

Frühmobilisierung von Patientinnen und Patienten auf Intensivstationen

Kumulative Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck

Aus der dem Institut für Sozialmedizin
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. med. A. Katalinic

Vorgelegt von
Peter Nydahl
aus Kiel

Lübeck 2019

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Sascha Köpke
2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Friedhelm Sayk
Tag der mündlichen Prüfung: 30.4.2020

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 30.4.2020

Promotionskommission der Sektion Medizin

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung: Immobilisierung	1
2	Die Forschung.....	2
2.1	Publikation 1: Ausgangsdaten	2
	Nydahl P, Ruhl AP, Bartoszek G, Dubb R, Filipovic S, Flohr HJ, Kaltwasser A, Mende H, Rothaug O, Schuchhardt D, Schwabbauer N, Needham DM. Early mobilization of mechanically ventilated patients: a 1-day point-prevalence study in Germany. Crit Care Med. 2014; 42(5):1178-86	
2.2	Publikation 2: Barrieren überwinden.....	4
	Dubb R, Nydahl P, Hermes C, Schwabbauer N, Toonstra A, Parker AM, Kaltwasser A, Needham DM. Barriers and Strategies for Early Mobilization of Patients in Intensive Care Units. Ann Am Thorac Soc. 2016 May;13(5):724-30	
2.3	Publikation 3: Sicherheitsbedenken.....	5
	Nydahl P, Sricharoenchai T, Chandra S, Kundt FS, Huang M, Fischill M, Needham DM. Safety of Patient Mobilization and Rehabilitation in the Intensive Care Unit. Systematic Review with Meta-Analysis. Ann Am Thorac Soc. 2017 May;14(5):766-777	
2.4	Publikation 4: Ausdehnung	6
	Sibilla A, Nydahl P, Greco N, Mungo G, Ott N, Unger I, Rezek S, Gemperle S, Needham DM, Kudchadkar SR. Mobilization of Mechanically Ventilated Patients in Switzerland. J Intensive Care Med. 2020;35:55-62. Epub Aug. 29, 2017.	
2.5	Publikation 5: Konzepte.....	7
	Parry SM, Nydahl P, Needham DM. Implementing early physical rehabilitation and mobilisation in the ICU: institutional, clinician, and patient considerations. Intensive Care Med. 2018 Apr; 44(4): 470-473	
2.6	Publikation 6: Planungen	8
	Nydahl P, Diers A, Günther U, Haastert B, Hesse S, Kerschensteiner C, Klarmann S, Köpke S. PROtocol-basierte MOBilizaTION auf der Intensivstation: Design einer cluster randomisierten Pilot Studie. Med Klin Intensivmed Notfmed. 2018 Oct;113(7):581-592	
2.7	Publikation 7: Implementierung.....	9
	Nydahl P, Günther U, Diers A, Hesse S, Kerschensteiner C, Klarmann S, Borzikowsky C, Köpke S. PROtocol-based MOBilizaTION on Intensive Care Units: stepped-wedge, cluster-randomized pilot study (Pro-Motion). Nurs Crit Care. 2019 May 24. doi:10.1111/nicc.12438	
3	Zusammenfassung	12
4	Dissemination	14
4.1	Publikationen	14
4.2	Kennzahlen der Publikationen	15
4.3	Sonstige Veröffentlichungen	15
4.4	Poster	17
4.5	Vorträge.....	17
4.6	Preise.....	17
5	Verwendete Literatur	18
6	Danksagung	21
7	Lebenslauf.....	22
8	Erklärung.....	23

1 Einleitung: Immobilisierung

Als der Autor in den frühen 1990er Jahren in die Intensivpflege eingearbeitet wurde, galt es als *State of the Art*, Patienten¹ durch eine tiefe Sedierung und körperliche Ruhe vor vermeidbaren Belastungen zu schützen. Patienten sollten wenig gestresst werden, sich problemlos beatmen lassen und damit die Gelegenheit bekommen, sich hämodynamisch und respiratorisch stabilisieren zu lassen (1). Diese Form der psychischen und physischen Immobilisierung führte dazu, dass Patienten lange Zeit für das Abtrainieren von der Beatmung benötigten, worauf hin Weaning- und Sedierungsprotokolle eingeführt wurden (2). Ein Meilenstein war die Studie von Ely et al. 1996, die zeigte, dass ein täglicher Spontanatmungsversuch an der maschinellen Beatmung die Zeit zum Entwöhnen vom Respirator um 25% reduzieren kann (3). Einige Jahre später wurde das Gleiche für die Sedierung versucht: man ließ Patienten einmal täglich aufwachen, um sie untersuchen zu können (4), wodurch sich die Beatmungs- und Verweildauer verkürzen ließ. 2008 publizierte Girard eine Studie, nach der der kombinierte Aufwach- und Spontanatmungsversuch die Beatmungs- und Verweildauer sowie die Mortalität senken konnte (5). Strøm verzichtete komplett auf Sedierung, verabreichte nur Morphine und konnte die Ergebnisse von Girard weiter verbessern, ohne dass die nunmehr wachen Intensivpatienten eine erhöhte psychische Morbidität zeigten (6). Schließlich zeigte Schweickert, dass zusätzliche Frührehabilitation während des täglichen Aufwach- und Spontanatmungsversuchs die Selbständigkeit von Intensivpatienten deutlich verbesserte (7). Je früher mit der Rehabilitation auf der Intensivstation begonnen wird, desto eher können die Folgen der kritischen Erkrankung und ihrer Behandlung vermieden und therapiert werden (8, 9). Heute gilt es als *State of the Art*, Intensivpatienten vor den Folgen der Intensivbehandlung zu schützen, indem sie wach sein und aktiv an ihrer Rehabilitation teilhaben können (1).

Frühmobilisierung ist eine interdisziplinäre, interprofessionelle Therapie, mit der innerhalb der ersten Tage nach Aufnahme auf einer Intensivstation und nach einer initialen Stabilisierung begonnen wird. Sie wird definiert als metabolische Energie verbrauchende Therapie mit dem Ziel, das Outcome der Patienten zu verbessern und beinhaltet physische und psychische Aspekte (10). Frühmobilisierung inkludiert passive Übungen wie Dehnübungen im Bett, passive Transfers in einen Stuhl, Neuromuskuläre Elektrische Stimulation bis hin zu aktiven Übungen wie Sitzen auf der Bettkante, Stehen vor dem Bett, aktiver Transfer in den Stuhl bis hin zum Gehen (11). Obwohl zunehmend Aspekte der Frühmobilisierung untersucht werden und die Ergebnisse vielversprechend sind, ist die Evidenz nicht eindeutig und Forschungsbedarf gegeben (12).

¹ Es sind stets Personen aller Geschlechter gemeint. Zur besseren Lesbarkeit wurde hier die männliche Form gewählt.

Im Jahr 2011 initiierte der Autor die Gründung des Netzwerks Frühmobilisierung beatmeter Intensivpatienten auf einem Intensivkongress in Bremen. Das Netzwerk war von Beginn an interprofessionell und interdisziplinär ausgerichtet und vereinigte die Interessen von Medizinern, Pflegenden, Therapeuten und anderen. Frühmobilisierung ist Teil der Intensivpflege, die definiert wird als „die Unterstützung, Übernahme und Wiederherstellung der Aktivitäten des Lebens unter Berücksichtigung der existentiellen Erfahrungen ...“ (13). Die Bewegungsförderung in der Intensivpflege unterstützt die physische, psychische und soziale Rehabilitation und hilft Patienten, ihre Aktivitäten des Lebens aufzunehmen, bzw. fortzuführen.

Das Netzwerk wird von einer interprofessionellen Kerngruppe hoch motivierter, weit vernetzter Meinungsführer gelenkt. Über die Jahre ist es gelungen, eine Webseite, monatliche Newsletter, regelmäßige Konferenzen und eine Zusammenarbeit mit anderen Fachgesellschaften und auch internationalen Verbänden zu etablieren. Damit konnte der Autor die strukturellen Voraussetzungen für die Erforschung der Frühmobilisierung schaffen und nutzen.

2 Die Forschung

Wenn die Qualität der Versorgung verbessert werden soll, muss zunächst die Ausgangssituation analysiert werden, um spätere Verbesserungen nachweisen zu können. Danach werden Barrieren identifiziert, die durch passende Strategien überwunden werden. Schließlich kann durch die Implementierung geeigneter Maßnahmen die Versorgungsqualität verbessert und belegt werden (14).

2.1 Publikation 1: Ausgangsdaten

In Jahr 2011 gab es eine zunehmende Evidenz für die Vorteile der Frühmobilisierung beatmeter Intensivpatienten, aber es war unklar, in wie weit das Konzept in der Praxis umgesetzt wurde. Über das Netzwerk Frühmobilisierung wurde durch den Autor deshalb zur Teilnahme an einer 1-Tages Prävalenzstudie aufgerufen (15). Es sollte ermittelt werden, wie viele beatmete Patienten an einem Stichtag mobilisiert wurden, wie weit sie mobilisiert wurden und welche Barrieren und potentielle Sicherheitsereignisse dabei auftraten. Weiterhin wurde nach vorhandenen Strukturen wie Protokollen zur Sedierung, zu Schmerz, Delir, Frühmobilisierung gefragt, ebenso nach Personalschlüssel und vorhandenen Materialien. Da zum Zeitpunkt der Planung keine spezifischen Assessmentverfahren verfügbar waren, wurde ein Assessment mit relevanten Variablen auf der Basis einer systematischen Literaturübersicht entwickelt (16). Die Studie wurde im Deutschen Register Klinischer Studien registriert (DRKS00003254) und ethisch begutachtet (D 461/11). Der Aufruf zur Teilnahme wurde über das Netzwerk per email und auch in Fachzeitschrif-

ten verteilt; weiterhin wurden eine Website mit Studienunterlagen und ein email-Support eingerichtet. Für Barrieren und Sicherheitsereignisse wurden Kategorien und Definitionen vorgegeben. Im Ergebnis nahmen an der Prävalenzstudie Mitarbeiter von 116 Intensivstationen teil. Von den insgesamt 783 teilnehmenden, beatmeten Intensivpatienten wurden an dem Stichtag 24% (n=185) aus dem Bett mobilisiert, d.h. dass sie mindestens auf der Bettkante saßen, in den Stuhl mobilisiert worden sind oder auf der Stelle, bzw. über den Flur gingen. Barrieren zur weiteren Mobilisierung traten bei drei Viertel der Patienten auf, die häufigsten Barrieren waren kardiovaskuläre Instabilitäten und tiefe Sedierung.

Interessant war, dass Patienten mit endotrachealem Tubus (ETT) signifikant weniger aus dem Bett mobilisiert worden waren als Patienten mit Trachealkanüle und Beatmung oder mit Nicht-Invasiver Ventilation (NIV). Es wirkte plausibel, dass ein ETT an sich eine Barriere in der Frühmobilisierung darstellen kann. Aus diesem Grund wurde eine weitere Arbeit als eine systematische Literaturrecherche zur Tubustoleranz durchgeführt, in der wir in der qualitativen Synthese zu dem Ergebnis kamen, dass wache Intensivpatienten einem ETT gegenüber nicht kategorisch intolerant sind und gegenteilig die Mobilisierung die Tubustoleranz verbessern kann; des Weiteren wurde die Checkliste Tubustoleranz entwickelt, in der eine Vielzahl von Interventionen zur Verbesserung der Tubustoleranz gelistet werden (17). Die Arbeit ist ebenfalls in einem peer-reviewten Journal erschienen.

In der Prävalenzstudie führte die Mobilisierung aus dem Bett zwar nicht zu signifikant mehr potentiellen Sicherheitsereignissen als bei den Patienten, die im Bett mobilisiert worden sind, allerdings betrug die Gesamtrate 21%, d.h. dass bei jeder fünften Mobilisierung ein unerwünschtes Sicherheitsereignis wie Hypertonus, Abfall der Sauerstoffsättigung etc. eintrat.

Fast zeitgleich wurde eine weitere Prävalenzstudie aus Australien und Neuseeland publiziert, bei der von 498 Intensivpatienten auf 38 Intensivstationen insgesamt 60% der spontan atmenden und 6% der beatmeten Intensivpatienten aus dem Bett mobilisiert worden sind (18). Auch spätere Prävalenzstudien zeigten ähnliche Daten für die Mobilisierung beatmeter Intensivpatienten wie 10% in Brasilien (19), 16% in den USA (20) und 20% in Großbritannien (21) und schließlich 33% in der Schweiz (22). Die deutsche Prävalenzstudie scheint darauf hinzuweisen, dass die Frühmobilisierung bei einem Viertel der Intensivpatienten aktiv umgesetzt und engagiert betrieben wird.

Dennoch führten die häufige Angabe von Barrieren gegenüber weiterer Mobilisierung und die zahlreichen potentiellen Sicherheitsaspekte zu weiteren Forschungsfragen: a) welche Barrieren treten in der Frühmobilisierung auf und wie können sie überwunden werden? und b) wie häufig sind potentielle Sicherheitsereignisse?

2.2 Publikation 2: Barrieren überwinden

Intensivpatienten können zu instabil sein, um aktiv mobilisiert werden, ebenso können eine zu tiefe Sedierung, Unsicherheiten beim Personal oder fehlendes Equipment Barrieren darstellen, die die Frühmobilisierung einschränken. Verstünde man potentiell auftretende Barrieren der Frühmobilisierung und wüsste man entsprechende Strategien, um sie zu überwinden, könnte man im Vorfeld geeignete Maßnahmen planen, um die Versorgung zu verbessern (23). Daher wurde eine strukturierte Literatursuche in verschiedenen Datenbanken durchgeführt, um Studien zu identifizieren, die Barrieren und Strategien in klinischen Studien oder Qualitätsverbesserungsmaßnahmen berichtet haben. Die Studien wurden von zwei Autoren unabhängig gelesen und relevante Daten extrahiert, Konflikte wurden durch den Seniorautor gelöst. Die identifizierten Barrieren und Strategien wurden kategorisiert und summiert. Im Ergebnis konnten 40 verschiedenen Studien eingeschlossen werden, in denen insgesamt 28 Barrieren und 70 Strategien identifiziert werden konnten. Die Barrieren konnten strukturiert werden in: a) 50% (n=14) Patienten-bezogene Barrieren wie Instabilität, zu tiefe Sedierung, Schmerz usw., b) 18% (n=5) strukturelle Barrieren wie Personal- und Zeitmangel, fehlendes Protokoll und Training, begrenztes Equipment usw., c) 18% (n=5) kulturelle Barrieren wie unzureichende Zusammenarbeit, fehlende Priorität, Mangel an Unterstützung usw. sowie d) 14% (n=4) prozedurale Barrieren wie Mangel an Planung, fehlende Koordination, unklare Verantwortungen usw. Zu jeder Barriere konnten mindestens eine, meist mehrere Strategien identifiziert werden, die geeignet waren, die Barriere zu überwinden. Oft konnte eine Strategie auch zur Überwindung mehrerer Barrieren eingesetzt werden. Dies waren vor allem bei a) Patienten-bezogene Barrieren: interprofessionelle Zusammenarbeit, Protokolle und definierte Ein- und Ausschlusskriterien; b) strukturelle Barrieren: Protokolle, zusätzliches Personal und Material; c) kulturelle Barrieren: Bildung und Training, gemeinsame Tagesziele und Feedback zur Verbesserung; sowie d) prozedurale Barrieren: interprofessionelle Visiten, Tagesziele, gemeinsame Verantwortungen und Meinungsführer.

Uns ist es damit gelungen, erstmals eine tabellarische Übersicht zu verschiedenen Barrieren zu erstellen, die bei der Implementierung und Umsetzung der Frühmobilisierung auftreten können. Ein Reviewer ergänzte, dass wir anmerken sollten, welche Strategien tatsächlich einen nachgewiesenen Erfolg hatten und welche Autoren lediglich bestimmte Strategien empfohlen hatten. Diesem Vorschlag sind wir nachgegangen und konnten so die Tabellen weiter verbessern. Evidenzbasierte Strategien zur Überwindung zahlreicher Barrieren sind die Einführung von Protokollen mit klar definierten Ein- und Ausschlusskriterien, gemeinsame Tagesziele und die Promotion durch Meinungsführer verschiedener Professionen.

Barrieren unterscheiden sich von Station zu Station und verändern sich mit zunehmender Erfahrung der Mitarbeiter (24, 25). Es ist daher in der Planung und Umsetzung

wichtig, analysieren zu können, welche Barrieren vor und während der Umsetzung in den jeweiligen Teams identifiziert werden können und welche mit wenig oder hohem Aufwand zu verändern sind. Mit dieser Arbeit konnten wir ein wichtiges Tool für die Implementierung der Frühmobilisierung schaffen und entsprechende Fragebögen für Intensivteams entwickeln (26).

Interessant ist, dass sich später auch andere Autoren dem Thema Barrieren und Strategien angenommen haben und über Fokusgruppeninterviews und Surveys zu ähnlichen Ergebnissen gekommen sind, ohne dass maßgeblich neue oder andere Barrieren oder Strategien identifiziert worden sind (27, 28).

2.3 Publikation 3: Sicherheitsbedenken

Eine zentrale Barriere in der Umsetzung der Frühmobilisierung sind Sicherheitsbedenken der Mitarbeiter: was ist, wenn der ETT während des Aufsitzens unerwünscht entfernt wird? Wie hoch ist das Risiko, dass ein Patient kollabiert? Um diese Fragen zu beantworten, wurde eine systematische Literaturrecherche und Meta-Analyse zur Sicherheit der Frühmobilisierung durchgeführt (29). Sicherheitsereignisse wurde definiert als a) potentielle Ereignisse, wenn durch die Autoren definierte Grenzwerte überschritten wurden, z.B. Blutdruck über 180 mmHg und b) Ereignisse mit Konsequenzen, wenn eine Grenzwertverletzung zu einer Konsequenz wie zusätzliche Therapien, Hinlegen, Neuanlage von Kathetern usw. führte (30). Die Studie wurde in Prospero, dem internationalen Register für prospektive systematische Übersichtsarbeiten, registriert (ID: CRD42016037692) und folgte den PRISMA Empfehlungen (31). Es wurde in verschiedenen Datenbanken eine komplexe, durch eine medizinische Bibliothekarin reviewte Suchstrategie zur Frühmobilisierung von Intensivpatienten ausgeführt. Eingeschlossene Studien wurden von zwei Personen unabhängig überprüft, Daten wurden anhand vordefinierter Tabellen extrahiert und synthetisiert, ggf. die Autoren der Studien angeschrieben; ebenso wurde die Qualität der Studien anhand von Qualitätskriterien überprüft. Konflikte wurden durch den Seniorautor gelöst.

Im Ergebnis konnten von 20.660 Titeln 48 Studien eingeschlossen werden. Die Studien berichteten 22.351 Mobilisierungen von 7.546 Patienten. Die Rate an potentiellen Sicherheitsereignissen betrug 2,6% (n=583) mit einer Spannweite von 0-23%. Die Rate an Ereignissen mit Konsequenzen 0,6% (n=86). Die gepoolte Inzidenz betrug pro 1.000 Mobilisierungen 3,8 (95% Konfidenzintervall: 1,3 - 11,4) hämodynamische Ereignisse und 1,9 (0,9 - 4,3) Abfall der Sauerstoffsättigung. Die Heterogenität der Analysen schwankte zwischen 0-76%, die Qualität der Studien war moderat bis gut.

Subanalysen ergaben keine signifikanten Unterschiede in der Ereignisrate zwischen a) prospektiven vs. retrospektiven Design, b) Interventionsstudien vs. Beobachtungsstudien, c) Patienten der Interventions- vs. Kontrollgruppen. Unterschiede ergaben sich allerdings

in der Methode der Feststellung: in der kombinierten Beobachtung und Routineberichterstattung wurden mehr Ereignisse angegeben als in der kombinierten Beobachtung und Aktenanalyse.

Potentielle Sicherheitsereignisse kommen in der Intensivversorgung häufig vor (32) und die Meta-Analyse hat gezeigt, dass mobilisierungsbezogene Sicherheitsereignisse nicht völlig auszuschließen sind. Interessant war für uns das Ergebnis, dass es keinen Unterschied zwischen Interventionsstudien, in denen die Teams gesondert geschult wurden und Routinebeobachtungen gab. Wir hätten erwartet, dass ein Training im Rahmen einer Studie die Rate an Sicherheitsereignissen senken würde, was aber nicht der Fall war; gleichzeitig können im Routinebetrieb die Mitarbeiter aber auch vorsichtiger sein, weil sie nicht geschult sind. Weitere Faktoren wie Erfahrung der Mitarbeiter, Krankheitsschwere der Patienten, die Heterogenität der Grenzwerte usw. können ebenso einen Einfluss gehabt haben. Eine wesentliche Schlussfolgerung der Arbeit ist, dass a) die Mobilisierung größtenteils sicher ist sowie b) die Empfehlung, einheitliche Definitionen und Grenzwerte zu verwenden. Das Autorenteam hat daher eine entsprechende Empfehlung herausgegeben, die im Internet frei verfügbar ist (33).

2.4 Publikation 4: Ausdehnung

Über internationale Kontakte wurde der Wunsch an den Autoren herangetragen, eine 1-Tagesprävalenzstudie in der Schweiz zu unterstützen und durchzuführen (22). Dies ist interessant, da es in der Schweiz einen anderen Betreuungsschlüssel für Physiotherapeuten und Pflegende als in Deutschland gibt. Nachdem eine Vereinbarung zur Kooperation ausgemacht wurde, in der der Schweizer Physiotherapeut Alberto Sibilla und der Autor eine Co-Erstautorenschaft vereinbarten, konnte das ursprüngliche Design der Prävalenzstudie zur Erfassung der Mobilität weiterentwickelt und angepasst werden. Neu war die Datenerfassung zur Krankheitsschwere, dem Aufenthaltstag, Geschlecht, Alter und der Gebrauch der ICU Mobility Scale (34), die mit der früheren Mobilisierungserfassung kompatibel ist. Als Erfordernis an Schweizer Strukturen mussten die Studienunterlagen vom Deutschen in zwei weitere Sprachen übersetzt werden (Französisch, Italienisch) und der Ethikantrag in jedem Kanton eingereicht werden. Anders als in der deutschen Prävalenzstudie wurden die Daten nicht auf einer Website eingetragen, sondern in Excel-Tabellen.

Im Ergebnis nahmen Mitarbeiter von 35 Intensivstationen und 161 beatmete Intensivpatienten teil. Aktiv mobilisiert, d.h. mindestens Sitzen auf der Bettkante, wurden 33% (n=53) der beatmeten Intensivpatienten. Wieder wurden Patienten mit ETT signifikant weniger mobilisiert, ebenso Patienten mit erhöhter Krankheitsschwere. Der größte Anteil der aus dem Bett mobilisierten Patienten war bei Patienten mit ETT an Tag 4-10, bei tracheostomierten Patienten ab Tag 11 und bei Patienten mit NIV an Tag 1-3.

Bei 71% (n=115) der Patienten wurden Barrieren festgestellt, wobei im Bett mobilisierte Patienten signifikant mehr Barrieren hatten. Die Rate an potentiellen Sicherheitsereignissen betrug 20% (n=33), ohne Unterschied zwischen Patienten, die im Bett vs. aus dem Bett mobilisiert worden sind.

Weil die Daten beider Studien vorlagen, konnten wir direkt vergleichen. Das Pflege-Patienten-Verhältnis in der Schweiz vs. Deutschland war 1:2,1 (Standardabweichung 0,3) vs. 1: 2,4 (0,5), bei Physiotherapeuten 1:7,1 (3,1) vs. 1:9,7 (5,1), was den Unterschied in der Mobilisierungsrate nicht überzeugend erklären konnte. Ein möglicher Grund für die höhere Mobilisierungsrate von 33% in der Schweizer Prävalenzstudie, verglichen mit 24% der deutschen Prävalenzstudie, könnte die geringere, durchschnittliche Anzahl der Betten pro Intensivstation gewesen sein. In der Schweiz hatten die teilnehmenden Intensivstationen durchschnittlich 6,6 (3,6) Betten pro Station, in Deutschland waren dies 12,7 (8,3). Nun ist die Anzahl der Betten nicht für die Mobilisierung verantwortlich, aber geringere Betten bedeuten kleinere Teams und ggf. eine bessere Absprache und Koordination. Da uns die Daten vorlagen, konnten wir die Zahlen der deutschen Prävalenzstudie erneut analysieren und entdeckten einen Zusammenhang: auf kleinen Intensivstationen (<10 Betten) wurde mehr aus dem Bett mobilisiert als auf großen Stationen (≥ 10 Betten): 43,8% (n=50) vs. 22,2% (n=135), bei zweiseitigem $p=0.031$. Bettenanzahl als Surrogatmarker für Teamgröße, -prozesse und -absprachen könnte einen Einfluss auf die Mobilisierungsraten haben.

Das Subthema *Teamprozesse* wurde weiter erforscht (35): in einer Sitzung des Netzwerks Frühmobilisierung auf dem Intensivkongress in Bremen wurden auf Initiative des Autors 102 Teilnehmer per selbst konstruiertem Fragebogen nach Verantwortungen, Kompetenzen und Personalbedarf auf ihren Intensivstationen befragt. Im Ergebnis wurde deutlich, dass a) es eine große Heterogenität in den Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten in den Teams gibt, b) Physiotherapeuten unterschiedliche Einarbeitungen und konsequenter Weise divergierende Kompetenzen haben, und c) es keinen Konsens gibt, wie viele Mitarbeiter zur Mobilisierung von fiktiven „Standard-Intensivpatienten“ benötigt werden. Konzeptionelle Ansätze zur Implementierung der Frühmobilisierung könnten daher hilfreich sein. Die Arbeit wurde in einem peer-reviewten Journal veröffentlicht.

2.5 Publikation 5: Konzepte

Konzepte helfen, neue Modelle in der Intensivversorgung zu implementieren und anzupassen. In einem komprimierten Übersichtsartikel konnte in Zusammenarbeit mit der Physiotherapeutin Selina Parry aus Australien, dem Mediziner Dale M. Needham aus den USA und dem Autoren als Pflegekraft aus Deutschland ein Modell entwickelt werden, wie Frühmobilisierung als Teil eines Gesamtkonzeptes implementiert werden kann (36).

Frühmobilisierung wird als Teil eines Gesamtkonzeptes verstanden, bei dem Patienten wach und schmerzfrei sind, teilhaben können, auf ein Delir untersuchbar sind und bei der Mobilisierung aktiv sein können. Dieses Konzept berücksichtigt nicht nur den Intensiv-aufenthalt, sondern auch die Zeit davor und danach. Existierende Morbiditäten, Gebrechlichkeit sowie die Motivation des Patienten können relevante Faktoren sein, die die Planung der Rehabilitation beeinflussen (37); ebenso gilt es, nach Verlegung und Entlassung entsprechende weiterführende Rehabilitationsangebote planen und durchführen zu können. In der täglichen Rehabilitation müssen Patienten in ihrer körperlichen Funktionalität untersucht werden, um die Entwicklung und geeignete Maßnahmen planen, durchführen und dokumentieren zu können.

Dieses Konzept lässt sich am ehesten in einem interdisziplinären, interprofessionellen Team durchführen. Lokale Barrieren müssen identifiziert und entsprechende Strategien gewählt werden. Das Team sollte geschult, ebenso müssen Verantwortungen zugeordnet werden. Hierzu sind gemeinsame Trainings, Fallbeispiele, fiktive Entscheidungsfindungen und im Alltag gemeinsame Tagesziele, Protokolle und die Unterstützung durch Meinungsführer hilfreich.

2.6 Publikation 6: Planungen

Die deutsche Leitlinie zur Positionierung und Frühmobilisierung empfiehlt zwar den Nutzen von Protokollen, die im Team genutzt werden sollen, gibt aber keine Empfehlung zu deren Inhalten (38). Auf der Basis der verfügbaren Literatur und Empfehlungen wurden als Ergänzung zur deutschen Leitlinie die Grundelemente für die Entwicklung eines Protokolls ausgebildet (39). Dieses Protokoll beinhaltet

- ein Ampelsystem mit definierten Ein- und Ausschlusskriterien (40)
- ein spezifisches Assessmentverfahren, mit dem die Mobilisierbarkeit eingeschätzt werden kann (41)
- eine Checkliste zur Vorbereitung der Mobilisierung (42)
- Sicherheitskriterien für die Durchführung, bzw. den Abbruch der Mobilisierung (29)
- Die ICU Mobility Scale zur Planung und Dokumentation (34)

Die ersten vier Elemente müssen an die jeweilige Population der Intensivstationen angepasst werden, z.B. können Patienten nach abdominellen Operationen anders als nach Herzinfarkten mobilisiert werden. Dieses Protokoll beinhaltet damit alle notwendigen Elemente, um Patienten auf verschiedenen Intensivstationen stufenweise und anhand von Sicherheitskriterien mobilisieren zu können. Die Hypothese ist, dass die Implementierung eines solchen Protokolls zu einer erhöhten Rate an Mobilisierungen aus dem Bett führen wird.

Zur Überprüfung der Hypothese wurde das Design einer stepped-wedge, Cluster randomisierten Pilotstudie gewählt (26). Bei diesem Design implementieren nach einem Be-

obachtungszeitraum eine Anzahl von Intensivstationen in randomisierter Reihenfolge ein Protokoll zur Frühmobilisierung; vor und nach der Implementierung können die Outcomeparameter erfasst werden, nicht aber während der Implementierung. Im vorliegenden Beispiel wurde geplant, fünf Intensivstationen zu rekrutieren, von denen monatlich eine Station das Protokoll implementiert. Damit alle Stationen mindestens einen Monat im Kontroll- und Interventionszeitraum erfasst werden können, ist damit eine Studiendauer von sieben Monaten geplant worden. Aufgrund limitierter Ressourcen wurde eine Pilotstudie gewählt, um einen Interventionseffekt nachweisen zu können. Die Studie hatte auf der Basis einer angenommenen Rekrutierung eine Power von 50%, um signifikante Ergebnisse bei einem zweiseitigem p von 0,05 zu erzielen.

Primärer Outcomeparameter war die Anzahl an Patienten, die auf die Bettkante oder weiter mobilisiert werden konnten, sekundäre Parameter waren die Anzahl der Beatmungs-, Intensiv- und Krankenhaustage, im Delir sowie Sicherheitsereignisse, Barrieren und Mobilisierungsbezogene Parameter. Patienten sollten einmalig für höchstens 28 Tage erfasst werden, um ggf. Doppelungen zu vermeiden. Die Parameter wurden während 1-Tagesprävalenzerhebungen in der jeweils letzten Woche eines jeden Monats an randomisiert gezogenen Wochentagen erhoben. Eingeschlossen wurden alle Patienten, die 18 Jahre oder älter waren und eine Anordnung zur Frühmobilisierung hatten. Ausgeschlossen wurden Patienten, deren Ableben unmittelbar zu erwarten war, keine Zustimmung zur Forschung mit ihren Daten gegeben haben, bereits in einer vorherigen Datenerhebung erfasst worden sind, eine Anordnung zur Bettruhe hatten oder bei denen das primäre Outcome nicht berichtet wurde.

Dieses innovative Design hatte den Vorteil, dass die einzelnen Patienten der Stationen durch das grundlegende Prinzip der Qualitätsverbesserung nicht um ihr Einverständnis gebeten werden mussten und gleichzeitig mögliche Verzerrungen durch Mitarbeiter reduziert werden konnten. Dennoch war aufgrund des neuen Datenschutzgesetzes das Einverständnis von Patienten, bzw. deren gesetzlichen Vertretern notwendig, um mit ihren Daten forschen zu dürfen. Dieser Punkt hat uns später Probleme in der Rekrutierung gemacht.

Das Studienprotokoll wurde auf Deutsch publiziert (26), damit alle Co-Autoren an der Entwicklung und Publikation sicher teilnehmen können und es auch auf den Stationen kommuniziert werden kann. Das Studienprotokoll wurde weiter ethisch begutachtet (D 447/17) und im Register Klinischer Studien registriert (DRKS00012399).

2.7 Publikation 7: Implementierung

Die stepped-wedge, Cluster randomisierte Pilotstudie mit dem Akronym PRO-MOTION (PROtokoll basierte MObilisation auf IntensivstatiTION) konnte wie geplant vom Juli 2017 bis Januar 2018 durchgeführt werden (43). Die Berichterstattung folgte dem Consort-

Statement für randomisierte Studien (44) und den TIDieR Kriterien (45). Über das Netzwerk Frühmobilisierung konnten die ersten fünf sich bewerbenden Intensivstationen eingeschlossen werden; die jeweiligen zuständigen Ethikkommissionen akzeptierten das Votum aus Kiel. Während der Implementierungsmonate wurde eine Protokollvorlage in mehreren interprofessionellen Sitzungen an die Populationen, Strukturen und Prozesse der Teams angepasst. Anschließend wurden die Teams in der Nutzung des Protokolls geschult, außerdem wurden Pocketcards, laminierte Tagesziele und Poster angefertigt und ausgeteilt. Die jeweilige Implementierungsphase betrug einen Monat.

Im Ergebnis konnten von 418 Patienten insgesamt 65% (n=272) eingeschlossen werden (Kontrollgruppe: 152, Interventionsgruppe: 120). Die Rate an aus-dem-Bett Mobilisierungen stieg nicht signifikant von 36,2% (n=55) um 9,6% auf 45,8% (n=55). Andere Outcomeparameter wie Dauer der Beatmung, des Delirs, Intensiv- und Krankenhausaufenthalt in den ersten 28 Tagen nach Aufnahme unterschieden sich nicht maßgeblich. Die Einhaltung des Protokolls, gemessen anhand des Ausfüllens des Protokolls, lag bei über 90%, potentielle Sicherheitsereignisse kamen nach Einführung des Protokolls in 8% vor, kein Patient wurde nachhaltig geschädigt. Barrieren wurden in 56% angegeben. In der Interventionsphase wurden an den Prävalenzerhebungen 35% der beatmeten Intensivpatienten aus dem Bett mobilisiert und 65% der spontan atmenden Patienten; dies geschah meist einmal am Tag für 30 Minuten. 79% der Patienten wurden während ihres gesamten Intensivaufenthaltes mindestens einmal aus dem Bett mobilisiert, die meisten am 3. Aufenthaltstag.

Es kann geschlussfolgert werden, dass die Einführung eines Protokolls machbar und sicher ist. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass der Gebrauch von adaptierten Protokollen die Rate an Mobilisierungen erhöhen könnte. Weiterhin kann die Mobilisierungsrate von beatmeten und spontan atmenden Patienten auch im internationalen Vergleich standhalten (46).

Ein Problem in der Studie war das neue Datenschutzgesetz, durch das weniger Patienten als geplant eingeschlossen werden konnten. Statt der geplanten 13% wurden 35% der gesamten Patienten ausgeschlossen, wodurch die bereits niedrig kalkulierte statistische Power weiter gesenkt wurde und Effekte damit nur sehr eingeschränkt bis gar nicht nachweisbar waren. Die Implementierung von Protokollen ist allerdings nicht monokausal zu belegen und entspricht eher einer komplexen Intervention. Neben dem statistischen Aspekt der niedrigen Power können Strukturen wie Personalbesetzung und Hilfsmaterialien oder Prozesse wie Absprachen und Umbaumaßnahmen die Implementierung und die Mobilisierung an sich beeinflussen.

Um diese Aspekte weiter zu erforschen, wurden:

- Fokusgruppeninterviews mit den beteiligten Mitarbeitern der Intensivstationen durchgeführt, um die Strukturen und Prozesse genauer zu untersuchen
- eine weiterführende Studie zur Mobilisierung von adipösen Intensivpatienten durchgeführt (z.Zt im Review)
- der Zusammenhang zwischen Frühmobilisierung und Delir untersucht (z.Zt im Review)
- der Wissens- und Lernmittelbedarf der Netzwerkmitglieder eruiert (z.Zt im Review)
- die Einschätzung der Mobilisierbarkeit von Intensivpatienten durch verschiedene Professionen evaluiert (z.Zt im Review)

Und es wird geplant

- die Protokollimplementierung in ausreichender Power durchzuführen, um die Effekte genauer zu untersuchen und weitere Forschungsfragen zu generieren
- Hilfsmittel zu prüfen und in der Praxis zu implementieren

Es ist noch viel zu tun.

3 Zusammenfassung

Die Frühmobilisierung von Intensivpatienten schützt vor den Konsequenzen der Immobilität und hilft, die Frührehabilitation bereits während einer kritischen Erkrankung zu beginnen.

In einer 1-Tagesprävalenzstudie mit 783 Patienten auf 116 Intensivstationen in Deutschland wurde festgestellt, dass nur jeder vierte beatmete Intensivpatient aus dem Bett mobilisiert wurde, Patienten mit endotrachealem Tubus noch weniger. Es traten bei jeder fünften Mobilisierung potentielle Sicherheitsereignisse wie Überschreitung von Blutdruckgrenzen u.a. auf, hier ohne Unterschiede zwischen Patienten, die im Bett oder aus dem Bett mobilisiert worden sind. Bei drei von vier Patienten wurden Barrieren zur weiteren Mobilisierung angegeben. Die Studie zeigte, dass Frühmobilisierung wenig umgesetzt wurde und in der Praxis viele Barrieren vorhanden waren.

Um die Barrieren näher zu untersuchen, wurde eine strukturierte Literaturrecherche durchgeführt, um Barrieren und geeignete Überwindungsstrategien zu identifizieren. Es konnten in 40 relevanten Studien insgesamt 28 verschiedene Barrieren identifiziert werden, die Patientenbezogene, strukturelle, prozedurale oder kulturelle Probleme darstellten. Die häufigsten Barrieren waren hämodynamische und respiratorische Instabilität, zu tiefe Sedierung, Personal- und Zeitmangel, fehlende Protokolle und unzureichende Zusammenarbeit, bzw. Priorität. Gleichzeitig konnten 70 Strategien ermittelt werden, die geeignet waren, mindestens eine oder mehrere Barrieren zu überwinden. Nachgewiesen effektive Strategien sind interprofessionelle Zusammenarbeit, Protokolle mit Ein- und Ausschlusskriterien und Sicherheitsmerkmalen, Tagesziele sowie die Unterstützung durch Meinungsführer. Die Studie listete systematisch Barrieren und entsprechende Strategien zur Überwindung auf und stellte damit eine Basis für Fragebögen und Implementierungsprojekte bereit.

In einer systematischen Literaturrecherche und Meta-Analyse wurden Sicherheitsaspekte untersucht. Generell lässt sich zwischen potentiellen Sicherheitsereignissen wie dem Über-, bzw. Unterschreiten von definierten Grenzwerten und Sicherheitsereignissen mit Konsequenzen wie Entfernung von Zu- und Ableitungen, zusätzliche Therapien usw. unterscheiden. Es konnten von 20.660 Titeln 48 Studien eingeschlossen werden. Die Studien berichteten 22.351 Mobilisierungen von 7.546 Patienten. Die Rate an potentiellen Sicherheitsereignissen betrug 2,6%, die Rate an Ereignissen mit Konsequenzen 0,6%. Die Inzidenz pro 1.000 Mobilisierungen beträgt 3,8 hämodynamische und 1,9 Desaturierungen. Die Studie zeigte, dass Frühmobilisierung als sichere Intervention betrachtet werden kann, wenn Teams geschult werden und einheitliche Sicherheitsgrenzen berücksichtigt werden.

In einer weiteren 1-Tages-Prävalenzstudie in der Schweiz konnte bei 161 beatmeten Intensivpatienten auf 35 Intensivstationen ermittelt werden, dass 33% der Patienten aus dem Bett mobilisiert werden konnten. Die Krankheitsschwere und der Beatmungszugang wiesen einen maßgeblichen Einfluss auf die Umsetzung der Frühmobilisierung. Die Studie wies darauf hin, dass Teamgröße, Teamkoordination und Aufgabenverteilungen wichtige Faktoren sein könnten.

In einem Übersichtsartikel wurde die Implementierung der Frühmobilisierung als Teil eines Rehabilitationskonzeptes beschrieben. Vor der Implementierung und Qualitätsverbesserung müssen zunächst die Ausgangsdaten erfasst werden, um spätere Verbesserungen nachweisen zu können. Danach können lokale Barrieren identifiziert werden, die mit geeigneten Strategien überwunden werden. Protokolle mit definierten Kriterien, Assessments sowie Meinungsführer unterstützen den Prozess. Patienten müssen täglich evaluiert und im Hinblick auf Rehabilitationsfähigkeit untersucht werden. Sie können stufenweise in einem interprofessionellen Prozess mobilisiert und gefördert werden.

Es wurde weiter ein Studienprotokoll für eine stepped-wedge, Cluster randomisierte Pilotstudie entwickelt. Das Studienprotokoll sah vor, dass fünf verschiedene Intensivstationen in randomisierter Reihenfolge in monatlichen Abständen ein Protokoll zur Frühmobilisierung an ihre Bedingungen adaptieren und implementieren. Vor und nach der Einführung wurden an randomisierten Wochentagen 1-Tages-Prävalenzerhebungen durchgeführt, um die Rate an aus-dem-Bett Mobilisierungen festzustellen. Das Protokoll beinhaltete ein Ampelsystem mit definierten Ein- und Ausschlusskriterien, ein spezifisches Assessmentverfahren, mit dem die Mobilisierbarkeit eingeschätzt werden konnte, eine Checkliste zur Vorbereitung, Sicherheitskriterien für den Abbruch der Mobilisierung sowie die ICU Mobility Scale zur Planung und Dokumentation.

Die Pilotstudie konnte wie geplant über sieben Monate auf fünf Intensivstationen durchgeführt werden. Insgesamt konnten 272 Patienten eingeschlossen werden, die Rate an Mobilisierungen stieg nach Protokollimplementierung nicht signifikant um knapp zehn Prozent an, andere Outcomeparameter blieben unverändert. In der Interventionsphase wurden an den Prävalenzerhebungen 35% der beatmeten Intensivpatienten und 65% der spontan atmenden Patienten aus dem Bett mobilisiert; Vier von fünf Intensivpatienten wurden während ihres Intensivaufenthaltes aus dem Bett mobilisiert, die meisten bereits am 3. Aufenthaltstag; die Rate an potentiellen Sicherheitsereignissen betrug nach Einführung des Protokolls weniger als zehn Prozent. Die Studie wies darauf hin, dass die Einführung von interprofessionellen Protokollen zur Frühmobilisierung die Rate an Mobilisierungen erhöhen kann. Ausreichend gepowerte Studien sind notwendig, um die Ergebnisse zu überprüfen.

4 Dissemination

Die Erkenntnisse der Arbeiten wurden auf unterschiedlichen Wegen verbreitet.

4.1 Publikationen

Die kumulativen Publikationen dieser Dissertation beinhalten:

1. **Nydahl** P, Ruhl AP, Bartoszek G, Dubb R, Filipovic S, Flohr HJ, Kaltwasser A, Mende H, Rothaug O, Schuchhardt D, Schwabbauer N, Needham DM. Early mobilization of mechanically ventilated patients: a 1-day point-prevalence study in Germany. *Crit Care Med*. 2014 May;42(5):1178-86
2. Dubb^a R, **Nydahl**^a P, Hermes C, Schwabbauer N, Toonstra A, Parker AM, Kaltwasser A, Needham DM. Barriers and Strategies for Early Mobilization of Patients in Intensive Care Units. *Ann Am Thorac Soc*. 2016 May;13(5):724-30
3. **Nydahl**^a P, Sricharoenchai^a T, Chandra S, Kundt FS, Huang M, Fischill M, Needham DM. Safety of Patient Mobilization and Rehabilitation in the Intensive Care Unit. Systematic Review with Meta-Analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2017 May;14(5):766-777
4. Sibilla^a A, **Nydahl**^a P, Greco N, Mungo G, Ott N, Unger I, Rezek S, Gemperle S, Needham DM, Kudchadkar SR. Mobilization of Mechanically Ventilated Patients in Switzerland. *J Intensive Care Med*. 2020;35:55-62. Epub Aug. 29, 2017.
5. Parry SM, **Nydahl** P, Needham DM. Implementing early physical rehabilitation and mobilisation in the ICU: institutional, clinician, and patient considerations. *Intensive Care Med*. 2018 Apr;44(4):470-473
6. **Nydahl** P, Diers A, Günther U, Haastert B, Hesse S, Kerschensteiner C, Klarmann S, Köpke S. PROtocol-basierte MOBilizaTION auf der Intensivstation : Design einer cluster randomized Pilot Studie. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. 2018 Oct;113(7):581-592
7. **Nydahl** P, Günther U, Diers A, Hesse S, Kerschensteiner C, Klarmann S, Borzikowsky C, Köpke S. PROtocol-based MOBilizaTION on Intensive Care Units: stepped-wedge, cluster-randomized pilot study (Pro-Motion). *Nurs Crit Care*. 2019 May 24. doi:10.1111/nicc.12438^b.

^a Beide Autoren sind Co-Erstautoren; ^b elektronisch vor Print publiziert, daher keine Angaben der Ausgabe oder Seitenzahlen

4.2 Kennzahlen der Publikationen

Die veröffentlichten Arbeiten haben folgende Kennzahlen

Nr.	Kurztitel	Anzahl Zitierungen ^a	Impact Factor ^b
1	Prävalenzstudie, Crit Care Med. 2014;42(5):1178-86	147	6,312
2	Review Barrieren, Ann Am Thorac Soc. 2016;13(5):724-30	46	4,003
3	Meta-Analyse Sicherheit, Ann Am Thorac Soc. 2017;14(5):766-777	39	4,003
4	Prävalenzstudie Schweiz, J Intensive Care Med. 2017; 1:885066617728486	6	2,514
5	Review Konzept, Intensive Care Med. 2018;44(4):470-473	6	15,008
6	PRO-MOTION Protokoll, Med Klin Intensivmed Notfmed. 2018;113(7):581-592	1	0,791
7	PRO-MOTION Ergebnisse, Nurs Crit Care. In press	-	1,173
	Summe	245	33,804

^a Angabe, wie oft die Publikation lt. Research Gate zitiert worden ist. Stand April 2019

^b Angabe lt. www.bioxbio.com/journal, bzw. Selbstauskunft des Journals

4.3 Sonstige Veröffentlichungen

Zum Forschungsgegenstand Frühmobilisierung wurden weitere Publikationen veröffentlicht (Stand April 2019).

Bücher und Buchkapitel:

- Nessizius S, Rottensteiner C, **Nydahl** P (2017). Frührehabilitation in der Intensivmedizin. Elsevier, München
- **Nydahl** P, Wagner U (2018). Frühmobilisation. In: Brock A, Kany A, Knipfer E (Hg.). Fachpflege Intensivpflege. 2. Auflage. Elsevier, München, 63-68.
- Filipovic S, Dubb R, Klarmann S, **Nydahl** P, Rothaug O, Hermes C (2014). Frühmobilisation auf den Intensivstationen. In: Jorch G, Kluge S, Markewitz A, Putensen C, Quintel M, Sybrecht (Hg). DIVI Jahrbuch 2014/2015. Med. Wiss. Verlagsgesellschaft, Berlin: 131-137.

Zeitschriftenbeiträge und Briefe

Die Beiträge 1, 5, 7, 11, 13, 14, 18 sind in peer-reviewten Journalen erschienen.

1. Bautista CA, **Nydahl** P, Bader MK, Livesay S, Cassier-Woidasky AK, Olson DM. Executive Summary: Post-Intensive Care Syndrome in the Neurocritical Intensive Care Unit. J Neurosci Nurs. 2019 Apr 5. doi: 10.1097/JNN.0000000000000438
2. **Nydahl** P, Dubb R, Fischill M, Hermes C, Kaltwasser A, Klarmann S (2018). Schmerz und Frühmobilisierung von Intensivpatienten. Schmerz und Schmerzmanagement; 4(2): 12-17
3. Krotsetis S, Fischill M, **Nydahl** P. Was bringt Frühmobilisierung? Die Schwester Der Pfleger 2018; 57(8): 86-87.
4. Arnold M, Needham DM, **Nydahl** P. International Round Table Discussion: Early Mobility. Int J SPHM 2018, 8(1): 57-64

5. Schaller SJ, **Nydahl** P, Blobner M, Latronico N, Hodgson C. What does the EPICC trial really tell us? e-letter Thorax BMJ 2018
<http://thorax.bmj.com/content/73/3/213.responses>
6. Wilkens S, Klarmann S, Glase S, Mohr LM, Richter P, Christiane S. Perme CS, Nawa RK, **Nydahl** P. Perme Intensive Care Unit Mobility Score. *Pflegen Intensiv* 2018;15(3): 22-27.
7. **Nydahl** P, Wilkens S, Glase S, Mohr LM, Richter P, Klarmann S, Perme CS & Nawa RK. The German translation of the Perme Intensive Care Unit Mobility Score and inter-rater reliability between physiotherapists and nurses, *European Journal of Physiotherapy*, 2018 20:2, 109-115.
8. **Nydahl** P, Dubb R, Hermes C, Filipovic S, Klarmann S, Ottens T. Kommunikation mit beatmeten Patienten. *Pflegen Intensiv* 2015; 2(15): 62-66
9. **Nydahl** P, Dubb R, Hermes C, Filipovic S, Klarmann S, Ottens T. Kommunikation mit beatmeten Patienten. *Die Schwester Der Pfleger* 2017;12(56): 30-33
10. **Nydahl** P, Dubb R, Filipovic S, Hermes C, Jüttner F, Kaltwasser A, Klarmann S, Mende H, Nessizius S, Rottensteiner C. Algorithmen und Checklisten unterstützen Frühmobilisierung. *Pflegen Intensiv* 2016; 4: 12-19.
11. Hermes C, **Nydahl** P, Henzler D, Bein T. Lagerungstherapie und Frühmobilisation auf der Intensivstation. *Med. Klinik Intensivmed und Notfmed* 2016. DOI 10.1007/s00063-016-0196-2
12. **Nydahl** P, Dubb R, Hermes C, Kaltwasser A, Rothaug O, Mende H. Tubustoleranz: Checkliste reduziert Unsicherheiten. *Pflegen Intensiv* 2016; 4: 20-23.
13. **Nydahl** P, Dewes M, Dubb R, Filipovic S, Hermes C, Juttner F, Kaltwasser A, Klarmann S, Klas K, Mende H, Rothaug O, Schuchhardt D, Netzwerk Frühmobilisierung. Frühmobilisierung: Kompetenzen, Verantwortungen, Zuständigkeiten. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2016; 111: 153-159
14. **Nydahl** P, Hermes C, Dubb R, Kaltwasser A, Schuchhardt D. Toleranz des endotrachealen Tubus beim beatmeten Patienten. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2015; 110: 68-76
15. **Nydahl** P; Hermes, C; Schuchhardt, D; Dubb, R; Ruhl, AP; Kaltwasser, A; Mende, H; Rothaug, O. Frühmobilisierung in Deutschland. *Intensiv* 2014; 22 (6): 309-315
16. **Nydahl** P, Ruhl AP, Bartoszek G, Dubb R, Kaltwasser A, Mende H, Rothaug P, Hermes C. Mobilization-Day 2011 - Ergebnisse, Hintergründe, Perspektiven. *DIVI* 2014; 5: 117-121.
17. **Nydahl** P, Dubb R, Hermes C, Kaltwasser A, Mende H, Ottens T, Rothaug O, Schuchhardt D. Gefährliche Bettruhe. *Pflegezeitschrift* 2014; 67 (1): 6-9.
18. **Nydahl** P, Ewers A, Brodda D. Complications related to early mobilization of mechanically ventilated patients on Intensive Care Units. *Nurs Crit Care*. 2014 Nov 7
19. **Nydahl** P, Günther U, Krotsetis S. Delirium and early Mobilisation. *Annals of Delirium* 2014; 14: 13-17.
20. **Nydahl** P, Dubb R, Hermes C, Kaltwasser A, Klarmann S, Filipovic S, Rothaug O, Schwarzmann G. Das deutsche Netzwerk „Frühmobilisierung beatmeter Intensivpatienten“. *Intensiv News* 2012; 1 (16): 28-30.
21. **Nydahl** P, Hermes C., Kaltwasser A., Müller S., Rothaug O. & Dubb R. Kommunikation mit leicht sedierten, beatmeten Patienten. *Intensiv* 2012; 20 (1): 12-18
22. **Nydahl** P; Müller, S. Mobilisierung auf der Intensivstation. Herausforderung in der interdisziplinären Frührehabilitation: Gehen mit beatmeten Patienten. *Zeitschrift für Physiotherapeuten* 2011; 63, 6: Sonderbeilage

4.4 Poster

Folgende Poster konnten auf internationalen Konferenzen präsentiert werden:

- **Nydahl P**, Diers A, Günther U, Haastert B, Hesse S, Kerschensteiner C, Klarmann S, Köpke S. PRO-MOTION, a stepped wedge, cluster randomised pilot study to evaluate PROtocol-based MOBilizaTION on Intensive Care Units. 5th European Conference on Rehabilitation and Weaning, London, Nov. 11h-12th 2017
- **Nydahl P**, Hermes C, Dubb R, Kaltwasser A, Schuchhardt D. Tolerance of the endotracheal tube in patients on mechanically ventilation. 3rd European Conference on Rehabilitation and Weaning, Copenhagen, Nov. 6th-7th 2015
- **Nydahl P**, Klas K, Gerovasili V, Gosselink R, Hart N, Needham DM. Early Mobilization in Intensive Care Units: responsibilities and duties. 3rd European Conference on Rehabilitation and Weaning, Copenhagen, Nov. 6th-7th 2015
- Klas K, **Nydahl P**, Kozisnik P (2015). Challenges in Early Mobilization of the critical ill patient due to heterogeneous allocation of Treatment Teams. BACCN conference, London, 7.-8.9.2015.

4.5 Vorträge

Vorträge zum Thema Frühmobilisierung fanden auf folgenden internationalen Konferenzen statt:

- Evidence and practice of Early Mobilization in ICU. Keynote in 8th EfCCNa Congress, Ljubljana, Slovenien, 13.-16.2.2019
- Early Mobilization. 8th EfCCNa Congress, Ljubljana, Slovenien, 13.-16.2.2019
- Early rehabilitation programs: What's the evidence saying? 31st Annual Congress LIVES 2018 of the European Society of Critical Care Medicine, Paris, Frankreich, 20.-24.10.2018
- The role of the nurse. 4th Asia-Pacific Annual Conference on Early Mobilization and Rehabilitation in the ICU, Beijing, China, 8.-10.6.2018
- Tolerance of the ETT. The role of the nurse. 4th Asia-Pacific Annual Conference on Early Mobilization and Rehabilitation in the ICU, Beijing, China, 8.-10.6.2018
- Nursing aspects of Early Mobilization within the Critical Care team. The Third Annual Conference on Early Mobilization & Rehabilitation in the ICU, Singapur, 21.4.2017
- Hygienically aspects of Early Mobilization. 4th European Conference on Weaning & Rehabilitation in Critically ill Patients in Hamburg, Deutschland, 12.-13.11.2016

4.6 Preise

- 2011 George Evers Preis für ein Stipendium an der Medizinischen Privatuniversität Salzburg
- 2018 Forschungsförderpreis Delir-Management der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin & Fa. Philips

5 Verwendete Literatur

1. Strom T, Toft P. Sedation and analgesia in mechanical ventilation. *Semin Respir Crit Care Med* 2014;35(4):441-450.
2. Brook AD, Ahrens TS, Schaiff R, et al. Effect of a nursing-implemented sedation protocol on the duration of mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1999;27(12):2609-2615.
3. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335(25):1864-1869.
4. Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF, et al. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *N Engl J Med* 2000;342(20):1471-1477.
5. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet* 2008;371(9607):126-134.
6. Strom T, Martinussen T, Toft P. A protocol of no sedation for critically ill patients receiving mechanical ventilation: a randomised trial. *Lancet* 2010;375(9713):475-480.
7. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet* 2009;373(9678):1874-1882.
8. Needham DM, Davidson J, Cohen H, et al. Improving long-term outcomes after discharge from intensive care unit: report from a stakeholders' conference. *Crit Care Med* 2012;40(2):502-509.
9. Devlin JW, Skrobik Y, Gelinas C, et al. Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Pain, Agitation/Sedation, Delirium, Immobility, and Sleep Disruption in Adult Patients in the ICU. *Crit Care Med* 2018;46(9):e825-e873.
10. Amidei C. Mobilisation in critical care: a concept analysis. *Intensive Crit Care Nurs* 2012;28(2):73-81.
11. Clarissa C, Salisbury L, Rodgers S, et al. Early mobilisation in mechanically ventilated patients: a systematic integrative review of definitions and activities. *Journal of intensive care* 2019;7:3.
12. Doiron KA, Hoffmann TC, Beller EM. Early intervention (mobilization or active exercise) for critically ill adults in the intensive care unit. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;3:CD010754.
13. Meyer U, Friesacher F (2015). Intensivpflege. In: Ullrich L, Stolecki D (Hg.). *Intensivpflege und Anästhesie*. Stuttgart: Thieme
14. Needham DM, Korupolu R. Rehabilitation quality improvement in an intensive care unit setting: implementation of a quality improvement model. *Top Stroke Rehabil* 2010;17(4):271-281.
15. Nydahl P, Ruhl AP, Bartoszek G, et al. Early mobilization of mechanically ventilated patients: a 1-day point-prevalence study in Germany. *Crit Care Med* 2014;42(5):1178-1186.
16. P N, Flohr HJ, Rothaug O. Gehen mit beatmeten Patienten – Fallbeispiel und systematische Literaturübersicht. *DIVI* 2011;2(2):56-64.
17. Nydahl P, Hermes C, Dubb R, et al. Toleranz des endotrachealen Tubus bei beatmeten Patienten. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2015;110(1):68-76.
18. Berney SC, Harrold M, Webb SA, et al. Intensive care unit mobility practices in Australia and New Zealand: a point prevalence study. *Crit Care Resusc* 2013;15(4):260-265.
19. Fontela PC, Lisboa TC, Forgiarini-Junior LA, et al. Early mobilization practices of mechanically ventilated patients: a 1-day point-prevalence study in southern Brazil. *Clinics* 2018;73:e241.

20. Jolley SE, Moss M, Needham DM, et al. Point Prevalence Study of Mobilization Practices for Acute Respiratory Failure Patients in the United States. *Crit Care Med* 2017 Feb;45(2):205-215.
21. McWilliams D, Duffy L, Snelson C. Current rehabilitation practices for patients admitted to critical care in the UK: a 5 day point prevalence survey of 12 adult general intensive care units. *Journal of ACPRC* 2016;48(1):5-14.
22. Sibilla A, Nydahl P, Greco N, et al. Mobilization of Mechanically Ventilated Patients in Switzerland. *J Intensive Care Med*. 2020;35:55-62. Epub Aug. 29, 2017.
23. Dubb R, Nydahl P, Hermes C, et al. Barriers and Strategies for Early Mobilization of Patients in Intensive Care Units. *Ann Am Thorac Soc* 2016;13(5):724-730.
24. Engel HJ, Needham DM, Morris PE, Gropper MA. ICU early mobilization: from recommendation to implementation at three medical centers. *Crit Care Med*. 2013 Sep;41(9 Suppl 1):S69-80.
25. Bakhru RN, McWilliams DJ, Wiebe DJ, et al. Intensive Care Unit Structure Variation and Implications for Early Mobilization Practices. An International Survey. *Ann Am Thorac Soc* 2016;13(9):1527-1537.
26. Nydahl P, Diers A, Günther U, et al. PROtokollbasierte MOBilisierung auf IntensivstaTIONen. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2018;7(113):581-592.
27. Parry SM, Remedios L, Denehy L, et al. What factors affect implementation of early rehabilitation into intensive care unit practice? A qualitative study with clinicians. *J Crit Care* 2017;38:137-143.
28. Goodson CM, Friedman LA, Manthey E, et al. Perceived Barriers to Mobility in a Medical ICU: The Patient Mobilization Attitudes & Beliefs Survey for the ICU. *J Intensive Care Med* 2018 Oct 18;885066618807120.
29. Nydahl P, Sricharoenchai T, Chandra S, et al. Safety of Patient Mobilization and Rehabilitation in the Intensive Care Unit. Systematic Review with Meta-Analysis. *Ann Am Thorac Soc* 2017;14(5):766-777.
30. Rothschild JM, Landrigan CP, Cronin JW, et al. The Critical Care Safety Study: The incidence and nature of adverse events and serious medical errors in intensive care. *Crit Care Med* 2005;33(8):1694-1700.
31. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* 2009;6(7):e1000097.
32. de Jong A, Molinari N, de Lattre S, et al. Decreasing severe pain and serious adverse events while moving intensive care unit patients: a prospective interventional study (the NURSE-DO project). *Crit Care* 2013;17(2):R74.
33. Needham D. Monitoring & Documentation System for Physiological Changes & Potential Safety Events for ICU Rehabilitation. 2016 [Entnommen 4.5.2019: http://www.mobilization-network.org/Network/Documents_files/Monitoring%2026%20Documentation%20Sys%20for%20Physio%20Changes%2026%20Potential%20Safety%20Events%20for%20ICU%20Rehab.pdf].
34. Hodgson C, Needham D, Haines K, et al. Feasibility and inter-rater reliability of the ICU Mobility Scale. *Heart Lung* 2014;43(1):19-24.
35. Nydahl P, Dewes M, Dubb R, et al. Frühmobilisierung: Kompetenzen, Verantwortungen, Zuständigkeiten. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2016;111(2):153-159.
36. Parry SM, Nydahl P, Needham DM. Implementing early physical rehabilitation and mobilisation in the ICU: institutional, clinician, and patient considerations. *Intensive Care Medicine* 2018;44(4):470-473.
37. Herridge MS, Chu LM, Matte A, et al. The RECOVER Program: Disability Risk Groups and 1-Year Outcome after 7 or More Days of Mechanical Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2016;194(7):831-844.
38. Bein T, Bischoff M, Bruckner U, et al. S2e guideline: positioning and early mobilisation in prophylaxis or therapy of pulmonary disorders : Revision 2015: S2e guideline of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI). *Anaesthesist* 2015;64 Suppl 1:1-26.
39. Nydahl P, Dubb R, Filipovic S, et al. Algorithmen zur Frühmobilisierung auf Intensivstationen. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2016;112(2):156-162.

40. Hodgson CL, Stiller K, Needham DM, et al. Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. *Crit Care* 2014;18(6):658.
41. Schaller SJ, Anstey M, Blobner M, et al. Early, goal-directed mobilisation in the surgical intensive care unit: a randomised controlled trial. *Lancet* 2016;388(10052):1377-1388.
42. Berry A, Beattie K, Bennett J, et al. (2014). Physical Activity and Movement: a Guideline for Critically Ill Adults. Agency for Clinical Innovation NSW Government: Chatswood.
43. Nydahl P, Günther U, Diers A, et al. PROtocol-based MObilizaTION on Intensive Care Units: stepped-wedge, cluster-randomized pilot study (Pro-Motion). *Nurs Crit Care*. 2019 May 24. doi:10.1111/nicc.12438
44. Hemming K, Taljaard M, McKenzie JE, et al. Reporting of stepped wedge cluster randomised trials: extension of the CONSORT 2010 statement with explanation and elaboration. *BMJ* 2018;363:k1614.
45. Hoffmann TC, Glasziou PP, Boutron I, et al. Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ* 2014;348:g1687.
46. Brock C, Marzano V, Green M, et al. Defining new barriers to mobilisation in a highly active intensive care unit - have we found the ceiling? An observational study. *Heart Lung* 2018;47(4):380-385.

6 Danksagung

Frühmobilisierung ist Teamarbeit. An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Kollegen meiner Intensivstation bedanken, die trotz widriger Umstände das Konzept der Frühmobilisierung implementiert und umgesetzt haben. Danke vor allem an diejenigen, die mir kurz vor Feierabend nochmal eben geholfen haben, Patienten auf die Bettkante oder in den Stuhl zu mobilisieren. Ihr seid Helden!

Danke an meine Co-Autoren, mit denen ich intensive und konstruktive Diskussionen führen konnte und ohne die diese Dissertation nicht möglich gewesen wäre. Ich bedanke mich in alphabetischer Reihenfolge bei den phantastischen Kollegen der Atmungstherapie, Epidemiologie, Ergotherapie, Logopädie, Medizin, Pflege, Pflegewissenschaft, Physiotherapie, Public Health und Statistik aus den Ländern Australien, Belgien, Brasilien, China, Deutschland, Griechenland, Großbritannien, Italien, Luxemburg, Österreich, Schweiz, Thailand und Vereinigten Staaten von Amerika: Margaret Arnold, Gabriele Bartoszek, Thomas Bein, Manfred Blobner, Diana Brodda, Christoph Borzikowsky, Saurabh Chandra, Anja Diers, Rolf Dubb, Andre Ewers, Silke Filipovic, Magdalena Fischill, Hans-Jürgen Flohr, Vicky Gerovasili, Sarah Germperle, Susanne Glase, Rick Gosselink, Nicola Greco, Ulf Günther, Burkhard Haastert, Nicolas Hart, Dietrich Henzler, Carsten Hermes, Stephanie Hesse, Carol Hodgson, Minxuan Huang, Felix Jüttner, Arnold Kaltwasser, Christian Kerschensteiner, Silke Klarmann, Karin Klas, Susanne Krotsetis, Sapna R. Kudchadkar, Firuzan S. Kundt, Nicola Latronico, Hendrik Mende, Lisa-Marie Mohr, Ralf Moritz, Giuseppe Mungo, Ricardo Kenji Nawa, Stephan Nessizius, Natalie Ott, Thomas Ottens, Selina M. Parry, Amy M. Parker, Chris S. Perme, Spencer Rezek, Oliver Rothaug, Peter Richter, Conny Rottensteiner, Anne P. Ruhl, Stefan J. Schaller, Danny Schuchhardt, Alberto Sibilla, Thiti Sricharoenchai, Amy Toonstra, Ines Unger, Uwe Wagner und Sandra Wilkens.

Ein besonderer Dank geht an Norbert Schwabbauer, der als Atemtherapeut unschätzbare Hilfen in der Frühmobilisierung beatmeter Patienten gegeben hat und ein toller Mensch war. Norbert, Du fehlst uns allen!

Besonderer Dank geht ebenfalls an meine Mentoren Dale M. Needham und Sascha Köpke, die mir geholfen haben, die Forschungsarbeiten strukturiert, klar und eindeutig zu planen, durchzuführen und zu berichten. Vielen Dank!

Der größte Dank geht natürlich an meine Familie, die Kinder und vor allem meine Frau, die mich über die Jahre unterstützt und motiviert hat! Hinter jedem klugen Mann steht eine noch klügere Frau!

7 Lebenslauf



Geboren 1963, verheiratet, 3 Kinder

Qualifikationen

- 1983 Allgemeine Hochschulreife, Ernst Barlach Gymnasium, Kiel
- 1990 Staatlich examinierter Krankenpfleger
- 1994 Kursleiter für Basale Stimulation in der Pflege
- 1996 Weiterbildungsleiter für Basale Stimulation in der Pflege
- 2006 Pflegeexperte für Menschen im Wachkoma
- 2006 Freiwillig registrierter Krankenpfleger
- 2007 Praxisanleiter
- 2013 Bachelor of Science in Nursing, Medizinische Privatuniversität Salzburg
- 2016 Master of Science in Nursing, Medizinische Privatuniversität Salzburg

Beschäftigung

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

25% als Krankenpfleger auf einer anästhesiologischen Intensivstation

75% als Pflegewissenschaftler am Universitätsklinikum

Reviewtätigkeiten <https://publons.com/researcher/1584447/peter-nydahl/> für

Medizinische Klinik Intensivmedizin Notfallmedizin, Klinische Pflegeforschung, British Medical Journal, Journal of Critical Care, Archives of Physiotherapy, Annals of American Thoracic Society, American Journal of Critical Care, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Trials, Physiotherapy Science, Physioscience, Intensive and Critical Care Nursing, Journal of Clinical Nursing, Journal of Rehabilitation Medicine, Intensive Care Medicine

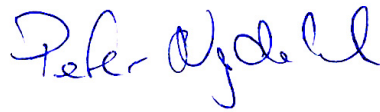
8 Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, diese Dissertation selbständig und ohne fremde Hilfe durchgeführt zu haben. Ich habe keine anderen als die in der Arbeit genannten personellen, technischen und sachlichen Hilfen oder Hilfsmittel benutzt.

Diese Dissertation wurde nicht andernorts beantragt oder vorgelegt.

Ich bin damit einverstanden, dass dieser Text ggf. einer Plagiatssoftwareprüfung unterzogen wird.

Kiel, 23.11.2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Peter Oydell', is written over the date.