja, V. Prehabilitation for Patients Undergoing Orthopedic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Netw. Open* **2023**, *6*, e238050. [\[CrossRef\]](#)
28. Toohey, K.; Hunter, M.; McKinnon, K.; Casey, T.; Turner, M.; Taylor, S.; Paterson, C. A systematic review of multimodal prehabilitation in breast cancer. *Breast Cancer Res. Treat.* **2023**, *197*, 1–37. [\[CrossRef\]](#)
29. Minnella, E.M.; Awasthi, R.; Loiselle, S.E.; Agnihotram, R.V.; Ferri, L.E.; Carli, F. Effect of Exercise and Nutrition Prehabilitation on Functional Capacity in Esophagogastric Cancer Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg.* **2018**, *153*, 1081–1089. [\[CrossRef\]](#)

30. Yin, S.; Dai, J.; Lu, L. Summary of the Clinical Evidence for Non-Pharmacological Management of Postoperative Delirium in Adults: An Evidence Synthesis. *J. Multidiscip. Healthc.* **2024**, *17*, 3427–3438. [\[CrossRef\]](#)
31. Chen, A.; An, E.; Yan, E.; He, D.; Saripella, A.; Butris, N.; Tsang, J.; Englesakis, M.; Wong, J.; Alibhai, S.; et al. Incidence of preoperative instrumental activities of daily living (IADL) dependence and adverse outcomes in older surgical patients: A systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Anesth.* **2023**, *89*, 111151. [\[CrossRef\]](#)
32. Wilson, J.E.; Mart, M.F.; Cunningham, C.; Shehabi, Y.; Girard, T.D.; MacLulich, A.M.J.; Slooter, A.J.C.; Ely, E.W. Delirium. *Nat. Rev. Dis. Primers* **2020**, *6*, 90. [\[CrossRef\]](#)
33. He, E.; Dong, Y.; Jia, H.; Yu, L. Relationship of sleep disturbance and postoperative delirium: A systematic review and meta-analysis. *Gland Surg.* **2022**, *11*, 1192–1203. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
34. Fuchs, S.; Bode, L.; Ernst, J.; Marquetand, J.; von Känel, R.; Böttger, S. Delirium in elderly patients: Prospective prevalence across hospital services. *Gen. Hosp. Psychiatry* **2020**, *67*, 19–25. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
35. Pazouki, R.; Hasselblatt, P.; Kugler, C. Prevalence of delirium in gastroenterology/hepatology units: A cross-sectional study. *Z. Gastroenterol.* **2023**, *61*, 1357–1364. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
36. Sadeghirad, B.; Dodsworth, B.T.; Schmutz Gelsomino, N.; Goettel, N.; Spence, J.; Buchan, T.A.; Crandon, H.N.; Baneshi, M.R.; Pol, R.A.; Brattinga, B.; et al. Perioperative Factors Associated With Postoperative Delirium in Patients Undergoing Noncardiac Surgery: An Individual Patient Data Meta-Analysis. *JAMA Netw. Open* **2023**, *6*, e2337239. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
37. Dodsworth, B.T.; Reeve, K.; Falco, L.; Huetting, T.; Sadeghirad, B.; Mbuagbaw, L.; Goettel, N.; Schmutz Gelsomino, N. Development and validation of an international preoperative risk assessment model for postoperative delirium. *Age Ageing* **2023**, *52*, afad086. [\[CrossRef\]](#)
38. Bilotta, F.; Weiss, B.; Neuner, B.; Kramer, S.; Aldecoa, C.; Bettelli, G.; Sanders, R.D.; Delp, S.M.; Spies, C.D. Routine management of postoperative delirium outside the ICU: Results of an international survey among anaesthesiologists. *Acta Anaesthesiol. Scand.* **2020**, *64*, 494–500. [\[CrossRef\]](#)

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

3. Diskussion

3.1 Ergebnisdiskussion

Das Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der bereits unter 1.5.1 erwähnten Hypothesen. Im Folgenden sollen diese mit den vorliegenden Ergebnissen verknüpft und im Kontext der bestehenden Literatur diskutiert werden.

3.1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die vorliegende Studie wurde ein interdisziplinärer Datensatz genutzt, der Patientinnen und Patienten aus den Abteilungen Orthopädie und Unfallchirurgie, Mund-Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie, Gefäßchirurgie und Allgemeinchirurgie umfasst und im Zeitraum von August 2022 bis August 2023 erhoben wurde. Die in dieser Studie präsentierten Ergebnisse basieren auf Daten von insgesamt 168 Patientinnen und Patienten aus der Fachdisziplin Orthopädie und Unfallchirurgie. Für die Analysen standen 157 Patientinnen und Patienten zur Verfügung. Der endgültige Datensatz umfasste 110 Frauen (70,1 %) und 47 Männer (29,9 %) mit einem mittleren Alter von $79,0 \pm 5,7$ Jahren. Zur Untersuchung des potenziellen Einflusses unterschiedlicher Mobilitätswerte wurden die Patientinnen und Patienten in zwei Gruppen unterteilt: jene, die eine Notfalloperation erhielten ($n = 111$), und solche, die sich einer elektiven Operation unterzogen ($n = 46$). Eingeschlossen wurden Patientinnen und Patienten ab einem Alter von 70 Jahren, die sich einer orthopädischen oder unfallchirurgischen Operation unterzogen. Ausgeschlossen wurden Patientinnen und Patienten mit bekannter Demenz, schweren kognitiven Einschränkungen oder einem bestehenden Delir bei Aufnahme, um die Reliabilität der Delirbeurteilung postoperativ sicherzustellen. Ziel der Studie war es, das Verständnis für Einschränkungen der Alltagskompetenz als potenziellen Risikofaktor für das Auftreten eines postoperativen Delirs zu vertiefen.

*Patientinnen und Patienten mit **eingeschränkter Alltagskompetenz** weisen eine höhere Inzidenz postoperativer Delire auf.*

Das Hauptergebnis dieser Studie ist, dass Patientinnen und Patienten mit Einschränkungen in den ADL, unabhängig davon, ob sie zur Gruppe der elektiven Patientinnen und Patienten oder der Notfallpatientinnen und -patienten gehören, ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines postoperativen Delirs aufweisen. Dieser Zusammenhang wird durch signifikante Unterschiede in den IADL zwischen Patientinnen und Patienten mit und ohne postoperatives Delir belegt. Zudem wurden geschlechterspezifische Unterschiede in den IADL identifiziert, wobei ein signifikanter Zusammenhang zwischen niedrigen IADL-Werten und dem Auftreten eines postoperativen Delirs sowohl bei Patientinnen als auch bei Patienten besteht. In unserer Studie entwickelten Frauen (n = 96) mit einem niedrigen IADL-Score von 2 (n = 6; 6,3 %) etwa dreimal so häufig ein postoperatives Delir wie Frauen mit einem hohen IADL-Score von 7 (n = 2; 2,1 %). Ähnliche Zusammenhänge sind bei Männern festzustellen. Diese Ergebnisse weisen auf einen geschlechterspezifischen Einfluss auf das Risiko für ein postoperatives Delir hin, weshalb weiterführende Studien mit größeren Stichproben erforderlich sind, um diese Trends zu bestätigen.

Die Risikofaktoren für ein postoperatives Delir können in prädisponierende und präzipitierende Faktoren unterteilt werden (24, 61). Prädisponierende Faktoren können die Anfälligkeit von Patientinnen und Patienten für ein Delir unabhängig vom chirurgischen Eingriff erhöhen, während präzipitierende Faktoren je nach Art und Verlauf der Operation ein postoperatives Delir auslösen oder verschlimmern können (31). Einschränkungen der Alltagskompetenz stellen einen modifizierbaren prädisponierenden Risikofaktor dar und das präoperative Interventionsfenster bietet die Möglichkeit, die Delirinzidenz durch prähabilitative Strategien zu verringern und damit das individuelle Risiko zu minimieren.

Die Ergebnisse fügen sich außerdem in eine wachsende Evidenzlage ein, die darauf hinweist, dass Patientinnen und Patienten im Alter von 70 Jahren oder älter ein generelles Risiko für ein postoperatives Delir aufweisen. Dies wird

bereits von mehreren Forschern, darunter Chen et al., Wilson et al. und He et al., bestätigt (14, 32, 34). Unsere Ergebnisse zeigen eine Delirinzidenz von 4 Patientinnen und Patienten (9,1 %) der elektiven Kohorte (n = 44) und 20 Patientinnen und Patienten (18,2 %) der Notfallkohorte (n = 110). Eine Gesamtinzidenz von 76 Patientinnen und Patienten (18,0 %) konnte in allen analysierten Fachdisziplinen festgestellt werden (n = 421). Diese Ergebnisse stimmen mit den in der Literatur berichteten überein und tragen zu der wachsenden Zahl von Belegen dafür bei, dass Patientinnen und Patienten im Alter von 70 Jahren und älter ein generell erhöhtes Risiko für ein postoperatives Delir aufweisen. So berichten Chen et al. über eine Delirinzidenz zwischen 24,4 % und 44,9 %, während Wilson et al. eine Inzidenz von 23 % beobachteten (14, 34). Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Fuchs et al., die eine Delirinzidenz von 32 % ermittelten, und Pazouki et al., die eine Delirinzidenz von 26 % berichten (62, 63). Allgemein liegt die Inzidenz eines postoperativen Delirs bei operativen Eingriffen in der Literatur bei 2 - 3 %, bei Patientinnen und Patienten mit hohem Risikostatus sogar bei 50 - 70 % (33). Auf Intensivstationen schwankt die Delirinzidenz, Untersuchungen von Nydahl et al. zufolge, zwischen 20 und 89 %, während sie bei Schlaganfallpatientinnen und -patienten bei 25 % liegt (48). 2020 berichteten Jin et al. über ein 20 - 45 %-iges Delirrisiko bei Notfalleingriffen. Dies sei eineinhalb bis dreimal höher als bei vergleichbaren elektiven Eingriffen. Insgesamt seien komplexe Operationen, die eine postoperative Intensivpflege erfordern, wie beispielsweise Herz-, Thorax- oder Leberoperationen, mit einem Delirrisiko von 20 – 50 % assoziiert (33). Die niedrigere Delirinzidenz in unseren Ergebnissen könnte auch auf unser bereits etabliertes orthogeriatrisches Co-Management (OGCM) zurückzuführen sein. Das orthogeriatrische Co-Management beschreibt die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Orthopädie und Geriatrie bei der Versorgung älterer Patientinnen und Patienten. Ziel ist es, alters- und risikoadaptierte Behandlungspfade zu implementieren, die unter anderem eine optimierte Schmerztherapie, frühzeitige Mobilisierung, Medikationskontrolle und umfassende Risikoevaluation umfassen. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin,

dass dieses Vorgehen entscheidend zur Reduktion postoperativer Delire beitragen könnte.

*Das Erheben geriatrischer Assessments mittels Katz-Index und IADL erhöht die **prädiktive Genauigkeit** für das Auftreten postoperativer Delire.*

Das vorhandene Wissen konnte erweitert werden, indem ein umfassendes geriatrisches Assessment (comprehensive geriatric assessment, kurz: CGA) durchgeführt und ein modifizierbarer prädisponierender Risikofaktor, die ADL-Kompetenz, analysiert wurde. Die vorliegenden Ergebnisse stimmen mit den Empfehlungen anderer Forscher wie Maekawa et al. überein, die ein präoperatives geriatrisches Assessment empfehlen, um die Patientinnen und Patienten auf ihr Delirrisiko hin zu untersuchen (64). Durch gezielte präoperative Beurteilung können signifikante Zusammenhänge zwischen geringen IADL und Katz-Indizes und Delirinzidenz festgestellt werden. Das Etablieren von Surrogatparametern zur präoperativen Einschätzung soll standardisierte postoperative Betreuungsmaßnahmen implementieren, um sowohl präoperativ durch Prähabilitationsprogramme als auch postoperativ durch frühzeitige Mobilisierung die Delirinzidenz bei Risikopatientinnen und -patienten zu senken. Die beobachtete Korrelation zwischen funktioneller Beeinträchtigung und dem Auftreten eines postoperativen Delirs erfordert ein gezieltes OGCM, um ein postoperatives Delir sowohl zu verhindern als auch zu bewältigen.

*Der Katz-Index und die IADL stellen **valide Surrogatparameter** zur Erfassung der Alltagskompetenz geriatrischer Patientinnen und Patienten dar.*

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass der Katz-Index und die IADL in Zukunft möglicherweise als Surrogatparameter für die Beurteilung der Notwendigkeit einer Prähabilitation bei Patientinnen und Patienten mit einem Risiko für ein postoperatives Delir Anwendung finden könnten. Da eine Verschlechterung des Katz-Index oder der IADL ein erhöhtes Risiko für ein postoperatives Delir vorhersagen können, sind Maßnahmen zur Prähabilitation besonders wichtig.

Weitere Untersuchungen mit größeren Stichproben und längeren Nachbeobachtungszeiträumen sind gerechtfertigt, um zu beurteilen, ob sich die Prähabilitation positiv auf das Auftreten eines postoperativen Delirs bei Risikopatientinnen und -patienten auswirkt. Darüber hinaus deuten unsere Daten darauf hin, dass Einschränkungen bei den Aktivitäten des täglichen Lebens, wie sie mittels Katz-Index gemessen werden, bei elektiven Eingriffen, bei denen sich z. B. das Alter als stärkerer Risikofaktor erweist, weniger bedeutsam sein könnten als bei Notfallpatientinnen und -patienten. Obwohl Patientinnen und Patienten mit postoperativem Delir in der elektiven Kohorte tendenziell niedrigere Katz-Index Ausgangswerte aufweisen, ist der Unterschied statistisch nicht signifikant, was auf einen möglichen Zusammenhang zwischen allgemeinem Gesundheitszustand und postoperativem Delirrisiko hindeutet. Daher sollte bei elektiven Eingriffen der Fokus auf Prävention liegen, während bei Notfallpatientinnen und -patienten besonders eine symptomorientierte, postoperative Intervention und Betreuung von Relevanz ist, um mögliche Spätfolgen und deren Auswirkungen auf die Lebensqualität der Patientinnen und Patienten zu minimieren.

*Eine **frühzeitige postoperative Mobilisierung** reduziert signifikant das Risiko für das Auftreten eines postoperativen Delirs.*

Die Hypothese, dass die Inzidenz des postoperativen Delirs nicht nur von Faktoren wie der Narkosetiefe oder der intraoperativen Medikation beeinflusst wird, sondern vor allem von der Selbstständigkeit der Patientinnen und Patienten im täglichen Leben vor dem Krankenhausaufenthalt, wird durch mehrere in dieser Studie analysierte Parameter bestätigt. Auch die frühzeitige postoperative Mobilisierung birgt Potenzial, das Delirrisiko nachhaltig zu senken.

Die vorliegenden Ergebnisse decken sich mit den Empfehlungen anderer Forscher, wie Jin et al., die sich für die Implementierung standardisierter, evidenzbasierter nicht-pharmakologischer Interventionen bei postoperativem Delir einsetzen, um die klinische Versorgung in diesem Bereich zu verbessern (33, 65). Im Bereich der Notfallpatientinnen und -patienten deuten die

vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass eine frühe postoperative Mobilisierung einen protektiven Faktor darstellen könnte, um das Auftreten eines postoperativen Delirs in den Tagen nach der Operation zu verhindern und so das damit verbundene Risiko weiter zu verringern. Die Rolle einer intensiven postoperativen Rehabilitation, einschließlich Physiotherapie und OGCM, sollte hinsichtlich ihrer protektiven Wirkung auf die Delirinzidenz weiter untersucht werden. Als allgemeine Maßnahmen zur Delirprävention sind bereits einige Screening Tools, wie zum Beispiel die Nursing Delirium Screening Scale (Nu-DESC) in den klinischen Routinen fest etabliert. Bei besonders delirgefährdeten Patientinnen und Patienten (Z.n. postoperativem Delir oder kognitiver Beeinträchtigung) werden oftmals präventive, nicht-pharmakologische Allgemeinmaßnahmen durchgeführt, die Struktur und Orientierung geben sollen. Hierfür ist eine intensivisierte OGCM unerlässlich.

3.1.2 Einordnung der Ergebnisse

Diese Studie unterstreicht die Notwendigkeit weiterer gezielter Forschung zu delirbezogenen Gesundheitsdaten und verschiedenen prädisponierenden Faktoren durch umfassende geriatrische Beurteilungen, wie in der Literatur bereits vorgeschlagen (66-68). Eine solche Forschung ist unerlässlich, um die Risikofaktoren für ein Delir besser zu verstehen und die Fähigkeit zu verbessern, dieses Leiden wirksam zu erkennen und zu behandeln. In Zeiten des demografischen Wandels und der damit verbundenen zunehmenden Bedeutung geriatrischer Traumazentren für unser Gesundheitssystem plädieren wir nachdrücklich für die Einführung dieser einfachen Screening-Instrumente zur Delirprävention, die in den klinischen Alltag integriert werden können. Die Verantwortung liegt hier bei allen Beteiligten.

3.2 Methodendiskussion

3.2.1 Screening-Tools

Das präoperative Delirrisiko wurde mithilfe des Katz-Index und der IADL bewertet. Die postoperative Delirinzidenz wurde mit der Confusion Assessment Method (CAM), der Nu-DESC und dem 4A-Test (4AT) bewertet.

Bei der CAM wird ein Ergebnis als „Delir liegt vor“ gewertet, wenn das Kriterium (akuter Beginn oder/und fluktuierender Verlauf) sowie das Kriterium (Unaufmerksamkeit) erfüllt sind und zusätzlich entweder das Kriterium (formale Denkstörung) oder (veränderte Bewusstseinslage) positiv ausgeprägt sind. Der Nu-DESC bewertet fünf beobachtbare Verhaltensmerkmale jeweils mit 0–2 Punkten. Ein Gesamtscore von ≥ 2 weist auf ein postoperatives Delir hin. Beim 4AT ergibt die Bewertung von vier Items eine Gesamtpunktzahl von 0–12, wobei ein Score von ≥ 4 als mögliches postoperatives Delir gilt, 1–3 als mögliche kognitive Beeinträchtigung und 0 als unwahrscheinlich.

3.2.2 Statistische Auswertung und Datenverarbeitung

Die Messwerte und klinischen Daten wurden mit Jamovi (Version 1.6.9, (Computer Software; abgerufen unter <https://www.jamovi.org>, Zugriff am 19. März 2022, Sydney, Australien) statistisch ausgewertet. Mittelwertunterschiede wurden mit unabhängigen t-Tests (t) geprüft, wenn signifikante Ausreißer, die mit Boxplots identifiziert wurden, ausgeschlossen wurden. Die Normalität der abhängigen Variablen wurde mit dem Shapiro-Wilk-Test geprüft, und die Homoskedastizität mit dem Levene-Test. Unterschiede in den Mittelwerten für nicht normalverteilte abhängige Variablen oder eine fehlende Homogenität der Varianz wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test (U) oder dem Yuen-Test analysiert. Für kategoriale Variablen wurde eine Kontingenztafel erstellt. Der Chi-Quadrat-Test wurde verwendet, um Korrelationen zwischen kategorialen Variablen zu testen. Er gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der die Beobachtungen der Studie auf die Grundgesamtheit übertragen werden können. Ein p -Wert von $p < 0,05$ wurde als signifikant, ein Wert von $p < 0,01$ als sehr

signifikant und ein Wert von $p < 0,001$ als hoch signifikant definiert. Für den Hypothesentest wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 festgelegt, wobei Ergebnisse mit $< 0,05$ als statistisch signifikant betrachtet werden.

Für die Erstellung dieser Dissertation wurden DeepL (Version 24.11.31463097) und Microsoft Word (Version 16.89.1) eingesetzt, um die Datenverarbeitung effizient und qualitativ hochwertig zu gestalten. DeepL wurde ausschließlich zur sprachlichen Optimierung und unterstützend zur Übersetzung einzelner Textpassagen eingesetzt. Alle Analysen, Datenauswertungen und inhaltlichen Interpretationen erfolgten unabhängig von diesem Tool. Microsoft Word diente der Strukturierung, Formatierung und finalen Überarbeitung der Dissertation. Funktionen wie Rechtschreibprüfung, Inhalts- und Literaturverzeichnisverwaltung sowie Kommentarfunktionen unterstützten die Einhaltung der wissenschaftlichen Standards.

Die Verantwortung für die Inhalte, die wissenschaftliche Korrektheit und die finale Gestaltung liegt vollständig bei der Autorin.

3.3 Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie hat unser Verständnis der verminderten Alltagskompetenz geriatrischer Patientinnen und Patienten als allgemeinen Risikofaktor für ein postoperatives Delir erweitert und präzisiert. Viele der bekannten Risikofaktoren lassen sich nicht ohne Weiteres in Strategien zur Risikominimierung in den klinischen Alltag integrieren. Ein vielversprechender Ansatzpunkt zur Risikoreduktion stellt jedoch, wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen konnten, die Prähabilitation dar. Als adjustierbare Variable sollte die Alltagskompetenz zur Risikoreduktion bei delirgefährdeten Patientinnen und Patienten präoperativ verbessert werden. Dabei sollte besonderes Augenmerk auf eine gezielte präoperative Beurteilung anhand von geriatrischen Assessments gelegt werden, um Patientinnen und Patienten frühzeitig entsprechend ihres Risikoprofils prähabilitativ behandeln zu können. In diesem

Zusammenhang schlagen wir die Durchführung eines präoperativen Screenings unter Anwendung des Katz-Index und der IADL vor, um eine erste Einschätzung des Delirrisikos zu ermöglichen. Benötigt wird ein zeiteffizientes, zielgerichtetes und praktikables Assessment. Weitere Studien sind erforderlich, um die Implementierung in verschiedenen Fachdisziplinen zu evaluieren und gegebenenfalls zu adjustieren. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Limitationen der Alltagskompetenz von Patientinnen und Patienten in akuten Notfallsituationen in der Risikobewertung eine eher untergeordnete Rolle spielen. Aus ätiologischer Perspektive nehmen der Katz-Index und die IADL bei Notfallpatientinnen und -patienten im Vergleich zu anderen präoperativen Screening-Tools eine untergeordnete Rolle als Surrogatparameter für die Alltagskompetenz ein. Dennoch unterstützen unsere Ergebnisse die Empfehlung, eine frühzeitige postoperative Mobilisierung zu fördern, einschließlich intensivierter Physiotherapie und eines orthogeriatrischen Co-Managements, um das Auftreten eines postoperativen Delirs effektiv zu verhindern. Bei elektiven Eingriffen hingegen könnte die Alltagskompetenz eine entscheidende Rolle in der Risikobewertung spielen, da sie die funktionelle Erholung und die postoperative Lebensqualität der Patientinnen und Patienten maßgeblich beeinflusst. Dies hat nicht nur Auswirkungen auf die Patientinnen und Patienten und deren Angehörige, sondern auch auf die finanzielle Belastung des Gesundheitssystems. Folglich sollte bei elektiven Eingriffen eine Prähabilitation in Erwägung gezogen werden, wenn eine Beeinträchtigung der Alltagskompetenz festgestellt wird.

3.4 Ausblick

Die Vorhersagbarkeit eines postoperativen Delirs und dessen Management stellen in Zeiten des demografischen Wandels ein zunehmend relevantes Thema für den klinischen Alltag dar. Mit der wachsenden Zahl chirurgischer Eingriffe bei älteren Patientinnen und Patienten steigen nicht nur der Zeit- und Kapazitätsbedarf, sondern auch die Notwendigkeit einer umfassenden prä- und

postoperativen Überwachung und Betreuung. In diesem Kontext erscheint die Prävention durch Prähabilitation als ein vielversprechender Ansatz, um den zunehmenden Anforderungen und Herausforderungen gerecht zu werden. Dabei handelt es sich oftmals weniger um ein Wissensdefizit, sondern um ein Umsetzungsproblem. Wir hoffen, dass die vorliegende Studie zu weiterführenden Untersuchungen in diesem wichtigen Bereich anregt. Weitere Studien mit größeren Stichproben und längeren Nachbeobachtungszeiträumen sind notwendig, um ein zukünftiges Behandlungskonzept für das postoperative Delir zu entwickeln. In der ersten Stufe sollte die Entwicklung implementierbarer geriatrischer Assessments für verschiedene Fachdisziplinen erfolgen, die Surrogatparameter für die Alltagskompetenz einbeziehen und im klinischen Alltag anwendbar sind. Angesichts der diversen Herausforderungen, die verschiedene Fachdisziplinen für Patientinnen und Patienten darstellen, ist die Entwicklung fachdisziplinspezifischer Assessments erforderlich und sogar gewünscht. Die zweite Stufe umfasst die Entwicklung und Erprobung von Strategien zur prähabilitativen Förderung der Alltagskompetenz, wobei fachdisziplinspezifische Schemata entwickelt werden sollen, die auf die jeweiligen Patientengruppen abgestimmt sind. In der dritten Stufe sollte die Evaluation der Auswirkungen prähabilitativer Maßnahmen auf die Delirinzidenz im Fokus stehen, um deren kausalen Zusammenhang zu validieren und die Wirksamkeit zu bewerten.

4. Literaturverzeichnis

1. Rahm LK, Moellmann HL, Stenmanns C, Schiffner E, Windolf J, Frohnhofen H, et al. Correlation Between Reduced Daily Living Competence and the Risk of Postoperative Delirium in Orthopedics and Trauma Surgery. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(22):6722.
2. Möllmann HL, Alhammadi E, Boulghoudan S, Kuhlmann J, Mevissen A, Olbrich P, et al. Assessment of Geriatric Problems and Risk Factors for Delirium in Surgical Medicine: Protocol for Multidisciplinary Prospective Clinical Study. *JMIR Res Protoc*. 2025;14:e59203.
3. Moellmann HL, Boulghoudan S, Kuhlmann J, Rahm L, Frohnhofen H. Polypharmacy and anticholinergic burden as risk factors for postoperative delirium in surgical medicine. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. 2025.
4. Moellmann HL, Alhammadi E, Boulghoudan S, Kuhlmann J, Mevissen A, Olbrich P, et al. Risk of sarcopenia, frailty and malnutrition as predictors of postoperative delirium in surgery. *BMC Geriatr*. 2024;24(1):971.
5. Alhammadi E, Kuhlmann JM, Rana M, Frohnhofen H, Moellmann HL. Comprehensive geriatric assessment for predicting postoperative delirium in oral and maxillofacial surgery: a prospective cohort study. *Sci Rep*. 2024;14(1):27554.
6. Jones TS, Moore JT, Robinson TN. Perioperative Care Strategy for Older Adults. *Med Clin North Am*. 2020;104(5):895-908.
7. Nowossadeck E, Prütz F, Teti A. Population change and the burden of hospitalization in Germany 2000-2040: Decomposition analysis and projection. *PLoS One*. 2020;15(12):e0243322.
8. Hsiao WL, Hsieh PY, Hsu LF, Lai YH, Wang ML, Yeh YC. Effectiveness of a delirium risk assessment and multidisciplinary care approach in reducing delirium incidence among surgical intensive care unit patients: A retrospective pre-post intervention study. *J Clin Anesth*. 2024;98:111566.
9. Jablonski SG, Urman RD. The Growing Challenge of the Older Surgical Population. *Anesthesiol Clin*. 2019;37(3):401-9.
10. Wiegmann B, Ismail I, Haverich A. [Cardiac surgery in the elderly]. *Chirurg*. 2017;88(2):110-5.
11. Aldwikat RK, Manias E, Holmes AC, Tomlinson E, Nicholson P. Associations of postoperative delirium with activities of daily living in older people after major surgery: A prospective cohort study. *J Clin Nurs*. 2023;32(19-20):7578-88.
12. Feng C, Wu H, Qi Z, Wei Y, Yang B, Yin H, et al. Association of preoperative frailty with the risk of postoperative delirium in older patients undergoing hip fracture surgery: a prospective cohort study. *Aging Clin Exp Res*. 2024;36(1):16.
13. Soares MR, Mahanna Gabrielli E, Manjarrez EC. The Geriatric Patient: Frailty, Prehabilitation, and Postoperative Delirium. *Med Clin North Am*. 2024;108(6):1101-17.

14. Chen A, An E, Yan E, He D, Saripella A, Butris N, et al. Incidence of preoperative instrumental activities of daily living (IADL) dependence and adverse outcomes in older surgical patients: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth.* 2023;89:111151.
15. Presta R, Brunetti E, Quaranta V, Raspo S, Cena P, Carignano G, et al. Predictors of non-adherence to an early in-hospital rehabilitation program after surgery for hip fracture in a co-managed orthogeriatric unit. *Aging Clin Exp Res.* 2024;36(1):206.
16. Heppner HJ. [Prehabilitation: A new focus in geriatrics]. *MMW Fortschr Med.* 2024;166(2):30-1.
17. Humeidan ML, Reyes JC, Mavarez-Martinez A, Roeth C, Nguyen CM, Sheridan E, et al. Effect of Cognitive Prehabilitation on the Incidence of Postoperative Delirium Among Older Adults Undergoing Major Noncardiac Surgery: The Neurobics Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg.* 2021;156(2):148-56.
18. Kappenschneider T, Meyer M, Maderbacher G, Parik L, Leiss F, Quintana LP, et al. [Delirium-an interdisciplinary challenge]. *Orthopade.* 2022;51(2):106-15.
19. von Haken R, Hansen HC. [Detection of delirium in three steps - From Screening to Verification to Etiology]. *Dtsch Med Wochenschr.* 2019;144(23):1619-28.
20. Thedim M, Vacas S. Postoperative Delirium and the Older Adult: Untangling the Confusion. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2024;36(3):184-9.
21. Iglseider B, Frühwald T, Jagsch C. Delirium in geriatric patients. *Wien Med Wochenschr.* 2022;172(5-6):114-21.
22. Rudy M, Saller T. [Postoperative delirium in the recovery room]. *Anaesthesiologie.* 2023;72(7):459-66.
23. Li T, Li J, Yuan L, Wu J, Jiang C, Daniels J, et al. Effect of Regional vs General Anesthesia on Incidence of Postoperative Delirium in Older Patients Undergoing Hip Fracture Surgery: The RAGA Randomized Trial. *Jama.* 2022;327(1):50-8.
24. Marcantonio ER. Postoperative delirium: a 76-year-old woman with delirium following surgery. *Jama.* 2012;308(1):73-81.
25. Wattanaboot N, Kuawatcharawong W, Permsakmesub P. Perioperative Risk Factors for Postoperative Delirium in Non-Dementia Older Patients after Non-Cardiac Surgery and Anesthesia: A Prospective Study. *Ann Geriatr Med Res.* 2024.
26. Bramley P, McArthur K, Blayney A, McCullagh I. Risk factors for postoperative delirium: An umbrella review of systematic reviews. *Int J Surg.* 2021;93:106063.
27. Fong TG, Inouye SK. The inter-relationship between delirium and dementia: the importance of delirium prevention. *Nat Rev Neurol.* 2022;18(10):579-96.

28. Chen L, Zong W, Luo M, Yu H. The impact of comprehensive geriatric assessment on postoperative outcomes in elderly surgery: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2024;19(8):e0306308.
29. Marcantonio ER. Delirium in Hospitalized Older Adults. *N Engl J Med*. 2017;377(15):1456-66.
30. Adamo D, Calabria E, Coppola N, Lo Muzio L, Giuliani M, Azzi L, et al. Assessment of sleep disturbance in oral lichen planus and validation of PSQI: A case-control multicenter study from the SIPMO (Italian Society of Oral Pathology and Medicine). *J Oral Pathol Med*. 2022;51(2):194-205.
31. Herrmann ML, Boden C, Maurer C, Kentischer F, Mennig E, Wagner S, et al. Anticholinergic Drug Exposure Increases the Risk of Delirium in Older Patients Undergoing Elective Surgery. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:871229.
32. He E, Dong Y, Jia H, Yu L. Relationship of sleep disturbance and postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis. *Gland Surg*. 2022;11(7):1192-203.
33. Jin Z, Hu J, Ma D. Postoperative delirium: perioperative assessment, risk reduction, and management. *Br J Anaesth*. 2020;125(4):492-504.
34. Wilson JE, Mart MF, Cunningham C, Shehabi Y, Girard TD, MacLulich AMJ, et al. Delirium. *Nat Rev Dis Primers*. 2020;6(1):90.
35. Taylor J, Parker M, Casey CP, Tanabe S, Kunkel D, Rivera C, et al. Postoperative delirium and changes in the blood-brain barrier, neuroinflammation, and cerebrospinal fluid lactate: a prospective cohort study. *Br J Anaesth*. 2022;129(2):219-30.
36. Joshi GP, Abdelmalak BB, Weigel WA, Harbell MW, Kuo CI, Soriano SG, et al. 2023 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Preoperative Fasting: Carbohydrate-containing Clear Liquids with or without Protein, Chewing Gum, and Pediatric Fasting Duration-A Modular Update of the 2017 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Preoperative Fasting. *Anesthesiology*. 2023;138(2):132-51.
37. Rudiger A, Begdeda H, Babic D, Krüger B, Seifert B, Schubert M, et al. Intra-operative events during cardiac surgery are risk factors for the development of delirium in the ICU. *Crit Care*. 2016;20:264.
38. Shenkin SD, Fox C, Godfrey M, Siddiqi N, Goodacre S, Young J, et al. Delirium detection in older acute medical inpatients: a multicentre prospective comparative diagnostic test accuracy study of the 4AT and the confusion assessment method. *BMC Med*. 2019;17(1):138.
39. van Lieshout C, Schuit E, Hermes C, Kerrigan M, Frederix GWJ. Hospitalisation costs and health related quality of life in delirious patients: a scoping review. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitsw*. 2022;169:28-38.
40. Diouf F, Hoang B, Bammatter L, Eshmawey M, Unschuld PG. [Hypoactive delirium]. *Rev Med Suisse*. 2023;19(833):1282-5.
41. Alexander SK, Needham E. Diagnosis of delirium: a practical approach. *Pract Neurol*. 2023;23(3):192-9.

42. Fong TG, Inouye SK. The inter-relationship between delirium and dementia: the importance of delirium prevention. *Nature Reviews Neurology*. 2022;18(10):579-96.
43. Shi Z, Mei X, Li C, Chen Y, Zheng H, Wu Y, et al. Postoperative Delirium Is Associated with Long-term Decline in Activities of Daily Living. *Anesthesiology*. 2019;131(3):492-500.
44. Deeken F, Sánchez A, Rapp MA, Denking M, Brefka S, Spank J, et al. Outcomes of a Delirium Prevention Program in Older Persons After Elective Surgery: A Stepped-Wedge Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg*. 2022;157(2):e216370.
45. Hermes C, Ottens T, Knitter P, Hauss O, Bellgardt M, von Dossow V. [Delirium-assessment, prevention and treatment : Task in the interprofessional intensive care unit team]. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. 2022;117(6):479-88.
46. McNeil J, Denis AM, Michel U, Concert CM. Effectiveness of non-pharmacological strategies for managing delirium in hospitalized postoperative adults: an umbrella review protocol. *JB I Database System Rev Implement Rep*. 2018;16(3):594-602.
47. Jiang C, Tian Z, Jiang M, Xu C, Mao M, Feng S, et al. The hot spots and global trends of prevention and treatment in postoperative delirium (POD) from 2004 to 2023: A bibliometric analysis. *Surg Open Sci*. 2024;21:35-44.
48. Nydahl P, Baumgarte F, Berg D, Bergjan M, Borzikowsky C, Franke C, et al. Delirium on stroke units: a prospective, multicentric quality-improvement project. *J Neurol*. 2022;269(7):3735-44.
49. Gou RY, Hshieh TT, Marcantonio ER, Cooper Z, Jones RN, Trivison TG, et al. One-Year Medicare Costs Associated With Delirium in Older Patients Undergoing Major Elective Surgery. *JAMA Surg*. 2021;156(5):430-42.
50. Krogseth M, Wyller TB, Engedal K, Juliebø V. Delirium is a risk factor for institutionalization and functional decline in older hip fracture patients. *J Psychosom Res*. 2014;76(1):68-74.
51. Hyejin L, Bumjo O, Sunyoung K, Kiheon L. ADL/ IADL dependencies and unmet healthcare needs in older persons: A nationwide survey. *Arch Gerontol Geriatr*. 2021;96:104458.
52. Lamprecht CB, Dagra A, Lucke-Wold B. Predictive modeling for post operative delirium in elderly. *World J Gastrointest Oncol*. 2024;16(9):3761-4.
53. Bellelli G, Triolo F, Ferrara MC, Deiner SG, Morandi A, Cesari M, et al. Delirium and frailty in older adults: Clinical overlap and biological underpinnings. *J Intern Med*. 2024;296(5):382-98.
54. Garpestad E, Devlin JW. Polypharmacy and Delirium in Critically Ill Older Adults: Recognition and Prevention. *Clin Geriatr Med*. 2017;33(2):189-203.
55. Punnoose A, Claydon-Mueller LS, Weiss O, Zhang J, Rushton A, Khanduja V. Prehabilitation for Patients Undergoing Orthopedic Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2023;6(4):e238050.
56. Buyse M. Use of meta-analysis for the validation of surrogate endpoints and biomarkers in cancer trials. *Cancer J*. 2009;15(5):421-5.

57. Mühlhauser I. Vorsorge und Früherkennung - Präventionshandeln zwischen gesellschaftlicher Verpflichtung und individueller Selbstbestimmung. In: Hensen P, Kölzer C, editors. Die gesunde Gesellschaft: Sozioökonomische Perspektiven und sozialetische Herausforderungen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; 2011. p. 229-47.
58. Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. STUDIES OF ILLNESS IN THE AGED. THE INDEX OF ADL: A STANDARDIZED MEASURE OF BIOLOGICAL AND PSYCHOSOCIAL FUNCTION. *Jama*. 1963;185:914-9.
59. Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*. 1969;9(3):179-86.
60. Schippinger W. Comprehensive geriatric assessment. *Wien Med Wochenschr*. 2022;172(5-6):122-5.
61. Aldecoa C, Bettelli G, Bilotta F, Sanders RD, Aceto P, Audisio R, et al. Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium in adult patients. *Eur J Anaesthesiol*. 2024;41(2):81-108.
62. Fuchs S, Bode L, Ernst J, Marquetand J, von Känel R, Böttger S. Delirium in elderly patients: Prospective prevalence across hospital services. *Gen Hosp Psychiatry*. 2020;67:19-25.
63. Pazouki R, Hasselblatt P, Kugler C. Prevalence of delirium in gastroenterology/hepatology units: A cross-sectional study. *Z Gastroenterol*. 2023;61(10):1357-64.
64. Maekawa Y, Sugimoto K, Yamasaki M, Takeya Y, Yamamoto K, Ohishi M, et al. Comprehensive Geriatric Assessment is a useful predictive tool for postoperative delirium after gastrointestinal surgery in old-old adults. *Geriatr Gerontol Int*. 2016;16(9):1036-42.
65. Söhle M, Coburn M. [Updated ESAIC guidelines on postoperative delirium in adults]. *Anaesthesiologie*. 2024;73(6):376-8.
66. Sadeghirad B, Dodsworth BT, Schmutz Gelsomino N, Goettel N, Spence J, Buchan TA, et al. Perioperative Factors Associated With Postoperative Delirium in Patients Undergoing Noncardiac Surgery: An Individual Patient Data Meta-Analysis. *JAMA Netw Open*. 2023;6(10):e2337239.
67. Dodsworth BT, Reeve K, Falco L, Hueting T, Sadeghirad B, Mbuagbaw L, et al. Development and validation of an international preoperative risk assessment model for postoperative delirium. *Age Ageing*. 2023;52(6).
68. Bilotta F, Weiss B, Neuner B, Kramer S, Aldecoa C, Bettelli G, et al. Routine management of postoperative delirium outside the ICU: Results of an international survey among anaesthesiologists. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2020;64(4):494-500.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all den Menschen von Herzen danken, die mich auf dem Weg zu dieser Dissertation begleitet und unterstützt haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Professor Dr. David Latz für seine außergewöhnlich engagierte Betreuung, seine herausragende fachliche Expertise und seine stets verlässliche Unterstützung während der gesamten Promotionszeit. Besonders in arbeitsintensiven und herausfordernden Phasen stand er mir jederzeit mit Geduld, Offenheit und ermutigenden Worten zur Seite.

Zudem danke ich Professor Dr. Georg Flügen für die wertvolle Unterstützung. Durch seine fachliche Expertise steigerte er die Qualität und wissenschaftliche Tiefe der Arbeit nachhaltig.

Ebenso tief verbunden danke ich Dr. Dr. Henriette Louise Möllmann für ihre herausragende, unermüdliche und jederzeit verlässliche Begleitung bei der Planung, Durchführung und Umsetzung dieser Arbeit.

Weiterhin möchte ich Universitätsprofessor Dr. Carl Neuerburg, stellvertretend für das gesamte Team der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Düsseldorf, meinen herzlichen Dank für die angenehme und kollegiale Zusammenarbeit aussprechen.

Ein besonderer Dank gilt außerdem unserem Studienleiter Prof. Dr. Helmut Frohnhofer. Ich bin sehr dankbar für die intensive Betreuung im Rahmen der gesamten Studie, von der Versuchsplanung über die Durchführung und Datenauswertung bis hin zur Durchsicht der Publikation.

Abschließend gilt mein aufrichtiger Dank allen Patientinnen und Patienten, die sich für die Studie zur Verfügung gestellt haben. Durch ihre Bereitschaft und ihr Vertrauen wurde diese Arbeit überhaupt erst möglich.